

# 中学化学复习纲要

HONGXUE HUAXUE FUXI GANGYAO

上海教育出版社

# 中学化学复习纲要

第二版

[美] 帕特里克·卡瓦纳 编

程 育 德 译  
邓 援

上海教育出版社

Patrick Kavanan

**Brief Review in  
CHEMISTRY**

**CEBCO Standard Publishing**

(根据 CEBCO 标准出版社出版的第二版翻译)

**中学化学复习纲要**

[美] 帕特里克·卡瓦纳 编

程育德 邓 援 译

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7.25 字数 150,000

1982 年 1 月第 1 版 1982 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—127,000 本

统一书号: 7150·2584 定价: 0.59 元

## 内 容 提 要

这是一本美国中学用的化学复习参考书。它把全部中学化学教学内容分成九个专题，每个专题又分若干小题目，分别对有关知识和概念作简明扼要的说明，以后列举计算题的例题和供学生复习用的练习题。后面还附各种化学用表，目的是提高学生使用化学用表的能力，和供学生解题时参考，最后附近几年的纽约州考试试题。

本书所列内容跟我国中学化学教学内容不完全一样，有些内容比我国学得多（如化学动力学方面），有些内容比我国学得少（如有机化学方面）。虽然这样，本书的复习内容对我国还有一定参考价值，教师还可以从中了解一些美国化学教学的情况。

## 写在前面

《中学化学复习纲要》是一本简明的教科书和纽约州化学复习纲要的复习辅导书，以及准备州考试的资料。教师和学生要特别注意本书的下列内容和编写特点。

1. 州化学纲要里所有的知识和基本概念的简明解释。
2. 章、节的编排紧扣纲要的顺序。这样编写对准备州考试特别有用，因为近年来的考试题也按同样次序归纳分类的。
3. 几百个州考式的练习题，按题分类，适宜于更有效地复习巩固。
4. 很多例题，说明要求学生掌握的所有类型的计算题。
5. 专门一节用来解释和使用化学的参考用表。
6. 几个最近的州考试试题。
7. 很完备的索引，以便学生容易找出任何特定的项目和专题\*。

---

\* 译者注：英文索引在翻译时已删去。

# 目 录

# CONTENTS

第1章 物质和能 .....	1
物质·能·物质的相·气体·液体·固体·化学的定义	
第2章 原子结构 .....	21
原子·玻尔原子模型·量子学说·轨道模型·电子构型·放射现象	
第3章 化学键 .....	37
化学键的性质·原子间化学键的类型·分子间引力·共价键的方向性·化学式·命名·化学方程式	
第4章 周期表 .....	53
周期表的发展·周期表里元素的性质·元素族的化学	
第5章 化学计算 .....	67
摩尔的概念·化学计量学·溶液	
第6章 动力学和平衡 .....	87
动力学·能量和反应速度·影响化学反应速度的因素·平衡·平衡的种类·勒沙特列原理·化学平衡定律·自发的变化	
第7章 酸碱理论 .....	110
电解质·酸和碱·酸和碱的操作定义·酸和碱的概念定义·酸碱反应·电离常数·pH(氢离子浓度)	
第8章 氧化还原和电化学 .....	125
氧化和还原·氧化数·电化学·氧化还原反应方程式的配平	
第9章 有机化学 .....	146
有机化合物的特点·结构式·烃的同系列·其它有机化合物·有机反应	

化学参考表使用说明 .....	163
化学参考用表 .....	173
政府统一考试试题 1975~1978 .....	183

## 物 质

物质 性质和组成相同的任何一种物品，不论它是在哪里用什么方法取得的，叫做物质。例如，水是物质，在给定条件下，任何水的试样都有相同的性质和相同的组成。这些性质和组成可以用来检定水。另一方面，木材不是物质，各种木材的性质和组成可以有很大的差别。

任何物质的试样都是均匀的；就是说在整个试样中物质的性质和组成都是一样的。

物质有两大类：

1. 元素 物质中不能用化学变化分解成两种或两种以上物质的，叫做元素。每种元素完全由同一原子序数的原子组成。已知有一百零四种元素\*。大多数是金属元素；典型的象铝、铁、铜、银和汞。一些熟悉的非金属元素是碳、硫、碘、氧和氮。

