

普通高中课程标准实验教科书

化 学 ②

必 修

教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心 编著

人教版®

人民教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通高中课程标准实验教科书化学2 必修教师教学用书/人民教育出版社,课程教材研究所化学课程教材研究开发中心编著. —3版. —北京:人民教育出版社,2007.4(2019.7重印)

ISBN 978-7-107-17861-0

I. ①普… II. ①人… ②课… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料 IV. ①G633.83

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第034164号

普通高中课程标准实验教科书 化学2 必修 教师教学用书

出版发行 人民教育出版社
(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编:100081)
网 址 <http://www.pep.com.cn>
经 销 全国新华书店
印 刷 人民教育出版社印刷厂
版 次 2007年4月第3版
印 次 2019年7月第28次印刷
开 本 890毫米×1240毫米 1/16
印 张 5.75
字 数 130千字
定 价 17.90元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或盗用本产品任何部分·违者必究
如发现内容质量问题、印装质量问题,请与本社联系。电话:400-810-5788

说 明

为了帮助教师理解和体会课程标准,更好地使用教科书,我们根据教育部制订的《普通高中化学课程标准(实验)》和人民教育出版社、课程教材研究所化学课程教材研究开发中心编著的《普通高中课程标准实验教科书 化学2(必修)》的内容和要求,结合高中化学教学实际,组织编写了本教师教学用书,供高中化学教师教学时参考。

全书按教科书的章节顺序编排,每章包括本章说明、教学建议、教学资源 and 复习题参考答案四个部分。

本章说明是按章编写的,包括教学目标、内容分析和课时建议。教学目标指出本章在知识与技能、过程与方法 and 情感态度与价值观等方面所要达到的教学目的;内容分析从地位和功能、内容的选择与呈现、教学深广度以及内容结构等方面对全章内容做出分析;课时建议则是建议本章的教学课时。

教学建议是分节编写的,包括教学设计、活动建议、问题交流和习题参考。教学设计对各节的内容特点、知识结构、重点和难点等作了较详细的分析,并对教学设计思路、教学策略、教学方法等提出建议。活动建议是对科学探究、实验等学生活动提出具体的指导和建议。问题交流是对“学与问”“思考与交流”等教科书中栏目所涉及的有关问题给予解答或提示。习题参考则是对各节后的习题给予解答或提示。

教学资源是按章编写的,主要编入一些与本章内容有关的教学资料、疑难问题解答,以及联系实际、新的科技信息和化学史等内容,以帮助教师更好地理解教科书,并在教学时参考。

复习题参考答案是对全章复习题给予解答或提示。

参加本书编写工作的有:王晶、王作民、李桢、吴海建、孙琳琳、张晓娟、宋锐等。

本书的审定者:李文鼎、王晶。

责任编辑:吴海建。

图稿绘制:李宏庆、张傲冰。

由于时间仓促,本书的内容难免有不妥之处,希望广大教师 and 教学研究人员提出意见和建议,以便修订改进。

人民教育出版社 课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心

2006年4月

目 录

第一章 物质结构 元素周期律	1
本章说明	1
教学建议	
第一节 元素周期表	2
第二节 元素周期律	5
第三节 化学键	7
教学资源	9
复习题参考答案	14
第二章 化学反应与能量	15
本章说明	15
教学建议	
第一节 化学能与热能	18
第二节 化学能与电能	24
第三节 化学反应的速率和限度	32
教学资源	37
复习题参考答案	42
第三章 有机化合物	43
本章说明	43
教学建议	
第一节 最简单的有机化合物——甲烷	44
第二节 来自石油和煤的两种基本化工原料	47
第三节 生活中两种常见的有机物	49
第四节 基本营养物质	51
教学资源	52
复习题参考答案	59
第四章 化学与自然资源的开发利用	60
本章说明	60
教学建议	
第一节 开发利用金属矿物和海水资源	62
第二节 资源综合利用 环境保护	65
教学资源	70
复习题参考答案	88



本章说明

一、教学目标

1. 能描述元素周期表的结构, 知道金属、非金属在元素周期表中的位置。
2. 在初中有关原子结构知识的基础上, 了解元素的原子核外电子排布。
3. 通过有关数据和实验事实, 了解原子结构与元素性质之间的关系。知道核素和同位素的涵义; 认识原子结构相似的一族元素在化学性质上表现出的相似性和递变性; 认识元素周期律。
4. 认识化学键的涵义, 通过实例了解离子键和共价键的形成。

二、内容分析

1. 地位和功能

物质结构和元素周期律是化学的重要理论知识, 也是中学化学教学的重要内容。通过学习这部分知识, 可以使学生对所学元素化合物等知识进行综合、归纳, 从理论上进一步理解。同时, 作为理论指导, 也为学生继续学习化学打下基础。

这部分知识既是化学 2 (必修) 的内容, 也是选修化学的基础。

2. 内容的选择与呈现

根据课程标准, 有关物质结构和元素周期律的知识, 在必修模块和选修模块中均有教学要求, 作为必修模块中的内容, 比较简单、基础, 较系统的知识将在选修模块中安排。

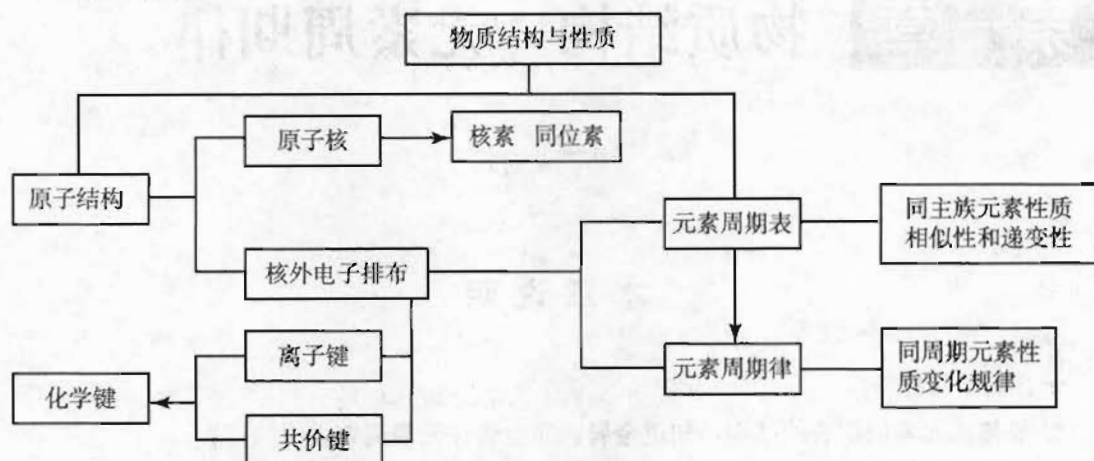
在初中化学的基础上, 进一步介绍原子核外电子排布。教材没有具体介绍原子核外电子排布的规律, 而是直接给出了 1~20 号元素原子核外电子的排布, 让学生从中发现一些简单规律。较系统的知识将在选修模块中继续介绍。

教材将原子结构与元素性质的关系以及元素周期律作为重点内容。以碱金属元素和卤族元素为代表介绍同主族元素性质的相似性和递变性; 以第三周期元素为代表介绍元素周期律。将元素性质、物质结构、元素周期表等内容结合起来, 归纳总结有关的化学基本理论。

在初中化学的基础上, 通过离子键和共价键的形成, 以及离子化合物和共价化合物的比较, 使学生认识化学键的涵义。

本章内容虽然是理论性知识, 但教材结合元素化合物知识和化学史实来引入和解释, 使理论知识与元素化合物知识相互融合, 以利于学生理解和掌握。

3. 内容结构



本章以元素周期表和元素周期律为框架，先介绍元素周期表，再通过一些事实和实验归纳元素周期律。

第一节从化学史引入，直接呈现元素周期表的结构。在学生了解一些元素性质和原子结构示意图的基础上，以周期表的纵向结构为线索，以碱金属和卤族元素为代表，通过比较原子结构（电子层数，最外层电子数）的异同，突出最外层电子数的相同；并通过实验和事实来呈现同主族元素性质的相似性和递变性。帮助学生认识元素性质与原子核外电子的关系。在此基础上，提出元素性质与原子核的关系，并由此引出核素和同位素的有关知识。

第二节以周期表的横向结构为线索，先介绍原子核外电子排布，突出电子层数的不同和最外层电子数的递增关系，以第三周期元素为代表，归纳出元素周期律。

第三节在前两节的基础上介绍化学键。使学生进一步认识物质结构的知识，以及化合物的形成和化学反应的本质。

三、课时建议

第一节	元素周期表	3 课时
第二节	元素周期律	3 课时
第三节	化学键	2 课时
复习和机动		2 课时

教学建议

第一节 元素周期表

一、教学设计

元素周期表是元素周期律的具体表现形式，是学习化学的重要工具。元素周期表在初中化学中已有简单介绍，学生已经知道了元素周期表的大体结构，并会用元素周期表查找常见元素的相关信息，但对元素与原子结构的关系还没有更深的理解。因此，本节教学的主要目的在于帮助学生能够从原子结构的角度进一步认识元素周期表的实质，为学习元素周期律打下基础。



本节教学重点：元素周期表的结构；元素在元素周期表中的位置及其性质的递变规律。

本节教学难点：元素在元素周期表中的位置及其性质的递变规律。

为了落实重点、突破难点，教学设计时，应该充分发挥实验在化学教学中的作用，根据各学校和学生的实际情况，尽可能采用开放式和探究式的教学方法，充分发挥学生学习的主动性。

1. 关于元素周期表结构的教学设计（第1课时）

教学流程：

查找资料（关于元素周期表的发展史）→ 实践活动汇报→ 讲授元素周期表的结构→ 学生设计不同类型的元素周期表→ 小结。

说明：

实践活动（课前预习）——分小组查找关于元素周期表发展史的相关资料，制作成幻灯片或资料卡片等。

讲授——可采取制成Flash动画的形式，每一板块点击出现，增加周期表结构的动感，加深记忆。

课堂开放性训练——以小组为单位竞赛，从不同的角度设计多种类型的元素周期表（如从密度、放射性等角度）。

评价方式——成果以墙报形式展出，进行相互交流并评价。

2. 关于元素性质与原子结构关系的教学设计（第2课时）

教学流程：

提出问题→设计探究方案→理论探究（碱金属及卤素原子结构特点、规律）→实验探究（碱金属及卤族元素性质递变规律）→得出结论。

说明：

问题创设——（1）元素周期表中为什么把锂、钠、钾等元素编在一个族呢？它们的原子结构和性质有什么联系呢？

（2）元素的原子结构和元素的性质有什么关系呢？

有关碱金属及卤素的原子结构的资料以学案形式下发或课上以投影形式呈现。

理论探究——比较、归纳、抽象。

实验探究——事先可下发实验预习提纲，实验可设计成学生的分组实验，具体见活动建议。

3. 关于核素内容的教学设计（第3课时）

教学流程：

介绍前沿科学→提出问题→事例分析→得出概念→概念辨析→应用→课堂练习→开放性作业。

说明：

问题创设——考古(^{14}C)、氢弹(^2H , ^3H)的制造等。

内容呈现——氢、碳、铀同位素资料卡片、幻灯。

方法手段——比较、类比、抽象。

评价反馈——多媒体呈现形成性练习题、同步测试等；

查阅同位素在能源、医疗、农业、考古等方面的应用，以读书报告会形式进行交流。

二、活动建议

【科学探究】 钾在空气中的燃烧实验可设计为学生分组实验，而钾与水的反应，钾块不

要取太大，以免发生危险，此实验最好由教师在实物投影仪上演示。

【实验 1-1】 教材中此实验是分步进行的，饱和氯水会挥发出氯气造成污染。可尝试改进设计实验如下，操作方便，对比性强，现象明显，且无有毒气体逸出。

(1) 实验装置 (如图 1-1)。

(2) 实验操作：① 向 U 形管中加入约 2 g 高锰酸钾粉末；取一根 5 mm×150 mm 的玻璃管，插入橡皮塞中，在图 1-1 所示实验装置中的“4、5、6”处贴上滤纸小旗，分别滴 3 滴淀粉 KI 溶液、饱和 KI 溶液、NaBr 溶液 (从上到下)。另取一同样的玻璃管，两端各塞入一小团脱脂棉，在 1 和 2 处脱脂棉上分别滴入淀粉 KI 溶液和饱和 NaBr 溶液，并在两端分别接一乳胶管 (带夹子)；在 3 处装入吸有 NaOH 溶液的脱脂棉。按图 1-1 的装置连接。② 滴加浓盐酸，即可看到有黄绿色的氯气产生，与小旗接触后，由下至上依次出现：红棕色、紫黑色、蓝色。打开 a、b 处的夹子，当

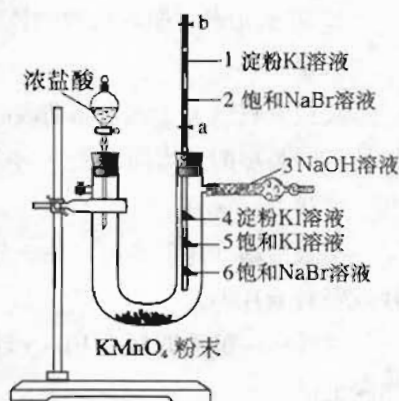


图 1-1 卤素间的置换反应

氯气恰好上升到 2 位置，保持一会儿即夹住 a 处，不使氯气上升。③ 取下上节玻璃管，在 2 处微微加热，即看到红棕色的溴上升到 1 处，此时有蓝色出现。

三、部分习题参考答案和提示

1. 1, 1, 铯, 锂, 7, 1, 氟, 氟 2. C 3. C 4. A

5. (1) ${}^6_3\text{Li}$, ${}^7_3\text{Li}$ (2) ${}^{14}_6\text{C}$, ${}^{14}_7\text{N}$ (3) ${}^{23}_{11}\text{Na}$, ${}^{24}_{12}\text{Mg}$

6. 可提示学生参考书后的元素周期表。可以指定一些元素，让不同小组的学生分别做。

7. 可提示学生用列表的方法，培养学生查阅信息、整理归纳的能力。

8. 可以在学生做完此题后，在班上进行交流。

9.

	化学方程式	氧化剂	还原剂
(1)	$4\text{Li} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Li}_2\text{O}$	O_2	Li
(2)	$2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$	H_2O	K
(3)	$\text{Br}_2 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$	Br_2	KI
(4)	$\text{Cl}_2 + 2\text{FeCl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$	Cl_2	FeCl_2

10. (1)

元素	甲	乙	丙	丁
原子序数	1	8	11	12
元素符号	H	O	Na	Mg
周期	一	二	三	三
族	IA	ⅥA	IA	ⅡA

(2) 甲与乙: $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$ 乙与丙: $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$

乙与丁: $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Al}_2\text{O}_3$

11. 不可以，118 种元素并不等于只有 118 种原子，很多元素还存在着不同的核素，即有同位素存在，所以，原子的种类实际上多于 118 种。



第二节 元素周期律

一、教学设计

元素周期律是对元素性质呈现周期性变化实质的揭示,通过本节的学习,可以使学生对以前学过的知识进行概括、综合,实现由感性认识上升到理性认识;同时,也会以此理论来指导后续学习,所以,学好元素周期律是十分重要的。

本节教学重点:元素周期律的涵义和实质;元素性质与原子结构的关系。

本节教学难点:元素性质与原子结构的关系。

元素周期律属于化学基础理论知识,基础理论教学具有逻辑性,从课堂教学的结构上,应当体现出教材本身的逻辑系统;要重视理论推理,借助实验和事实分析,应用归纳法和演绎法,培养学生的逻辑思维能力。

基础理论的教学模式一般为:

提出课题→列出理论研究的要点→应用实验或资料,分析阐述以得出规律性结论→结合新的事实,检验、应用得出的结论。

根据教材的安排以及高一学生的实际情况,关于原子核外电子的排布,只要求学生熟悉1~20号元素原子核外电子的排布,并会应用即可。重点是元素周期律、元素周期表和元素周期律的应用,关于这部分内容的教学可采用问题探究教学模式组织教学过程。利用问题探究的形式组织学生活动。

教学过程:

分析教材表1-2数据→学生归纳1~20号元素的原子结构特点→思考与交流→得出原子核外电子排布的简单规律→提出新问题(如元素的金属性、非金属性是否随元素原子序数的变化而呈周期性变化呢?)→实验探究(钠、镁、铝元素化学性质的比较)→得出结论→资料卡片(硅、磷、硫、氯元素的性质事实)→思考与交流→概括出元素周期律→再结合周期表总结出元素性质、原子结构与周期表中元素位置的关系→应用。

说明:

实验探究——事先可下发实验预习提纲,可设计成学生的分组实验,具体设计参见“活动建议”。

理论探究——
[Si、P、S、Cl性质资料(幻灯片、投影)。
比较、归纳、抽象。

开放性作业——小论文(如由元素周期表所想到的……)。

二、活动建议

【科学探究1】

1. 利用此问题复习上一节的知识,使学生进一步认识元素周期表和核外电子排布。
2. 让学生认真观察表格,讨论交流后填写。教师适当归纳、总结,并进一步提出问题。

【科学探究2】

1. 钠、镁、铝的性质实验,简单易做、现象比较明显且安全,可以设计为学生的分组实验,实验方案不作统一规定,要求各小组自行设计实验方案,然后全班进行交流评价,最后

综合总结出最佳方案，注意培养学生求异思维的能力。

钠与水反应的实验在化学1中已经做过，根据学校情况，在此也可以再做一次。

镁与水的反应较慢，产生氢气的量较少，且看不到产生的氢氧化镁，只能通过氢气的产生和酚酞指示剂的变色去认定氢氧化镁的存在，说服力不强。根据水溶液中KCl、NaCl有阻止氢氧化镁薄膜在镁上形成的作用，可将水改成食盐水进行实验。

实验步骤：取一段除去表面氧化膜的镁条，卷成螺旋状，插入盛有食盐水溶液的试管或烧瓶中，再将试管或烧瓶倒插在盛有食盐水的烧杯中，可以观察到镁持续不断地跟水反应，几分钟后，白色的氢氧化镁沉淀聚积在烧杯底部。

注意事项：镁条用量较多；所用食盐水可以用饱和食盐水稀释一倍获得。

可增加提问：铝与水是否反应。可结合实际，如为什么可以用铝制品作为炊具等。

2. 利用书上的表格。镁的反应现象也可以让学生自己填写。

3. 对于资料表中的内容，教师可适当讲解。

4. 由学生总结后，教师再进行归纳。

三、问题交流

【学与问】 通过元素周期表和元素周期律的教学，应帮助学生掌握以下要点：

1. 根据元素在周期表中的位置，预测其原子结构和性质，反过来根据元素的原子结构推测它在周期表中的位置。

2. 掌握同周期、同主族元素性质的递变规律。

3. 熟悉常见元素在周期表中的位置。

4. 指出金属性最强和非金属性最强的元素在元素周期表中的位置。

5. 推测未知元素在元素周期表中的位置及性质。

四、部分习题参考答案和提示

1. 减小，减弱，增强，Na，NaOH，Al(OH)₃，HClO₄ 2. B 3. C

4. (1) 金属性 Na < K (2) 金属性 Al > B (3) 非金属性 Cl > P (4) 非金属性 Cl > S (5) 非金属性 O > S

5. (1) 酸性 HNO₃ > H₃PO₄ (2) 碱性 KOH > Mg(OH)₂ (3) 碱性 Mg(OH)₂ > Al(OH)₃

6. 银白色，与水剧烈反应，性质比钾和钠活泼

7. (1) Ba > Be (2) Ba 也要密封保存

8. (1) X : C Y : O Z : Na W : Al

(2) 提示：根据质子数和原子最外层电子数。

(3) $2C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO$ (燃烧不充分)

$C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$ (燃烧充分)

$4Na + O_2 = 2Na_2O$

$2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$

$4Al + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Al_2O_3$

9. 锗、锡、铅3种元素同处于第ⅣA族，分别为第4、5、6周期元素。由于这3种元素在



周期表中处于不同周期的同族元素，它们的金属性从上到下逐渐增强，即这3种元素的金属性强弱顺序： $\text{Ge} < \text{Sn} < \text{Pb}$ 。因此，由于这3种元素的金属性强弱不同而表现出不同的性质。

* 11. (1) 7, 4 (2) 七周期、IVA (3) 金属

第三节 化学键

一、教学设计

初中化学中介绍了离子的概念，学生知道 Na^+ 和 Cl^- 由于静电作用结合成化合物 NaCl ，又知道物质是由原子、分子或离子构成的，但并没有涉及到离子化合物、共价化合物以及化学键的概念。化学2中介绍有关化学键的内容，目的是使学生进一步从结构的角度认识物质的构成，从而揭示化学反应的实质。

本节教学重点：离子键、共价键的概念；离子化合物和共价化合物的概念；化学键的概念；化学反应的实质。

本节教学难点：化学键的概念；化学反应的实质。

本节教材涉及的化学基本概念较多，内容抽象。根据高一学生的心理特点，他们虽具有一定的理性思维能力，但抽象思维能力较弱，还是易于接受感性知识。因此，本节课的教学，应低起点，小台阶，充分利用现代化教学手段，可进行多媒体辅助教学来突出重点，突破难点。

1. 关于离子键的教学设计

教学流程：

提出问题→实验（钠与氯气的反应）→进行表征性抽象→再进行原理性抽象→得出结论（离子键的定义）→离子键的形成条件→离子键的实质→构成离子键的粒子的特点→离子化合物的概念→实例→反思与评价。

说明：

问题创设——（1）分子、原子和离子是怎么构成物质的呢？

（2）为什么物质的种类远远地多于元素的种类呢？

表征性抽象——通过钠与氯气反应产生白色固体的实验，得出结论（生成氯化钠）。

原理性抽象——制作三维动画从微观的角度模拟氯化钠的形成，化静为动，变抽象为形象，增强学生的感性认识，降低难点，得出离子键的概念。

反思与评价——利用5 min左右的时间，针对离子键概念的内涵和外延以及电子式的写法进行练习，强化对概念的理解、应用及化学用语书写的规范性。

2. 关于共价键的教学设计

教学流程：

复习离子键及氢气与氯气的反应→提出新问题（氯化氢的形成原因）→原理性抽象→得出结论（共价键的定义）→共价键的形成条件→构成共价键的粒子的特点→共价键的实质→共价化合物的概念→共价键的种类（极性共价键和非极性共价键）→离子键和共价键的概念辨析→归纳总结出化学键的定义→化学反应的实质→教学评价。

说明：

教学手段——关于共价键形成过程的教学，仍然可以采用多媒体制作动画的方式呈现。

教学方法——通过对离子键、共价键的比较，归纳抽象出化学键的概念。

教学评价——10 min 课堂测验反馈。

二、活动建议

【实验 1-2】 钠与氯气反应实验的改进建议及说明：

1. 可以将此实验改为演示。

作为演示实验可能有以下问题：

(1) 钠预先在空气中加热，会生成氧化物，可能影响钠在氯气中燃烧；(2) 预先收集的氯气在课堂演示时可能不够；(3) 实验过程中会产生少量污染。

2. 改进的装置（如图 1-2）。

3. 实验步骤：(1) 取黄豆大

的钠，用滤纸吸干表面的煤油放入玻璃管中，按图 1-2 所示安装好；(2) 慢慢滴入浓盐酸，立即剧烈反应产生氯气；(3) 先排气至管内有足够氯气时，加热钠，钠熔化并燃烧。

4. 实验现象：钠在氯气中剧烈燃烧，火焰呈黄色且有白烟，反应停止后，管壁上可观察到附着的白色固体。

5. 改进实验的优点：(1) 整个实验过程中氯气保持一定浓度和纯度，避免发生副反应；(2) 安全可靠，污染少。

6. 实验条件控制：(1) 高锰酸钾要研细；(2) 盐酸质量分数为 30%~34%。

三、问题交流

【思考与交流 1】 引导学生从原子核外电子排布了解原子结构，认识最外层电子与元素性质的关系。利用电子式表示，可以很清楚地看出分子的形成。

【思考与交流 2】 引导学生通过实例进行比较，教师指导进行归纳总结。

【学与问】 引导学生观察分析 Cl_2 、 HCl 的形成，用电子式表示水分子的形成过程。

说明：电子式可以形象直观地表示出原子最外层电子，并可以清楚地表示化合物的形成，利于学生理解。关于电子式的教学，可向学生说明：

1. 电子式中的电子数是指最外层电子数，而不是指核外电子总数；
2. 阳离子、阴离子电子式的区别；
3. 离子电子式中的电荷数与元素化合价表示方法的区别；
4. 表示离子键和共价键的电子式的区别；
5. “用电子式表示结构”和“用电子式表示分子的形成过程”是不同的，不要混淆。

四、部分习题参考答案和提示

1. ① $\text{K}^+ [\text{Cl}]^-$ ② $[\text{Cl}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{Cl}]^-$ ③ $:\text{Cl}:\text{Cl}:$ ④ $:\text{N}::\text{N}:$
- ⑤ $\text{H}:\text{O}:\text{H}$ ⑥ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \times \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \times \\ \text{H} \end{array}$

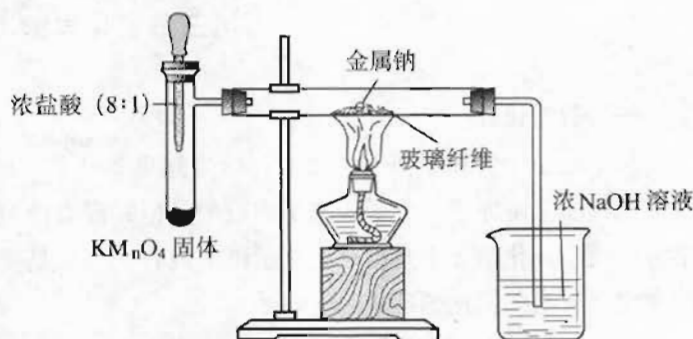


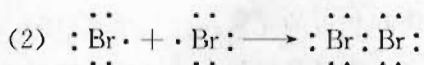
图 1-2 金属钠跟氯气的反应



2. C 3. D 4. D

5. 说明：重点区别在带相反电荷离子间的作用和原子间共用电子对的作用。

6. 稀有气体最外层电子已达到 2 个或 8 个电子的稳定结构



8. (1) 非极性键 (2) 非极性键 (3) 极性键 (4) 极性键 (5) 极性键

9. (1) 离子键和共价键

(2) 属于离子化合物的有：NaOH、NaF、MgCl₂、CaO；属于共价化合物的有：HCl、CO₂、H₂O、CH₄

教学资源

1. 元素周期律和元素周期表的重要意义

元素周期律和周期表，揭示了元素之间的内在联系，反映了元素性质与它的原子结构的关系，在哲学、自然科学、生产实践各方面都有重要意义。

(1) 在哲学方面 元素周期律揭示了元素原子核电荷数递增引起元素性质发生周期性变化的事实，有力地论证了事物变化的量变引起质变的规律性。元素周期表是周期律的具体表现形式，它把元素纳入一个系统内，反映了元素间的内在联系，打破了曾经认为元素是互相孤立的形而上学观点。通过元素周期律和周期表的学习，可以加深对物质世界对立统一规律的认识。

(2) 在自然科学方面 周期表为发展物质结构理论提供了客观依据。原子的电子层结构与元素周期表有密切关系，周期表为发展过渡元素结构、镧系和锕系结构理论、甚至为指导新元素的合成、预测新元素的结构和性质都提供了线索。元素周期律和周期表在自然科学的许多领域，特别是化学、物理学、生物学、地球化学等方面，都是重要的工具。

(3) 在生产上的某些应用 由于在周期表中位置靠近的元素性质相似，这就启发人们在周期表中一定的区域内寻找新的物质。

① 农药多数是含 Cl、P、S、N、As 等元素的化合物。

② 半导体材料都是周期表里金属与非金属交界处的元素，如 Ge、Si、Ga、Se 等。

③ 催化剂的选择：人们在长期的生产实践中，已发现过渡元素对许多化学反应有良好的催化作用。进一步研究发现，这些元素的催化性能与它们原子的 d 轨道没有充满有密切关系。于是，人们努力在过渡元素（包括稀土元素）中寻找各种优良催化剂。例如，目前人们已能用铁、镍熔剂作催化剂，使石墨在高温和高压下转化为金刚石；石油化工方面，如石油的催化裂化、重整等反应，广泛采用过渡元素作催化剂，特别是近年来发现少量稀土元素能大大改善催化剂的性能。

④ 耐高温、耐腐蚀的特种合金材料的制取：在周期表里从ⅢB到ⅥB的过渡元素，如钛、钽、钼、钨、铬，具有耐高温、耐腐蚀等特点。它们是制作特种合金的优良材料，是制造火

箭、导弹、宇宙飞船、飞机、坦克等的不可缺少的金属。

⑤ 矿物的寻找：地球上化学元素的分布与它们在元素周期表里的位置有密切的联系。科学实验发现如下规律：相对原子质量较小的元素在地壳中含量较多，相对原子质量较大的元素在地壳中含量较少；偶数原子序的元素较多，奇数原子序的元素较少。处于地球表面的元素多数呈现高价，处于岩石深处的元素多数呈现低价；碱金属一般是强烈的亲石元素，主要富集于岩石圈的最上部；熔点、离子半径、电负性大小相近的元素往往共生在一起，同处于一种矿石中。在岩浆演化过程中，元素的电负性小的、离子半径较小的、熔点较高的单质和化合物往往首先析出，进入晶格，分布在地壳的外表面。

有的科学家把周期表中性质相似的元素分为十个区域，并认为同一区域的元素往往是伴生矿，这对探矿具有指导意义。

2. 元素的金属性与非金属性与原子结构的关系

从化学的观点来看，金属原子易失电子而变成阳离子，非金属原子易跟电子结合而变成阴离子。元素的原子得失电子的能力显然与原子核对外层电子特别是最外层电子的引力有着十分密切的关系。原子核对外层电子吸引力的强弱主要与原子的核电荷数、原子半径和原子的电子层结构等有关。

我们常用电离能来表示气态原子失电子的难易，并用电子亲和能来表示气态原子与电子结合的难易。

从元素的一个基态的气态原子中去掉1个电子成为一价气态阳离子时所需消耗的能量叫该元素的第一电离能，从一价气态阳离子中再去掉1个电子所需消耗的能量叫第二电离能，单位常用电子伏(eV)。

电离能的数据表明，同主族元素从上到下电离能减小，即越向下，元素越易失去电子。同周期元素从左到右，电离能增大。一般说来，元素的电离能数值越大，它的金属性越弱。

原子的电子亲和能是元素的一个气态原子获得1个电子成为一价气态阴离子时所放出的能量。电子亲和能越大，元素的原子就越容易跟电子结合。一般说来，元素的电子亲和能越大，它的非金属性越强。

元素的原子在化合物分子中对电子吸引能力大小的量度叫做元素的电负性。元素的电负性与电离能和电子亲和能有一定的联系。我们可把电负性的数值作为元素金属性或非金属性的综合量度。金属的电负性较小，金属的电负性越小，它的活动性越强。非金属的电负性较大，非金属的电负性越大，它的活动性也越强。

同一周期中，各元素的原子核外电子层数相同，但从左到右，核电荷数依次增多，原子半径逐渐减小，电离能趋于增大，失电子越来越难，得电子能力逐渐增强，表现为金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强。在短周期中这种递变很显著，但在长周期中，自左至右，元素的金属性减弱较慢。因为长周期中过渡元素增加的电子进入尚未填满的次外层，即填入d轨道（第六周期镧系元素电子进入倒数第三层，即填入f轨道），所以在长周期的前半部各元素的原子中，最外层电子数不超过2个，由于这些元素的原子半径和电离能依次仅略有改变，因此金属性减弱较慢。在长周期的后半部分各元素的原子中，最外层上的电子数依次增加，因此金属性的减弱和非金属性的增强才变得显著。

在各主族内，从上到下，随原子序数的增加，虽然原子的核电荷数是增加了，但原子的



电子层数也随着增多,原子半径也增大,内层电子的屏蔽效应也加大。由于这些原因,原子核对外层电子的引力减弱,原子易失去电子,因而元素的金属性也增强。

3. 元素周期表的终点在哪里

1869年俄国化学家门捷列夫将当时已发现的63种元素列成元素周期表,并留下一些空格,预示着这些元素的存在。在元素周期表的指导下,人们“按图索骥”找出了这些元素。

元素种类到底是否有限?周期表有否终点?

20世纪30~40年代,人们发现了92号元素,就有人提出92号是否是周期表的最后一种元素。然而从1937年起,人们用人工合成法在近50年时间又合成出20多种元素,元素周期表的尾巴增长了。这时又有人预言,105号元素该是周期表的尽头了,其理由是核电荷越来越大,核内质子数也越来越大,质子间的排斥力将远远超过核子间作用力,导致它发生蜕变,然而不久,又陆续合成了106~109号元素。这些元素存在的时间很短,如107号元素半衰期只有2 μ s,照此推算元素周期表是否到尽头了?

1969年起,理论物理学家从理论上探索“超重元素”存在的可能性,他们认为具有2, 8, 14, 28, 50, 82, 114, 126, 184等这些“幻数”的质子和中子,其原子核比较稳定,这就是说,随着原子序数的递增,其原子核不一定不稳定。因此在109号元素之后还能合成一大批元素。目前,第七周期32种元素被填满,第八周期也将填满(按理论计算,第八周期元素共50种,其中7种主族元素,1种惰性元素,10种过渡元素或副族元素,还有32种超铀系元素,列在元素周期表铀系元素的下方)。

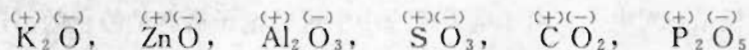
然而理论的唯一检验标准是实践,能否不断合成新元素至今还是一个谜,科学家将上天(如到月球)入地(如海底)或反复在粒子加速器中进行实验,企图合成新元素,其结果将会如何,人们正拭目以待。

更为有趣的是,有些科学家还提出元素周期表可以向负方向发展,这是由于科学上发现了正电子、负质子(反质子),在其他星球上是否存在由这些反质子和正电子以及中子组成的反原子呢?这种观点若有一朝被实践证实,元素周期表当然可以出现核电荷数为负数的反元素,向负方向发展也就顺理成章了。

4. 化学键理论发展简介

化学键理论应该回答原子怎样形成分子(或晶体),以及分子为什么可以稳定存在等问题。历史上曾出现各种理论,从贝采里乌斯的二元论起,到热拉尔的类型论、凯库勒和布特列洛夫的结构理论、维尔纳的配位理论、路易斯等的电子理论等,经过了一个多世纪的努力,终于逐渐形成现代的化学键理论。

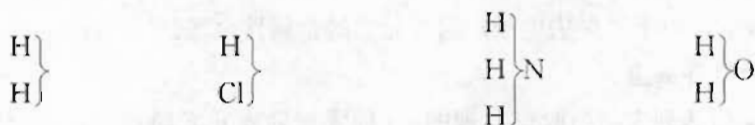
1812年,贝采里乌斯发表了二元论。当时已知道水经电解后,氢气从负极析出,氧气从正极析出。他从电解现象中得到启发,认为每种化合物都是由电性相反的两部分组成。电解时,正的部分在负极析出,负的部分则在正极析出。例如,



它们靠正电性和负电性两部分以静电吸引结合而成稳定分子。二元论较好地解释了无机化合物,而解释有机化合物则遇到了困难。

热拉尔完全抛弃了二元论,提出类型论,他把化合物分为四类:

- (1) 氢类型 (2) 氯化氢类型 (3) 氨类型 (4) 水类型



这四个母体化合物中的氢被各种基团所取代，可得到各种各样的化合物。例如：

- (1) 乙烷 (2) 氯代乙烷 (3) 乙胺 (4) 乙醇



类型论只能总结实验结果，使有机化合物初步系统化，但没有预见性。

1857年，凯库勒提出碳是四价，并注意到碳的原子价不分正负，因而碳与碳原子可以结合形成链状。后来，凯库勒又提出在芳香族化合物里，碳具有环状结构，对于苯分子提出了凯库勒结构式，并指出原子间可以单键、双键和三键连接。凯库勒的理论对有机化学的发展起了很大的推动作用。

1861年，布特列洛夫提出了化学结构理论。他认为分子不是原子的简单堆积，而是原子按一定顺序排列的化学结合；这样结合起来的每个原子之间有复杂的化学力相互作用。这种化学力的分配叫做物质的化学结构，或称分子中原子间的相互作用。分子中原子间的相互作用包含相邻原子间直接的相互作用和不相邻原子间的间接相互作用。他还认为每一个分子只能有一个确定的结构，物质的化学性质决定于它的化学结构。

1893年，维尔纳提出了配位理论来解释络合物的结构。认为金属有两种原子价，即主价和副价，后者或称配位数。每一种金属有一定副价。主价必须由负离子来满足，而副价则可由负离子或中性分子来满足。副价有方向性，如副价为6时，指向正八面体的六个顶点。副价为4时有两种情况，可以指向正方形的四个角，或指向正四面体的四个顶点。

以上是19世纪发展起来的经典结构理论，它们是概括了大量化学事实而提出来的，又能解释许多事实，但限于当时的科学水平，对许多问题还搞不清楚。例如，分子中原子相互结合的本质是什么？副价是怎样产生的？非相邻原子之间的相互作用是怎样的？进入20世纪后，随着电子、放射性的发现，玻尔在普朗克的量子论和卢瑟福的原子模型基础上提出了原子结构理论，这些为创立化学键的电子理论打下了基础。

1914~1919年，路易斯等人创立和发展了电子理论。他们认为：①原子价可分为共价和电价，共价是由两个原子共有电子对而成，电价是靠正负离子的静电引力而成；②原子得失电子或共有电子，如果外层电子达到稀有气体的结构时最稳定（即所谓八隅律）。

用八隅律解释共价键的饱和性，有很多例外，而共价键的方向性，电子理论也不能解释。但是电子理论已经明确指出分子中原子间的相互作用是价电子和各原子核间的相互作用，原子间的一个化学键是一对电子。由于电子理论中引进的电子概念是静止的，还不能解释清楚共价键的本质问题。

1927年，海特勒和伦敦用量子力学处理氢分子获得成功，开创了现代的化学键理论。目前流行的化学键理论有电子配对理论（或称价键理论）、分子轨道理论以及配位场理论。价键理论认为，成键的电子只是价电子，而其他电子仍是在各自的原子周围运动。价键法与化学



家熟悉的电子配对、八隅律等概念符合，因此较易为人们所接受，同时，用它处理分子结构问题，价键的概念较明晰，因而一直为许多教科书所采用。但对许多化学现象，如氧分子的顺磁性、氮分子的特殊稳定性等，价键理论都无法解释。在这些方面，分子轨道理论能发挥其作用。分子轨道理论将整个分子看作一个整体，整个分子中的各原子核形成一定的势场，所有的电子都在这势场的一定的分子轨道中运动。电子在分子轨道中运动，同样遵循能量最低原理。近年来，由于分子轨道对称守恒原理的发现及广泛应用，分子轨道理论发展较快。

5. 共价键理论简介

对共价键本质问题的探讨一直是化学键理论中的重大研究课题。为了阐明共价键的形成，20 世纪 30 年代以后建立了两种化学键理论：一种是现代价键理论，另一种是分子轨道理论。现行中学教材中介绍的基本上是现代价键理论。

由于 20 世纪初建立的经典价键理论遇到许多不能解决的矛盾，对共价键的本质也解释不清，为了解决这些矛盾，1927 年德国化学家海特勒和美国物理学家伦敦首先将量子力学理论应用到分子结构中。后来鲍林等又发展了这一理论，建立了现代价键理论 (Valence Bond Theory)，简称 VB 法，又称电子配对法。该理论认为：原子在未化合前有未成对电子，这些未成对的电子，如果自旋方向相反的话，则可两两结合成电子对，这时原子轨道发生重叠，电子在两核间出现机会较多，电子云密度较大，体系的能量降低，就能形成一个共价键；一个电子与另一个电子配对后就不能再与第三个电子配对；原子轨道重叠越多，所形成的共价键就越稳定，等等。

现代价键理论不但可解释共价键的饱和性和方向性问题，而且在得到杂化轨道理论充实后，还能解释许多分子的几何构型问题。值得注意的是现代价键理论不受经典价键概念的所

谓“八隅律”的束缚，如 $\text{Cl}-\text{Be}-\text{Cl}$ ， $\text{H}-\text{O}-\text{B} \begin{array}{l} \text{O}-\text{H} \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$ 中的 Be 和 B 原子的最外层并不是 8

个电子，而分别是 4 个和 6 个电子。

但现代价键理论在解释有些分子的形成时，也遇到了困难。例如，它只能从原子轨道的重叠定性地说明共价键的稳定性，而不能给予近乎定量的解释；它也无法解释氧分子和硼分子等为什么具有顺磁性等问题。另外，在解释较复杂的分子以及有大 π 键的有机分子结构时也与实际偏差较大，因为该理论缺乏对分子作为一个整体的全面考虑。如果认为分子中的电子已不再从属于任何一个组成原子的原子轨道，而是在属于整个分子的若干分子轨道中运动，这似乎还比较合理，于是分子轨道理论 (Molecular Orbital Theory)，简称 MO 法，便应运而生。

MO 理论认为：能量相近的原子轨道可以组合成分子轨道。由原子轨道组合成分子轨道的数目不变，而轨道能量改变。能量低于原子轨道的分子轨道为成键轨道，反之为反键轨道，能量等于原子轨道的分子轨道为非键轨道。分子中的电子在一定的“分子轨道”上运动。在不违背每一个分子轨道只容纳两个自旋方向相反的电子的原则下，分子中的电子将优先占据能量最低的分子轨道，并尽可能分占不同的轨道，且自旋方向相同。在成键时，原子轨道重叠越多，所生成的键越稳定。分子轨道中电子的排布也遵从原子轨道电子排布的原则，即泡利不相容原理、能量最低原理、洪特规则和轨道最大重叠原理等对它都适用。

利用分子轨道理论不仅可解释现代价键理论所不能解释的问题（如 O_2 和 B_2 分子的顺磁

性等问题), 并且提出了三电子键及单电子键等概念。分子轨道理论从分子整体出发, 对于处理多原子 π 键体系, 解释离域效应和诱导效应等方面的问题, 都能更好地反映客观实际。1965 年在大量实验的基础上, 美国伍德沃德和德国霍夫曼又提出了分子轨道对称守恒原理。它对解释和预示一系列化学反应进行的难易程度, 以及了解产物的立体构型等问题都有指导作用, 它使化学键理论进入到了研究化学反应的新阶段。

复习题参考答案

1. (1) A: Na B: K C: Mg D: Al E: C F: O G: Cl H: Br R: Ar, 氩

(2) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) $\text{K} > \text{Na} > \text{Mg}$

(4) H_2O , $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 大于;

(5) NaBr; 黄色

(6) 18

2. C 3. A 4. D 5. D 6. A 7. D 8. A

9. (1) A: Na B: O_2 C: Cl_2 D: H_2 E: N_2 F: Na_2O_2 G: Na_2CO_3 I: HCl

J: NH_3

(2) A 和 B: $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ F 和 CO_2 : $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$

D 和 E: $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ I 和 J: $\text{HCl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

(3) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

10. (1)

元素名称	元素符号	核电荷数	原子结构示意图	单质			氢化物			氧化物的化学式	氧化物的水化物化学式	
				状态	熔点 ℃	沸点 ℃	密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	化学式	化合条件			稳定性 变化规律
氧	O	8		气体	-218.4	-183	1.43 (固体)	H ₂ O	点燃	减小	—	—
硫	S	16		固体	112.8	444.6	2.07	H ₂ S	加热		SO ₂ SO ₃	H ₂ SO ₃ H ₂ SO ₄
硒	Se	34		固体				H ₂ Se	加热		SeO ₂ SeO ₃	H ₂ SeO ₃ H ₂ SeO ₄
碲	Te	52		固体				H ₂ Te	不直接化合		TeO ₂ TeO ₃	H ₂ TeO ₃ H ₂ TeO ₄

(2) 氧、硫、硒、碲的熔点和沸点从上到下, 随核电荷数递增而升高, 密度从上到下, 随核电荷数递增而增大。

(3) 可以研究它们的最高价氧化物的水化物的酸性强弱的变化规律, 或研究它们与氢气生成气态氢化物的难易程度以及氢化物的稳定性的变化规律。



第二章

化学反应与能量

本章说明

一、教学目标

1. 知道化学键的断裂和形成是化学反应中能量变化的主要原因——化学键的断裂要吸收能量，化学键的形成要放出能量。知道一个化学反应是吸收能量还是放出能量，决定于反应物的总能量与生成物的总能量的相对高低。

2. 通过实例和实验，了解化学能与热能的相互转化，了解化学能转化为热能在生产、生活中的应用及其对人类文明发展的贡献。

3. 能举例说明化学能与电能的转化关系及其运用，认识化学能转化为电能对现代化的重大意义，初步了解化学电池的化学反应基础（氧化还原反应）及研制新型电池的重要性。

4. 通过实例和实验初步认识化学反应的速率及其影响因素，知道化学反应有一定的限度，并在此基础上认识控制反应条件对生产、生活及科学研究的意义，初步认识提高燃料燃烧效率的重要性和途径。

5. 初步体会通过实验认识和研究化学反应原理的方法与价值，并为学习有关的选修模块打下基础。

二、内容分析

1. 地位和功能

本章内容分为两个部分——化学反应与能量、化学反应速率和限度，都属于化学反应原理范畴，是化学学科重要的原理性知识之一，也是深入认识和理解化学反应特点和进程的入门性知识。同时，本章内容又是在社会生产、生活和科学研究中有广泛应用的知识，是对人类文明进步和现代化发展有重大价值的知识，与我们每个人息息相关。因此，化学能对人类的重要性和化学反应速率、限度及其条件控制对化学反应的重要性，决定了本章学习的重要性。

初中化学从燃料的角度初步学习了“化学与能源”的一些知识，在选修模块“化学反应原理”中，将从科学概念的层面和定量的角度比较系统深入地学习化学反应与能量、化学反应速率和化学平衡的原理。本章内容既是初中化学相关内容的提升与拓展，又是选修“化学反应原理”的必要基础。

通过化学能与热能、电能的相互转化及其应用的学习，学生将对化学在提高能源的利用率和开发新能源中的作用与贡献有初步认识；通过新型化学电源开发利用的介绍，学生将对化学的实用性和创造性有更多的体会；通过对化学反应速率和限度的讨论，学生对化学反应的条件将从原理上加深认识。这些都会增进学生对化学科学的理解、兴趣与情感，体会化学

学习的价值。

2. 内容的选择与呈现

课程标准关于化学反应与能量及化学反应速率与限度的内容在初中化学、高中必修模块和选修模块中均有安排，既有学习的阶段性，又有必修、选修的层次性，必修侧重定性分析和描述，选修则以定量推理为主，在具体内容上前后还有交叉和重叠，学生概念的形成和发展呈现一种螺旋式上升的形态。

根据课程标准，关于化学反应中能量变化的原因，在此只点出化学键的断裂和形成是其主要原因，并笼统地将反应中吸收或放出能量归结为反应物的总能量与生成物的总能量的相对高低，不予深究。

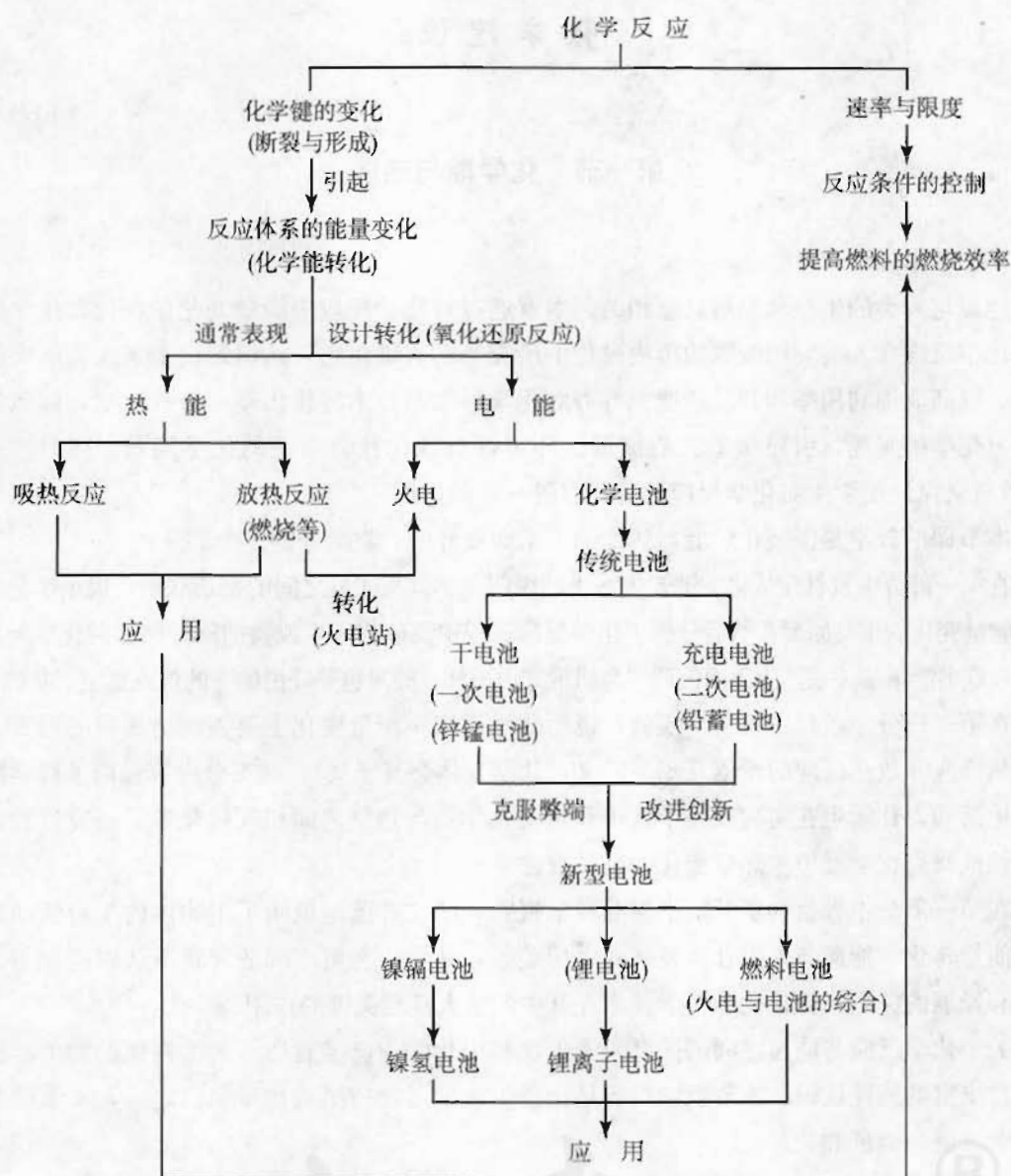
关于化学能与热能、电能的相互转化，侧重讨论化学能向热能或电能的转化，以及化学能直接转化为电能的装置——化学电池，主要考虑其应用的广泛性和学习的阶段性。在化学电池中，通过原电池和传统干电池（锌锰电池）初步认识化学电池的化学原理和结构，并不要求上升为规律性的知识；通过介绍新型电池（如锂离子电池、燃料电池等）体现化学电池的改进与创新，初步形成科学技术的发展观。

关于化学反应速率及其影响因素，通过实例和实验使学生形成初步的认识，但不涉及对反应速率进行定量计算或同一反应中不同物质间反应速率的相互换算。反应限度是通过化学史实（炼铁高炉尾气之谜）感性地说出其存在，虽涉及了反应的“可逆性”“可逆反应”及“平衡状态”，但未从原理、定义的高度予以重点讨论。反应条件的控制是建立在上述二者的基础之上，选取了“燃料的燃烧效率”这一常见的典型例子进行综合分析，从中了解控制反应条件的重要性，训练分析问题的思路与方法。这一实例分析，既与学生的日常生活经验相联系，又与初中“燃料的燃烧”相衔接。

本章在选材上尽量将化学原理与实验、实例相结合，对化学概念或术语（如化学能、化学电池、催化剂、反应限度等）采用直接使用或叙述含义而不下定义的方式出现，以降低学习的难度。同时注意与学生经验、社会发展、高新技术、化学史实、相关学科（如物理、生物等）相联系，力求使本章学习内容在相应的“知识生态”中呈现，体现其知识的生长性、环境性、综合性和发展性。



3. 内容结构



三、课时建议

第一节	化学能与热能	2 课时
第二节	化学能与电能	2 课时
第三节	化学反应的速率和限度	2 课时
机动和复习		2 课时

教学建议

第一节 化学能与热能

一、教学设计

能源与人类的生存和发展息息相关。本章通过对化学反应中能量变化的探讨,使学生感悟到化学反应在人类利用能源的历史过程中所充当的关键角色,认识到在未来人类解决能源危机、提高能源利用率和开发新能源等方面化学科学与技术将作出新的特殊贡献,以激发学生学习的兴趣,引导学生关心能源、环境等与现代社会有关的化学问题。同时,通过【思考与交流】使学生对化学反应的特征有进一步的认识。

本节课的教学是围绕化学能与热能的关系而展开的。教学分为三个部分:

在第一部分中教材先从化学键知识入手,说明化学键与能量之间的密切联系,揭示了化学反应中能量变化的主要原因。然后分析了化学反应过程中反应物和生成物的能量储存与化学反应吸收还是放出能量的关系,为后面强调“与质量守恒一样,能量也是守恒的”的观点奠定了基础。

在第二部分中教材通过三个实验,说明化学反应中能量变化主要表现为热量的形式,引出吸热反应和放热反应的术语(不下定义,让学生体会其涵义)。这部分内容强调了科学探究和学生活动,让学生在实验探究中认识和感受化学能与热能之间相互转化及其研究过程,学会定性地研究化学反应中热量变化的科学方法。

在第三部分中教材为了开阔学生的科学视野,图文并茂地说明了生物体内生命活动过程中的能量转化、能源与人类社会发展的密切关系,使学生在更广阔背景下认识能源与人类生存和发展的关系,认识化学科学技术在其中的重大甚至关键的作用。

关于化学反应与能量之间的关系,学生在初中化学中已经有所了解,在他们的生活经验中也有丰富的感性认识。本节教学内容是让学生在学完物质结构初步知识之后,从本质上认识化学反应与能量的关系。

本节教学重点:化学反应中能量变化的主要原因以及化学能转化为热能的重要意义。

本节教学难点:从本质上(微观结构角度)理解化学反应中能量的变化。

依据以上分析,建议将本节课的教学分为三个课堂教学单元:理论思考教学,实验探究教学,实际应用教学。这三个教学单元相互联系,同时又各自平行独立,其中任何一个单元都可以作为教学切入点进行课堂整体教学,这样就形成了以下几种教学思路:

【教学设计 I】以理论思考教学作为切入点。

从复习化学键知识入手→启发学生思考化学反应中“化学键的破与立”与化学反应中能量变化的关系→进入理论思考教学→引发学生考虑化学能与热能相互转化的问题→进入实验探究教学→提出人类如何利用化学反应产生的热量问题→进入实际应用教学。

这一教学思路强调的是理论的指导作用,启发学生从理论出发提出化学反应中能量变化的几种科学假设,然后设计实验对各种假设进行验证,以此培养学生应用理论知识解决实际问题的能力。



理论思考教学单元中，应充分利用学生已有的化学结构知识、化学键模型、图表和多媒体课件等课堂内的教学资源，运用模拟课件将“化学键的断裂和形成是化学反应中能量变化的主要原因”这一抽象复杂的知识直观化和形象化，运用对比、比喻、联想等教学方法进行“一个确定的化学反应在完成后总的结果是吸收能量还是放出能量，决定于反应物的总能量与生成物的总能量的相对大小”的教学，力求用直观化的图表说明问题，注意新、旧知识的衔接和启发学生进行讨论和对比。

【教学设计Ⅱ】 以实验探究教学作为切入点。

首先从一个燃烧实验入手→启发学生理解物质发生化学反应的同时还伴随着能量的变化，而这些能量变化通常又表现为热能变化→进入实验探究教学→提出“为什么有的化学反应吸热，而有的化学反应放热”的问题→进入理论思考教学→提出人类如何利用化学反应产生的热量问题→进入实际应用教学。

这一教学思路强调的是科学研究的一般过程，即应用实验创设教学情景，引发学生发现并提出新的问题，设计并进行实验用以收集、整理事实和数据，再得出结论，抽象出吸热反应和放热反应的概念，然后上升到理论高度去理解概念，最后应用到实际中去。整个教学过程即是一个完整的科学探究过程。

实验探究教学单元中，在探讨化学反应放热、吸热本质时，要使学生明确三点：1. 热量变化是化学反应中能量变化的主要表现形式；2. 化学反应过程中的能量守恒；3. 化学反应在发生过程中是吸热还是放热，决定于反应物的总能量与生成物的总能量的相对大小。实验2-1、2-2、2-3是教学中非常重要的课内教学资源，为了最大限度的发挥其教学价值，建议将实验2-1和实验2-3安排为学生分组实验，因为放热现象不能用眼睛直接观察到，学生亲自动手实验有利于触摸反应器和观察温度计，能增强感性认识。由于实验2-2中产生氨气，因此要在通风条件好的环境下安排学生分组实验，此实验直观，现象明显、有趣，能很好的调动学生的参与热情。经过分组实验，学生有了完整丰富的感性认识后，引导学生进行高质量的理性分析则是至关重要的。通过学生汇报、小组内交流、填写实验报告等多种多样的形式，给学生创造机会学习对现象的描述和分析、对实验事实和数据的处理、依据事实和数据进行抽象等科学方法。最后，为了能使实验教学进入高层次的创造性实验和创造性思维阶段，可以提出一些富有挑战性的学习问题或任务，供学生在课堂内讨论或课外深入学习。例如，除了触摸、使用温度计和观察少量水是否结冰等方法外，还有没有其他指示反应放热或吸热的方法？将你认为可行的方法列出来，并根据这些方法设计实验；在定性实验的基础上能否定量测定一个反应所放出或吸收的热量？如果能，应该怎样设计实验？你怎样设计实验比较两个反应放出能量的大小？

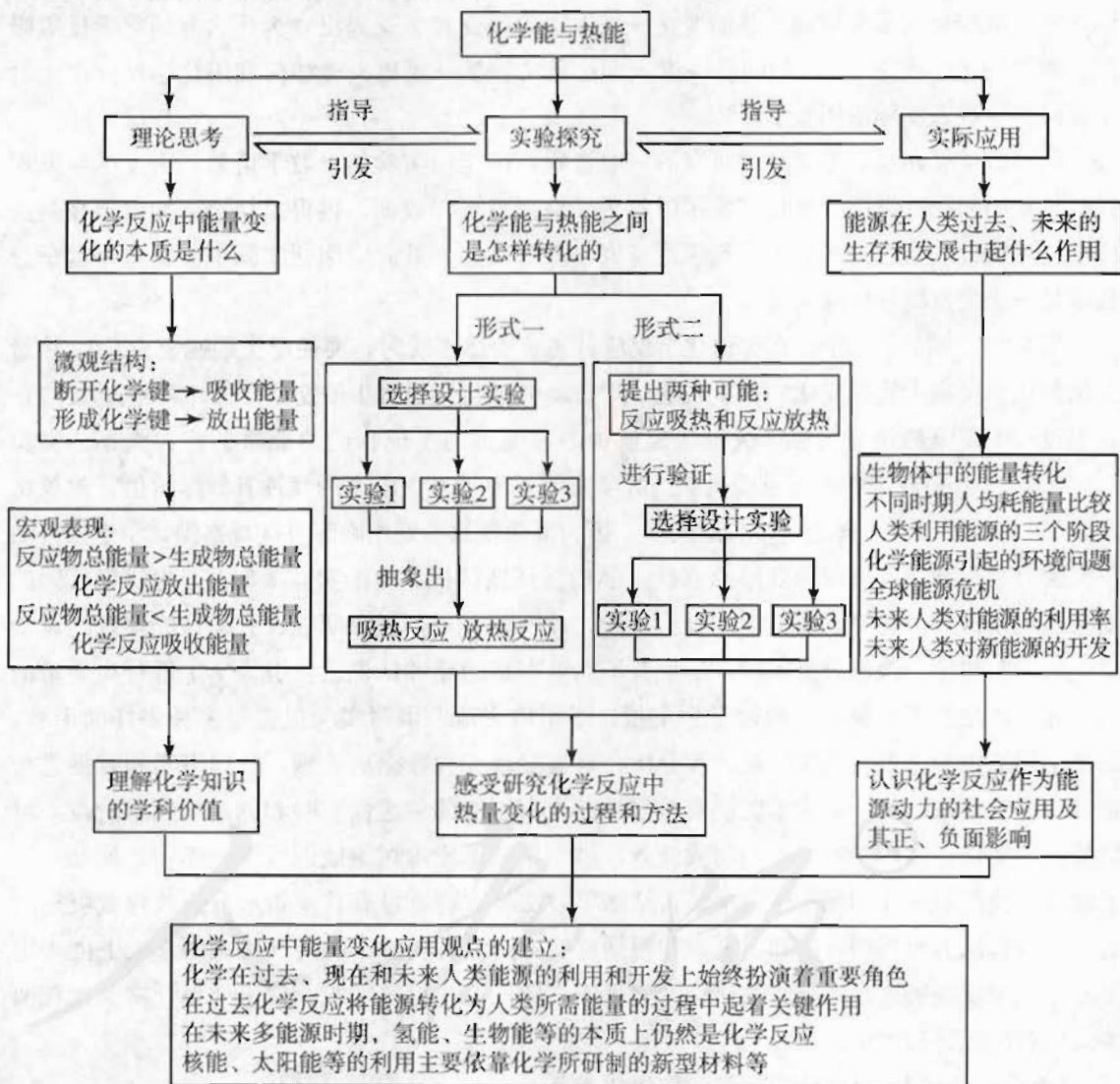
【教学设计Ⅲ】 以实际应用教学作为切入点。

首先让学生观看人类开发和利用能源的录像、图片等，或提出一个有关能源的社会实际问题进行讨论→进入实际应用教学→使学生认识到化学反应所释放出的能量是当今世界上最重要的能源，研究化学反应中能量变化的重要意义→进入实验探究教学→引导学生考虑怎样从本质上去理解：为什么有的化学反应吸热，而有的化学反应放热？→进入理论思考教学。

这一教学思路强调的是将化学研究与社会的生存和发展密切联系起来，引导学生从实际出发去研究化学反应。

实际应用教学单元中,注意较多地渗透化学社会学的观点,要求的知识比较浅显但涉及的知识面广,这部分内容在课堂内不要讲得过深、过细和过多,应侧重于调动学生的学习兴趣和学习热情,引导学生充分利用课外教学资源进行学习。在课堂内建议选择选择有针对性的录像片段、具有说服力的图片、数据资料供学生观看和阅读,然后进行讨论和分析。同时,给学生一些学习问题和学习任务,鼓励学生充分利用课外教学资源进行学习,如上网学习,去图书馆查阅资料,到社会上去调研,寻找日常生活中与能量有关的现象等,也可下发一些课后阅读资料让学生分析并写出报告。

本节课整体教学结构及流程图为:



二、活动建议

【实验 2-1】

实验要点:铝与稀酸和弱酸反应现象不明显,常常需要加热,所以要选择强酸且浓度不要太高。尽量使用纯度好的铝条,反应前要用砂纸打磨光亮,这样进行实验时,用手触摸才能明显感觉到反应放热,用温度计测量效果会更好。

实验报告设计:



- 实验目的**
1. 了解铝与盐酸反应中热量变化的情况；
 2. 学会观察和测定化学反应中热量变化的方法。

实验要求 组内成员共同合作完成下列三个栏目中所要求的学习任务。

实验活动时间：_____ 小组成员姓名：_____

思考与讨论

1. 铝与盐酸反应的化学方程式：_____。
2. 在反应过程中你将能看到什么现象？
3. 用眼睛不能直接观察到反应中的热量变化，你将采取哪些简单易行的办法来了解反应中的热量变化？
4. 要明显的感知或测量反应中的热量变化，你在实验中应注意哪些问题？

实验记录

实验步骤	眼睛看到的现象	用手触摸的感觉	用温度计测量的数据
在一支试管中加入 2~3 mL 6 mol/L 的盐酸			
向含有盐酸的试管中插入用砂纸打磨光的铝条			
结 论			

反思与评价

(一) 个人反思和总结

1. 通过这个实验你学到了哪些化学知识？学会了哪些实验方法？
2. 在整个过程中，你最满意的做法是什么？你最不满意的做法是什么？

(二) 组内交流和评价

1. 在思考、讨论过程中，同组成员给了你哪些启示？你又给了同组成员哪些启示？
2. 在实验过程中，同组成员给了你哪些帮助？你又给了同组成员哪些帮助？

(三) 组间交流和评价

1. 当听完其他小组的汇报后，发现他们的哪些做法比你们小组的好？哪些不如你们的好？

2. 当听完其他小组的汇报后，你是否又有了新的想法？

根据你在这次活动中的收获和表现，以 10 分制计算，你的得分是：_____。请阐述理由：_____。

请将你的报告送交到老师处。谢谢合作！

* 实验步骤也可以让学生自己设计和填写。

【实验 2-2】

实验要点：这个实验成功的关键是在短时间内反应充分进行，使体系温度快速降低，将玻璃片上的水凝固。实验中要注意两点：(1) 将 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体研磨成粉末，以便与 NH_4Cl 晶体充分接触；(2) 由于该反应属于固相反应，一定要在晶体混合后立即用玻璃棒快速搅拌混合物，以使它们很快起反应；(3) 反应放出有刺激性气味的氨气，会造成学习环境的污染，所以要注意对氨气的吸收。

建议实验探究过程如下：

(一) 提出研究的题目

在常温下氢氧化钡晶体与氯化铵晶体反应过程中能量的变化。

(二) 收集实验证据

1. 阅读教材并根据已有知识设计实验方案和实验步骤如下：

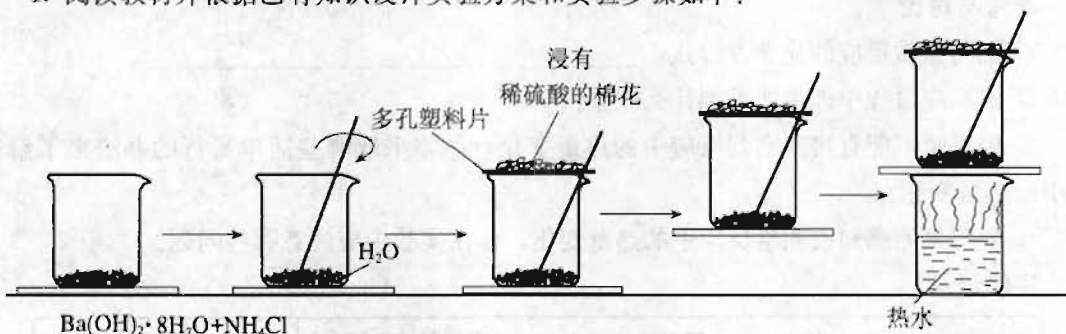


图 2-1 氢氧化钡晶体与氯化铵晶体的反应

2. 根据上述实验方案和步骤讨论实验过程中应注意的问题。

3. 分组实验，观察实验现象，收集实验事实。

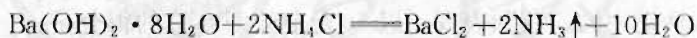
4. 汇报实验现象和结果。

(三) 整理并得出结论

1. 列表整理实验事实和结论：

实验步骤	实验现象	得出结论
将晶体混合后立即用玻璃棒快速搅拌混合物	有刺激性气味的气体产生，该气体能使湿润的紫色石蕊试纸变蓝	有 NH_3 气生成
用手触摸烧杯下部	感觉烧杯变凉	反应吸热
用手拿起烧杯	烧杯下面的带有几滴水的玻璃片(或小木板)粘到了烧杯底部	反应吸收热量使体系温度降低，使水结成冰
将粘有玻璃片的烧杯放在盛有热水的烧杯上一会儿再拿起	玻璃片脱离上面烧杯底部	冰融化
反应完后移走烧杯上的多孔塑料片，观察反应物	混合物成糊状	有水生成