2. 化合物 物质能由化学变化分解成其它物质的，叫做化合物。化合物由两种或两种以上元素按一定的质量比化合而成。例如水是化合物，它由两种元素，就是氢和氧按 1:8 的质量比化合而成。分解 9 克水总能得到 1 克氢和 8 克氧。化合物的性质通常和组成元素的性质大不相同。

\* 译者注：根据 1977 年国际原子量表公布已发现的元素共有 107 种。



**混和物** 跟化合物相似，混和物总是由两种以上的物质组成的，但是混和物在下列几方面跟化合物有区别：

1. 混和物的成分可以是元素也可以是化合物。
2. 混和物中各成分的质量比不固定。
3. 混和物的性质往往介于各成分的性质之间。
4. 有些混和物，象盐的水溶液或混和气体是均匀的，此外象混凝土(砂、水和水泥的混和物)是不均匀的(就是整个试样的组成不是均匀的)。

### 习 题

1. 氯化钠溶液是 (1) 不均匀的化合物, (2) 均匀的化合物, (3) 不均匀的混和物, (4) 均匀的混和物。
2. 哪一种化合物的例子? (1) Ar, (2) Cl<sub>2</sub>, (3) CO, (4) Na。

## 能

**能的定义** 能是指做功的能力。力使物体移动或改变它的运动的状态，在科学上叫做作了功。因此能可以理解为改变物体运动的能力。

**能的形式** 能几乎涉及到所有的物理现象。习惯上给有关各种物理现象的能以特定的名称。例如

**动能**——有关物体运动的能。

**光能**——有关光波(或其它形式的电磁辐射)的能。

**电能**——有关电流的能。

**化学能**——有关化学变化的能。

**热能**——有关物体或物体体系的温度的能。

**势能**——有关体系内物体相对位置的能。

机 械 能——有关作功的能。

原子能或核能——有关改变原子质量的能。

能量守恒 能可以从一种形式转化成另一种形式，也可以从一个物体或体系转移到另一个物体或体系，但是总能量保持不变。在这些转化和转移中，能既不能创造出来也不会消失。例如，汽油在汽车发动机内燃烧，在产生气体时化学能变成热能。当气体在发动机的气缸内膨胀时，它们的热能变成活塞和曲轴的机械能。机械能中一部分变成汽车行驶的动能，另一部分用来转动发电机，能量又变成电能。电能变成车头灯的光能，或者变成蓄电池内的化学能。在能的这些转化中，原来的能也有部分转化成热能，例如因为传动部分之间的摩擦，导电体的电阻等。然而，考虑到所有这些不同形式的能，可以发现总能量是保持不变的。

能和化学变化 化学键在断裂时要吸收能，形成新的化学键要释放能，因此任何化学反应会伴随着能的净吸收或净释放，一般表现为热的形式。根据这一条，我们要认识两类反应：

1. 放热反应 向周围环境释放出热量的化学反应，叫做放热反应。在这样的反应中，形成新的化学键时释放出来的能，大于原有化学键断裂时所吸收的能。

2. 吸热反应 从周围环境中吸收热量的化学反应，叫做吸热反应。在这样的反应中，形成新的化学键时释放出来的能，小于原有化学键断裂时所吸收的能。

活化能 使一个化学反应发生所需要的最低限度的能，叫做活化能。例如，这本书的纸张虽然接触空气，它并不燃烧。要使它燃烧，还要增加能，直到它的温度足等引起燃烧。

## 习 题

- 任何释放能的化学变化,在进行时是 (1) 温度保持不变的, (2) 放热的, (3) 无热的, (4) 吸热的。
- 下列哪一种不是能的表现形式? (1) 光, (2) 温度, (3) 热, (4) 运动。
- 所有化学变化都是 (1) 放热的, (2) 吸热的, (3) 释放热量, (4) 需要活化能。

**能的量度** 化学反应中所包含的能,一般用热量的单位卡来量度。1卡是使1克纯水温度升高 $1^{\circ}\text{C}$ 所需的热量。为方便起见,也可用较大的单位千卡来表示。1千卡等于1,000卡。

## 例 题

- 加热1克水从 $4^{\circ}\text{C}$ 升高到 $10^{\circ}\text{C}$ ,要吸收多少卡的热量?