2. 用化学方程式表示上述反应：



(四) 反思与评价

1. 整个实验中有哪些创新之处？

2. 在实验过程中对你最有启迪的是什么？

【实验 2-3】

建议将教材中的实验改为下列三组对比实验。

实验要点：通过三组强酸与强碱之间的反应对比实验，定性的抽象出“中和热”概念。在实验中要注意：(1) 三组实验所处条件要相同，如使用的仪器、外界环境中温度和压强要相同；(2) 三组实验酸和碱的用量要相同，以保证生成水的量相同；(3) 控制相同的反应时间。

三个学生分成一组进行实验，其中每个学生做一个实验并记录现象和数据，供组内交流、



比较使用，然后讨论得出结论。最后向全班汇报，进行组间交流。

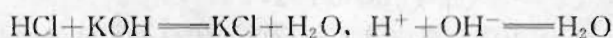
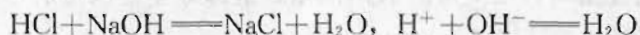
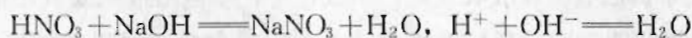
步骤一：三个学生各取一个大小相同的试管，分别做一个实验并记录实验现象和数据。

步骤二：汇总实验现象和数据并列表比较。

反应物 及用量	酸	HNO ₃ 50 mL 1 mol/L	HCl 50 mL 1 mol/L	HCl 50 mL 1 mol/L
	碱	NaOH 50 mL 1 mol/L	NaOH 50 mL 1 mol/L	KOH 50 mL 1 mol/L
混合前温度		室温	室温	室温
混合后温度		t_1	t_2	t_3
结 论		HNO ₃ 与 NaOH 发生中和反应时放热	HCl 与 NaOH 发生中和反应时放热	HCl 与 KOH 发生中和反应时放热
对实验进行归纳和概括		强酸与强碱发生中和反应时放出热量		

步骤三：对实验进行原理性抽象——为什么强酸与强碱发生反应时都会放出热量？

本质分析——三个反应的化学方程式和离子方程式分别为：



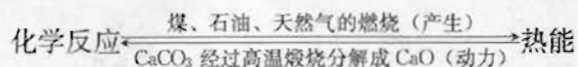
由此可见，三个反应的化学方程式虽然不同，反应物也不同，但是它们的反应本质相同，都是 H^+ 与 OH^- 离子反应生成水的反应，属于中和反应，其离子方程式都是： $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ 。所以，可提出推测，即中和反应都放热。由于三个反应中 H^+ 和 OH^- 离子的量都相等，则生成水的量也相等，故放出的热量也相等（在上述三个实验中，温度上升的幅度接近）。

形成概念——酸与碱发生中和反应生成 1 mol H_2O 时所释放的热量称为中和热。

三、问题交流

【学与问】

这里所列举的两类反应说明了化学反应与热能之间的辩证关系以及它们之间的相互转化：



一方面，用煤、石油、天然气的燃烧放热来说明化学能向热能的转化，人们利用这些化学反应获取能量；另一方面，用 CaCO_3 经过高温煅烧分解生成 CaO 来阐述热能对化学反应的支持作用，人们利用热能来完成常温下很难发生的化学反应。

总之，通过列举实例和提出问题，引导学生不仅思考化学反应与能量的关系和相互转化问题，还要探讨背后的本质问题。

【思考与交流 1】

化学反应不仅有新物质生成（质变），而且伴随着能量的变化，化学反应还是一个定量的变化（由化学方程式的化学计量数确定）。

【思考与交流 2】

学生通过实验认识和感受中和反应中的热量变化，教材又提出了“如何通过实验来测定盐酸与氢氧化钠反应的中和热”的问题，将定性实验探究引向定量实验探究上。这对学生的实验技能要求更高，因为学生在设计定量实验时要考虑的因素更多。在设计实验装置和操作

时应从两个方面考虑，一是注重“量”的问题，如①反应物的浓度和体积取定值；②测量反应前后的温度值；③做平行实验取平均值。二是尽量减小实验误差，如：①用经过标定的盐酸和氢氧化钠溶液；②量液器最好使用移液管；③搅拌使反应充分进行；④及时散热，使混合液温度均衡；⑤温度计的精确度高，最好使用精度为 0.1°C 或更高的温度计；⑥盐酸跟氢氧化钠溶液混合后液面上方的空间尽可能小；⑦使用绝缘装置，避免热量散发到反应体系之外；⑧温度计要读准确。

四、部分习题参考答案和提示

1. 吸收能量 放出能量 反应物总能量与生成物总能量的相对大小

2. 热量 放出

3. C、H 元素 CO_2 、 H_2O

4. ②③④⑤⑥ ①

5. D 6. C 7. AD 8. (1) D (2) C

9. 反应物中化学键断裂需要吸收能量，生成物中化学键形成则要放出能量，当成键放出的能量大于断键吸收的能量时，反应最终放出能量，这部分能量以热的形式放出就是热能。吸热反应所吸收的热量被用于破坏反应物中的化学键。

10. 同意乙同学的说法。因为放热反应是成键放出的能量大于断键吸收的能量，但化学反应首先需要能量来断键。

11. 提示：将习题1具体化。 结论：①一个化学反应其正、逆反应的能量变化，在数值上相等，吸收与放出相反；②一个化学反应的能量变化量与其反应物的物质的量有关（成正比）；③一个化学反应的能量变化量与其反应物、生成物的状态（固、液、气）有关。

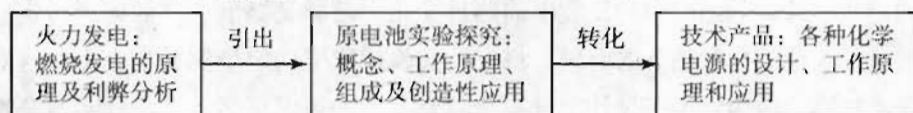
12. (1) $3.97 \times 10^4 \text{ kJ}$ (2) 约 101 kg

第二节 化学能与电能

一、教学设计

生活在现代社会，学生对“电”有着丰富而又强烈的感性认识。当学生们了解了化学反应中能量转化的原因，并感受了探究化学能与热能的相互转化过程之后，会对化学能与电能之间的转化问题产生浓厚的兴趣。正是基于学生的这种心理特征，教材开始的几个设问，把学生带进了“化学能与电能之间相互转化”的研究之中。从能量转换角度看，本节课程内容是对前一节课中“一种形式的能量可以转化为另一种形式的能量……能量也是守恒的；化学能是能量的一种形式，可以转化为其他形式的能量，如热能和电能等”论述的丰富和完善。从反应物之间电子转移角度看，原电池概念的形成是氧化还原反应本质的拓展和应用；从思维角度看，“将化学能直接转化为电能”的思想，是对“化学能→热能→机械能→电能”思维方式的反思和突破。

为了使本节教学设计思路更为清晰，可将课程内容大致分为三部分：





本节教学重点：初步认识原电池概念、反应原理、构成及应用。认识化学能转化为电能对现代化的重大意义。

本节教学难点：通过对原电池实验的探究，引导学生从电子转移角度理解化学能向电能转化的本质。

1. 教学策略设计

(1) 高效利用教材、课外资料、生动的录像和图片、事实数据等教育资源，对“火力发电”进行完整透彻的剖析，为学生创设情景，使他们有机会去研究和总结“火力发电”的利与弊，实现从“化学能→热能→机械能→电能”的思维模式向“将化学能直接转化为电能”新思维模式的转换，并且形成高效利用燃料、不浪费能源、积极开发高能清洁燃料的意识。

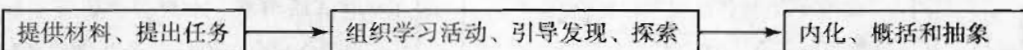
(2) 要充分调动学生已有的生活经验，以及电学、化学反应中能量变化和氧化还原反应等知识，建立在学生已有背景知识上的教学设计，能更好地体现课程的完整性和教材编排体系的层次性，也符合认识规律。

(3) 选择实验探究教学方法。通过课堂内的实验探究，使学生认识和体会化学能与电能相互转化的研究过程，理解氧化还原反应中的电子转移是化学电池的反应基础。利用课堂外科学探究实验活动和化学制作活动，如利用原电池原理证明几种金属的金属性强弱，各种水果、蔬菜电池的制作等，为学生提供应用知识的空间和拓展知识的机会。

(4) 利用课堂内学习探究与课堂外调查相结合的方式，让学生在对原电池的技术产品——各种化学电源的原理、应用有一个较为理性的认识之后，感悟研制新型电池的重要性以及化学电源可能会引起的环境问题，初步形成较为客观、正确的能源观。

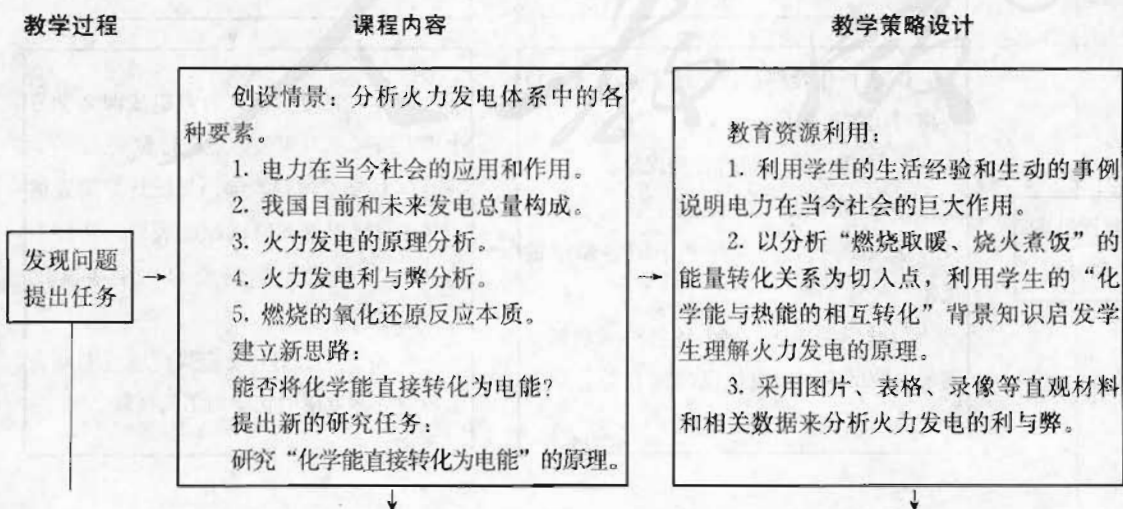
2. 教学模式设计

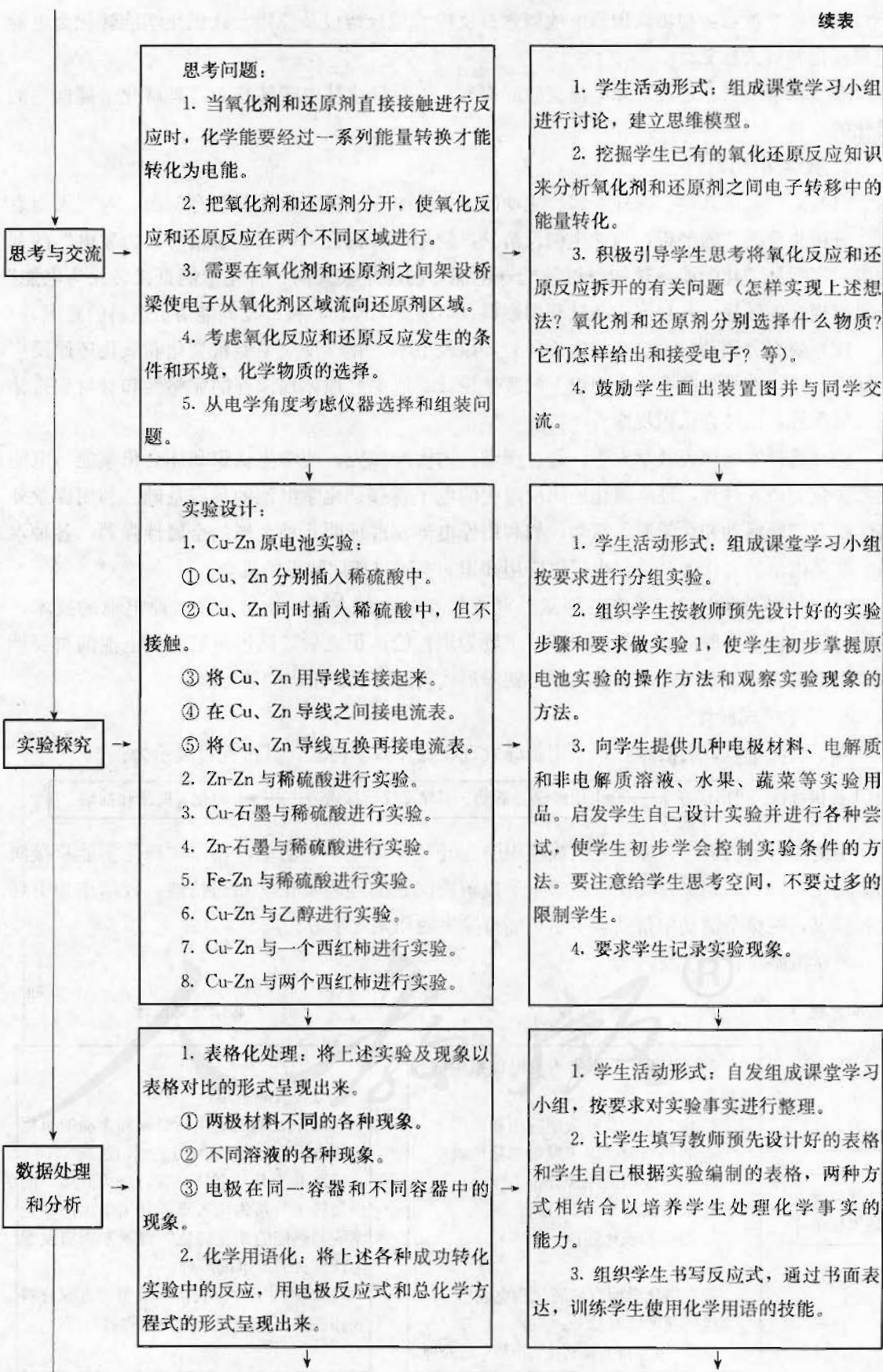
为了凸显重点，突破难点，采用指导发现、探究教学模式，其过程可表示为：



围绕原电池的概念、原理和组成组织学生开展发现性学习活动，在“实现化学能直接向电能转化”的一系列探究实验中让学生形成解决问题的经验及化学知识技能。教师作为引导者和参谋，在整个活动中帮助学生尽可能排除失败和无效学习。

教学策略设计：







续表

形成概念	1. 归纳、概括形成原电池概念： 将化学能转化为电能的装置叫做原电池。 2. 总结归纳原电池的构成条件： ① 有两种活动性不同的金属（或非金属单质）作电极。 ② 电极材料均插入电解质溶液中。 ③ 两极相连形成闭合电路。 3. 抽象出原电池化学反应本质： 较活泼的金属发生氧化反应，电子从较活泼的金属（负极）通过外电路流向较不活泼的金属（正极）。	1. 学生活动形式：各个课堂学习小组之间进行讨论，交流有关原电池的各种观点。 2. 设计一系列题目进行交流： ① 电极材料的选择，名称、功能、发生的反应、工作一段时间后的质量变化等。 ② 电解质溶液的选择，功能、质量变化等。 ③ 整个装置怎样形成闭合电路？ 3. 给学生陈述自己观点的机会，完成感性认识到理性认识的转变。
	1. 社会应用：将原电池转化成技术产品——化学电源。 ① 干电池：锌锰电池的组成、工作原理，使用过程中应注意的问题。 ② 充电电池：铅蓄电池、镍镉电池、锂电池的组成、工作原理，使用过程中应注意的问题。 ③ 燃料电池：H_2 和 CH_4 燃料电池组成、工作原理，使用过程中应注意的问题。 2. 创新应用：几种水果、蔬菜、果汁原电池的制作。	1. 采用图片、图表、录像等直观的内容呈现形式，让学生了解各种化学电源。 2. 组织学生利用课堂内外的活动时间，积极参与各种水果、蔬菜、果汁原电池的制作过程。 3. 利用教材和课外等阅读材料，指导学生采用多种学习方式进行学习，如社会调查、上网、去图书馆查资料等。
	反思评价过程： 1. 对研究成果的评价和反思： ① 化学电源在当今社会中的广泛应用。 ② 化学电源的使用所引起的环境问题。 2. 对学习过程和结果的评价和反思： ① 对原电池概念、组成、工作原理等知识掌握的程度。 ② 在实验探究过程中学会了哪些方法，各种基本技能有没有提高。 ③ 在执行学习任务过程中所采取的态度以及与其他同学和老师合作情况。	学生活动形式： 1. 以自己的方式总结，如默写、编制知识框图，与同学交流等。 2. 完成形成性练习（多媒体呈现）和课堂同步检测（书面呈现）。 3. 自我评价或同学互评。 ① 依据知识总结和习题完成情况，进行自我知识评价。 ② 对自己在学习过程中设计、实验、推理、判断、分析、归纳、抽象等技能方法进行评价。 ③ 思考：过去所学的哪些知识对你在本节课的学习有所帮助？在本节课的学习中你认为最有用的方法是什么？学习中你是怎样与本组同学进行合作的？等等。

本节课可划分为两课时：第一课时是实验探究形成原电池概念，初步了解原电池组成。第二课时是展示自己制作的原电池，抽象出原电池工作原理；了解化学电源的应用和发展；进行反思评价。

二、活动建议

【实验 2-4】

实验要点：

1. 实验中使用铜片的面积要大一些，便于学生观察。使用的锌片越纯越好，这样可以减少锌片上的气泡。

2. 如果使用物理示教电流表，应选择好量程，使指针偏转较大同时又不烧毁电流表。用发光二极管代替电流表，可以提高学生的学习兴趣。

实验过程：

实验 1

步骤要求	在一支试管中加入少量稀硫酸和一小粒纯锌粒。
实验现象	
用化学方程式解释实验现象	
思考问题 寻找答案	1. 反应中，哪种物质失电子？哪种物质得电子？ 2. Zn 是通过什么途径将电子转移给溶液中 H^+ 的？ 3. 想什么办法使 Zn 与 H^+ 分开，不让 H^+ 直接在 Zn 表面得电子？
列出你对问题 3 的想法	

实验 2

步骤要求	在另一支试管中加入少量稀硫酸和一小粒纯锌粒，再将一根粗铜丝插入试管，观察一会儿，使铜丝与锌粒接触，观察现象。
实验现象	
用化学方程式解释实验现象	
思考问题 寻找答案	1. 反应中，哪种物质失电子？哪种物质得电子？ 2. Zn 是通过什么途径将电子转移给溶液中 H^+ 的？ 3. H^+ 得到的电子是 Cu 失去的吗？Cu 在这个过程中起什么作用？ 4. 想什么办法让这种电子的转移变成电流？



续表

列出你对问题 4 的想法	
--------------	--

实验 3

步骤要求	将锌片和铜片用导线连接，平行插入盛有稀硫酸的烧杯中，观察现象。
实验现象	
写化学方程式或解释实验现象	
思考问题 寻找答案	1. 反应中，哪种物质失电子？哪种物质得电子？ 2. 电子从 Zn 到溶液中 H^+ 经历了哪些途径？ 3. 导线在这个过程中起什么作用？ 4. 你怎样才能知道导线中有电子流过？怎样才能知道导线中电子流动方向？
组内交流 列出想法	

实验 4

步骤要求	将锌片和铜片用导线连接，在导线中间接入一个电流表，平行插入盛有稀硫酸的烧杯中，观察现象。将锌片和铜片用导线反接电流计再做实验，观察现象。
实验现象	
解释实验现象	
思考问题 寻找答案	1. 反应中，哪种物质失电子？哪种物质得电子？ 2. 电子从 Zn 到溶液中 H^+ 经历了哪些途径？ 3. 电流表在这个过程中起什么作用？ 4. 你认为这个过程中能量的转化关系是怎样的？
组内交流 列出想法	

组内讨论交流和小组之间汇报总结。

【科学探究】 原电池的构成条件探究。

[活动形式] 学生分组实验。

[实验类型] 对比实验。

[实验目的] 使学生学会控制实验条件的方法。

[探究活动组织]

1. 组织学生根据实验用品, 如 Zn、Cu、石墨棒、Fe、稀硫酸、乙醇、 CuSO_4 溶液、 ZnSO_4 溶液, 导线、西红柿 (或水果)、电流表等自己设计对比实验。

2. 让学生设计表格整理实验信息, 然后将化学事实用化学式表达出来。

3. 活动总结汇报。

说明: 教师要指导学生设计对比实验方案和编制对比表格。例如:

原电池构成部分对比一		实验现象	解释或写化学方程式
稀硫酸	Zn		
	石墨		
稀硫酸	Cu		
	石墨		
电流表			

原电池构成部分对比二		实验现象	解释或写化学方程式
稀硫酸	Zn		
	Fe		
乙醇	Zn		
	Fe		
电流表			

原电池构成部分对比三		实验现象	解释或写化学方程式
稀硫酸	Zn		
	Zn		
稀硫酸	Zn		
	Fe		
电流表			



原电池构成部分对比四		实验现象	解释或写化学方程式
插在一个西红柿中	Zn		
	Cu		
插在两个西红柿中	Zn		
	Cu		
电流表			

三、问题交流

【学与问】

在电学中,电流的方向与电子流动方向相反,在外电路中,电流方向是正极→负极,电子流向是负极→正极。电子从原电池的负极流出,经过导线流入原电池的正极。关于原电池的两极的名称和判断,在课堂探究实验中引导学生结合电学知识学习。经过对几种原电池的研究后,总结出原电池两极的判断方法:活泼金属→向外线路提供电子→原电池的负极;较不活泼金属(或石墨)→接受外线路提供的电子→原电池的正极。

【思考与交流 1】

本题目的在于引导学生思考和体会各种电器产品以及电池给生活带来的舒适和方便,交流和讨论各种电池的型号、特点等,结合其他课程知识和生活经验,对电池及其工作原理做一些猜测。

【思考与交流 2】

对于原电池的构成,要让学生在课堂中进行实验探究对比分析,在尝试了几种组合实验后自己总结出来。原电池的构成可以简单的概括为:两极一液一连线。具体是:

- ① 两种活动性不同的金属(或非金属单质)。作电极,产生电势(位)差。
- ② 电解质溶液。作反应介质,提供离子移动。
- ③ 连接两极的导体(线)等。形成闭合回路,引出电流。

【思考与交流 3】

锌锰干电池与我们的生活联系十分密切,几乎每个学生在生活中都使用过锌锰干电池。大多数学生都经历过或听说过由于锌锰干电池的使用不当而造成的损失,关于锌锰干电池在使用时的注意事项可以通过学生讨论,汇集一些实例进行分析,最后总结出锌锰干电池的使用方法和保存时应注意的问题。

【思考与交流 4】

充电电池比一次电池更经久耐用,更方便实惠,可以节约资源,减少废电池的处理量。要购买合格产品,使用时要合理充电,不使用时要从用电器中取出,密封贮放于干燥处。

四、部分习题参考答案和提示

2. (1) B (2) C (3) D (4) $B > A > C > D$

3. B 4. C 5. D

6. 一次性干电池中的氧化还原反应是不可逆的,放完电之后就不能再使用。而蓄电池中的氧化还原反应是可以逆转的,放电时所进行的氧化还原反应,在充电时借助外加动力(电

力)使反应逆向进行,电池恢复到放电前的状态,从而继续使用。

7. 从电极材料判断:活泼金属作负极,不活泼金属(或石墨)作正极。从发生的反应判断:发生氧化反应的电极是负极,发生还原反应的电极是正极。

8. 家用电器的普及和种类的增加,使得电池的使用量随之剧增。废电池混在垃圾中,不仅污染环境,而且造成浪费。据报道,全国的电池年消耗量为30亿只,因疏于回收而丢失铜740吨,锌1.6万吨,锰粉9.7万吨。另外,普通干电池里含有镉和汞两种元素,这两种元素若污染了土壤和水源,进入人类的食物链,就会发生“水俣(音 yǔ)病”(汞中毒)和“痛痛病”(镉中毒),这两种工业公害病,都在日本发生过,造成很多人死亡。为防止悲剧重演,我们应该把废旧电池与其他垃圾分开,集中回收。许多国家都很重视废旧电池的回收,如德国的很多商店要求顾客在购买电池时,同时要把废旧电池交回商店;日本的分类垃圾箱里有一种专门放废旧电池的黄色垃圾箱,垃圾箱的投入口有三个,分别标有普通电池、纽扣电池和其他电池。

第三节 化学反应的速率和限度

一、教学设计

在前面两节中,教材着重探讨化学能向其他形式的能量(如热能和电能)的转化,并指出化学反应中的物质变化及伴随发生的能量变化是化学反应的两大基本特征。本节教材则是从另一个角度研究化学反应,探讨人类面对具体的化学反应要考虑的两个基本问题:外界条件对化学反应速率和反应限度的影响。人类要利用和控制化学反应,如提高燃料的利用率,必须了解这些问题。

本节内容是对前两节内容的拓展和延伸。通过学习使学生对化学反应特征的认识更深入、更全面,在头脑中建立起一个有关化学反应与能量的完整而又合理的知识体系。本节教学内容分为两部分:

第一部分,从日常生活中学生熟悉的大量化学现象和化学实验入手,引出反应速率的概念。在此基础上又通过实验探究,总结影响化学反应速率的因素。这部分内容是后面学习化学反应限度概念的基础。

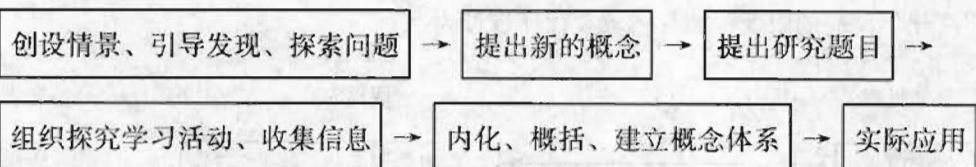
第二部分,在对影响化学反应速率的因素进行实验探究和总结后,教材通过科学史实等事例,让学生认识化学反应限度问题,经过对化学反应的可逆性→可逆反应→化学平衡状态的分析推进,认识化学反应是有限度的,并以上述观点为指导去分析和解决实际问题。

本节教学重点:化学反应速率和反应限度;了解影响化学反应速率的因素。

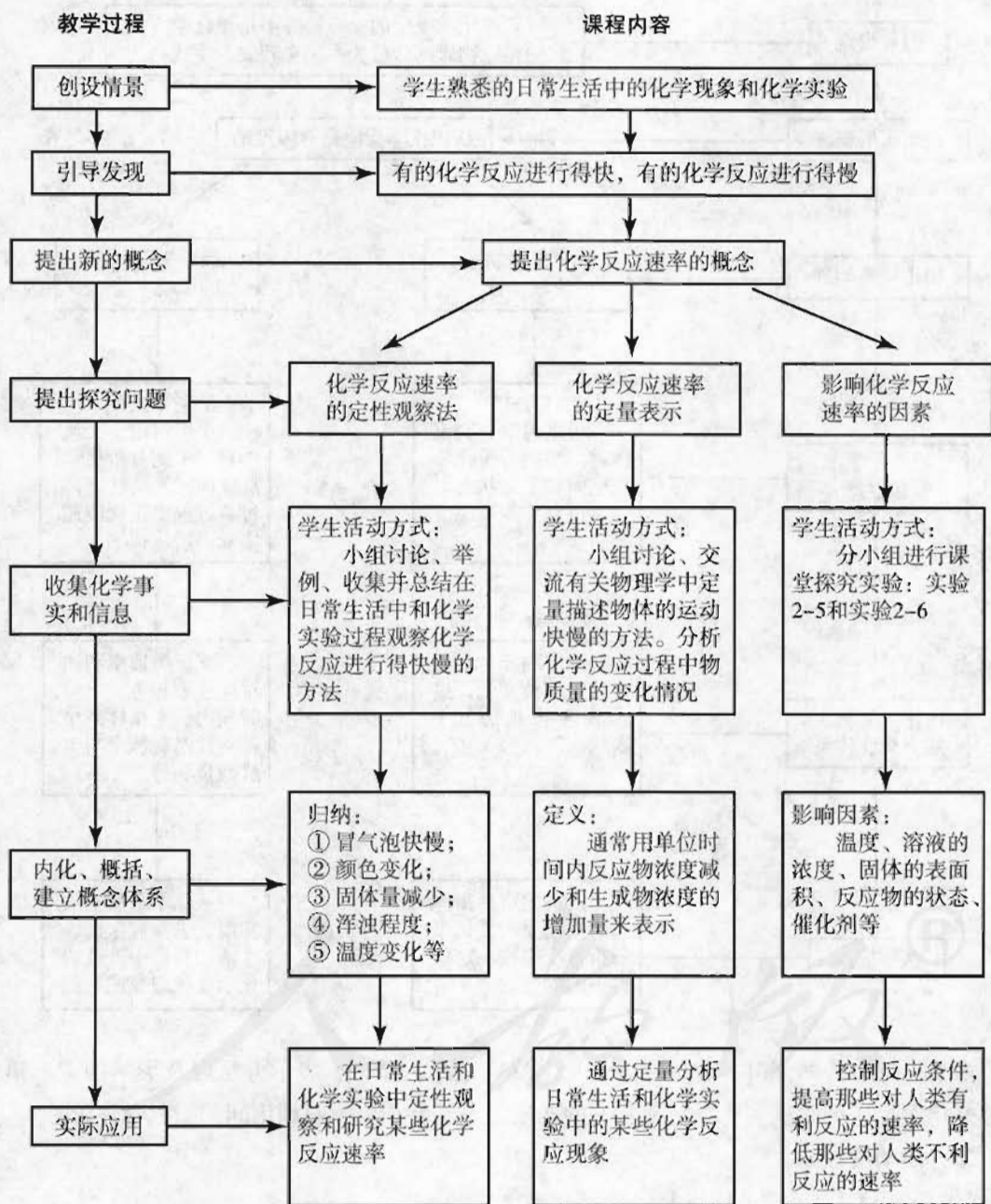
本节教学难点:认识化学反应是有限度的。

本节教学设计的指导思想,是由浅入深,从学生日常生活中的化学现象和实验中抽象出有关的概念和原理。形成一个由宏观到微观、由感性到理性、由简单到复杂的科学探究过程。

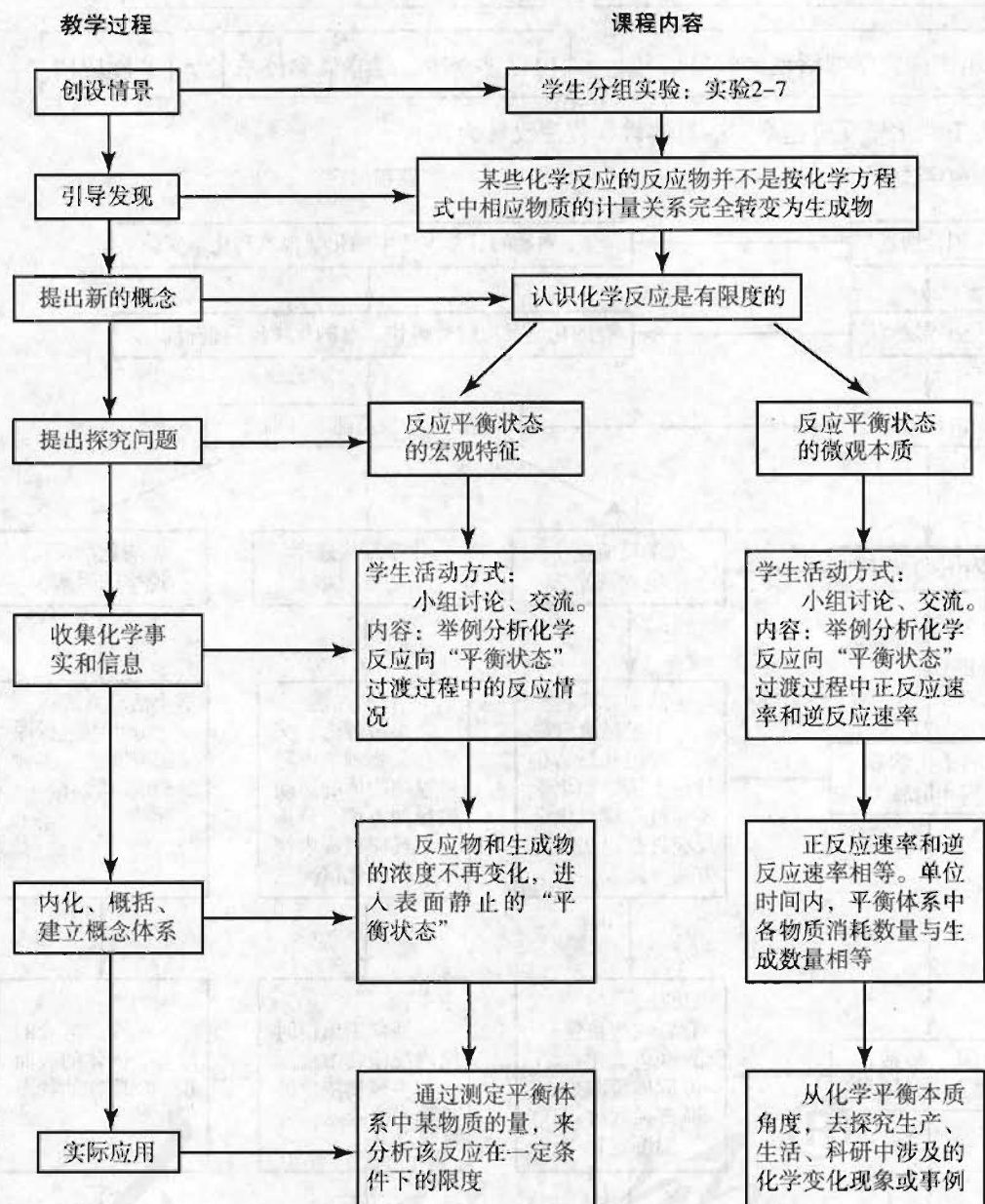
采用“指导发现与问题解决相结合”教学模式进行教学更能体现上述教学指导思想。其主要过程是:



关于“化学反应速率”的具体教学程序设计为：



关于“化学反应的限度”的具体教学程序设计为：



本节可划分为两课时：第一课时是化学反应速率的概念、表示方法以及影响因素；第二课时是化学反应的限度，化学平衡状态的本质、外部特征。燃料利用问题。教学评价。

二、活动建议

【实验 2-5】【实验 2-6】

实验要点：1. 实验使用小于 10% 的双氧水，防止产生气体过多和过快。2. 由于是对比实验，所以注意反应物的用量要尽可能的相同，试管规格也要相同。3. 为增加实验的趣味性，可以进行实验改进，如：使用气球或盛有红墨水的压力玻璃管等。



1. 反应原理探究

实验题目	双氧水分解反应	
实验步骤	在一支试管中加入 2~3 mL 约 5% 的双氧水，然后滴加 1~2 滴 1 mol/L 的 FeCl_3 溶液	待试管中产生大量气泡时，用带火星的火柴梗检验产生的气体
实验现象		
用化学方程式解释实验现象		
思考问题 寻找答案	1. 通过观察什么现象来判断该反应进行得快慢？ 2. 还有哪些其他办法观察该化学反应速率？	
列出你对问题的想法		

2. 温度对化学反应速率影响的实验探究

根据所给出的仪器和药品设计实验方案、步骤和装置。

- ① 按下列装置和实验步骤进行对比实验。
- ② 记录现象。
- ③ 处理分析实验现象。
- ④ 得出结论。

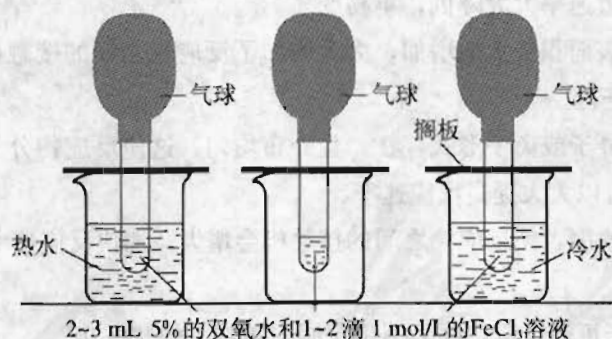


图 2-2 温度对 H_2O_2 分解反应的影响

操作方法：在三支相同的试管中分别加入 2~3 mL 约 5% 的双氧水，然后在每一支试管中滴加 2 滴 1 mol/L 的 FeCl_3 溶液后立即套上气球（大小相同）。等三支试管上的气球大小差不多相同时，同时置于三个烧杯中观察现象。

3. 催化剂对化学反应速率影响的实验探究

根据所给出的仪器和药品设计实验方案、步骤和装置。

- ① 按下列装置和实验步骤进行对比实验。
- ② 记录现象。
- ③ 处理分析实验现象。

④ 得出结论。

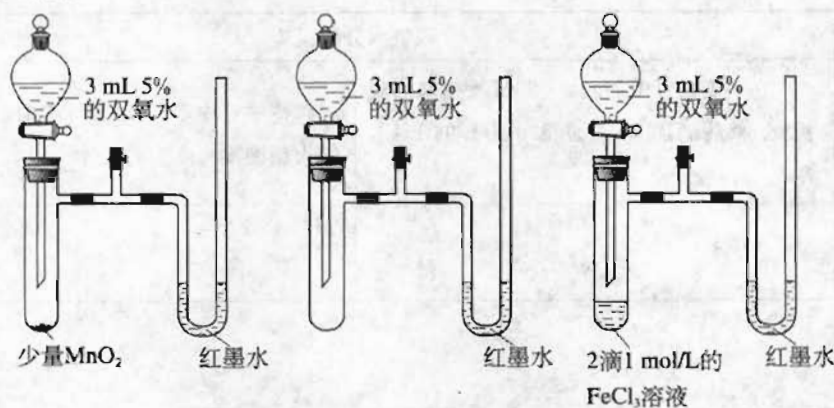


图 2-3 催化剂对 H_2O_2 分解反应的影响

操作方法：在三个相同的带活塞的漏斗中分别加入 2~3 mL 约 5% 的双氧水，然后在三支试管中滴加 2 滴 1 mol/L 的 FeCl_3 溶液，另一支试管中加入少量 MnO_2 固体。同时向三支试管中放入漏斗中的全部溶液，观察红墨水上升情况。

三、问题交流

【思考与交流 1】

爆炸在瞬间完成；金属生锈以年月计，因金属的性质与其存在的环境不同而差异很大；食物腐败以天计，与温度关系甚大；离子反应以秒计；塑料老化以年计，与使用环境有关；溶洞形成以万年计，极其缓慢。反应的快慢与我们的生活、学习、科研、环境、生产等关系很密切，有利的反应通常适当快一些好，有害的反应则越慢越好。

【思考与交流 2】

1. 低温下食物腐败速率大大降低，不易变质。
2. 固体研细后其表面积极大地增加，大大增加了反应物之间的接触机会，可以提高反应速率，有利于反应的进行。
3. 溶液中溶质以分子或离子形式存在，且分布均匀，这使反应物分子或离子间直接接触的机会极大地增加，可以大大提高反应速率。
4. 增大反应物的浓度，使反应物之间的接触机会增大，加快反应速率。

【思考与交流 3】

所列反应均不属于可逆反应，因为不是在同一条件下的“可逆”。

【思考与交流 4】

1. 加热使反应速率增大。多数是提供热能使之转化为化学能（吸热反应），少数是提供启动反应发生的动力。
2. 减缓或抑制橡胶与塑料老化反应的速率，延长使用寿命。
3. 隔绝空气和水分，防止金属与之反应（生锈）。
4. 使林木与火源脱离接触，防止火势扩大，以利灭火。
5. 硅胶可以吸潮（水分），防止食品、药品受潮变质。

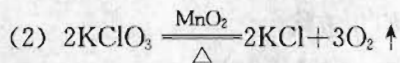
四、部分习题参考答案和提示

2. D 3. BD



4. 面粉厂空气中充满面粉粉尘, 这些面粉粉尘是颗粒极小、总表面积巨大的有机物, 与空气充分接触, 非常容易被引燃而发生爆炸。

5. (1) 提高温度或使用催化剂都可以促进 KClO_3 的分解。



教学资源

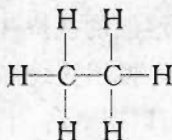
1. 反应热和键能的关系

在化学反应中, 从反应物分子转变为生成物分子, 各原子内部并没有多少变化, 但原子间的结合方式发生了改变。在这个过程中, 反应物分子中的化学键部分或全部遭到破坏, 生成物分子中的新化学键形成。实验证明, 在破坏旧化学键时, 需要能量来克服原子间的相互作用; 在形成新化学键时, 由于原子间的相互作用而放出能量。化学反应的反应热就来源于旧化学键的破坏和新化学键的形成所发生的能量变化。

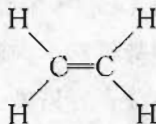
化学键是分子中相邻原子间的强烈的相互作用, 这种相互作用具有一定的能量, 这一能量就是键能。键能常用 E 表示, 单位是 kJ/mol 。

下面用乙烷裂解为乙烯和氢气为例, 根据化学反应中化学键的改变和键能的变化来分析反应热和键能的关系。

在乙烷分子中, 原子间的结合力可归结为 6 个 C-H 键和 1 个 C-C 键:

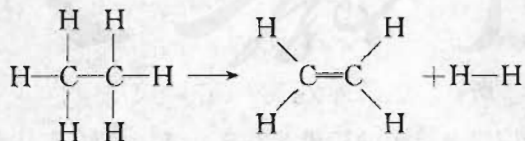


在乙烯分子中, 原子间的结合力可归结为 4 个 C-H 键和 1 个 C=C 键:

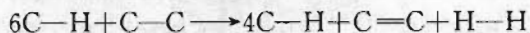


从键能数据估算反应热的具体方法和步骤如下:

(1) 写出反应的化学方程式, 并突出反应物和生成物分子中的各个化学键。



(2) 归纳出化学键改变的情况。



即: $2\text{C-H} + \text{C-C} \longrightarrow \text{C}=\text{C} + \text{H-H}$

(3) 从键能的表中, 查出有关的数据。

$$E(\text{C-H}) = 414.4 \text{ kJ/mol}$$

$$E(\text{C}=\text{C}) = 615.3 \text{ kJ/mol}$$

$$E(\text{C}-\text{C}) = 347.4 \text{ kJ/mol}$$

$$E(\text{H}-\text{H}) = 435.3 \text{ kJ/mol}$$

(4) 根据下列公式粗略地估计反应热 (ΔH)。

$$\Delta H = \sum E(\text{反应物}) - \sum E(\text{生成物})$$

上式表明, 反应热等于反应物的键能总和跟生成物的键能总和之差。

$$\begin{aligned}\Delta H &= [2E(\text{C}-\text{H}) + E(\text{C}-\text{C})] - [E(\text{C}=\text{C}) + E(\text{H}-\text{H})] \\ &= (2 \times 414.4 + 347.4) \text{ kJ/mol} - (615.3 + 435.3) \text{ kJ/mol} \\ &= 125.6 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

这表明, 上述反应是吸热的, 吸收的热量为 125.6 kJ/mol。

其他反应是吸热还是放热, 数值是多少, 可以用以上方法进行估计。

2. 原电池

课文里所讲的原电池, 是为了便于说明原电池化学原理的一种最简单的装置。如果用它作电源, 不但效率低, 而且时间稍长, 电流就不断减弱, 因此不适合于实际应用。这是什么原因呢? 主要是由于在铜极上很快就聚集了许多氢气泡, 把铜极跟稀硫酸逐渐隔开, 这样就增加了电池的内阻, 使电流不能畅通。这种作用称为极化作用。为了避免发生这种现象, 设计了如图 2-4 的原电池装置。

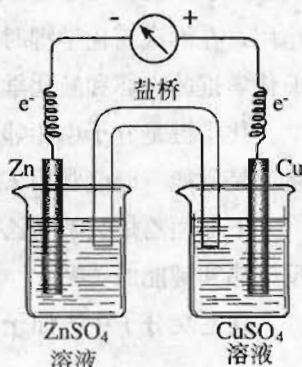


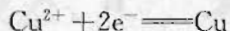
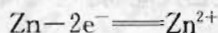
图 2-4 铜-锌原电池

在两个烧杯中分别放入锌片和锌盐溶液、铜片和铜盐溶液, 将两个烧杯中的溶液用一个装满电解质溶液的盐桥 (如充满 KCl 饱和溶液和琼脂制成的胶冻) 连接起来, 再用导线将锌片和铜片联接, 并在导线中串联一个电流表, 就可以观察到下面的现象:

- (1) 电流表指针发生偏转, 根据指针偏转方向, 可以判断出锌片为负极、铜片为正极。
- (2) 铜片上有铜析出, 锌片则被溶解。
- (3) 取出盐桥, 指针回到零点, 说明盐桥起了沟通电路的作用。

发生上述现象的原因是由于锌比铜活泼, 容易失去电子变成 Zn^{2+} 进入溶液, 电子通过导线流向铜片, 硫酸铜溶液中的 Cu^{2+} 从铜片上获得电子变成铜原子沉积在铜片上。

由于电子从锌片流到铜片, 所以锌片上发生氧化反应, 铜片上发生还原反应。



总反应式:

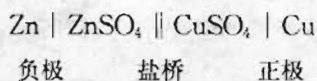


一定时间后, 溶液会因带电离子的积累 (ZnSO_4 溶液中的 Zn^{2+} 离子过多, CuSO_4 溶液中的 SO_4^{2-} 离子过多) 而阻碍电子的转移。但有盐桥存在, 允许溶液中离子迁移, 以中和过剩的电荷, 起了沟通电路的作用, 使传递电子的反应能继续进行。于是, 锌与 CuSO_4 的氧化还原反应的化学能转变成外电路上电子流动的电能。

从分析铜-锌原电池的组成可以看出, 原电池是由两个半电池组成的。锌和锌盐溶液组成一个半电池, 铜和铜盐溶液组成另一个半电池。组成半电池的导体叫电极, 失去电子的电极称为负极, 得到电子的电极称为正极。不参加电极反应的电极叫惰性电极, 如铜电极。



上述原电池的装置可用符号来表示:



每个半电池都由两类物质组成,一类是可作还原剂的物质,如锌和铜,称为还原型物质。另一类是可作氧化剂的物质,如 ZnSO_4 和 CuSO_4 ,称为氧化型物质。

相对应的氧化型物质和还原型物质组成氧化还原电对,常用如下符号表示: Zn^{2+}/Zn , Cu^{2+}/Cu 。不同氧化态的同一元素的离子或单质等也可构成氧化还原电对,如 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 、 Cl_2/Cl^- 、 O_2/OH^- 等。

3. 课外实践活动案例

【实验探究 1】中和热的测定

1. 用量筒(最好使用移液管)量取 45 mL 1 mol/L 的盐酸,倒入 100 mL 的塑料烧杯中(图 2-5),并用温度计测量盐酸的温度(t_{HCl}),记录在下表中。

2. 用另一支量筒量取 45 mL 1 mol/L 的 NaOH 溶液,并用温度计测量 NaOH 溶液的温度(t_{NaOH}),也记录在下表中,并计算起始温度的平均值(t_1)。

3. 把试管中的氢氧化钠溶液一次倒入盛盐酸的烧杯里,跟盐酸混合,随即盖上泡沫塑料板。搅拌溶液,然后读出混合液的终止(最高)温度(t_2),记录在表内。

4. 根据上述测得的实验数据,按下式近似计算强酸强碱的中和热。

$$\text{中和热} = (m \times C \times \Delta t \times 10^{-3}) / n(\text{H}_2\text{O}) \quad (\text{kJ/mol})$$

式中 m 是混合液的质量(把盐酸和氢氧化钠溶液的密度近似看作水的密度为 1 g/cm^3 来计算), C 是混合液的比热容(近似取 $4.18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$), $n(\text{H}_2\text{O})$ 是中和反应生成水的物质的量(单位 mol)。

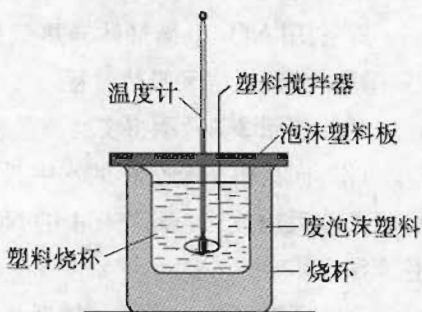


图 2-5 中和热的测定

实验序号	物 质	起始温度 $t_1/^\circ\text{C}$		终止温度 $t_2/^\circ\text{C}$	温差 $t_2 - t_1/^\circ\text{C}$	中和热/($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)
①	HCl	$t_{\text{HCl}} =$	$t_1 = (t_{\text{HCl}} + t_{\text{NaOH}})/2$	$t_2 =$	$t_2 - t_1 =$	
	NaOH	$t_{\text{NaOH}} =$	$=$			
②	HCl	$t_{\text{HCl}} =$	$t_1 = (t_{\text{HCl}} + t_{\text{NaOH}})/2$	$t_2 =$	$t_2 - t_1 =$	
	NaOH	$t_{\text{NaOH}} =$	$=$			
③	HCl	$t_{\text{HCl}} =$	$t_1 = (t_{\text{HCl}} + t_{\text{NaOH}})/2$	$t_2 =$	$t_2 - t_1 =$	
	NaOH	$t_{\text{NaOH}} =$	$=$			

5. 重复上述实验 2 次,将实验结果填入上表格中。取三次平行实验结果的平均值。

【实验探究 2】放热反应的观察

1. 利用空气的热胀冷缩原理观察氧化钙与水反应放热

(1) 按图 2-6 所示将实验装置连接好。

(2) 在 U 形管内加入少量品红溶液(或红墨水)。打开 T 形管螺旋夹,使 U 形管内两边的液面处于同一水平面,再夹紧螺旋夹。

(3) 在中间的试管里盛 1 g 氧化钙, 当滴入 2 mL 左右的蒸馏水后, 可观察到 U 形玻璃管里的红墨水会沿开口端上升。

也可以在小试管里盛浓盐酸, 滴入氢氧化钠溶液, 或在 3% 的过氧化氢溶液里加入少量的二氧化锰粉末, 反应时都会放出热量, 且支试管内的空气受热膨胀, 反应放出的热量使 U 形管内侧的液面立即下降, 外侧的液面上升。利用这个装置还可以观察无水 CuSO_4 水合时的放热现象。

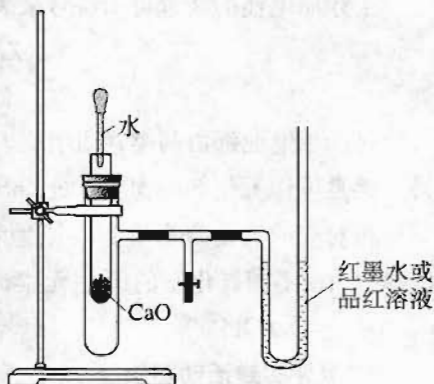


图 2-6 氧化钙与水的反应

2. 利用 NO_2 平衡气体遇热颜色加深、遇冷颜色变浅来指示放热过程和吸热过程

(1) 按图 2-7 所示将实验装置连接好。

(2) 向其中一个烧杯的水中投入一定量的 CaO 固体, CaO 与水反应放热, 此烧杯中的 NO_2 平衡混合气体的红棕色变深。

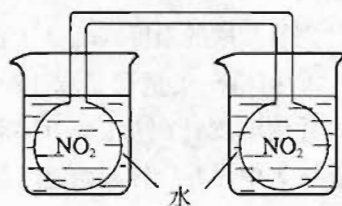


图 2-7 放热过程和吸热过程的指示

查找资料: NO_2 平衡气体遇热颜色加深, 遇冷颜色变浅的反应原理。

【实验探究 3】 利用原电池装置探究金属活动性

方法一:

[原理] 活泼性不同的金属跟碳棒一起构成原电池时, 用活泼金属做电极的电池电势差大, 经放电后使灵敏导电仪 (可以自制) 中较多的小灯泡发光。

[装置]

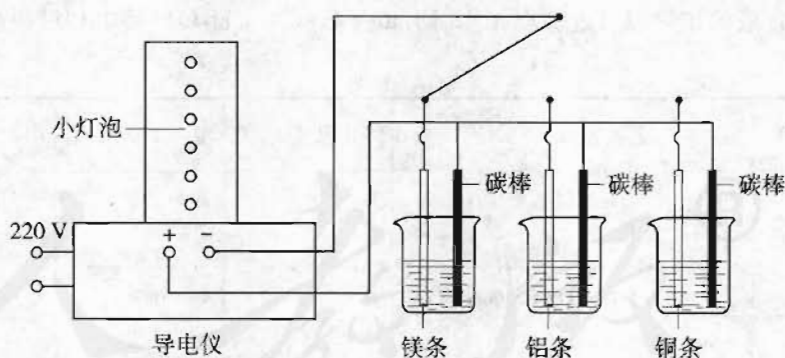


图 2-8 利用原电池探究金属的活动性 (一)

[操作]

1. 按上图装配好仪器, 小烧杯里各加 10 mL 0.5 mol/L 的稀盐酸。
2. 接通电源, 碳棒作为原电池的正极, 镁条、铝条和铜条作负极, 依次跟导电仪的两根电极接通, 并浸入电解质溶液中。
3. 导线接触镁条时, 反应最激烈, 小灯泡全亮; 导线接触铝条时, 小灯泡只亮一半; 导线接触铜条时, 只有一支小灯泡微亮。



〔实验要点〕装置的输入端正极接金属，负极接碳棒。实验前必须调节导电仪的灵敏度，使两根电极短路接触时灯泡不亮。

方法二：

〔原理〕1. 原电池的电动势是正极跟负极的电势差 ($\epsilon = E_+ - E_-$)。在三个原电池中，正极都是铜电极，因此负极的电势愈低，原电池的电动势愈大。

2. 电极的电势高低跟金属的活泼性有关。在盐溶液浓度相同的情况下，金属愈活泼，构成电极的电势越低。

〔装置〕

〔操作〕

1. 如图 2-9 所示安装好装置。

2. 取 4 支 5 mm×80 mm 的玻璃管，管的一端套上玻璃纸，并用线扎紧。

3. 取长 100 mm 的丝状或条状铜、铁、锌、镁各一段，分别插入上述 4 支玻璃管中，然后分别加入适量的 0.5 mol/L 相应的金属盐溶液。这样就构成铜、铁、锌和镁的 4 支电极。

4. 在 150 mL 的烧杯中加入 100 mL、1 mol/L 的 KNO_3 溶液。在这溶液中任意插入 2 支电极，都能构成一个原电池。

5. 把铜电极分别跟另外三个电极构成原电池，用电压表测量三个原电池的电动势。

〔实验要点〕选用量程为 2 V 的电压表。

【实验探究 4】 水果、蔬菜、果汁原电池的制作

〔活动目的〕

1. 培养学生动手制作的能力。
2. 巩固学生已有的原电池知识。
3. 调动学生的学习兴趣，训练学生的创新思维。

〔活动形式〕学生分组在课外自己选材制作。

〔成果展示〕将自己的制作成果在课堂上交流。

【实验探究 5】 固体反应物表面积跟反应速率的关系

〔装置〕

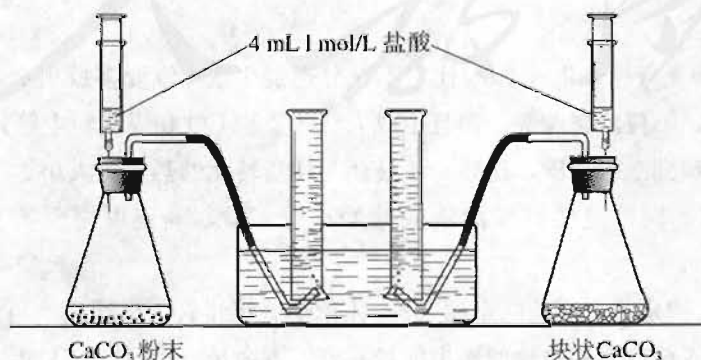


图 2-10 反应物表面积对反应速率的影响

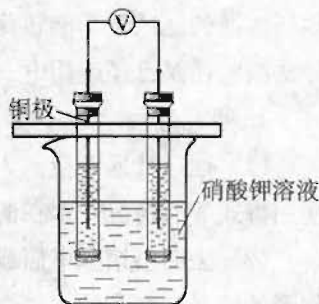


图 2-9 利用原电池探究金属的活动性 (二)

[实验要点]

1. 锥形瓶中的碳酸钙过量，所以盐酸的体积必须尽量控制得准确一些，以使对比实验更有说服力。

2. 量筒里盛满水，倒置在水槽中。

3. 同时把注射器内的盐酸迅速注入锥形瓶中。

【研究性学习】当地化学能转化为热能的现状调查

1. 问题的提出

中国人在一千多年前就用煤作燃料，石油和天然气的利用也有几百年的历史了。现在，你所生活的地区化学能转化为热能的现状如何？家庭生活、生产和事业部门还在延续过去的做法吗？还是已经改用电、微波、太阳能等作能源了。

2. 研究过程

(1) 通过社区调查、人物专访，了解当地将化学能转化成热能（燃料来源、主要用途、使用方式等）情况，存在的问题及可能的解决办法。

(2) 去图书馆和书店或上网查阅资料，记录书刊、期刊的名称、网址。收录文章的题目、作者的姓名、文章的主要观点等。

(3) 参观工厂，收集或摄制录像、照片等。

3. 总结和汇报

(1) 处理所获得的数据、信息、资料，写成调查报告，与同学交流。

(2) 写出小论文交与老师审阅或互相交流。

(3) 制作展板交流。

(4) 提出合理化建议与用户交流。

复习题参考答案

1. (1) 化学反应 (2) ①化学 热；②化学能与电能的相互转化；③热能转化为化学能；④光能转化为化学能 (3) ①②④

2. (1) 洗净、擦干 (2) 将铁块锉成铁屑，将硫黄研磨成细粉，并混合均匀 加热引发反应

3. C 4. C

5. (1) 12 g 碳充分燃烧生成 CO_2 比它不充分燃烧生成 CO 要多放出 283 kJ 的热能，如果煤炭不完全燃烧，不仅浪费能源，而且生成大气污染物 CO 和煤炭粉尘等。

(2) 提示：从碳到二氧化碳，比较一步转化与两步转化的热效应大小。

6. 提示：选用不同浓度的纯碱溶液或盐酸进行实验，确定可用于实验室制取的合适浓度。

7. (1) 负极 锂是非常活泼的金属 (2) 体积小、重量轻、电压高（可达 4.0 V 以上）、比能量（单位质量或单位体积电池的输能量）高、寿命长（可达 5~10 年）。



本章说明

一、教学目标

1. 了解甲烷、乙烯、苯的主要性质及它们在化工生产中的作用，重点认识典型化学反应（取代反应、加成反应）的特点。
2. 通过对上述典型有机物分子结构的认识，初步体会有机物分子结构的特点及其对性质的影响。
3. 结合生活经验和化学实验，了解乙醇、乙酸、糖类、油脂、蛋白质的组成和主要性质，加深认识这些物质对于人类日常生活、身体健康的重要性。
4. 通过对几种重要有机物结构和性质的学习，体会有机物与无机物的区别和联系，初步学会化学中对有机物进行科学探究的基本思路和方法，初步形成对于有机化学领域的学习兴趣。

二、内容分析

1. 地位和功能

必修模块的有机化学内容，是以典型有机物的学习为切入点，让学生在初中有机物常识的基础上，能进一步从结构的角度，加深对有机物和有机化学的整体认识。选取的代表物有甲烷、乙烯（制品）、乙醇（酒）、乙酸（醋）、糖、油脂、蛋白质等，这些物质都与生活联系密切，是学生每天都能看到、听到的，使学生感到熟悉、亲切，可以增加学习的兴趣与热情。

必修模块的有机化学具有双重功能，一方面为满足公民基本科学素养的要求，提供有机化学中最基本的核心知识，使学生从熟悉的有机化合物入手，了解有机化学研究的对象、目的、内容和方法，认识到有机化学已渗透到生活的各个方面，能用所学的知识，解释和说明一些常见的生活现象和物质用途；另一方面为进一步学习有机化学的学生，打好最基本的知识基础、帮助他们了解有机化学的概况和主要研究方法，激发他们深入学习的欲望。

2. 内容的选择与呈现

根据课程标准和学时要求，本章没有完全考虑有机化学本身的内在逻辑体系，主要是选取典型代表物，介绍其基本的结构、主要性质以及在生产、生活中的应用，较少涉及到有机物的类概念和它们的性质（如烯烃、芳香烃、醇类、羧酸等）。为了学习同系物和同分异构体的概念，只简单介绍了烷烃的结构特点和主要性质，没有涉及烷烃的系统命名等。

教材特别强调从学生生活实际和已有知识出发，从实验开始，组织教学内容，尽力渗透结构分析的观点，使学生在初中知识的基础上有所提高。

教学中要特别注意不盲目扩充代表物的性质和内容，尽量不涉及类物质的性质，注意从结构角度适当深化学生对甲烷、乙醇、乙酸的认识，建立有机物“（组成）结构—性质—用途”的

认识关系,使学生了解学习和研究有机物的一般方法,形成一定的分析和解决问题能力。

为了帮助学生理解内容,教材增加了章图、结构模型、实验实录图、实物图片等,丰富了教材内容,提高了教材的可读性和趣味性。

3. 内容结构

本章的内容结构可以看成是基础有机化学的缩影或概貌,可表示如下:



这些典型代表物,基本涵盖了基础有机化学的各类物质,以期使学生能从中了解有机化学的概貌。

为了帮助学生认识典型物质的有关反应、结构、性质与用途等知识,教材采用了从科学探究或生活实际经验入手,充分利用实验研究物质的性质与反应,再从结构角度深化认识。如:甲烷、乙烯的研究,乙醇结构的研究,糖和蛋白质的鉴定等,都采用了较为灵活的引入方式。同时特别注意,动手制作模型,写结构式、电子式、化学方程式;不分学生实验和演示实验,促使学生积极地参与到教学过程中来。

总之,本章教学中应该主要把握以下三点:

1. 教材的起点低,强调知识与应用的融合,以具体典型物质的主要性质为主;
2. 注意不要随意扩充内容和难度,人为增加学生的学习障碍;
3. 尽量从实验或学生已有的生活背景知识出发组织或设计教学,激发学习兴趣,使学生感到有机化学就在他们的实际生活之中。

三、课时建议

第一节	最简单的有机化合物——甲烷	2 课时
第二节	来自石油和煤的两种基本化工原料	3 课时
第三节	生活中两种常见的有机物	2 课时
第四节	基本营养物质	2 课时
复习和机动		2 课时

教学建议

第一节 最简单的有机化合物——甲烷

一、教学设计

学生已经知道甲烷是一种化石燃料,可以燃烧,能从甲烷的组成上认识燃烧反应的产物。本



章教学再次选择甲烷，主要考虑甲烷是最简单的有机物，便于学生从结构角度认识甲烷的性质，类推烷烃的结构和性质，建立从结构角度学习有机物性质的有机化学学习模式。因此，本节教学的设计，要在学生初中知识的基础上，体现认识的渐进发展性原则；同时，考虑到学生前面已经具有了一些有关物质结构的上位概念，应当在有机化合物的学习中紧紧抓住结构与性质的关系，在学生的头脑中逐步建立有机物的立体结构模型，帮助学生打好进一步学习的方法论基础。

本节教学重点：甲烷的结构特点和甲烷的取代反应；同分异构体和同系物。

本节教学难点：主要是学生有机物立体结构模型的建立，具体体现在如何将甲烷和烷烃的结构特点、有机物的成键特点从实物模型转换为学生头脑中的思维模型，帮助学生从化学键的层面认识甲烷的结构和性质。

1. 教学模式设计

教学模式的设计，可以不拘泥于教材的逻辑顺序，根据学校实际情况和学生的水平设计不同的流程。

【教学设计Ⅰ】

提出问题：甲烷中的原子如何连接→实践活动→预测性质→探究实验→取代反应→类推烷烃结构→同分异构体和同系物→有机物的成键特点。

【教学设计Ⅱ】

提出问题：除燃烧外，甲烷还有哪些性质→探究实验→甲烷与氯气如何反应→甲烷的结构→实践活动（制作模型、书写甲烷氯代反应的化学方程式）→实践活动（甲烷模型和烷烃中碳原子的可能连接方式）→同分异构体和同系物→有机物成键特点。

两种设计的不同，主要体现在教学设计Ⅰ是从结构出发，预测性质，用实验检验；教学设计Ⅱ是从探究实验出发，归纳性质，从结构角度提升认识。本质还是演绎方法和归纳方法的不同运用，即自然科学研究的两种主要过程在中学化学教学中的具体运用。

2. 教学策略设计

根据不同的教学设计思路，在具体教学组织中可以使用不同的教学策略群，并根据实际教学需要加以灵活运用。

本节可能用到的策略主要有：

- (1) 课时划分：甲烷的性质 1 课时、烷烃 1 课时。
- (2) 情景创设：复习、“西气东输”资料、沼气应用、煤矿事故。
- (3) 内容呈现：实践活动（模型制作）、探究实验、模型、图表、图片、甲烷、烷烃的多媒体动画。
- (4) 方法手段：讲授、讨论、小组合作、学生制作等教学方法和实验条件控制、比较、类比、模拟、抽象、模型等科学方法与逻辑方法。
- (5) 评价反馈：保留 5 分钟反馈练习时间，可以组织学生进行以下一种或多种评价活动。如：多媒体呈现形成性练习题、课堂同步检测卷、学生自我总结、绘制本节知识结构、列出未解决问题清单、给老师提出问题、学生相互评价等。

二、活动建议

【实践活动】

甲烷模型的制作可以有多种方式，不一定要在课上完成。可以给学生留预习任务，让学

生在家完成 2~4 个模型，上课时带来；如果学校有可以插拔的结构模型，效果会更好；如果没有，可以让学生自己用橡皮泥、木棒等代用品制作简易模型。教师可以让学生对自己的作品进行评价，在活动中加深学生对空间模型的认识，同时也教给学生学习有机物分子结构的简单方法。

【科学探究】

科学探究有多种组织形式，以下给出一种模式，仅供参考。

【问题】甲烷在常温下稳定，但当条件改变时，是否可以与其他物质发生反应？

【实验】实验条件控制 1：将收集有甲烷和氯气的试管用黑纸包好。

实验条件控制 2：在距离收集有甲烷和氯气的试管 15 cm 处，点燃镁条（日光、高压汞灯等其他光源），照射试管。

实验测试：分别用湿润的蓝色石蕊试纸在两试管口检验。

实验要求：甲烷与氯气的比例在 1:4 最好；室内光线下反应在 15~20 min 内完成；日光下发生爆炸；点燃镁条（距离在 15 cm 左右），反应可在 2~3 min 内完成。

【实验事实及处理】

信息 内容	反应条件	反应物状态	生成物状态	反应中的现象	试纸颜色的变化
实验 1					
实验 2					

【表征性抽象】（1）光是反应发生的主要原因。

（2）黄绿色逐渐褪去，试管壁出现油状液滴，说明产生了不溶于水的物质。

（3）试管口有白雾，使试纸变红，推断有氯化氢生成。

【结论】甲烷与氯气在光照条件下可以反应。

由于没有尾气处理装置，可能会有少量氯气逸出，教师要事先准备稀 NaOH 溶液或浸满 NaOH 溶液的棉团，实验结束时放在试管口，有效处理尾气，树立安全和环保意识。

三、问题交流

【学与问】

烷烃的结构与甲烷类似，但也有不同，教学中可从甲烷的模型出发，重点研究 3 个和 4 个碳的连接情况，引导学生思考，是否为直线结构？键是否可以旋转？碳原子有没有其他连接方式？由于不必涉及烷烃命名和同分异构体的书写，这部分教学可以在学生制作活动中一起完成。

【思考与交流】

有机物中碳原子成键特点可以让学生自己猜想，到黑板上写出可能的连接方式，为第二节学习乙烯埋下伏笔。同时，从碳原子的四价原则、同分异构体等角度理解有机物种类繁多的主要原因。

四、部分习题参考答案和提示

1. C 2. A C 3. D 4. A 5. C 6. C 7. B 8. D 9. (1) 天然气

(2) 改大；天然气燃烧不充分等 (3) 丁烷遇冷液化，管道气流不畅

10. 0.5 mol, 1 mol



第二节 来自石油和煤的两种基本化工原料

一、教学设计

乙烯和苯是两类烃的重要代表物。学习了甲烷和烷烃的性质，学生能初步从组成和结构的角认识甲烷的性质，但需要对“结构与性质”的关系进一步深化认识；乙烯和苯的教学就能起到这种作用。另外，学生能从生活实际出发，认识乙烯和苯的广泛应用，再学习它们的性质，强化理论与实际的联系，使学生能够学以致用。

本节教学重点：乙烯的加成反应、苯的取代与加成反应。让学生通过实验初步了解有机基本反应类型，形成对有机反应特殊性的正确认识，并能从结构上认识其反应特点。

本节教学难点：乙烯结构与性质的关系、苯的结构与性质的关系、苯的取代反应与烷烃取代反应的区别。

1. 教学模式设计

由于本节内容的安排与以往的教材顺序有所不同，主要强调从生活实际出发，寻找学生熟悉的素材组织教学，教师在设计教学模式时，要根据学生的情况，灵活选择可利用的素材设计或组织教学，提高学生的教学参与度，给学生适当的动手实验、表达和交流的机会，研究教学方式和学习方式的转化，力图有所创新，提高教学效果。

【教学设计 I】

提出问题：描述与乙烯有关的化学制品的外观、用途和来源→能否从石油中得到乙烯？

探究实验：从石油分馏中得到的石蜡油进一步加热会得到什么？→将产生的气体通入溴的四氯化碳溶液、高锰酸钾溶液→观察现象。

讨论交流：上述两种溶液褪色的原因？可能的结论？乙烯与烷烃结构的差异性？

得出结论：加成反应、加成反应与取代反应的区别（从碳原子的成键特点分析）。

评价与反馈：练习电子式、结构式、化学方程式的书写；课外实践活动。

【教学设计 II】

情景创设：提前布置学生实践活动（水果的催熟实验），或网上查阅水果催熟的相关资料。

展示交流：说明为什么会产生这一现象？如何得到这种物质？

探究实验：加热分解石蜡油，观察现象？→将产生的气体通入溴的四氯化碳溶液、高锰酸钾溶液→观察现象。

讨论交流：溶液褪色的原因？这种物质的可能结构？与烷烃结构的差异性？

得出结论：加成反应、加成反应与取代反应的区别。

评价与反馈：练习电子式、结构式、化学方程式的书写；说明乙烯的重要用途。

【教学设计 III】

提出问题：苯的分子式为 C_6H_6 ，写出苯分子中碳原子可能的连接方式，给出实际的表示方法。猜测苯可能具有的化学性质？

探究实验：观察苯的物理性质，向少量苯中滴加溴的四氯化碳溶液、高锰酸钾溶液→观察现象。

讨论交流：这种物质与烷烃和乙烯结构的差异性？还可能发生哪些反应？→用多媒体动

画给出苯的溴代和硝化反应,降低学生认识的难度。

得出结论:苯可以发生取代反应和加成反应,取代反应比加成反应易于发生。

评价与反馈:练习书写苯的溴代、硝化和加成反应的化学方程式;说明苯的重要用途。

不论是上述哪种设计,都要考虑到学生和学校的实际,希望老师能有自己更新创意的设计。

2. 教学策略设计

具体教学组织中使用的教学策略群相对比较固定,一般常用的教学策略使用频率较高,有时一节课的重复次数也较多,教师要根据自己的需要加以灵活运用。

本节可能用到的策略主要有:

(1) 课时划分:乙烯的性质 1 课时、苯的性质 1 课时。

(2) 问题创设:找出生活中乙烯和苯的制品、水果的催熟实验、乙烯和苯分子结构的变化等。

(3) 内容呈现:实践活动(水果的催熟实验)、探究实验(石蜡油分解)、模型、文字资料、图片、苯实验的多媒体动画等。

(4) 方法手段:讲授、学生制作与实验、小组合作、比较、类比、模拟、模型、假说、讨论、抽象等。

(5) 评价反馈:列表比较加成反应与取代反应,比较甲烷、乙烯、苯的结构和性质。

二、活动建议

【实践活动】

水果催熟实验也可以设计成控制实验条件的系列实验,让学生归纳出乙烯的主要性质。

实验 I:集气瓶中放绿色、未熟的水果(蔬菜),盖上玻璃片;

实验 II:集气瓶中放绿色、未熟的水果(蔬菜),通入一定量的乙烯;

实验 III:集气瓶中放绿色、未熟的水果(蔬菜),瓶底放少量 KMnO_4 固体,通入一定量的乙烯。

在实验中,让学生总结实验的设计方案,使学生在知识学习的过程中,更关注过程与方法的形成与训练。

【科学探究】

实验装置也可以改为右图所示装置;在试管①中加入石蜡油和氧化铝;试管②放在冷水中;试管③中加入酸性 KMnO_4 溶液或溴水。

实验要点:

(1) 教科书实验中,石棉要尽量多吸收石蜡油;

(2) 石蜡油分解反应的温度要在 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上;

(3) 实验中要注意防止倒吸;最好是教师演示实验;没有条件做实验的学校,可以放录像或其他多媒体资料。

(4) KMnO_4 用稀溶液,3 mL 该溶液中一般加入 2~3 滴稀 H_2SO_4 溶液,增加 KMnO_4 溶液的氧化性。

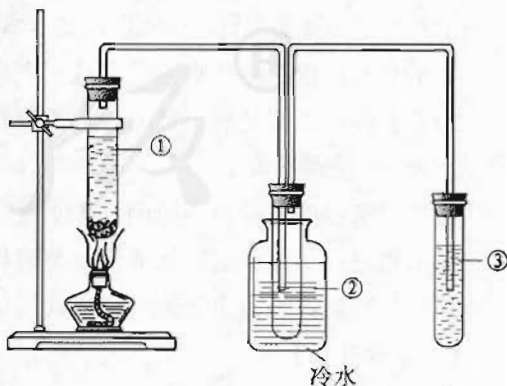


图 3-1 石蜡油的分解



(5) 配制溴的四氯化碳溶液时, 20 mL 四氯化碳加 1~2 滴溴即可。

三、问题交流

【思考与交流】

乙烯和苯的应用十分广泛, 可以呈现实物样品, 也可以放多媒体资料, 最好要求学生自己参与活动, 按小组寻找以乙烯和苯为原料的化学制品, 体会它们在社会经济生活中的重要性。

四、部分习题参考答案和提示

4. B 5. D 6. C 7. A D

第三节 生活中两种常见的有机物

一、教学设计

在初中化学中, 只简单地介绍了乙醇和乙酸的用途, 没有从组成和结构角度认识其性质、存在和用途。乙醇和乙酸是学生比较熟悉的生活用品, 又是典型的烃的衍生物, 从这两种烃的衍生物的组成、结构和性质出发, 可以让学生知道官能团对有机物性质的重要影响, 建立“(组成) 结构—性质—用途”的有机物学习模式。教学设计中, 在学生初中知识的基础上, 突出从烃到烃的衍生物的结构变化, 强调官能团与性质的关系, 在学生的头脑中逐步建立烃基与官能团位置关系等立体结构模型, 帮助学生打好进一步学习的方法论基础, 同时鼓励学生用学习到的知识解释常见有机物的性质和用途。

本节教学重点: 官能团的概念、乙醇、乙酸的组成、乙醇的取代反应与氧化反应、乙酸的酸性和酯化反应。

本节教学难点: 使学生建立乙醇和乙酸分子的立体结构模型, 并能从结构角度初步认识乙醇的氧化、乙酸的酯化两个重要反应。

1. 教学模式设计

乙醇、乙酸教学模式设计是各类公开或观摩课经常选用的内容, 有很丰富的素材来源供参考。在新课程中, 乙醇、乙酸的教学模式也将是重点开发的领域。

【教学设计 I】

合作教学模式(乙酸为例): 将学生分成不同的小组, 注意组间水平应接近, 组内水平有差异, 使小组探究和讨论能顺利开展起来。

提出问题: 怎么证明食醋中含有醋酸→小组设计→组内讨论、组间质疑→探究乙酸酸性实验→实验乙酸的酯化反应→分析乙酸的结构和酯化反应发生时断键的位置→讨论官能团对有机物性质的影响→讨论乙酸在生活中的妙用。

【教学设计 II】

探究教学模式(乙醇为例)

观察、归纳和总结乙醇的物理性质→完成探究实验: 乙醇与金属钠、乙醇与氧气的反应→总结实验现象→分析乙醇结构→认识乙醇性质、书写相关反应的化学方程式→讨论或网上查阅乙醇的用途→调查酗酒造成的危害, 强化社会责任意识。

【教学设计Ⅲ】

探究教学模式（乙醇为例）。

提出问题：观察乙醇的物理性质→回忆乙醇的组成→讨论乙醇分子中原子的连接情况，提出假设① CH_3OCH_3 ；假设② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ →讨论两种假设结构的相同点和不同点（必要时教师从键的类型和连接情况点拨）→实验验证：乙醇与金属钠的反应→进一步假设乙醇发生氧化反应时的断键方式→实验验证：乙醇的氧化反应→总结乙醇的结构和性质→课后活动①小论文：调查酗酒造成的社会不安定因素，你的建议，课后活动；②课本剧，酒后驾车，课后活动；③辩论会，公款消费与中国酒文化。

虽然上述每种模式各有特点，但都强调学生在课堂内外的参与程度，要特别注意学生的生活背景、兴趣和认知水平。例如，【教学设计Ⅲ】是假说法在教学中的应用，要求学生基础扎实、综合素质好，并在教师组织引导下发挥学生的思维水平优势，提高探究教学的质量。

2. 教学策略设计

本节可能用到的策略主要有：

- (1) 课时划分：乙醇 1 课时、乙酸 1 课时。
- (2) 问题创设：生活图片或录像、实践活动：认识酒和醋；化学史：酒和醋的历史；小实验：食物发酵、自酿米酒；调查：参观啤酒厂。
- (3) 内容呈现：观察样本、探究实验、表格、图片、乙醇、乙酸结构模型或多媒体动画等。
- (4) 方法手段：讲授、学生制作与实验、小组合作、参观、调查、实验条件控制、类比、归纳、假说、模型、讨论、科学抽象等。
- (5) 评价反馈：纸笔测试、小论文、展板、班级手抄报、辩论会、生活知识抢答赛等。

二、活动建议

【实验 3-2】 所取的金属钠颗粒要大些，实验前吸干钠表面的煤油；也可以在表面皿中进行反应，表面皿上盖一干燥的玻璃片，放在实物投影台上，以便于学生观察对比。

【实验 3-4】 可以将吸收装置改为导管连接干燥管，干燥管下端插入液面以下防止倒吸，在饱和碳酸钠中加几滴酚酞溶液，便于观察。

【科学探究】

- (1) 课题要求：设计实验，比较醋酸与碳酸的酸性强弱。
- (2) 具体设计：大理石与醋酸反应、碱面与醋酸反应。
- (3) 实验信息的收集和处理：

实验材料要易得，从气体的产生、固体的消失等实验现象收集信息，也可以做一个表格，比较碳酸和醋酸的性质，加深对弱酸的理解。

- (4) 其他建议：

① 根据学校的情况，可以补充乙酸酸性的其他实验。如乙酸与金属、乙酸与金属氧化物、乙酸与碱的反应等。

② 乙醇的消去反应实验，可作为课外活动或研究性学习的内容，由学生选择完成。

三、问题交流**1. 乙醇的氧化反应**

从乙醇的结构分析 C、H、O 原子形成的 C—H、C—O、O—H 键的多种断裂组合，讨



论乙醇可能的性质；这些内容可以指导部分学有余力的学生进行拓展学习。

2. 乙酸的酯化反应

乙醇与乙酸反应的断键方式，可能会引起学生的讨论，教师要注意从取代反应和 ^{18}O 同位素的示踪反应，说明酯化反应的本质。

四、部分习题参考答案和提示

1. B 2. B 3. AD 4. B 5. A 6. C 7. B

第四节 基本营养物质

一、教学设计

本章主要介绍了糖类、油脂和蛋白质等基本营养物质，这些物质与人的生命活动密切相关。在学习了甲烷、乙烯、苯等重要的基础化工原料，学习了乙醇、乙酸等烃的衍生物的主要特点后，再学习糖类、油脂和蛋白质，可使学生对有机物的初步认识相对完整，也可深化对不同有机物特点的理解，为后续学习做准备。

由于糖类、油脂和蛋白质的结构比较复杂，学生已有知识还不足以从结构角度认识糖类、油脂和蛋白质的性质，课程标准只要求从组成和性质上认识，因此，在教学设计时，不要盲目拔高要求，注重从生活经验和实验探究出发，认识糖类、油脂和蛋白质的组成特点，了解糖类、油脂和蛋白质的共同性质与特征反应。

本节教学重点：糖类、油脂和蛋白质组成的特点；糖类、油脂和蛋白质的主要性质。

本节教学难点：葡萄糖与弱氧化剂氢氧化铜的反应；油脂的水解反应。

1. 教学模式设计

由于课时有限，内容较多，设计的重点在于使学生了解糖类、油脂和蛋白质的组成特点，知道它们共同的性质，并能简单地加以鉴别即可。教学中应以学生的活动和讨论为主。

【教学设计 I】

提出问题：观察表 3-3，归纳糖类、油脂和蛋白质的组成特点→观察葡萄糖和果糖的结构式，找出它们各自的结构特点→实验 3-5，总结葡萄糖、淀粉、蛋白质的特征反应→完成实验记录表格→实验 3-6→阅读蛋白质和油脂的水解→列表比较糖类、油脂和蛋白质的水解反应的相似性和差异性→采用讨论、演讲或角色扮演等形式，加深对糖类、油脂和蛋白质组成、性质和用途的认识。

【教学设计 II】

网上查阅糖类、油脂和蛋白质与生命活动的关系→小组合作讨论，每个小组介绍糖类、油脂和蛋白质的某一个应用，学生评价其小组合作的质量→在此基础上，引入还应从哪些方面进一步了解糖类、油脂和蛋白质的问题→实验 3-5、实验 3-6（各小组可以分别选择相应的实验）→列表分析处理实验数据→归纳、小结。

两种设计的不同，主要在于教学设计 I 是从组成出发，探究性质，用实验检验；教学设计 II 是从用途出发，归纳性质，从结构角度提升认识。为了引起学生的兴趣，应当让学生多参与设计和实验过程，提问的角度和深度应当充分注意学生的实际情况。

2. 教学策略设计

根据不同的教学设计思路,在具体教学组织中可以使用不同的教学策略群,并根据自己的需要加以灵活运用。本节可能用到的策略主要有:

(1) 课时划分:糖类、油脂和蛋白质组成和性质 1 课时;糖类、油脂和蛋白质的应用 1 课时。

(2) 问题创设:初中相关知识复习、生活中常见的有关物质、图片、美食录像、实物等。

(3) 内容呈现:网上查阅、探究实验、表格、图片、多媒体动画等。

(4) 方法手段:讲授、学生实验、学生活动、实验条件控制、比较、类比、归纳、抽象等。

(5) 评价反馈:通过活动表现评价、档案袋评价、纸笔测试结合的综合评价,侧重评价学生的活动表现。

二、活动建议

【实验 3-5】 1. 可以用银镜反应来代替。只要求观察实验现象,不要求书写有关反应的化学方程式。

2. 可以设计不同的含淀粉食品,从未加工的土豆到加工过的面包等,加深学生对特征反应的认识;也可以用相同浓度的淀粉溶液,控制不同的温度(冷淀粉溶液和热淀粉溶液),让学生归纳总结特征反应的适用范围。至于其中原因,可作为课外拓展性课题,让学生自主学习,寻找答案。

【实验 3-6】 可以设计成探究实验。如何证明淀粉已开始水解?如何证明淀粉已水解完全?注意检测时溶液酸碱性的调节。其他活动建议:

(1) 有关糖类、油脂和蛋白质的小论文评选;

(2) 有关糖类、油脂和蛋白质的专题演讲;

(3) 小组展板比赛;

(4) 可放油脂水解的录像,或实验室中制取肥皂的录像;也可以将制取肥皂作为研究性学习的内容,在课外进行。

三、部分习题参考答案和提示

1. D 2. A 3. B 4. D 5. D 6. C 7. C 8. (1) C

9. (1) 未成熟的苹果肉中含淀粉,成熟的苹果汁液里含葡萄糖 (2) 碘水 (3) 加速水解 (4) 取小段线灼烧

10. 3.78 t

教学资源

1. 有机化学发展简介

“有机化学”一词于 1806 年首次由瑞典的贝采里乌斯(J. J. Berzelius, 1779—1848)提出,当时是作为无机化学的对立物而命名的。19 世纪初,许多化学家都相信,由于在生物体内存在着所谓的“生命力”,因此,只有在生物体内才能存在有机物,而有机物是不可能实验室内用无机物来合成的。1824 年,德国化学家维勒(F. Wöhler, 1800—1882)用氰经水解制得了草酸;1828 年,他在无意中用加热的方法又使氰酸铵转化成了尿素。氰和氰酸铵都是



无机物，而草酸和尿素都是有机物。维勒的实验给予“生命力”学说以第一次冲击。在此以后，乙酸等有机物的相继合成，使得“生命力”学说逐渐被化学家们所否定。

有机化学的历史大致可以分为三个时期。

一是萌芽时期，提出价键概念之前。

在这一时期，已经分离出了许多的有机物，也制备出了一些衍生物，并对它们作了某些定性的描述。当时的主要问题是如何表示有机物分子中各原子间的关系，以及建立有机化学的体系。法国化学家拉瓦锡 (A. L. Lavoisier, 1743—1794) 发现，有机物燃烧后生成二氧化碳和水。他的工作为有机物的定量分析奠定了基础。在 1830 年，德国化学家李比希 (J. von Liebig, 1803—1873) 发展了碳氢分析法；1883 年，法国化学家杜马 (J. B. A. Dumas, 1800—1884) 建立了氮分析法。这些有机物定量分析方法的建立，使化学家们能够得出一种有机化合物的实验式。

二是经典有机化学时期，由 1858 年价键学说的建立到 1916 年价键的电子理论的引入。

1858 年，德国化学家凯库勒 (F. A. Kekulé, 1829—1896) 等提出了碳是四价的概念，并第一次用一条短线“—”表示“键”。凯库勒还提出了在一个分子中碳原子可以相互结合，且碳原子之间不仅可以单键结合，还可以双键或三键结合。此外，凯库勒还提出了苯的结构。

早在 1848 年法国科学家巴斯德 (L. Pasteur, 1822—1895) 发现了酒石酸的旋光异构现象。1874 年荷兰化学家范霍夫 (J. H. van't Hoff, 1852—1911) 和法国化学家列别尔 (J. A. Le Bel, 1847—1930) 分别独立地提出了碳价四面体学说，即碳原子占据四面体的中心，它的 4 个价键指向四面体的 4 个顶点。这一学说揭示了有机物旋光异构现象的原因，也奠定了有机立体化学的基础，推动了有机化学的发展。

在这个时期，有机物结构的测定，以及在反应和分类方面都取得了很大的进展。但价键还只是化学家在实践中得出的一种概念，有关价键的本质问题还没有得到解决。

三是现代有机化学时期。

1916 年路易斯 (G. N. Lewis, 1875—1946) 等人在物理学家发现电子、并阐明了原子结构的基础上，提出了价键的电子理论。他们认为，各原子外层电子的相互作用是使原子结合在一起的原因。相互作用的外层电子如果从一个原子转移到另一个原子中，则形成离子键；两个原子如共用外层电子，则形成共价键。通过电子的转移或共用，使相互作用原子的外层电子都获得稀有气体的电子构型。这样，价键图像中用于表示价键的“—”，实际上就是两个原子共用的一对电子。价键的电子理论的运用，赋予经典的价键图像表示法以明确的物理意义。

1927 年以后，海特勒 (W. H. Heitler, 1904—) 等人用量子力学的方法处理分子结构的问题，建立了价键理论，为化学键提出了一个数学模型。后来，米利肯 (R. S. Mulliken, 1896—1986) 用分子轨道理论处理分子结构，其结果与价键的电子理论所得的结果大体上是一致的，由于计算比较简便，解决了许多此前不能解决的问题。对于复杂的有机物分子，要得到波函数的精确解是很困难的，休克尔 (E. Hückel, 1896—) 创立了一种近似解法，为有机化学家们广泛采用。在 20 世纪 60 年代，在大量有机合成反应经验的基础上，伍德沃德 (R. B. Woodward, 1917—1979) 和霍夫曼 (R. Hoffmann, 1937—) 认识到化学反应与分子轨道的关系，他们研究了电环化反应、 σ 键迁移重排和环加成反应等一系列反应，提出了

分子轨道对称守恒原理。日本科学家福井谦一(1918—1998)也提出了前线轨道理论。

在这个时期的主要成就还有取代基效应、线性自由能关系、构象分析,等等。

2. 酒的起源

酒的品种繁多,就生产方法而论,有酿造酒(发酵酒)和蒸馏酒两类。酿造酒是在发酵终了稍加处理即可饮用的低度酒,如葡萄酒、啤酒、黄酒、青酒等,酿造方法出现较早。蒸馏酒是在发酵终了再经蒸馏而得到的高度酒,主要有白酒、白兰地、威士忌和伏特加等,这种方法出现较晚。

最初的酒是含糖物质在酵母菌的作用下自然形成的有机物。在自然界中存在着大量的含糖野果,在空气里、尘埃中和果皮上都附着有酵母菌。在适当的水分和温度等条件下,酵母菌就有可能使果汁变成酒浆,自然形成酒。

酒的起源可以追溯到史前时期。人类酿酒的历史约始于距今4~5万年前的旧石器时代“新人”阶段。当时人类有了足以维持基本生活的食物,从而有条件去模仿大自然生物本能的酿酒过程。人类最早的酿酒活动,只是机械地重复大自然的自酿过程。

真正称得上有目的的人工酿酒生产活动,是在人类进入新石器时代、出现了农业之后开始的。这时,人类有了比较充裕的粮食,而后又有了制作精细的陶制器皿,这才使得酿酒生产成为可能。根据对出土文物的考证,约在公元前6000年,美索不达米亚地区就已出现雕刻着啤酒制作方法的黏土板。公元前4000年,美索不达米亚地区已用大麦、小麦、蜂蜜等制作了16种啤酒。公元前3000年,该地区已开始用苦味剂酿造啤酒。公元前5000年~前3000年,中国仰韶文化时期已出现耕作农具,即出现了农业,这为谷物酿酒提供了可能。《中国史稿》认为,仰韶文化时期是谷物酿酒的“萌芽”期。当时是用蘖(发芽的谷粒)造酒。出土的公元前2800年~前2300年的中国龙山文化遗址的陶器中,有不少尊、罍、盃、高脚杯、小壶等酒器,反映出酿酒在当时已进入盛行期。中国早期酿造的酒多属于黄酒。

中国是最早掌握酿酒技术的国家之一。中国古代在酿酒技术上的一项重要发明,就是用酒曲造酒。酒曲里含有使淀粉糖化的丝状菌(霉菌)及促成酒化的酵母菌。利用酒曲造酒,使淀粉质原料的糖化和酒化两个步骤结合起来,这对造酒技术是一个很大的推进。中国先人从自发地利用微生物到人为地控制微生物,利用自然条件选优限劣而制造酒曲,经历了漫长的岁月。至秦汉,制酒曲的技术已有了相当的发展。

南北朝时,制酒曲的技术已达到很高水平。北魏贾思勰所著《齐民要术》记述了12种制酒曲的方法,这些酒曲的基本制造方法,至今仍在酿造高粱酒中使用。

唐、宋时期,中国发明了红曲,并以此酿成“赤如丹”的红酒。宋代,制酒曲酿酒的技术又有进一步的发展。1115年前后,朱翼中撰成的《酒经》中,记载了13种酒曲的制法,其中的制酒曲的方法与《齐民要术》上记述的相比,又有明显的改进。

中国古代制曲酿酒技术的一些基本原理和方法一直沿用至今。在发明蒸馏器以前,仅有酿造酒,在中国主要是黄酒。只是在出现了蒸馏器之后,才能制造出高度的蒸馏酒。中国传统的白酒(烧酒)是最有代表性的蒸馏酒。李时珍在《本草纲目》里说:“烧酒非古法也,自元时始创其法”。所以一般人都以为中国在元代才开始有蒸馏酒。其实,在唐代诗人白居易(772~846)咏陶的诗句中,就曾出现过“烧酒”;另对山西汾酒史的考证,认为公元6世纪南北朝时已有了白酒。因此,可能在6~8世纪就已有了蒸馏酒。而相应的简单蒸馏器的创



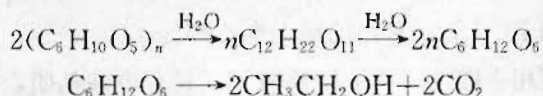
制,则是中国古代对酿酒技术的又一贡献。

3. 乙醇的工业制法

乙醇的生产是在酿酒的基础上发展起来的。远在上古时代人们已将淀粉物质发酵制酒。12 世纪在蒸馏葡萄酒时,第一次从酒中分离出酒精。20 世纪 30 年代以前,发酵法是乙醇的惟一工业生产方法。1930 年,美国联合碳化物公司建立了第一个用石油热裂化生产的乙烯为原料,经硫酸吸收再水解制乙醇的工业装置(简称乙烯间接水合法)。1947 年,美国壳牌化学公司又实现了乙烯直接水合制乙醇的方法。由于该法比间接水合法有显著优点,现已成为生产乙醇的主要方法。

按原料来源,乙醇的工业生产主要有两类:以糖类、淀粉和纤维素等碳水化合物为原料的发酵法和以乙烯为原料的水合法。

(1) 发酵法 将富含淀粉的农产品如谷类、薯类等或野生植物果实经水洗、粉碎后,进行加压蒸煮,使淀粉糊化,再加入一定量的水,冷却至 60℃ 左右并加入淀粉酶,使淀粉依次水解为麦芽糖和葡萄糖,然后加入酵母菌进行发酵制得乙醇:



发酵液中含乙醇的质量分数约为 6%~10%,并含有乙醛、高级醇、酯类等杂质,经精馏得质量分数 95% 的工业乙醇并副产杂醇油。

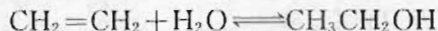
糖厂副产物糖蜜中含有 50%~60% (质量分数) 蔗糖、葡萄糖等糖类,是发酵法制乙醇的良好原料。糖蜜经用水稀释、酸化和加热灭菌处理后,加入硫酸铵、磷酸盐、镁盐等酶的营养盐以及酵母菌,便可发酵生成乙醇。

以含纤维素的工、农业副产物如木屑、植物茎秆等为原料时,需先用盐酸或硫酸加压、加热处理,使纤维素水解为葡萄糖,中和后再用酵母菌发酵。造纸厂的亚硫酸废液中含有可发酵糖,也可用于发酵制乙醇。这两种过程由于技术经济指标差,在工业上没有得到推广应用。

(2) 乙烯水合法 工业上有两种方法,一种是以硫酸为吸收剂的间接水合法;另一种是乙烯催化直接水合法。

① 间接水合法 也称硫酸酯法,反应分两步进行。首先将乙烯在一定温度、压力条件下通入浓硫酸中,生成硫酸酯,再将硫酸酯在水解塔中加热水解而得乙醇,同时有副产物乙醚生成。间接水合法可用低纯度的乙醇作原料,反应条件较温和,乙烯转化率高,但设备腐蚀严重,生产流程长,已为直接水合法所取代。

② 直接水合法 在一定条件下,乙烯通过固体酸催化剂直接与水反应生成乙醇:



上述反应是放热、分子数减少的可逆反应。理论上低温、高压有利于平衡向生成乙醇的方向移动,但实际上低温、高压受到反应速率和水蒸气饱和蒸气压的限制。工业上采用负载于硅藻土上的磷酸催化剂,反应温度 260~290℃,压力约 7 MPa,水和乙烯的物质的量比为 0.6 左右,此条件下乙烯的单程转化率仅 5% 左右,大量乙烯在系统中循环。主要副产物是乙醚,此外尚有少量乙醛、丁烯、丁醇和乙烯聚合物等。乙醚与水反应能生成乙醇,故将其返回反应器,以提高乙醇的产率。

无论用发酵法或乙烯水合法，制得的乙醇通常都是乙醇和水的共沸物，要得到无水乙醇需进一步脱水。

4. 无水酒精的制取

普通酒精含乙醇 95.57%（质量分数）和水 4.43%，这是恒沸点混合物即共沸物，它的沸点是 78.15℃，比纯乙醇的沸点（78.5℃）低。把这种混合物蒸馏时，气相和液相的组成是相同的，即乙醇和水始终以这个混合比率蒸出，不能用蒸馏法制得无水酒精。

在实验室中制备无水酒精时，是在 95.57% 酒精中加入生石灰（CaO）加热回流，使酒精中的水跟氧化钙反应，生成不挥发的氢氧化钙来除去水分，然后再蒸馏，这样可得 99.5% 的无水酒精。如果还要去掉残留的少量水，可以加入金属镁来处理，可得 100% 乙醇，叫做绝对酒精。

工业上制备无水酒精的方法是在普通酒精中加入一定量的苯，再进行蒸馏。于 64.9℃ 沸腾，蒸出苯、乙醇和水的三元恒沸混合物（比例为 74.0 : 18.5 : 7.5），这样可将水全部蒸出。继续升高温度，于 68.3℃ 蒸出苯和乙醇的二元混合物（比率为 67.6 : 32.4），可将苯全部蒸出。最后升高温度到 78.5℃，蒸出的是无水乙醇。

近年来，工业上也使用强酸性阳离子交换树脂（具有极性基团，能强烈吸水）来制取无水酒精。

5. 乙醇的生理作用

乙醇即酒精，以不同的比例存在于各种酒中，它在人体内可以很快发生作用，改变人的情绪和行为。这是因为酒精在人体内不需要经过消化作用，就可直接扩散进入血液中，并分布至全身。酒精被吸收的过程可能在口腔中就开始了，到了胃部，也有少量酒精可直接被胃壁吸收，到了小肠后，小肠会很快地大量吸收。酒精吸收进入血液后，随血液流到各个器官，主要是分布在肝脏和大脑中。

酒精在体内的代谢过程，主要在肝脏中进行，少量酒精可在进入人体之后，马上随肺部呼吸或经汗腺排出体外，绝大部分酒精在肝脏中先与乙醇脱氢酶作用，生成乙醛，乙醛对人体有害，但它很快会在乙醛脱氢酶的作用下转化成乙酸。乙酸是酒精进入人体后产生的唯一有营养价值的物质，它可以提供人体需要的热量。酒精在人体内的代谢速率是有限度的，如果一个人饮酒的速率大于体内代谢的速率，酒精就会在体内器官，特别是在肝脏和大脑中积蓄，积蓄至一定程度即出现酒精中毒症状。

如果在短时间内饮用大量酒精，初始酒精会使人兴奋、减轻抑郁程度，这是因为酒精压抑了某些大脑中枢的活动，这些中枢在平时对极兴奋行为起抑制作用。这个阶段不会维持很久，接下来，大部分人会变得安静、忧郁、恍惚，直至不省人事，严重时甚至会因心脏被麻醉或呼吸中枢失去功能而造成窒息死亡。

6. 甲醇、乙醇——车用新燃料

石油资源日趋枯竭的趋势迫使人们去解决汽油问题。为此人们一方面致力于汽油的人工合成，另一方面努力寻找代用汽油。目前已找到的代用汽油有甲醇、乙醇、氢气等。工业发达国家相继出现过甲醇汽车、乙醇汽车和氢气汽车。目前使用和研究较多的是甲醇和乙醇，简要介绍如下：

（1）甲醇（CH₃OH）



甲醇是一种性能优良的汽车新燃料，它的主要优点是辛烷值高，没有污染。实践证明，当汽油中掺入甲醇后，由于它的抗震性能好，无需再加四乙基铅。这种混合燃料燃烧完全，热利用效率高，排放的气体中无铅，一氧化碳和其他残留的碳氢化合物量大大减少，从而减轻了环境污染。

甲醇作为汽车燃料的使用方法有两种，一种是甲醇与汽油混用，一般在汽油中掺入15%~20%的甲醇；另一种是甲醇单独使用。

甲醇能作为汽车燃料，是因为它与汽油有许多相似之处，如两者的相对密度相同；燃烧时的火焰温度相近，甲醇为1 900 °C，汽油为2 100 °C；发火点接近，甲醇为470 °C，汽油为430 °C。但甲醇燃烧的热值比较低，为22 990 kJ·kg⁻¹，大约相当于汽油的一半；而且蒸发潜热大，为1 129 kJ·kg⁻¹，大约是汽油（351 kJ·kg⁻¹）的3倍多，致使甲醇作为燃料使用有一定的弊病。例如，同样一油箱燃料，甲醇行驶的路程只有汽油的一半；而且在气候寒冷时，发动机的发动就比较困难。后一问题现在已基本解决，通常采用在甲醇中掺入适量丙烷的办法。

甲醇作为能源是一种优良的液体燃料，不仅是汽车的良好燃料，也是很好的发电燃料。甲醇能否成为现代能源的一大支柱，关键在于甲醇成本的降低，有人认为如果甲醇的价格减到目前价格的1/20，则可能成为现实。

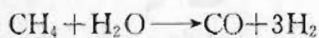
自20世纪20年代以来，甲醇一直是由一氧化碳经高温、高压和使用固体催化剂加氢的方法制得：



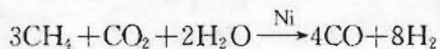
降低甲醇成本的关键是催化剂。最初使用铬铬氧（ZnO-Cr₂O₃）作催化剂，由于它的催化活性低，反应需在350~450 °C的高温 and 25.0 MPa~76.0 MPa的高压下才达到具有经济意义的转化。1966年以后，英国、日本、美国和西德发展了以氧化铜为基础的锌、铬三元催化剂。这种催化剂使操作压力和温度分别降到5.0 MPa~10.0 MPa和250~300 °C，从而降低了成本。但这种催化剂对硫中毒比较敏感，这意味着原料合成气必须经严格净化才行。

另外，从理论上分析，合成甲醇的反应是一个分子数减少的放热反应，因而降低温度和提高压力都有利于甲醇得率的提高。在常压下，当温度低于140 °C时ΔG才是负值，这意味着在常压下，只有当温度低于140 °C时，合成甲醇的反应才能自发进行；当压力为5.0 MPa~10.0 MPa时，才能获得经济上可行的甲醇得率。如果能寻找到一种更活泼的低温催化剂，使反应降低到5.0 MPa~10.0 MPa的压力范围，则甲醇的成本将大幅度降低。

至于原料合成气（CO和H₂的混合物），可通过煤的气化；也可由天然气通过甲烷与水蒸气的反应获得：



近年来，有人提出将甲醇与合成氨装置联合组建，利用合成氨装置中水煤气变换反应生成的CO₂与甲烷和水蒸气在800 °C下，通过镍催化剂进行反应获得合成气：



(2) 乙醇（CH₃CH₂OH）

乙醇也是一种抗震性能好、无污染的理想燃料，它的相对密度（0.79）、沸点（78 °C）都与汽油相近，热值为29 713 kJ·kg⁻¹，比汽油的低。

用乙醇代替汽油也有与汽油混用和单独使用两种方法。目前应用较广的是与汽油混用法，

一般在汽油中掺入 10%~20% 的酒精。这种混合燃料，由于酒精的抗震性能好，不再加入四乙基铅，从而减少了汽车排气对环境的污染。当酒精单独作为汽车燃料时，由于酒精的发火点比汽油低，其热值又少，故必须对汽车发动机进行改进。

7. 蔗糖的甜味

甜味通常用舌尖感觉。有一种联系到分子结构的甜味理论，认为许多有甜味的化学物质存在着距离为 0.3 nm 的两个能形成氢键的基团，这两个基团必须是分离的而不致互相结合。舌头上有配合形成氢键的一边，这可以表示如图 3-2。

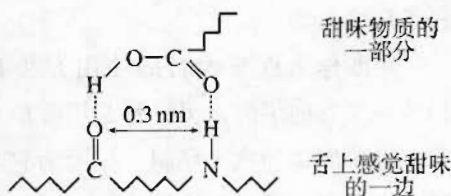


图 3-2 甜味感觉的示意图

当甜味物质的一部分键合到舌头上的一边，特殊的神经细胞就传出一系列的信息，感觉到甜味。蔗糖和糖精（邻磺酰苯甲酰亚胺）的甜味基团表示如图 3-3。

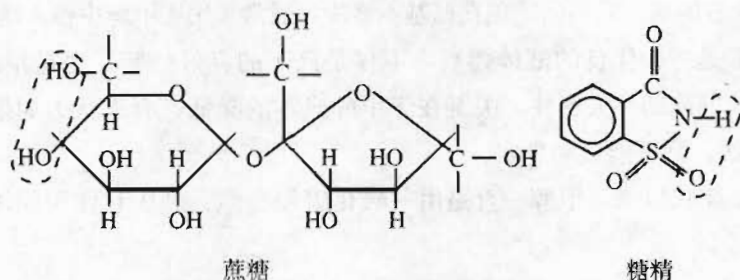


图 3-3 蔗糖和糖精的甜味基团

糖精的甜味比蔗糖高 300~500 倍。该甜味理论没有能够解释这一点，需进一步探索。

8. 尿糖的检验

糖尿病患者的尿液中，含有较多的葡萄糖。根据含糖量可以确定病情轻重。由于葡萄糖分子中含有醛基而具有还原性，检验尿液中含糖量的方法就是利用葡萄糖的还原性。检验的药液可以按下列方法配制：将 3.5 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 溶解于 100 mL 水中；另将 17.3 g 酒石酸钾钠 ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 和 6 g 氢氧化钠溶解于 100 mL 水中，取相同体积的上述两种溶液相混合，形成蓝色的氢氧化铜的碱溶液。在试管里放入少量尿液，滴加几滴上述试液，振荡试管，使尿液与试液混合均匀，在酒精灯上加热。如果出现红色沉淀，说明有大量 Cu_2O 生成，尿液中葡萄糖含量较高，患者病情较重，用“++++”表示；如果出现土黄色，含糖量为中等（+++）；如果出现黄绿色，含糖量为少量（++）；如果出现绿色，含糖量为微量（+）；如仍保持原来的蓝色，证明尿液中不含葡萄糖，用“-”表示。

医院中检验尿糖还使用斐氏试剂。这种试剂长期存放不易变质。配制方法如下：将 20 g 柠檬酸和 11.5 g 无水碳酸钠溶于 100 mL 热水中，将 20 mL 质量分数为 10% 的硫酸铜溶液慢慢加入上述溶液中，振荡，混合均匀。若溶液不澄清，需进行过滤，所得蓝色透明的溶液即为斐氏试剂。为了快捷方便，现在医院使用仪器检验尿糖。

9. 淀粉和碘的显色机理

直链淀粉遇碘呈蓝色，支链淀粉遇碘呈紫红色，糊精遇碘呈蓝紫、紫、橙等颜色。这些显色反应的灵敏度很高，可以用作鉴别淀粉的定量和定性的方法，也可以用它来分析碘的含量。纺织工业上用它来衡量布匹退浆的完全度。



为什么碘遇淀粉或糊精会出现不同的颜色呢？以前认为，淀粉能吸附碘，使碘吸收的可见光的波长向短的波长方向移动，棕色的碘液就变成蓝色。同理，支链淀粉和糊精也能吸附碘，不过吸附的程度不同，因此呈现的颜色不同。这种解释的有力根据是碘的淀粉液在加热时蓝色消失。这就被认为是加热后分子动能增大，引起解吸的缘故。

近年来用先进的分析技术（如X射线、红外光谱等）研究碘跟淀粉生成的蓝色物，证明碘和淀粉的显色除吸附原因外，主要是由于生成包合物的缘故。什么是包合物呢？直链淀粉是由 α -葡萄糖分子缩合而成螺旋状的长长的螺旋体，每个葡萄糖单元都仍有羟基暴露在螺旋外。碘分子跟这些羟基作用，使碘分子嵌入淀粉螺旋体的轴心部位。碘跟淀粉的这种作用叫做包合作用，生成物叫做包合物。在淀粉跟碘生成的包合物中，每个碘分子跟6个葡萄糖单元配合，淀粉链以直径0.13 pm绕成螺旋状，碘分子处在螺旋的轴心部位。

淀粉跟碘生成的包合物的颜色，跟淀粉的聚合度或相对分子质量有关。在一定的聚合度或相对分子质量范围内，随聚合度或相对分子质量的增加，包合物的颜色的变化由无色、橙色、淡红、紫色到蓝色。例如，直链淀粉的聚合度是200~980或相对分子质量范围是32 000~160 000时，包合物的颜色是蓝色。分支很多的支链淀粉，在支链上的直链平均聚合度20~28，这样形成的包合物是紫色的。糊精的聚合度更低，显棕红色、红色、淡红色等。

表 3-1 淀粉的聚合度与生成碘包合物颜色的对应关系

葡萄糖单位的聚合度	3.8	7.4	12.9	18.3	20.2	29.3	34.7 以上
包合物的颜色	无色	淡红	红	棕红	紫色	蓝紫色	蓝色

淀粉跟碘生成的包合物在 pH=4 时最稳定，所以它的显色反应在微酸性溶液里最明显。

10. 淀粉在人体内的代谢

当人们摄入含淀粉的食物时，经过咀嚼食物被磨碎。淀粉跟唾液混合，在近乎中性的条件下，淀粉经唾液淀粉酶的作用，其中一部分被水解，形成麦芽糖。当食物团被吞咽入胃，在没有被胃酸浸透以前，唾液淀粉酶还可以起作用。食物团被胃液浸透后，酸性条件阻止了唾液淀粉酶的继续作用。

当食物进入十二指肠时，胃酸被胰液中的碳酸氢钠中和，为小肠中酶的作用提供必要的碱性条件。这时，由口腔、胃转运来的淀粉和麦芽糖等，经胰液淀粉酶、麦芽糖酶、蔗糖酶、乳糖酶等作用相继水解为葡萄糖等单糖。

复习题参考答案

1. B 2. C 3. CD 4. AD 5. C 6. A

7. (1) 错。分子式相同而结构不同的化合物互为同分异构体。(2) 错。某有机物完全燃烧后生成二氧化碳和水，说明该有机物中必定含有碳、氢两种元素，可能含氧元素。(3) 错。甲烷与氯气的混合气体在光照下反应，生成4种氯代甲烷和氯化氢。(4) 对。

8. 把药片溶解于水后，用碘水检验。

9. 2:3, 28:45

10. 各 360 g

本章说明

一、教学目标

1. 以金属矿物的开发和利用为例,认识化学方法在实现物质间转化中的作用,体会保护金属资源的重要性。
2. 了解海水资源开发和利用的前景及化学在其中可以发挥的作用。
3. 认识煤、石油和天然气等化石燃料综合利用的意义。
4. 以聚乙烯为例,认识聚合反应、高分子化合物并了解高分子材料在生活等领域中的应用及可能带来的环境问题。
5. 认识化学在环境保护中的作用,树立绿色化学的观念。

二、内容分析

1. 地位和功能

众所周知,化学研究和应用的一个重要目标就是开发和利用自然界中一切可能的物质资源和能量资源,为人类生存和社会发展提供必要的物质和能源基础;同时,应该注意到这一过程必须同自然环境相互协调,走可持续发展的道路。这也是贯穿本章始终的重要核心观念。

以金属矿物、海水和化石燃料等为例,了解利用化学变化实现物质间的转化,以及这些过程和产物在我们日常生活和社会发展中的重要作用。从科学、技术和社会相互作用背景的角度,有利于学生加深体会化学在综合利用自然资源中的作用,学会辩证地看待人类与自然协调发展中可能会遇到的问题,并培养做出明达决策的意识和能力;从学科知识的角度,有利于学生将前面所学过的知识和技能进行必要的梳理、归纳和拓展,主要包括无机物之间的转化(在固态和溶液状态下,金属及其化合物、非金属及其化合物的反应)、有机物之间的转化(裂解反应、聚合反应)。因此,本章作为高中必修模块的结尾,不仅对于学生总结复习很重要,而且对于学生进一步确定、学习后续的选修模块乃至选择自己未来的升学和就业方向都可能会产生一定的影响。

2. 内容的选择与呈现

(1) 突出主题,将科学教育与人文教育融为一体

根据课程标准,本章主题是化学与可持续发展,主要包括相辅相成的两个方面,一是利用化学变化不断地提供人类生存和发展的物质条件(主要包括获得有用物质和获得能量),利用化学变化还可以创造自然界原本没有的物质(主要指有机合成高分子化合物),从而使生活更加方便、舒适;二是在开发自然资源的过程中,必须深刻地认识到保护周围环境、维护生态平衡的重要性,建立可持续发展的观念。应该承认,化学与可持续发展是一个很大的主题,



高中必修课程中只能通过一些典型的实例,帮助学生逐步认识这些问题。

本章从金属矿物的开发利用引入,通过金属冶炼的基本原理,使学生认识到化学是冶金工业的重要科学基础,化学方法是由金属化合物转变成金属单质的惟一方式,金属活动性和氧化还原反应发生的条件是选择金属冶炼方式的主要依据。通过一些实验、思考和讨论,帮助学生认识金属冶炼过程往往需要消耗大量的能量,也容易造成严重的环境污染,那么,改进工艺条件、节能降耗、回收废旧金属制品等,就成为与冶炼金属同样重要的问题。

海洋资源的开发是人类生存和发展必须面对的问题,仅以海水为例,如何使其中溶解的大量有用物质为我所用则是一个极具挑战性的课题。同金属冶炼这一古老产业相比,海水资源的利用还处于初始阶段,从化学变化角度来看,主要是在海水中各种元素的提取绝不像在实验室进行的试管实验那样简便易行,这里留给学生想象和创造的空间像海洋一样广阔和深远,也会使他们认识到,一些化学原理并不复杂的过程在实际生产中会遇到很多复杂的问题。

通过日常生活经验,学生比较熟悉化石燃料作为能源的利用,对化石燃料作为重要化工原料可能了解并不多,况且化石燃料的综合利用还是更为重要的发展方向,但限于课时和知识基础,通过本章学习学生只能对此形成一些粗略的认识,主要包括化石燃料的化学成分、石油化工生产的一般过程和原理、应用广泛的石油化工产品以及石油化工生产的发展趋势等。

塑料、合成纤维和橡胶等有机高分子化合物,目前主要是以化石燃料为原料生产的,这可以帮助学生体会石油化工同日常生活之间的紧密联系,体会石油化工给人类带来的诸多好处,认识化学在物质生产领域的极大创造性和重要价值,提高学习化学、化工的兴趣,提高参与讨论诸如白色污染、可降解塑料等有关社会问题的科学素养水平。

环境保护同样是人类可持续发展所面临的一个重大课题。本章教材主要使学生了解化学在环境保护工作中发挥重要作用的三个主要领域,即环境情况的监测、“三废”的治理以及寻找源头治理环境污染的生产工艺(绿色化学)等。通过一些“思考与交流”活动,认识含硫、氮氧化物形成酸雨及其化学控制的原理,分析水华、赤潮等水体污染的成因,从环境保护的角度,讨论在化学实验中应该注意什么问题等等,提高爱护环境从我做起的自觉性,培养珍惜资源、珍爱生命、爱护地球等现代公民应该具有的价值观和社会责任感。

(2) 体现基础性、时代性和选择性

“基础性”表现在紧紧围绕金属矿物、海水和化石燃料这些人类重要自然资源的综合利用中的化学基本原理和基础知识,如:①氧化还原反应原理及其应用;②金属活动性顺序;③典型非金属元素——卤素及其化合物之间的转化;④分离混合物的基本操作——蒸馏、分馏;⑤具有典型结构的有机物——乙烯的聚合反应等。

“时代性”表现在关注自然资源开发和社会可持续发展这一当今社会热点问题,努力揭示化学在面对和解决这一问题中的作用和价值。例如,化学是人类开发和利用金属矿物、海水和化石燃料等物质资源的重要科学基础,也是节约和拓展自然资源(包括能源)的科学基础。再如,化学在环境监测、“三废”治理中的重要作用以及绿色化学的原理,从而帮助学生树立可持续发展的观念。适当地引入了现代化学的观念,如多金属结核、超分子(对大多数学生不做教学要求)、原子经济等,对传统的知识内容进行了更新。

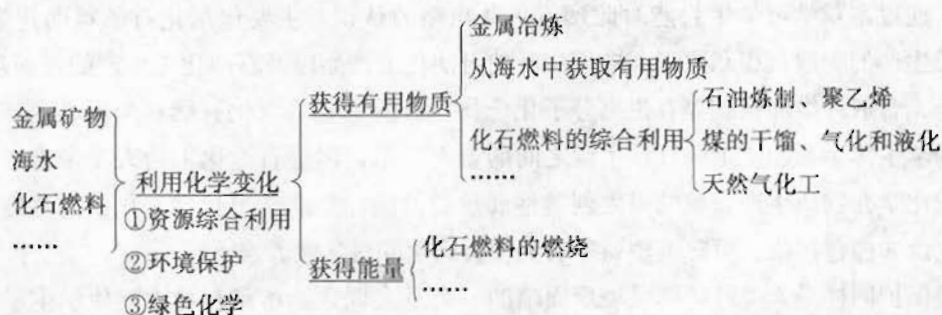
“选择性”主要表现在除了课程模块的选择性外,在基础模块内也体现选择性。如教材内容的典型性和示范性,教师可以根据这些内容,结合自己的教学经验、学校条件和学生的实

际情况,重新调整和补充教材中的教学内容,有条件的可以指导学生上网、去图书馆、科技馆和实际生产中进行参观、调查、访问,也可以进行专题的报告,从而丰富教材的内容;再如通过一些栏目、活动等,满足不同学生的兴趣、爱好,启发他们更深入地对某些课题进行学习和研究。

(3) 更新呈现方式,促进学生学习方式转变

通过多样化的呈现方式,帮助学生理解化学与可持续发展这一主题,如资料卡片“自然资源与可持续发展”“海水提溴”“甲烷水合物”;科学视野“自然资源的开源与节流”“壁虎的脚与胶黏剂”以及科学探究、实验、思考与交流、学与问等活动,不仅如此,更主要的目的在于改变被动的、接受式学习这种单一的学习方式,促进学生积极主动的多样化学习方式的转变;改变只重视知识理解和掌握等学习结果的倾向,向追求多元化学习目标、重视过程的理解和体会的转变;改变教材内容是惟一正确知识的倾向,向开发以教材为主要学习媒体的多种、开放、互动的教学资源的转变。

3. 内容结构



三、课时建议

第一节 开发利用金属矿物和海水资源	2 课时
第二节 资源综合利用 环境保护	2 课时
复习和机动	1 课时

教学建议

第一节 开发利用金属矿物和海水资源

一、教学设计

本节教学的主要目标是帮助学生认识和体会化学在自然资源开发和利用中的意义和作用,揭示化学与可持续发展的重要关系,树立资源保护意识及合理开发意识。因此,教学要围绕这一教学目标展开。教材从金属矿物以及海水资源的开发利用两个专题,阐明化学在自然资源的合理开发和综合利用中的作用,首先是因为在当今全球资源、能源供应紧张与人口迅速增长的矛盾日益突出的情况下,金属矿物和海水资源同人类的生活有着日益紧密的联系,同时学生在前面的学习中已经了解钠、铝、铁、铜等金属以及氯、氮、硫、硅等非金属及其重要化合物的主要性质,并且对金属冶炼及海水资源也有一定的了解,这些都为本节学习创造了条件。

本节教学重点:了解化学方法在金属矿物开发(主要是金属冶炼)及海水资源开发中的



作用。

本节教学难点：学生在掌握金属冶炼的一般原理基础上，了解适用于不同金属的冶炼方法。

1. 教学策略设计

为了揭示化学在资源开发和利用中的价值，拉近化学和学生的距离，教学中可以在教材的基础上适当增加素材，尽可能地提供感性材料，便于学生体会。关于金属冶炼以及海水蒸馏这部分知识可以采用多媒体提供材料，学生自己总结归纳的方法学习，也可以采用联系已学知识和生活经验，以实例引导学生讨论的方法展开。

(1) 教学方法的选择

设计教学策略时，应该考虑当地和本校的教学条件。教学时都可以利用图片、录像、多媒体课件等为学生提供丰富的背景材料，以便形成丰富的感性认识，再结合已有知识对金属冶炼、海水综合利用等学习内容进行讨论、归纳，使学生的认知向前发展。

(2) 教学组织形式的选择

教学活动是通过一定的组织形式实现的。根据各地、各学校的具体条件，结合本节课的教学目标，可以采用集体教学或小组教学两种教学形式进行。

(3) 教学媒体的选择

虽然本节内容学习难度不大，但是要使学生在有限的课时内了解金属矿物和海水资源开发利用的基本知识，就要有较大的信息量。所以选择教学媒体时可以利用图片、录音、录像材料以及多媒体动画，或将它们有机结合，充分发挥其整体功能，优化教学过程。

(4) 评价反馈

每节课学习结束，可以采用多种评价方式对学习效果进行反馈。例如，可以利用多媒体呈现形成性练习、学生自我总结归纳所学知识、同学互相访谈、提问或分组开展研究性学习，最终形成研究性学习论文，等等。

(5) 课时建议

“金属矿物的开发利用” 1 课时；“海水资源的开发利用” 1 课时。

2. 教学模式设计

针对不同的学生水平，可以采用不同的教学模式。对于金属矿物的开发利用，可以参考以下教学流程：

多媒体展示多种金属矿物及当代矿物开发水平→展示从金属矿石中提炼金属的步骤→引导学生回顾所学有关金属制备的知识，由具体到一般进行归纳总结（或多媒体呈现后学生归纳）→学生讨论归纳金属的活动性顺序与金属冶炼的关系、归纳几种常用金属冶炼方法→录像：合理开发金属资源→活动探究：开发海底金属资源设想或回收废旧金属的意义（可作为研究性学习课题）。

对于第二部分海水资源的开发利用，可以参考以下教学流程：

【教学设计 I】

录像（或幻灯片）：海水资源介绍→提出问题：利用海水资源，要解决哪些问题？→呈现录像（或幻灯片）：海水淡化装置→实验演示（原理分析）→多媒体呈现：海水化学资源概况→问题探究：海水提溴、海带中 I^- 的检验→实验→研讨：自然资源的开源节流。

【教学设计 II】

课前布置任务,搜集海水资源开发资料→小组汇报→提出海水淡化装置设想(包括原理分析)、海水提溴、海带中 I^- 的检验→相互评价→研讨:自然资源的开源节流。

当然,教学时还可以采取比较灵活的其他方法,不必为教材所限。例如,可以开展协作学习,让学生自学教材内容,上课时组织学生观看相应的科普录像,然后就金属冶炼、海水淡化、海水综合利用等问题进行讨论,并就化学和开发利用自然资源的关系进行研讨,等等。

二、活动建议

1. 开展协作学习

提出课题:如金属元素在自然界中的存在、分布;金属资源的开发;金属冶炼;人类冶炼和使用金属的历史;金属资源的回收和再利用;海洋资源的类型;海水资源的开发及利用现状;海水淡化的现状及前景;自然资源和可持续发展的关系,等等。这些课题为广大同学提供了丰富的研究性学习的机会,完全可以让学生在课余就以上全部或部分问题开展研究性学习,通过查找资料、进行专家访谈或进行研讨等活动,既有利于达成本节学习目标,又调动了学生学习的主动性、积极性,同时还锻炼了能力,增强了学生的社会意识和社会责任感。

2. 组织科学探究

(1) 为什么不同的金属冶炼方法不同?

冶炼金属的实质是用还原的方法使金属化合物中的金属离子得到电子变成金属原子。由于不同的金属离子得电子的能力不同,所以冶炼的方法不同。

(2) 金属活动性顺序与金属冶炼

金属活动性顺序中,金属的位置越靠后,越容易被还原,用一般的还原方法就能使金属还原;金属的位置越靠前,越难被还原,最活泼金属只能用最强的还原手段来还原。

金属活动性顺序	K Ca Na Mg Al	Zn Fe Sn Pb (H) Cu	Hg Ag
金属原子失电子能力		强 → 弱	
金属离子得电子能力		弱 → 强	
主要冶炼方法	电解法	热还原法	热分解法

(3) 为什么人类使用铁器比使用铜器晚?

金属使用的先后与金属冶炼的难易有关。

(4) 海水提溴和海带中 I^- 的检验

海水提溴只要原理正确即可; I^- 的检验,提出问题讨论:很多氧化剂都可以氧化 I^- ,用 H_2O_2 有什么好处?(颜色变化明显)

【实验 4-1】

注意事项:实验时要注意安全,反应装置应远离易燃物;铝粉要细(200 目以上),最好用铝银粉(商业名称);预先擦去镁带的氧化膜,长度约需 10 cm。(过短热量不够,影响实验效果)

三、问题交流

【思考与交流】

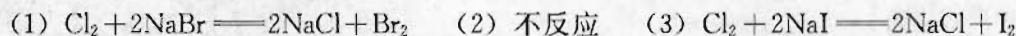
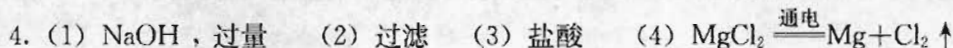
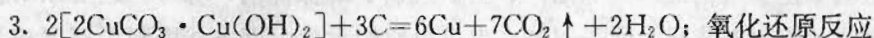
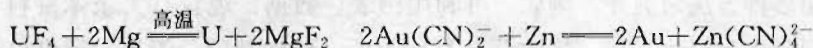
1. 目前海底矿藏资源的勘探和开采技术还不够成熟,要投入实用更面临许多课题。除了



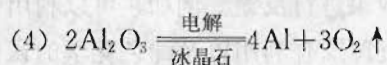
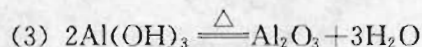
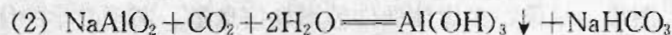
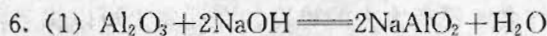
成本比陆地高以外,还存在破坏生态环境等问题。有资料表明,开采海底矿藏作为一个产业将在2010~2030年才能形成。

2. 废旧金属资源的再生利用肩负着提供新资源、改善环境和保护人类生存条件等任务,是一项利在当代、功在千秋的社会性公益事业。通过查阅有关资料,帮助学生树立节约资源、爱护环境、变废为宝等意识。

四、部分习题参考答案和提示

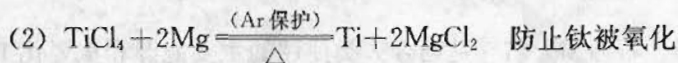
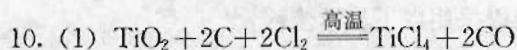


(4) 不反应



生产过程中的(1)、(2)主要涉及中和反应,而中和反应为放热反应,故耗能较少;(3)、(4)为耗能较高过程,加热可使 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 脱水生成 Al_2O_3 ,但不能使 Al_2O_3 还原为Al,后者转化更难,耗能最多

7. 55.0%



第二节 资源综合利用 环境保护

一、教学设计

本节教材从资源利用和环境保护这一视角,进一步阐明化学和人类可持续发展的关系,与上节内容相辅相成。纵观历史,从使用火到利用水、木材、煤、石油、天然气等资源,人类能源的来源全部都是从自然界中得到,其中的大多数资源属于不可再生的有限资源。仅仅注重资源开发是远远不够的,人类要实现可持续发展,就必须做到合理开发资源、最大限度地利用好资源,还要保护好环境。而化学不仅在资源开发上能发挥重要作用,在资源的综合利用以及环境保护方面同样大有用武之地。因此,在学习第一节内容之后,教材又安排了第二节内容,能使学生对化学与可持续发展有一个全面的认识。

本节教学重点：煤、石油、天然气的综合利用，特别是石油的利用；有机高分子化合物的合成；通过环境保护和绿色化学的有关知识，使学生加强环保意识并培养绿色化学的理念。

本节教学难点：石油裂化的原理。

1. 教学策略设计

本节教学重在使学生做到了解和体会，知识教学不必过分加深、拓宽。要有意识地增强学生的参与度，激发学生的学习兴趣。

(1) 教学方法的选择

本节教学可采用多种方法来展开。例如，可利用图表、数据、观看有关录像资料、研讨或结合当地情况组织学生参观化工厂、炼油厂、科研院所、环保部门，等等。还可以结合当地或其他地方污染或污染治理情况，展开调查，也可以组织学生上网查找资料，开展相关的研究性学习。

(2) 教学组织形式的选择

根据教学内容，结合各地、各校的具体情况，本节教学也可以采用集体教学或小组教学两种形式进行。

(3) 教学媒体的选择

本节内容主要要求学生大致了解，用心体会，没有太大的难度。在课堂上可以将多种媒体进行整合，通过实物、模型、图表、录像、多媒体课件等增加信息量，实现教学的优化。

(4) 评价反馈

本节学习之后，也可以采用多种评价方式对学习效果进行反馈。例如，可以利用多媒体呈现形成性练习、请学生归纳总结学习内容、交流对资源综合利用以及绿色化学的认识，或就化学与资源利用、环境保护、绿色化学的关系写一篇小论文，等等。

(5) 课时建议

“煤、石油和天然气的综合利用” 1 课时；“环境保护与绿色化学” 1 课时。

2. 教学模式设计

“煤、石油和天然气的综合利用”的教学可以采用以下教学流程：

【教学设计 I】

数据展示或观看录像：煤、石油和天然气是当今人类使用的主要能源和重要化工原料→实物：煤样品→煤的组成简介→根据煤的组成让学生联系实际生活，分析烧煤时会有哪些污染，如何使煤变成清洁能源以及煤除了燃烧以外还有什么用途→煤的综合利用：干馏、气化和液化→展示：煤干馏的主要产品及用途→天然气及其用途和开发前景简介→展示原油样品→介绍组成（也可观看录像）→结论：为了提高石油的利用率，应当将石油中的各种成分进行一定程度的分离→启发：对于互溶的液体混合物应当如何分离？→石油分馏介绍（借助录像或图片）→图片：各种石油馏分的用途→石油裂化和裂解→介绍三大合成材料→聚合反应生成高分子化合物简介→谈感受：科技进步给我们带来了什么？怎样处理资源利用和环境保护的关系？→研究性学习作业：思考与交流。

【教学设计 II】

课前自学教材内容，收集有关煤、石油、天然气综合利用的资料（包括文字及录像）→小组代表汇报→教师引导分析：为什么要对资源综合利用？→谈感受：科技进步给我们带来



了什么？怎样处理资源利用和环境保护的关系？→研究性学习作业：思考与交流。

“环境保护与绿色化学”的教学可以采取多种灵活的教学方式，既可以进行常规课教学，也可以分组进行研究性学习，还可以组织走访科研院所或环保部门。无论采用哪种学习方式，目的都是使学生树立环保意识和绿色化学的理念。

二、活动建议

1. 开展协作学习

通过本节学习，学生应当明确化学在资源利用和环境保护中的重要作用。发展经济，不能走先污染再治理的老路，要提倡绿色化学。而资源的综合开发以及绿色化学等思想已经为社会接受并深入人心。在学习本节时，要充分调动学生的积极性，根据各校实际情况开展协作学习，要鼓励学生主动参与。可以把学生分成小组，小组间相互协作开展社会调查、上网查找资料、学者访谈等方式进行研究性学习。

2. 组织科学探究

(1) 通过上网查找相关资料，了解我国煤炭、石油、天然气工业的发展现状，以及煤、石油和天然气在国民经济中的重要地位，提出对能源发展方向的见解。

(2) 通过走访相关的部门和单位，了解节约能源和防止污染的重要性，探讨应当采取的措施，并写出一篇小论文。

(3) 通过网络查找资料或走访专家、学者，了解绿色化学的含义并体会绿色化学在化工生产中的重要性。

(4) 怎样解决塑料袋和塑料快餐盒的方便性、低成本和环境污染之间的矛盾？

(5) 酸雨和生活污水有哪些危害？以酸雨的防治和无磷洗涤剂的使用为例，谈谈化学在环境保护中的作用。

三、问题交流

【思考与交流 1】

1. 合成材料的生产和使用与环境保护、协调发展是一个社会问题，很多具体问题就现实地摆在我们面前。例如，是限制使用聚苯乙烯快餐盒，还是回收利用？

请根据所学的内容，并搜集必要的资料，就支持和反对大量生产和使用合成材料展开讨论或辩论。可以参考下列正方和反方的一些观点：

正方观点举例：

(1) 生产和使用合成材料可以更加合理地开发和利用自然资源；

(2) 生产和使用合成材料可以使利用太阳能变得方便、经济和实用；

(3) 用合成材料替代木材、棉花、天然橡胶等，有利于生态环境的保护。

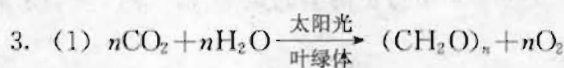
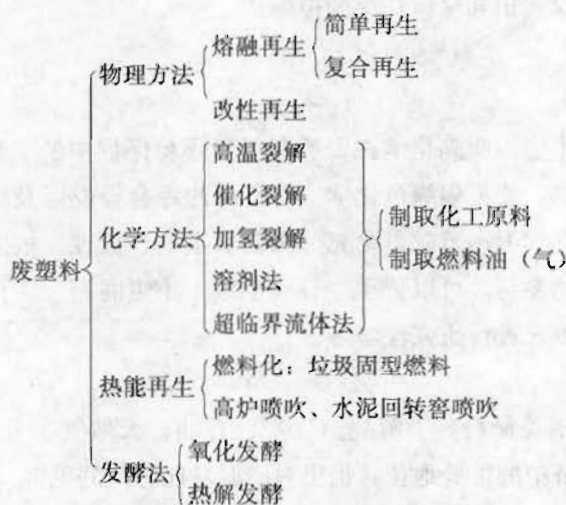
反方观点举例：

(1) 生产和使用合成材料等自然界原本没有的物质，超出环境的自然消化能力，这不是科技的进步，而是异化和倒退。

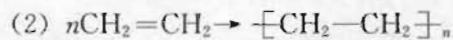
(2) 废旧合成材料的回收和利用并不容易，甚至有些材料的回收再生成本大大高于制造成本，从经济上考虑根本不合算。

(3) 天然的东西是最好的，我们应该提倡“回归自然”的绿色生活方式，拒绝生产和使用合成材料。

2. 回收利用废旧合成材料主要有三种途径：一是通过熔融再生重新做成多种有用的材料；二是采用热裂解或化学处理的方法使其分解，用于制备多种化工原料；三是将废旧合成材料作为燃料使用。



光合作用产生的糖类化合物是生物所利用的重要能源，这一过程也是氧循环的重要环节。

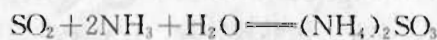
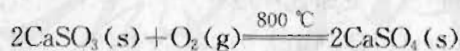
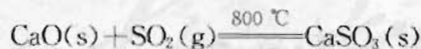


由化石燃料中获得的基本化工原料，可以通过化学变化，为人类提供必要的物质基础。

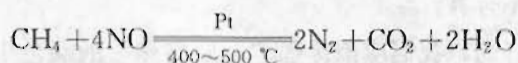
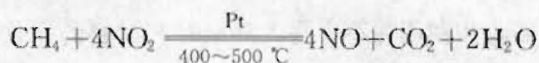
【思考与交流 2】

1. 酸雨是指 $\text{pH} \leq 5.6$ 的酸性降水，其主要成分是硫酸和硝酸，属于严重的大气污染现象，会区域性或随风漂移形成对土壤肥力、森林、水生动植物和建筑物等的大范围危害。酸雨主要是由化石燃料的燃烧、金属矿物的冶炼、生产和使用硫酸、硝酸的工厂等排放的硫氧化物 (SO_x) 和氮氧化物 (NO_x) 所造成的。

利用化学方法可以控制硫和氮氧化物，进而控制酸雨等危害。例如，针对我国以煤炭为主、酸雨类型属于硫酸型的特点，主要采取燃料预脱硫、炉内脱硫和烟囱排气除硫等措施，用 CaCO_3 、 CaO 、 Ca(OH)_2 、 NH_3 等吸收脱硫。



再如，机动车辆的尾气排放也同样需要控制，其中的氮氧化物还是光化学污染的主要成因，它比硫氧化物的消除难度大，一般采用 CH_4 、 H_2 、 NH_3 等在 Pt、Pd 等催化作用下使氮氧化物还原，转化为 N_2 、 CO_2 、 H_2O 等无害气体。



2. 工业生产废水和污水的不适当排放、化肥的不合理使用以及生活污水任意排放会造成



严重水体和水源污染。例如，含有大量氮、磷的污水排向湖泊、水库和近海海域，造成了水体的富营养化，出现藻类大量繁殖形成赤潮、水华等严重污染问题。我们日常使用的合成洗涤剂常用多聚磷酸盐作为助洗剂，在水体中经藻类的微生物催化后，容易水解为磷酸盐，成为引起水体富营养化的污染物。

3. 组织学生讨论化学实验中的固体、液体和气体废弃物产生的原因及处理方法，鼓励学生对化学实验绿色化问题进行专题研究，并对实验及其装置进行改进。

【思考与交流 3】

以乙烯为原料通过氯代乙醇法生产环氧乙烷，其原子利用率为：

$$\frac{M(\text{环氧乙烷})}{M(\text{环氧乙烷}) + M(\text{CaCl}_2) + M(\text{H}_2\text{O})} = 25.4\%$$

采用银催化一步合成环氧乙烷的原子利用率为：100%。

四、部分习题参考答案和提示

1. B 2. B 3. A、D 4. B 5. D 6. C 10. $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$, $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ，增大空气进入量或减少液化石油气进入量。

11. (1) 主要从社会和经济等方面进行考虑。例如：① 储量丰富，且易于开发、利用；② 相等质量，能够产生更多的能量；③ 适合于安全、方便地运输；④ 释放的能量应该远远地大于生产它们时所消耗的能量；⑤ 开发利用时，不会产生环境、社会等问题。

(2) 目前，使用下列能源还存在一些问题。例如，

煤和天然气——运输不够安全方便，汽车等使用时也不够方便；

风能、水力能、生物质能、地热能等——受自然因素影响较大，不便于连续地利用；

核能——长久安全的使用和废弃物的无害化处置等；

氢能——开发、运输和利用成本大于使用成本等。

比较好的方法可能是：因地制宜，调整能源结构；开源节流，保证可持续发展。

(3) 提示：如何开发替代能源，如何更好地利用有限的化石燃料是人类社会可持续发展所面临的重要问题，需要进行认真地思考和抉择。但这些问题确实复杂，而且涉及到方方面面的利益，引导学生思考的主要目的，在于启发思路，为增强个人的社会责任感和使命感打下基础。

参考资料：有资料表明，目前世界上原油产量的 80% 多用作汽油、柴油等燃料，近 10% 用来生产沥青、石蜡和润滑油等，用作有机化工原料的不到 10%。可见，地球上有限的石油资源大多被烧掉了，没有真正实现其应有的价值。除了作为能源，石油可利用的价值到底有多大呢？有下列一项调查：1978 年美国商业部有关部门调查显示，投入石化原料 520 亿美元，经一次加工产出初级化学品 100 亿美元；二次化工产出有机中间体 240 亿美元和最终化学品 40 亿美元；再加工成塑料、树脂、合成橡胶、人造纤维、塑料和橡胶制品、清洗剂、化妆品 400 亿美元和最终产品 270 亿美元，再进一步深加工成可直接上市的最终产品农药、汽车用化学品、纸张及关联产品、建筑材料、家用器具、印刷及出版物、纺织品、鞋袜等，总价值可达 5 300 亿美元。即一美元石化原料加工到合成材料可增值 8 美元（塑料为 5 美元，合成纤维为 10 美元），如加工到精细化学品和消费品，则可增值 106 美元。近 30 年前的调查已经显示，仅仅通过石化工业就可以使从石油中得到的基本原料增值 10 倍，如果再加上医

药、染料等其他工业，其增值的空间更大。由此可见，通过化学变化，可以化腐朽为神奇，这恰恰正是本题所要引起学生思考的问题。

教学资源

1. 海洋——人类未来的财富

海洋是人类可持续发展的重要基础。浩瀚的海洋中，蕴藏着极其丰富的矿物资源、生物资源和药物资源，其经济价值可观，开发前景十分诱人。

开发利用海洋是解决当前人类社会面临的人口膨胀、资源短缺和环境恶化等一系列难题的重要途径。在陆地资源日渐枯竭的今天，海洋正成为人类繁衍发展的生命线。

(1) 海洋石油和天然气

海底石油储藏量约 1 350 亿吨，天然气约 140 万亿立方米，约占世界油气总量的 45%。目前，海上油气开采量约占全球油气开采量的 30%。

(2) 海洋金属矿藏

海水中溶解有 80 多种化学元素，被誉为“液体矿山”。海水中可提取镁、钾、铀、镭等各类矿物达 5 亿吨。

海底有大量锰结核，也称多金属结核。锰结核是 20 世纪 70 年代才大量发现的深海矿产。褐色的锰结核，外观像土豆，切片来看，一层层的又像葱头。这种结核体往往是以贝壳、珊瑚、鱼牙、鱼骨为核心，把其他物质聚集在周围。生长速度很缓慢，大约 1 000 年生长 1 mm，有的 100 万年才生长 4 mm。锰结核含有锰、铁、镍、钴等 20 多种元素。其经济价值很高，广泛分布于水深 4 000~6 000 m 的海底，总储量估计约为 3 万亿吨。

现在一般利用采矿船来开采锰团块。装有深海监视器的采矿机在海底收集锰团块，然后，通过软管抽气，像吸尘器一样把锰团块经软管连续地吸到水面上的采矿船中，每天采矿量可达 3 000 吨。

(3) 海洋生物

在生物资源方面，海洋中存活有 20 多万种生物。专家测算，海洋的初级生产力每年为 6 000 亿吨，其中可供人类利用的鱼类、贝类、虾类、藻类等，每年为 6 亿吨，而现在全世界的捕捞量仅为 9 000 万吨左右。海产品已成为人类生活中不可缺少的重要食品来源，目前海产品提供的蛋白质约占人类食用蛋白质的 22%。在不破坏生态平衡的前提下，海洋每年可以产出的水产品足够 300 亿人食用，海洋向人类提供食物的能力等于全球所有耕地提供农产品的 1 000 倍。

不仅如此，包括鱼类在内的海洋生物，已成为新型药物和保健品的原料来源，引起国际医药界的日益关注。据估计，从海洋生物中可提制的药品将达 2 万种之多，世界各国为此展开了激烈的竞争。

(4) 海洋能源

除石油、天然气外，海洋蕴藏着巨大的动力能源。据估算，可供开发利用的总量在 1 500 亿 kW 以上，相当于目前全世界发电总量的十几倍。其中，波浪能为 700 亿 kW，潮汐能为 27 亿 kW，海流能为 1 亿 kW，温差能为 500 亿 kW，盐度差能为 300 亿 kW。海洋能具



有安全、无污染和可永久利用等优点，具备良好的开发前景。

另外，海水中含有 200 万亿吨重水，其中所含的氘是受控核聚变的宝贵原料。核聚变是被广泛看好的 21 世纪全球电力的一个重要来源。

2. 海水化学资源概况和海水利用

海洋化学也称化学海洋学，它是海洋科学的四大基础学科之一。海洋化学研究海洋环境中化学物质的分布、转移、循环的规律及其在开发利用中的化学问题。海水的成分非常复杂，全球海洋的含盐量就达 5 亿亿吨，还含有大量非常稀有的元素，是地球上最大的矿产资源库。海洋资源的可持续利用是人类生存发展的重要前提。目前，全世界每年从海洋中提取淡水 20 多亿吨、食盐 5 000 万吨、镁及氧化镁 260 多万吨、溴 20 万吨，总产值达 6 亿多美元。水是生命之源，世界上缺水的地区越来越多，海水淡化已成为获得淡水资源重要的途径，所有这些都是海洋化学要研究的，海洋化学的研究和海洋开发正方兴未艾，必将越来越多的造福人类。

水荒目前已成为世界性的问题，是制约社会进步和经济发展的瓶颈。据统计，全球用水总量每 15 年就翻一番，到 2030 年地球上将有 1/3 的人口面临淡水资源危机。地球的表面虽然有 71% 被水覆盖，但其中 97.2% 是海水，在 2.8% 的淡水中，又有 69% 是人类难以利用的两极冰盖。人类可利用的淡水只占全球水总量的 0.77%。有人比喻在地球这个大水缸里可用的淡水只有一汤匙。合理节约用水是可持续发展的重要课题，然而，节水并不能增加淡水的总量。大量地利用海水就成为 21 世纪解决淡水缺乏的主要途径。

海水利用包括海水直接利用、海水淡化和海水综合利用，以及海水农业等。

海水直接利用是用海水代替淡水作为工业用水和生活用水。到 21 世纪上半叶，随着海洋生物污染防治技术的提高和耐腐蚀材料的进一步发展，沿海城市的绝大部分工业冷却水都将采用海水。生活用水如海水冲刷也会得到大面积推广。

海水淡化是海水利用的重点，到了 21 世纪中叶，也许我们会看到这样一个景象，每个岛屿或缺水的沿海城市都建有海水淡化工厂。这些工厂里大多采用蒸馏法和反渗透技术来制取淡水。到时候全世界使用的水资源中有 1/5 以上来自海洋。反渗透法是利用孔径比纳米还细小的半透膜滤去盐分来制取淡水的。另外，还有人设想由于反渗透法制取淡水是在一定的压力下实现的，假如把海水淡化装置放在海底，就可以利用海水自身的压力来获取淡水，这对海上城市或石油钻井平台非常实用。出海远洋只要带一台海水淡化设备就可以满足船上的淡水供应。采用蒸馏法制取淡水，主要是利用热能来实现的，在有核电站和热电厂的条件下采用这种技术可以充分利用电厂余热来大大减少能耗。

3. 海水淡化技术

淡水危机甚至比粮食危机、石油危机还要来势汹汹，解决淡水资源问题早已提到了人类的议事日程。在这种背景下，把海水、苦咸水等高含盐量的水转化为生产、生活用水的海水淡化技术得到空前迅猛的发展。目前，淡化海水的方法已有十种之多，下面介绍的是其中最为主要的几种。

①蒸馏法 蒸馏法虽然是一种古老的方法，但由于技术不断地改进与发展，该法至今仍占统治地位。蒸馏淡化过程的实质就是水蒸气的形成过程，其原理如同海水受热蒸发形成云，云在一定条件下遇冷形成雨，而雨是不带咸味的。根据设备可分为蒸馏法、蒸汽压缩蒸馏法、

多级闪急蒸馏法等。此外，以上方法的组合也日益受到重视。

②电渗析法 亦称交换膜电渗析法，该法的技术关键是新型离子交换膜的研制。离子交换膜是0.5~1.0 mm厚度的功能性膜片，按其选择透过性区分为阳离子交换膜（阳膜）与阴离子交换膜（阴膜）。电渗析法是将具有选择透过性的阳膜与阴膜交替排列，组成多个相互独立的隔室，使一个隔室中的海水被淡化，而相邻隔室海水浓缩，淡水与浓缩水得以分离。电渗析法不仅可以淡化海水，也可以作为水质处理的手段，为污水再利用作出贡献。此外，这种膜分离方法也越来越多地应用于化工、医药、食品等行业的浓缩、分离与提纯。

③反渗透法 通常又称超过滤法，是20世纪50年代才开始采用的一种膜分离淡化法。该法是利用半透膜只允许溶剂透过、不允许溶质透过的特点，将海水与淡水分隔开的。在通常情况下，淡水通过半透膜扩散到海水一侧，从而使海水一侧的液面逐渐升高，直至一定的高度才停止，这个过程为渗透。此时，海水一侧高出的水柱静压称为渗透压。如果对海水一侧施加一大于海水渗透压的外压，那么海水中的水将反渗透到淡水中。反渗透法的最大优点是节能。它的能耗仅为电渗析法的1/2，蒸馏法的1/40。因此，从20世纪70年代起，美、日等发达国家先后把海水淡化技术发展重点又转向反渗透法。

4. 我国的海水淡化事业

我国是世界上少数几个掌握海水淡化先进技术国家之一。自20世纪50年代以来，我国开始研究海水淡化技术，连续几个五年计划都将此项研究列入国家科技攻关项目，并将其列入《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南》。经过40余年的发展，我国不但建立了海水淡化科研基地，培养和锻炼了专门人才，而且在海水淡化领域取得了令人瞩目的成绩，奠定了我国在海水淡化领域的世界强国地位。

目前我国在海水淡化技术上的成就大致有：国内相关单位对多级闪蒸的设计和模拟进行了广泛的研究，积累了多级闪蒸设备运行和管理的丰富经验；低温压汽蒸馏经过了三代小型样机的研制，积累了丰富的设计和加工运行经验。特别是经过“九五”科技攻关，解决了压缩机的设计和制造技术，开发的蒸汽压缩机已经达到国外同等容量产品的先进水平；成功地开发了蒸发管与管板的弹性密封连接装置；开发了高效低阻力的液体分布装置等。

我国的反渗透海水淡化技术进一步得到完善。目前已经比较完整的掌握了海水淡化工程设计的相关参数，并开发了较为丰富的工程化技术，具备了相当的产业化基础。

此外，在海水淡化上我国还拥有多项自主知识产权。经过多年的技术攻关，攻克了膜法反渗透水处理技术、三元扭曲叶轮制造技术、高性能蒸汽压缩机等海水淡化重要技术和设备，已经拥有50多项技术专利。可以这样说，历经几十年的研究探索，我国已培养和造就了一大批海水淡化专门人才，组建了一些专门科研机构。如以蒸馏淡化研究为主的国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所、天津大学以及以反渗透技术为主的国家海洋局杭州水处理技术研究开发中心等单位。这些单位完成的一批海水淡化工程推动了国内海水淡化产业的发展。淡水资源匮乏是一个世界性的问题，我国也一样，特别是沿海地区和海岛，淡水的供需矛盾非常突出。我国的海水淡化事业的长足发展使我们深信：有海洋，我们就有水喝！

5. 石油的成分

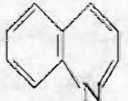
在石油中，由碳、氢两种元素组成的化合物的成分很复杂。按其结构可分为烷烃（包括



直链和支链烷烃)、环烷烃(多数为烷基环戊烷和烷基环己烷)和芳香烃(多数是烷基苯)。在石油中一般不含烯烃。

在石油中含硫的化合物主要有硫醇(RSH)、硫醚(RSR)、二硫化物(RSSR)和噻吩()等。

在石油中含氧的化合物主要有环烷酸和酚(以苯酚为主),此外还含有少量的脂肪酸。环烷酸是指分子中含有一个或多个饱和脂环、碳原子数为11~30个的羧酸。羧基既可以在脂环上,也可以在侧链上。如单环烷酸($n=1\sim5$):  $(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ 。在炼油生产中,常将环烷酸和酚统称为石油酸。

在石油中含氮的化合物主要有吡啶()、吡咯()、喹啉()和胺类(RNH_2)等。因吡咯在空气中容易被氧化,颜色逐渐变深,这与汽油久存后颜色变深有关。

石油的化学组成不是固定的,而是随产地的不同而不同。根据石油中所含烃的成分的不同,一般将石油分为烷烃基石油、环烷基石油、混合基石油和芳烃基石油等几大类。但各产油国常根据本国资源的情况有不同的分类。

6. 我国的石油资源

在我国 $960 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的陆地上,经过地质普查,发现有300多个可供勘探石油的沉积盆地,面积达 $450 \times 10^4 \text{ km}^2$,约占陆地面积的44%。其中面积大于 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沉积盆地有10个,总面积超过 $254 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

此外,还有大量的中小盆地油气资源也很丰富,有些已经发现了油田或工业油流。如酒泉盆地、苏北盆地和百色盆地等。

地质学家根据大量的科学资料分析以后,估计我国陆上石油的储量大约为 $300 \times 10^9 \sim 600 \times 10^9 \text{ t}$ 。

除了陆上石油外,我国还拥有18 000 km的海岸线,其大陆架的面积约占世界大陆架总面积的 $\frac{1}{20}$ 。根据近几年的勘察结果,先后在渤海、黄海南部、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,总面积约为 $100 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。从发展远景来看,我国近海石油的储量不亚于陆上石油的储量。我国专家估计,我国近海石油的储量为 $200 \times 10^9 \sim 500 \times 10^9 \text{ t}$,国外人士估计我国近海石油的储量为 $200 \times 10^9 \sim 900 \times 10^9 \text{ t}$ 。

7. 石油分馏的工艺过程

(1) 原油加工前的预处理

在原油中含有一定量的石油气、水、盐类和泥沙等杂质,如不除去这些杂质,将会给以后的工序带来困难。预处理的步骤是先通过油气分离器,将石油气分离出去。再进入沉降池中除去泥沙及部分水和盐类。最后,在15~25 kV的高压电场下脱盐、脱水。

(2) 初馏

将预处理后的原油在初馏塔中加热到 $220\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，从塔顶蒸出轻汽油和残留的水分。

(3) 常压分馏

用泵将从初馏塔底得到的拔顶油送入加热炉中加热到 $360\sim 370\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后，再送入常压分馏塔中。经分馏，在塔顶可得到低沸点汽油馏分，经冷凝和冷却到 $30\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，一部分作为塔顶回流液，另一部分作为汽油产品。此外，还设有 $1\sim 2$ 个中段回流。在常压塔中一般有 $3\sim 4$ 个侧线，分别馏出煤油、轻柴油。侧线产品是按人们的不同需要而取的不同沸点范围的产品，在不同的流程中并不相同。有的侧线产品仅为煤油和轻柴油，而重油为塔底产品；有的侧线为煤油、轻柴油和重柴油，而塔底产品为常压渣油。

(4) 减压分馏

原油在常压分馏塔中只能分馏出沸点较低的馏分。要分馏出沸点约在 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的裂化原料和润滑油原料，就会出现一定的问题。因为这些馏分所含有的大分子烃类在 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上就会发生裂解反应，使馏出的油品变质，并生成焦炭，影响生产的正常进行。为了解决这个问题，就必须在减压下进行蒸馏。因此，将从常压塔底出来的重油经加热炉加热到 $410\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右后，送入减压分馏塔中。为了使塔顶残压保持在 $2.7\sim 10.7\text{ kPa}$ ，需要用真空设备抽出不凝性气体。同时在减压塔底吹入过热蒸气以降低塔内的油气分压，增加馏分的拔出率。在减压蒸馏塔的塔顶得到的是重柴油；在侧线分别得到轻润滑油、中润滑油、重润滑油；经汽提塔汽提后，在塔底得渣油。

8. 汽油

汽油是一种重要燃料，主要用于化油器式发动机。如汽车、摩托车等。在发动机中，汽油应在燃烧冲程燃烧。但有的汽油在压缩过程就燃烧爆炸，不仅影响汽缸的正常运行，而且由于强烈地震动，影响发动机的寿命。这种汽油在汽缸中的不正常的燃烧现象，称为汽油的爆震性。

汽油的爆震性与汽油的成分有密切的关系，以芳烃的抗震性最好（即爆震性最小），环烷烃和异构烷烃次之，烯烃再次之，烷烃中正构（直链）烷烃的抗震性小。汽油的抗震性能用辛烷值来表示。

提高汽油辛烷值的方法之一，是增加汽油中的芳烃的含量，减少正构烷烃的含量；另一种方法是加入少量的四乙基铅 $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]$ 。一般来说，只要在汽油中加 $0.2\%\sim 0.5\%$ （质量分数）的四乙基铅就可以显著地提高汽油的抗震性。但是，在汽油中使用四乙基铅存在着许多的问题。一方面是四乙基铅有毒，只需少量就可以使人体中毒。因此，加入四乙基铅的汽油通常被染成红色或蓝色。另一方面是四乙基铅在汽缸中燃烧后，其中的铅会变成氧化铅沉积下来，增加积炭量，引起汽缸过热，增大发动机零件的磨损。为了克服这个缺点，通常在四乙基铅中加入一种导出剂，使铅成为挥发性物质从汽缸中排出。可是，含铅化合物的排放，造成了一定程度的环境污染。目前，我国的一些城市，如北京、广州已经禁止汽车使用含铅汽油，以减少对大气的污染和对人体健康的危害。

9. 催化裂化

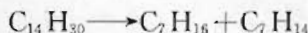
催化裂化就是将原油（常用的馏分是重质油，如减压馏分、焦化柴油及石蜡等，也可使用常压重油）在催化剂的存在下，在 $460\sim 520\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及 $100\sim 200\text{ kPa}$ 的压强下进行裂解反应。与热裂化相比较，催化裂化的条件，如温度和压强要低一些，但对原料的要求却相对高一些。



如果在原料中含有镍、铁、铜、钒等重金属，就会影响催化剂的催化效率，使其选择性显著降低，从而会降低汽油的产量，增加气体和焦炭的产量。所以，催化裂化所用的原料油中重金属的含量必须要有一定限制。

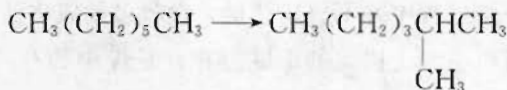
在催化裂化中常用的催化剂是铝硅酸盐，它的主要成分是 SiO_2 和 Al_2O_3 。按照铝硅酸盐的结构，又可以分为无定形（叫做普通铝硅酸盐催化剂）和结晶形（叫做分子筛催化剂）两种。目前最常用的是分子筛催化剂，它的催化活性和选择性都比较好，汽油的产率较高。

催化裂化所发生的化学反应与热裂化的反应没有本质上的区别。除了发生分解反应，使碳链较长的烃发生碳碳键断裂而生成碳链较短的烃以外，由于有催化剂的存在，使得异构化和芳构化的反应加速。例如，十四烷在催化裂化的条件下，首先分解为庚烷和庚烯：



生成的庚烷和庚烯可以进一步发生异构化、芳构化、氢转移等反应。

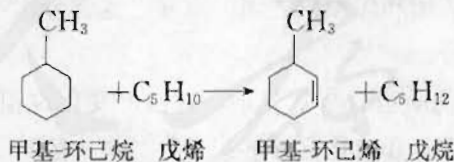
异构化反应是指正构烷烃变成异构烷烃，如带侧链的环戊烷变成环己烷，使产品中异构烃的含量增加。



芳构化反应是指开链烷烃变成环状化合物、环状化合物脱氢生成芳烃等，使产品中的芳烃含量增加。例如，



氢转移反应是指烃类在反应中产生的氢与烯烃反应而生成饱和烃。例如，



除了上述反应外，分解反应的产物还可以进一步发生碳碳键的断裂，生成分子中碳原子数较少的裂化气。

10. 石油的催化重整

石油重整常用铂或铼作催化剂，所以，又叫做铂铼重整。石油重整的目的有两个：一是提高汽油的辛烷值；二是制取芳香烃。重整用的原料要视目的不同而定，如果重整的目的是为了提高汽油的辛烷值，一般选用沸点范围为 $60\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$ 的直馏汽油馏分（或经过加氢的裂化汽油馏分）。如果重整的目的是为了生产芳香烃，则需选用沸点范围为 $60\sim 130\text{ }^\circ\text{C}$ 的直馏汽油馏分（或经过加氢的裂化汽油馏分），因为这一馏分中含 $\text{C}_6\sim\text{C}_8$ 的环烷烃较多，经重整

后有利于转化为芳香烃。

铂催化剂主要是将铂分散在氧化铝载体上，通常铂含量在 0.3%~0.7% 的范围内。自 1968 年以来，出现了铂-铈双金属催化剂和铂-铈-铈等多金属催化剂，从而大大提高了芳香烃的转化率和汽油的辛烷值，并延长了重整装置的操作周期。

铂催化剂对砷及铜、汞等重金属的化合物特别敏感，尤其是砷能与铂形成合金，造成催化剂中毒并使其失去活性。为了保证催化剂的使用寿命，对原料中的有害物质必须加以清除。

经过除砷、铅、硫、氮等杂质的原料油进入重整反应器中，在温度为 400~500℃，2 500~3 000 kPa 的压强下，通过铂催化剂进行重整反应。

11. 煤的组成

煤是由植物转变而成的。由高等植物变成的煤称为腐植煤，这种煤的储量多，用途广。由低等植物变成的煤称为腐泥煤。自然界中的各种煤尽管种类不同，但都是由有机物质、无机物质和水分三部分组成。

(1) 碳 碳是煤中的主要成分。煤中的含碳量随着煤变质的程度而有规律地增加。所以，含碳量的多少可以表示煤的变质程度。

(2) 氢 氢是煤中有机质的主要元素。煤中的含氢量随煤变质程度的加深而减少。

(3) 氧 煤中的氧在燃烧过程中并不放出热量，含氧多的煤热值较低。

(4) 硫 煤中的硫以有机硫和无机硫的形式存在，是煤中的有害成分。在煤的储存过程中，因黄铁矿氧化放热而加速了煤的氧化变质。在炼焦过程中产生的硫化物气体对设备有一定的腐蚀作用，残留在焦炭中的硫使焦炭的质量降低。

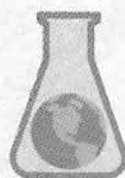
(5) 磷 煤中的磷存在于矿物质中，一般含量较低，最高不超过 1%。煤中的磷虽然不多，但危害极大。在用煤炼焦时，磷全部转入焦炭中，在用焦炭炼铁时又转入到生铁中，使生铁变脆。

(6) 氮 氮是组成煤中有机物的次要元素，含量较少，且变化不大。煤中的氮在煤燃烧时常以游离状态分解出来，炼焦时因温度较高，氮也会转化为氨或其他氮的化合物。

(7) 水分 煤中的水分有内在水分和外在水分的区别。煤中的内在水分指在煤风干后，将煤加热到 102~105℃ 时逸出的水分。这部分水分是依靠吸附力而保持在煤粒气孔中的水分。外在水分是保持在煤粒表面和煤颗粒之间的水滴，这部分水在风干时即可除去。内在水和外在水之和就是煤的总水分。

(8) 矿物质 煤中的矿物质组分非常复杂，含量的变化也很大，主要是由铁、铝、钙、镁等以碳酸盐、硅酸盐、硫酸盐和硫化物等形式存在。煤中矿物质的含量和成分与煤的形成过程有关。煤在燃烧过程中，矿物质发生一系列的变化，煤燃烧后的残留物叫做灰分。一般来说，灰分的含量可以反映出煤中矿物质的大致含量，因此，有时也笼统地将矿物质叫做灰分。对于工业用煤来说，灰分是非常有害的。在炼焦的过程中，灰分全部转入焦炭，不但降低了焦炭的强度，也降低了焦炭的含碳量。灰分高的煤发热量较低。因此，灰分是影响煤质的重要指标。

上述煤的组成是元素分析的结果。但由于元素的测定手续繁杂，在工业上很少应用。目前，工业评定煤的品质，大多采用工业分析来测定煤的发热量、挥发分、固定碳、水分和灰分等项目。



12. 煤的结构

煤的主要组成部分是有机物质, 所以煤的分子结构具有明显的有机化合物的特有结构。不同的煤种、不同地区的同种煤、同一地区的不同煤层, 煤的结构都有很大的差别。对于煤的分子结构, 通过分析和测定, 表明煤的结构的基本单元是以缩合芳环为主体的周围连接很多烃类的侧链、“—O—”键和各种官能团的高分子。缩合芳环类似于石墨的结构, 碳原子都处在同一个平面上, 形成平面的网状结构。侧链和“—O—”键又将碳网在空间以不同的角度互相连接起来, 构成煤的复杂的、不规则的空间结构。缩合芳环主要由碳构成, 氧、硫、氮、氢等元素主要在侧链上。随着煤变质程度的加深, 煤的基本单元结构——六碳环平面网变大, 排列逐步规则化, 侧链逐渐减少、变短。图 4-1 是煤的结构模型。

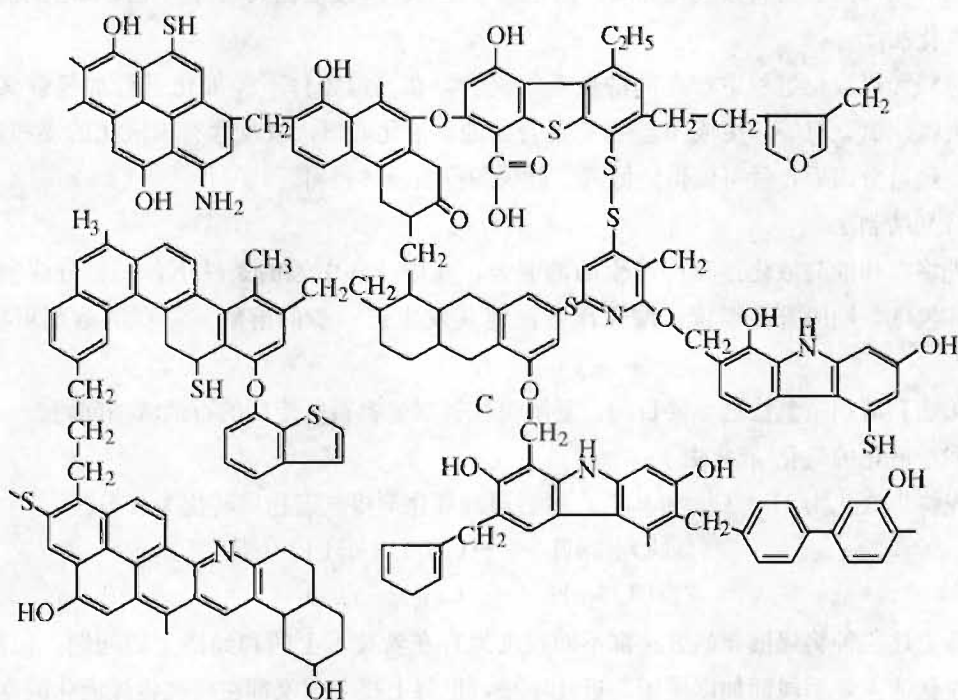


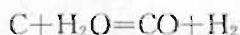
图 4-1 煤的结构模型

13. 煤的气化和液化

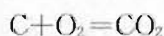
现在, 还有相当一部分锅炉直接烧煤, 这样做不仅对热的利用率低, 煤燃烧时生成的烟和燃烧后剩余的灰分也会对环境造成污染。为了更有效地和更充分地利用煤燃烧时所放出的热, 同时减少对环境造成的破坏, 我国和世界上的一些发达国家都在研究煤的气化和液化问题。虽然在煤的气化或液化过程中, 会有一部分煤的潜在的能量受到损失, 但由于加工后得到的气态或液态燃料的热利用率高, 而且比较清洁, 因此从总体来看, 将煤气化或液化后再使用, 还是比较合理的。

(1) 气化

目前, 煤的气化主要是碳和水蒸气的反应。

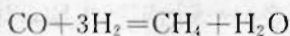


这是一个吸热反应, 反应所需的能量一般是由间歇进行的碳的燃烧来提供。



对于这两个反应来说, 如果使用空气必然会引入大量的氮气, 使煤气的热值降低, 成为

低热值煤气。如果使用氧气,就能得到中热值煤气。如果要得到高热值的煤气,就需要将中热值煤气中的CO和H₂,在催化的条件下合成甲烷。



利用焦炉煤气,在目前仍然是最便宜的产生煤气的方法。利用褐煤在鲁奇炉加压气化,生成中热值煤气供居民使用是比较成熟的方法。

(2) 液化

煤的液化有多种方法,教材中提到的煤的干馏和使煤与氢气在一定条件下反应,都是将煤液化的方法。

煤的液化可以分为直接液化和间接液化两个途径。直接液化大致有氢化法和溶剂精制法。

① 氢化法

将煤粉和煤液化过程中产生的油跟氢气混合,在高温条件下经催化进行加氢解聚反应,同时脱去硫、氮、氧等,生成固态-液态混合的油、液化的煤,以及含有未液化的煤和炭等固体物质。经过分离后,就可以得到低氢、低硫的重质液体燃料。

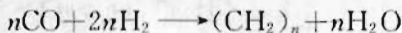
② 溶剂精制法

首先将煤和油与液化过程中产生的油混合,在中压和中温的条件下,一部分煤被溶解。然后通入氢气,同时升高温度、增大压强,使其发生进一步的溶解。原有的溶剂可以循环使用。

氢化法和溶剂精制法的主要目的,是解决代替锅炉燃料所使用的石油渣油问题。

③ 间接液化的气化-液化法

首先将煤气化为H₂、CO和CH₄,然后通过催化剂将气态物质转化为液态。



虽然上述三种将煤液化的方法都不同程度地存在着技术上的和经济上的问题,但都曾作为将煤液化的主要手段而加以使用。近几年来,世界上很多国家都在研究将煤液化的新技术,并取得了一定的成果。

14. 环境、环境问题

环境是一个非常复杂的体系,本章所涉及的主要是人类的生存环境。人类生存的环境分为自然环境和社会环境。自然环境是指非人类创造的物质所构成的地理空间。阳光、空气、水、土壤、野生动植物等自然物质与一定的地理条件结合,就形成了一定的自然环境。社会环境是指人类通过生产活动所建造的人为环境,如城市、农村、工矿区等。

研究环境问题涉及地学、化学、生物学、物理学、医学、工程学、哲学、社会学、经济学、美学、伦理学等多种学科。化学与环境有密切的关系,在某些情况下,环境污染主要是由化学污染物造成的,但是我们更应该看到,很多环境问题的解决,要依靠化学的方法。

生存与发展是人类社会最基本的主题。千百年来,在人类与环境不断地相互影响和作用中,环境问题一直是伴随着人类的活动而产生的。

我们通常所说的环境问题,一般可以分为两大类,一类是由于人类不合理地开发和利用自然资源而造成的生态环境的破坏;另一类则是工农业生产的发展和人类的活动造成的污染,也就是环境污染问题。



人类的生产活动是围绕着资源的开发和利用而进行的,矿藏的开采,各种金属的冶炼,都是取其中一部分加以利用,其余部分作为废物抛弃。在过去的几千年里,由于世界人口数量不多,生产规模不大,人类抛向自然界的废物毕竟数量较少,大自然有足够的时间和容量将其分解、稀释、净化。那时人类活动对环境的影响并不太大,在环境自净能力范围之内,即使发生污染问题也是局部性的。

但是,自工业革命以来,特别是近几十年来,由于科学技术飞跃进步,工农业生产迅猛发展,人类每年都有数以几十亿吨计的废物抛弃到环境中,日积月累,终于达到大自然再也消化吸收不了的程度。全世界每年消耗掉的化石燃料,20世纪初不足15亿吨,到70年代已增至70亿~80亿吨。人类每年都在实验室制造出成千上万种新化学品,其中部分投入工业生产、使用。这些化学品中,有毒化学物质年产已达400万吨,它们进入环境后,在环境中扩散、迁移、积累和转化。从生息在南极大陆的企鹅体内也检测出DDT;在北极附近格陵兰的冰盖层中,近几十年来,铅和汞的含量不断上升。因此可以说,污染无所不在,世界上几无净土。

由于原生环境的消失、人类的捕杀和环境污染,世界上的植物和动物遗传资源急剧减少,成千上万的物种已经灭绝或濒临灭绝的危险。在长期进化中形成的物种一旦灭绝,其损失无法弥补。

近些年,震惊世界的严重污染事件屡屡发生。如1984年12月,美国联合碳化物公司设在印度博帕尔市的农药厂的毒气泄漏事件,造成2000人死亡,受害人数达10余万人,其中一些人双目失明,终身残废。1986年4月,乌克兰基辅北部的切尔诺贝利核电站的4号反应堆爆炸起火,放射性物质大量外泄,造成31人死亡,237人受放射性伤害,13万居民紧急疏散。

从20世纪80年代开始,酸雨、臭氧层损耗和气候变暖这三大全球环境问题,使人类面临着新的严峻挑战,并严重威胁着人类的生存。

环境问题既是在人类社会发展的进程中产生的,也必将在同一进程中得到解决。随着社会和经济的发展,老的环境问题解决了,新的环境问题又会出现。人类与环境的矛盾,处于不断运动和变化之中,永无止境。

我国十分重视环境保护工作,制订了一系列保护环境、防治污染的法律、法规,并从计划生育、保护资源、合理规划建设、治理污染、加强科学研究、开展宣传教育等各方面做了大量的工作。我们相信,在现代化建设蓬勃发展的同时,我们一定会把环境问题解决好,以实现经济与环境的协调发展,使我国人民的生活水平和生活环境质量同时提高。

15. 生态系统和生态平衡

人类的生存环境又可以分为非生物环境(如空气、水、土壤、光、热等)和生物环境(如植物、动物、微生物等),二者不是孤立存在的。自然界某一范围内,由相互依存的一定种类动物、植物、微生物等组成了生物群落。生物群落同其生存环境之间,以及生物群落内不同种群生物之间不断进行着物质交换和能量交换,构成了大小不一、多种多样的生态系统。

生态系统发展到成熟阶段,它的生物种类的组成,各个种群的数量及比率以及能量和物质的输入、输出等,都处于相对稳定的状态,这种状态叫做生态平衡。

生态系统能自动调节并维持自己的正常功能。但是,这种自动调节能力和代替补偿功能是有其一定限度的。当干扰因素的影响超过其调节能力时,就会破坏生态平衡,造成生态失调。

影响生态平衡的因素有自然因素和人为因素。自然因素包括火山喷发、地震、海啸、泥石流、雷击火灾等。自然因素对生态系统的破坏在地域上说是有一定局限性的，而且出现频率一般不高。而人为因素对生态平衡的破坏却是大量的、长期的，甚至是多方面的。

人体从环境中摄取空气、水和食物，经过消化、吸收、合成，组成人体的细胞和组织各种成分，并产生能量，维持着人体的生命活动。同时，人体内的不需要的代谢产物通过各种途径排出体外，进入环境。环境与人之间不断地进行着物质与能量的交换。

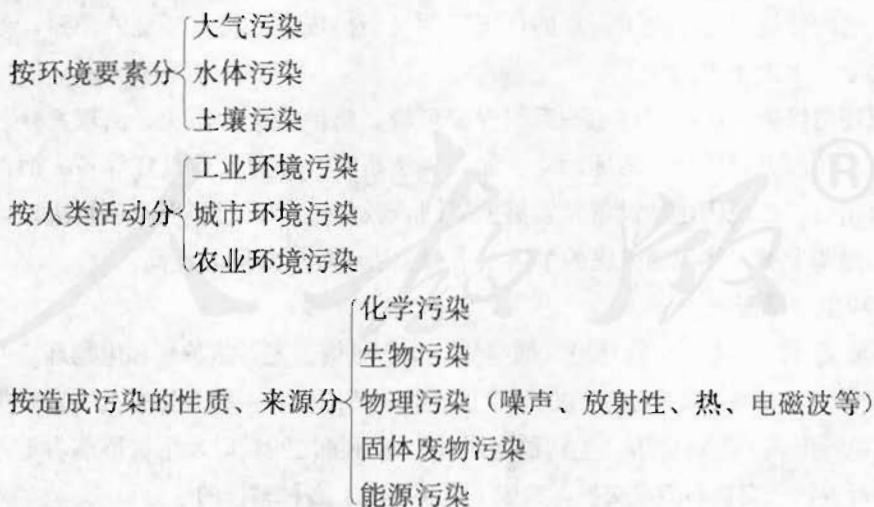
食物链是人类同周围环境进行物质与能量交换的重要途径。和人类有关的食物链主要有两条：一条是陆生生物食物链；另一条是水生生物食物链。因此，如果大气、水或土壤受到某种污染，那么污染物均有可能沿食物链逐级传递，最终影响到居于食物链顶端的人类。应引起高度重视的问题是污染物能沿食物链富集，使本来浓度很低的污染物富集到危险的高浓度水平。如有机氯农药 DDT 在水中浓度很低，但从水到鱼类、鸟类的富集可达几千万倍。由此引起的有机氯农药在人体内的蓄积是世界性的问题，这与食物链有密切关系。为此，我国和其他许多国家已停止生产像 DDT 这类农用药品。

16. 环境的污染

人类的活动不断向环境排放污染物质，但由于大气、水、土壤等的扩散、稀释、氧化还原、生物降解等的作用，污染物质的毒性和浓度会自然降低，这种现象叫做环境自净。如果排放的物质超过了环境的自净能力，环境质量就发生不良变化，危害了人类健康和生存，这就是发生了环境污染。

严重的环境污染会导致生态破坏。人类的有些开发活动，尽管不排放污染物质，也可能产生不良的生态影响，甚至引起生态破坏，如沙漠化、森林破坏、草场退化等。这种变化也不利于人及其他生物的生存，并浪费、恶化自然资源，这种潜在性的危害也常被称为环境污染。

环境污染有各种类型：



17. 土壤的污染及防治

长期以来，人们把大地看作处理废弃物的场所，如城市垃圾、工矿企业固体废弃物向土壤倾倒和堆放。城市污水、工业废水、大气沉降物也会进入土壤，土壤污染物按其来源主要有以下几种：



(1) 城市污水、工业废水的污染及危害

城市污水、工业废水中常含有氮、磷、钾及其他植物的营养成分,不少地区用污水灌溉农田,可使农作物增产。通过污水灌溉,氮、磷及生物能降解的有机物可去除90%以上,一些有毒、有害物质也可以被氧化分解。因此,合理适度的污水灌溉可节约农业用水,充分利用污水中的营养元素,是一种经济的、节省能源的污水处理方法。

但是,城市污水和工业废水中也含有汞、铅、镉、砷、酚、氰化物、三氯乙醛、苯并芘等有害污染物,有些污染物不能降解,会在土壤中积累,造成严重后果。土壤污染使农作物产量和质量下降,土壤盐碱化、环境卫生恶化等。因此,利用污水灌溉,特别是用工业废水灌溉时,必须要做预处理,以除去其中的有毒、有害物质。

(2) 垃圾及工矿企业固体废弃物的污染及危害

随着生产的发展和消费的增加,堆放垃圾和工矿企业固体废弃物占用了大量土地。这些废弃物不仅占用土地,损伤地表,而且会污染土壤、水体、大气。固体废弃物经日晒雨淋,它们的渗出液中所含有毒物质渗入土壤后,会改变土壤结构,影响土壤中微生物的活动,妨碍植物根系生长或在植物机体内积累。垃圾堆放地往往也是蚊、蝇孳生地 and 老鼠猖狂活动地区,这与很多传染病的发生有关。

(3) 化肥、农药的污染及危害

农田所施用的任何化肥都不可能全部被植物吸收利用,流失的化肥会随土壤水分向下渗透,被转移到植物根系以下或进入江河湖泊,造成污染。磷矿石中含有镉、铅等杂质,也会造成土壤污染。

农药也会造成土壤污染。目前农药污染主要是有机氯、有机磷和有机氮农药。有机氮农药在土壤中残留时间不长,但有些有致癌、致畸作用。有机磷农药容易降解。农药污染危害人体健康,主要是通过食用含有农药的动、植物食品造成的。此外,大气沉降物、牲畜排泄物、生物残体也是土壤的重要污染源。

土壤污染的防治要与综合利用相结合,目前主要有以下一些方法。

工矿企业固体废弃物中含有各种资源,主要利用途径为:

(1) 利用矿物废料作建筑材料、道路工程材料、填垫材料及冶金、化工、轻工等工业原料;

(2) 利用含碳、油类或其他有机物质的废物,从中回收燃料;

(3) 利用含有土壤、植物所需元素的废物,作土壤改良剂和肥料。

由于城市规模不断扩大,人口迅速向城市集中,使得垃圾排出的数量剧增。城市垃圾成分主要有煤灰、建筑渣土、果皮、菜叶、纸张、塑料、金属、玻璃等。处理城市垃圾,应首先回收其中可利用的废旧物资,如废纸、废金属、旧织物、玻璃等,然后再进行以下处理:

(1) 垃圾填埋 利用坑洼地填埋垃圾,是一种既可处置废弃物又可复土造地的保护环境措施。但应防止垃圾液渗出对土壤、水源的污染。

(2) 垃圾焚化 垃圾在现代焚化炉内燃烧后,剩余物的体积比原体积大大缩小,便于填埋。同时消灭了各种病原体,把一些有毒、有害物质转化为无害物质。通过燃烧还可以回收热能,可供热水和发电等。

(3) 垃圾压缩处理 垃圾经压缩可以减小体积,便于运输和填埋。近年来,日本采用高

压压缩垃圾，制成垃圾块，用作填海造地材料。

防止土壤污染还应包括土壤保护、植树造林等生物措施以及对已污染土壤的治理等。

18. 水污染及防治

水的污染有两类。一类是自然因素造成的，如地下水流动把地层中某些矿物溶解，使某些地区水中盐分、某些元素含量偏高或因动植物腐烂产生的毒物而影响了当地的水质等。另一类是人为因素造成的，主要是工业排放的废水。此外，还包括生活污水、农田排水、降雨淋洗大气中的污染物以及堆积在大地上的垃圾经降雨淋洗流入水体的污染物。

水体污染物种类繁多，依据污染物质所造成的环境问题，主要有以下类型：

(1) 酸、碱、盐等无机物污染及危害

水体中酸、碱、盐等无机物的污染，主要来自冶金、化学纤维、造纸、印染、炼油、农药等工业废水及酸雨。水体的 pH 小于 6.5 或大于 8.5 时，都会使水生生物受到不良影响，严重时造成鱼虾绝迹。水体含盐量增高，影响工农业及生活用水的水质，用其灌溉农田会使土地盐碱化。

(2) 重金属污染及危害

污染水体的重金属有汞、镉、铅、铬、钒、钴、钡等。其中汞的毒性最大，镉、铅、铬也有较大危害，砷由于毒性与重金属相似，经常与重金属列在一起。重金属在工厂、矿山生产过程中随废水排出，进入水体后不能被微生物降解，经食物链的富集作用，能逐级在较高级生物体内千百倍地增加含量，最终进入人体。例如，20 世纪 50 年代发生在日本的水俣病，就是因水俣市一家化工厂排出的废水中含有甲基汞，废水排入港湾，经食物链富集到鱼、贝体中，人吃了鱼、贝而中毒。水俣病患者语言不清，走路不稳，四肢麻木，严重的眼睛失明，吞咽困难，甚至死亡。

(3) 耗氧物质污染及危害

生活污水、食品加工和造纸等工业废水，含有碳水化合物、蛋白质、油脂、木质素等有机物质。这些物质悬浮或溶解于污水中，经微生物的生物化学作用而分解。在分解过程中要消耗氧气，因而被称为耗氧污染物。这类污染物造成水中溶解氧减少，影响鱼类和其他水生生物的生长。水中溶解氧下降或耗尽后，有机物将进行厌氧分解，产生 H_2S 、 NH_3 和一些有难闻气味的有机物，使水质进一步恶化。

(4) 植物营养物质污染及危害

生活污水和某些工业废水中，经常含有一定量的氮和磷等植物营养物质；施用磷肥、氮肥的农田水中，常含有磷和氮；含洗涤剂的污水中也有不少的磷。水体中过量的磷和氮，成为水中微生物和藻类的营养，使得蓝绿藻和红藻迅速生长，它们的繁殖、生长、腐败，引起水中氧气大量减少，导致鱼虾等水生生物死亡，使水质恶化。这种由于水体中植物营养物质过多蓄积而引起的污染，叫做水体的“富营养化”。这种现象在海湾出现叫做“赤潮”。我国南方的一些湖泊已经出现了富营养化的趋势。

合成洗涤剂由表面活性剂、增净剂等组成。表面活性剂在环境中存留时间较长，消耗水体中的溶解氧，对水生生物有毒性，能造成鱼类畸形。增净剂如磷酸盐，可使水体富营养化。洗涤剂污水有大量泡沫，给污水处理厂的运转带来困难。

(5) 石油污染及危害



在石油的开采、贮运、炼制及使用过程中，由于原油和各种石油制品进入环境而造成污染。当前，石油对海洋的污染，已成为世界性的严重问题。近年来，一般每年排入海洋的石油及其制品高达1 000万吨左右。

石油污染会带来严重后果。因为石油的各种成分都有一定毒性，同时它还会破坏生物的正常生活环境，造成生物机能障碍。石油在海水中形成油膜，影响海洋绿色植物的光合作用，使海兽、海鸟失去游泳和飞行的能力。黏度大的石油能堵塞水生动物的呼吸和进水系统，使之窒息死亡。石油污染还会破坏海滨风景区和海滨浴场。

(6) 难降解有机物污染及危害

随着石油化学工业的发展，生产出很多自然界没有的、难分解和有毒的有机化合物。污染水体的主要是有机氯农药、多环有机化合物、有机氮化合物、有机重金属化合物、合成洗涤剂。

此外，对水体造成污染的还有氰化物、酚等无机、有机污染物。其他类型的还有病原体污染、放射性污染、悬浮固体物污染、热污染等。

19. 大气污染的危害

人必须依靠呼吸新鲜空气来维持生命，一个成年人，平均每天呼吸20 000次，平均吸入15 kg空气，其质量大约相当于每天所需食物及饮水质量的10倍。有报道指出，人可以几天不喝水，不吃东西，但不能几分钟不呼吸。

大气污染物主要通过呼吸道进入人体，也有少量通过接触和刺激体表进入人体。人体吸入的空气经过鼻腔、咽部、喉头、气管、支气管后进入肺泡，并在肺泡上进行气体交换。当血液通过肺泡毛细管时，放出二氧化碳，吸收氧气。含氧的血液被输送到人体各部分，供人体组织和细胞新陈代谢用。如果生活在烟雾弥漫的环境中，空气中的有毒、有害污染物就会溶于体液或沉积在肺泡上，轻者会使上呼吸道受到刺激而有不适感，重者会引起疾病，使呼吸道和肺功能损害，引起病变。

大气污染对人体健康的危害大致可分为急性中毒、慢性中毒和致畸致癌作用等三种。

急性中毒发生在某些特殊条件下。例如，工厂在生产过程中发生事故，造成大量有害气体泄漏；外界气候条件突然变化等，都会引起人群的急性中毒。例如，震惊世界的伦敦烟雾事件、美国联合碳化物公司印度博帕尔市农药厂剧毒气体泄漏事件等。

慢性中毒主要表现在人体长期连续地吸入低浓度的污染物导致患病率上升。二氧化硫、飘尘、氮氧化物等即使浓度很低也能刺激呼吸系统，诱发呼吸道的各种炎症。日本“四日市哮喘病”是慢性中毒的典型例子。

致畸致癌作用指的是随着空气污染的加剧，空气中致畸致癌物质的含量日益增多，造成婴儿畸形和癌症的发病率增高。城市中肺癌发病率、死亡率往往高于农村，就是一个典型的例子。

除硫氧化物、氮氧化物、飘尘等对人体健康有很大危害外，氟化物、砷、有毒重金属如铅、镉、锌、钛、锰、钒、钡、汞等，都可能引起人体慢性中毒，有的可引起癌症。

20. 酸雨及其危害

目前，一般把pH小于5.6的雨水称为酸雨，它包括雨、雪、雾、雹等降水过程。

一般地说，天然降水都偏酸性，pH约在6左右。这是由于大气中的CO₂溶解在洁净的雨水里形成碳酸的缘故，降水的微弱酸性可以促进土壤里养分的溶解，便于植物吸收，因此是有益的。但是，当降水的酸度增大，pH小于5.6时，对生态就会产生不良影响。

酸雨的危害大致有以下几个方面:

- (1) 对人体健康的直接危害, 硫酸雾的毒性比二氧化硫大得多, 可以侵入肺的深部组织, 引起肺水肿等疾病而使人致死;
- (2) 引起河流、湖泊的水体酸化, 严重影响水生动植物的生长;
- (3) 破坏土壤、植被、森林;
- (4) 腐蚀金属、油漆、皮革、纺织品及建筑材料等;
- (5) 渗入地下, 可能引起地下水酸化, 酸化的水中铝、铜、锌、镉的含量比中性地下水中高很多倍。

酸雨是怎样形成的呢?

分析表明, 酸雨中的酸度主要是由硫酸和硝酸造成的, 它们占总酸度的 90% 以上, 其余为一些弱酸。从我国的情况来看, 酸雨中含硫酸一般比硝酸多, 主要是硫酸型酸雨。酸雨的形成是一种复杂的大气化学和大气物理过程, 目前对酸雨的形成机理还不很清楚。一般认为, 酸雨是由于人为排放的二氧化硫等酸性气体进入大气后, 造成局部地区大气中的二氧化硫富集, 在水凝结过程中溶解于水形成亚硫酸, 然后经某些污染物的催化作用及氧化剂的氧化作用生成硫酸, 随雨水降下形成酸雨。形成酸雨还要有一定的环境气候条件, 如湿度高、雨量大、无风, 以及一定的地理因素等。

煤和石油中往往含有硫, 在燃烧时, 绝大部分硫转变成二氧化硫随烟气排到空中, 在一定条件下形成酸雨。

我国的酸雨问题有以下特点:

- (1) 酸雨分布面广, 据 23 个省、直辖市、自治区调查情况表明, 有 20 个出现酸雨;
- (2) 酸雨分布存在着明显的区域性, 主要集中在西南、中南和华东地区, 并且有从北到南逐渐加重的趋势;
- (3) 不少地区的酸雨已相当严重, 而且逐年加重;
- (4) 酸雨的发展速度很快;
- (5) 酸雨主要是由硫酸引起的。

如何防治酸雨呢?

要防治酸雨的污染, 最根本的途径是减少人为的污染物排放。人为排放的二氧化硫主要是由于燃烧高硫煤(煤中一般含硫的质量分数为 0.3%~5%)造成的, 因此, 研究煤炭中硫资源的综合开发与利用, 是防治酸雨的有效途径。具体做法是大力进行煤炭洗选加工, 综合开发煤、硫资源; 对于高硫煤和低硫煤实行分产分运, 合理使用; 在煤炭燃烧过程中, 采取排烟脱硫技术, 回收二氧化硫, 生产硫酸; 发展脱硫煤、成型煤供民用; 有计划地进行城市煤气化等。

21. 绿色化学

(1) 绿色化学的含义

绿色化学 (Green Chemistry) 又称环境无害化学 (Environmentally Benign Chemistry)、环境友好化学 (Environmentally Friendly Chemistry)、清洁化学 (Clean Chemistry)。

20 世纪 90 年代初, 化学家提出与传统的“治理污染”观念不同的“绿色化学”的观念, 它要求任何一个化学有关的活动(包括化学原料的使用、化学和化学工程以及最终产品)对人类的健康和环境都应该是友好的。绿色化学的理想在于不再使用有毒、有害的物质, 不再



产生废物。从科学观点看,绿色化学是化学科学基础内容的更新;从环境观点看,它强调从源头上消除污染;从经济观点看,它提倡合理利用资源和能源,降低生产成本,这是符合可持续发展要求的。

绿色化学的基本原则:

- ①防治污染的产生优于治理产生的污染;
- ②原子经济性(设计的合成方法应将反应过程中所用的材料,尽可能全部地转化到最终产品中);
- ③只要可行,应尽量采用对人类和环境低毒或无毒的合成路线;
- ④设计的化学品应能保留其功效,降低其毒性;
- ⑤应尽可能避免使用辅助物质(如溶剂、分离试剂等),如使用也应是无毒的;
- ⑥应考虑到能源消耗对环境和经济的影响,并应尽量少地使用能源(在常温、常压下进行);
- ⑦只要技术和经济上可行,原料应是可再生的,而不是即将耗竭的;
- ⑧尽量避免不必要的衍生步骤(阻断基团、保护和脱保护等);
- ⑨催化剂(尽可能好的选择性)优于化学计量性试剂;
- ⑩化工产品在完成其使命后,应能降解为无害的物质,而不应残留在环境中;
- ⑪应进一步发展分析方法,使有害物质在生成前能够进行即时在线跟踪和控制;
- ⑫在化学转换过程中,所选用的物质和物质的形态尽可能地降低发生化学事故的可能性(包括泄漏、爆炸、火灾等)。

上述 12 项绿色化学的原则,反映了近年来在绿色化学领域中所开展的多方面的研究工作内容,也指明了未来发展绿色化学的方向,目前逐渐为国际化学界所接受。

化学反应的“原子经济性”(atom economy)概念是绿色化学的核心内容之一,最早由美国斯坦福大学的 B. M. Trost 教授提出,他针对传统上一般仅用经济性来衡量化学工艺是否可行的做法,明确指出应该用一种新的标准来评估化学工艺过程,即选择性和原子经济性,原子经济性考虑的是在化学反应中究竟有多少原料的原子进入到了产品之中,这一标准既要求尽可能地节约不可再生资源,又要求最大限度地减少废弃物排放。理想的原子经济反应是原料分子中的原子百分之百地转变成产物,不产生副产物或废物,实现废物的“零排放”(zero emission)。“原子经济性”的概念目前也被普遍承认。B. M. Trost 获得 1998 年美国“总统绿色化学挑战奖”的学术奖。

(2) 绿色化学在行动

绿色化学作为未来化学工业发展的方向和基础,越来越受到各国政府、企业和学术界的关注。例如,1995 年在美国设立了“总统绿色化学挑战奖”,旨在奖励在创造性研究、开发和应用绿色化学基本原理方面取得杰出成就的个人、集体或组织。它共包括 5 个奖项:学术奖、中小企业奖、新合成路线奖、新工艺奖和安全化学品设计奖。

在 1998 年出版的《绿色化学的理论与实践》一书是绿色化学的经典之作,其中详细阐述了绿色化学的定义、原则、评估方法及发展趋势。由英国皇家化学会主办的国际性杂志《绿色化学》于 1999 年创刊,其内容涉及清洁化工生产技术的多方面研究成果、综述和其他信息,并涵盖了国际上通过化学品的应用或加工来减轻对环境影响的学术研究活动。

沿着一些美国绿色化学奖的颁奖轨迹,我们可以看出目前绿色化学工艺与技术研究的主

要成果和趋势:

①开发“原子经济性”反应

近年来,开发原子经济性反应已成为绿色化学研究的热点之一。例如,环氧丙烷是生产聚氨酯塑料的重要原料,传统上主要采用二步反应的氯醇法,不仅使用可能带来危险的氯气,而且还产生大量污染环境的含氯化钙废水,国内外均在开发催化氧化丙烯制环氧丙烷的原子经济反应新方法。再如,Eni Chem公司采用钛硅分子筛催化剂,将环己酮、氨、过氧化氢反应,可直接合成环己酮肟。对于已在工业上应用的原子经济反应,也还需要从环境保护和技术经济等方面继续研究和改进。实现反应的高原子经济性,就要通过开发新的反应途径、用催化反应代替化学计量反应等手段,1997年的新合成路线奖的获得者BHC公司的工作即是一个很好的例证。该公司开发了一种合成布洛芬的新工艺(布洛芬是一种广泛使用的非类固醇类的镇静、止痛药物),传统生产工艺包括6步化学计量反应,原子的有效利用率低于40%,新工艺采用3步催化反应,原子的有效利用率达80%,如果再考虑副产物乙酸的回收利用,则原子利用率达到99%。

②采用无毒、无害的原料

为了人类健康和环境安全,需要用无毒、无害的原料代替有毒、有害的原料生产所需的化工产品。例如,Monsanto公司以无毒、无害的二乙醇胺为原料,经过催化脱氢,开发了安全生产氨基二乙酸钠的工艺,改变了过去的以氨、甲醛和氢氰酸为原料的二步合成路线,并因此获得了1996年美国“总统绿色化学挑战奖”中的新合成路线奖。另外,国外还开发了由异丁烯生产甲基丙烯酸甲酯的新合成路线,取代了以丙酮和氢氰酸为原料的丙酮氰醇法。

③采用无毒、无害的催化剂

目前烃类的烷基化反应一般使用氢氟酸、硫酸、三氯化铝等液体酸性催化剂,这些催化剂的共同缺点,是对设备的严重腐蚀、对人身的危害和产生废渣、污染环境等。目前,国内外正从分子筛、杂多酸、超强酸等新催化材料中大力开发烷基化的固体酸催化剂。例如,异丁烷与丁烯的烷基化是炼油工业中提供高辛烷值组分的一项重要工艺,目前主要使用氢氟酸或硫酸为催化剂,有些公司开发了一种负载型磺酸盐/ SiO_2 催化剂和固体酸催化的异丁烷/丁烯烷基化新工艺。

④采用无毒、无害的溶剂、助剂

大量与化工生产相关的污染问题,不仅来源于原料和产品,而且来源于制造过程中使用的物质,最常见的是反应介质、配方和分离中所用的溶剂。当前广泛使用的溶剂是挥发性有机化合物,使用过程中有的会破坏臭氧层,有的会危害人体健康,因此,需要限制这类溶剂的使用。采用无毒、无害的溶剂代替挥发性有机化合物溶剂已成为绿色化学的重要研究方向。目前,最活跃的研究项目是开发超临界流体,特别是超临界二氧化碳作溶剂。1997年的学术奖授予North Carolina大学的J. M. DeSimone教授,奖励他设计了一类表面活性剂,这种表面活性剂是亲二氧化碳的物质,可以产生亲二氧化碳和亲溶质的两性作用,从而使得二氧化碳可广泛地作为溶剂使用以代替含卤素的常规有机溶剂。

除采用超临界溶剂外,还有研究水或近临界水作为溶剂以及有机溶剂/水相界面反应。以水为介质的有机合成反应是环境友好合成反应的一个重要组成部分,水相中的有机反应,操作简便、安全,没有有机溶剂的易燃、易爆等问题,资源丰富、成本低、无污染。虽然水是



潜在的环境友好的反应介质，但以水为介质必然引出许多新问题，如有机底物在水中的疏水作用，反应底物和试剂在水中的稳定性，水中大量存在的氢键对反应的影响，有可能改变反应的机理等。因此，水相有机合成反应的研究成为有机合成化学一个活跃的研究领域。2001年美国“总统绿色化学挑战奖”的学术奖授予我国在美学者李朝军教授，也表明水相有机反应的研究正在受到越来越多的关注。李朝军教授在设计和发展水中和空气中进行过渡金属介入和催化有机反应方面取得了一系列引人瞩目的创新成果，水相催化反应在药物合成、精细化学品合成以及高聚物的合成等方面都有广阔的应用前景，为传统上只能在稀有气体和有机溶剂中进行的有机合成反应开辟了崭新的领域。

⑤利用可再生的资源合成化学品

利用可再生的生物质 (biomass) 资源代替当前广泛使用的不可再生的石油，是一个具有重大意义的长远发展方向。将生物质转化为动物饲料、工业化学品和燃料的技术是十分活跃的研究领域。美国的 M. Holtzapple 教授在这方面取得了杰出的成就，获得了 1996 年的美国“总统绿色化学挑战奖”的学术奖。

虽然，对于某些生物催化剂是否会导致污染还没有明确的结论，但总的来说，生物转化非常符合绿色化学的要求，具有高效、高选择性和清洁生产的特点，反应产物单纯，易分离纯化，可避免使用贵金属和有机溶剂，能源消耗低，可以合成一些化学方法难以合成的化合物。1996 年美国“总统绿色化学挑战奖”的学术奖授予 Texas A & M 大学 M. Holtzapple 教授，就是由于其开发了一系列技术，把废生物质转化成动物饲料、工业化学品和燃料。化学家 Chi-Huey Wong 以在酶促反应所取得的引人注目的创新成就获得了 2000 年美国“总统绿色化学挑战奖”。

⑥环境友好产品

随着环境保护成为现代社会的共识，社会越来越需要环境友好的产品，各国政府制定的标准，对产品在这方面的质量要求也不断提高。例如，机动车燃料，随着环境保护要求的日益严格，为了减小由汽车尾气中一氧化碳以及烃类引发的臭氧破坏和光化学烟雾等空气污染，美国政府逐步推广使用新配方汽油，它要求限制汽油的蒸汽压和苯的含量，还将逐步限制芳烃和烯烃含量，要求在汽油中加入含氧化合物（如甲基叔丁基醚、甲基叔戊基醚）。这种新配方汽油质量要求的提高，已推动了有关炼油技术的发展。再如，1996 年美国“总统绿色化学挑战奖”的安全化学品设计奖，授予了 Rohm & Haas 公司，是由于其开发成功一种环境友好的海洋生物防垢剂，用于阻止海洋船底污物的形成。中小企业奖授予了 Donlar 公司，因其开发了两个高效工艺以生产热聚天冬氨酸，它是一种代替丙烯酸酯的生物可降解产品。

(3) 我国绿色化学的活动

我国在绿色化学方面的活动也逐渐活跃。1995 年中国科学院化学部组织了《绿色化学与技术——推进化工生产可持续发展的途径》院士咨询活动，对国内外绿色化学的现状与发展趋势进行了大量调研，并结合国内情况，提出了发展绿色化学与技术、消灭和减少环境污染源的七条建议。1997 年由国家自然科学基金委和中国石油化工总公司联合资助的“九五”重大基础研究项目《环境友好石油化工催化化学与化学反应工程》正式启动，项目涉及我国石油化工的一些重要过程，即导向基础性研究、技术可行性的初步探索和技术可行与经济合理性的重点探索三个层次，开展采用无毒无害原料、催化剂和“原子经济”反应等新技术的探索研究，为解决

现有生产工艺存在的环境问题奠定基础。同年,为实施科教兴国战略,实现到2010年以及21世纪中叶我国经济、科技和社会发展的宏伟目标,确保科技自身发展能力不断增强,迎接新世纪挑战的迫切需要而制定的《国家重点基础研究发展规划》,也将绿色化学的基础研究项目作为支持的重要方向之一。此外,一些大专院校也纷纷成立了专门的绿色化学研究机构。

复习题参考答案

1. B 2. $\text{CH}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

3. $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow[400^\circ\text{C}]{\text{催化剂}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

4. (1) $6\text{PbO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Pb}_3\text{O}_4$

(2) 涂油漆、镀铬、制成合金(不锈钢)

(3) $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} \longrightarrow 3\text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

可用润湿的淀粉碘化钾试纸检验氯气的生成

5. (1) 热能

(2) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$

$n\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 \longrightarrow \left[\begin{array}{c} \text{CH}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$

(3) $\left[\text{CH}_2-\text{CH}_2 \right]_n$ 、 $\left[\begin{array}{c} \text{CH}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ 、 $\left[\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2 \right]_n$

(4) 聚氯乙烯、聚丙烯是常见塑料制品的主要成分

6. ①蛋白质; ②脂肪; ③可溶性化合物; ④有机酸; ⑤肥料; ⑥ CO_2 、 H_2S 等

7. (1) 固体: 焦炭; 液体: 苯、酚类、萘、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 气体: CO 、 CH_4 、 H_2 、 H_2S

(2) 128、 CO_2 和 H_2O (3) 闻气味, 21%

(4) $\text{H}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{NaHS} + \text{NaHCO}_3$, 再加入中强氧化剂, 得到硫黄

8. 反应中消耗的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的物质的量为: $0.100 \text{ mol/L} \times 0.0160 \text{ L} = 1.60 \times 10^{-3} \text{ mol}$

根据化学方程式: $6 \times n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = n(\text{FeCl}_2)$; $n(\text{FeCl}_2) = 2 \times n(\text{SnCl}_2)$

$n(\text{SnCl}_2) = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol}$; $n(\text{Sn}) = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 119 \text{ g/mol} = 0.571 \text{ g}$

试样中 Sn 的质量分数为: $\frac{0.571 \text{ g}}{0.613 \text{ g}} \times 100\% = 93.1\%$

9. (1) 漂液 NaClO , 使 $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+}$

(2) NaOH , 使 Mg^{2+} 以外的杂质转化成氢氧化物沉淀除去

(3) Na_2CO_3

(4) $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow$

10. (1) 丁烷, C_4H_{10} $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ 或 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ (2) 略

(3) 光合作用 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{叶绿体}]{\text{光能}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$