[解] 1克水温度升高 $1^{\circ}\text{C}$ 需要1卡。温度升高 $6^{\circ}\text{C}$ ,所以需要6卡。

- 加热2克水,温度从 $4^{\circ}\text{C}$ 升高到 $10^{\circ}\text{C}$ ,要吸收多少卡的热量?

[解] 温度升高 $6^{\circ}\text{C}$ ,每克水需吸收6卡(见上题),所以2克水共吸收 $2 \times 6 = 12$ 卡。

在计算卡值的改变时需要两个因素,就是在变化中温度的改变和水的克数。用来计算热交换中的卡值的公式是

**卡的数值 = 水的克数  $\times$  温度的改变**

量的变化,如温度( $T$ ),用希腊字母  $\Delta$ (台尔塔)表示。用这个记号,上式可以写成

**卡的数值 = 水的克数  $\times \Delta T$**

## 例 题

当 50 克水从  $75^{\circ}\text{C}$  冷却到  $30^{\circ}\text{C}$  时,要放出多少卡?

[解] 用上述公式

$$\text{卡的数值} = \text{水的克数} \times \Delta T$$

$$\text{水的克数} = 50$$

$$\begin{aligned}\Delta T &= \text{起始温度} - \text{最终温度} = 75^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C} \\ &= 45^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

代入公式:

$$\text{卡的数值} = 50 \times 45 = 2250 \text{ 卡}$$

## 习 题

1. 加热 150 克水, 温度从  $20^{\circ}\text{C}$  升到  $30^{\circ}\text{C}$ , 吸收热能的卡值约等于 (1) 10, (2) 150, (3) 1500, (4) 15,000。

2. 2 克水在  $25^{\circ}\text{C}$  时吸收了 40 卡的热量, 温度升高 (1)  $20^{\circ}\text{C}$ , (2)  $2^{\circ}\text{C}$ , (3)  $40^{\circ}\text{C}$ , (4)  $80^{\circ}\text{C}$ 。

3. 20 克水从  $30^{\circ}\text{C}$  冷却到  $20^{\circ}\text{C}$ , 要放出的热量是 (1) 200 卡, (2) 400 卡, (3) 600 卡, (4) 5000 卡。

4.  $20^{\circ}\text{C}$  的水 1 克吸收 15 卡热, 水的最终温度将是 (1)  $-10^{\circ}\text{C}$ , (2)  $5^{\circ}\text{C}$ , (3)  $35^{\circ}\text{C}$ , (4)  $50^{\circ}\text{C}$ 。

5. 水吸收了 500 卡热量, 温度从  $15^{\circ}\text{C}$  升到  $25^{\circ}\text{C}$ 。水的质量是 (1) 10 克, (2) 50 克, (3) 100 克, (4) 5000 克。

6. 加热 50 克水, 温度从  $10^{\circ}\text{C}$  升到  $30^{\circ}\text{C}$ , 水吸收了多少卡的热量? (1) 20, (2) 50, (3) 500, (4) 1000。

**测温学** 物质的温度是该物质的质点平均动能的度量。所有物质的微粒在相同温度下有相同的平均动能。温度的差别标志着两个物体之间热量传递的方向。当两个物体有不同

的温度时，热量从高温的物体传递到低温的物体上去。热传递是自发进行的，这样的传递继续下去，直到两者有相同的温度为止。

物体的温度常用温度计来测定。最普通的温度计里装一种液体，它受热时膨胀，沿毛细管上升，冷却时收缩。这种材料必须在规定温度范围内呈液态，并有同样的膨胀率和收缩率。液态汞是常用的材料。

每支温度计都由两个固定的温度参考点校正，再把两点间的距离分成若干需要的单位。为了正常使用，把水的凝固点和沸点选作这两个参考点。水的凝固点是指在1大气压冰-水(固-液)平衡时的温度。水的沸点是指在1大气压下水-蒸气(液-气)平衡时的温度。对于摄氏温标，这两点之间分成100个等分，每一等分叫做度( $1^\circ$ )。水的凝固点定为 $0^\circ\text{C}$ ，沸点定为 $100^\circ\text{C}$ 。

开尔文或绝对温标是另一种科学上常用的温标，也把水的凝固点和沸点作为两个固定点，分度的大小跟摄氏温标相同。可是在开尔文温标中水的凝固点是 $273^\circ$ ，沸点是 $373^\circ$ 。摄氏温标和开尔文温标之间的关系用下式表示。

$$K = ^\circ\text{C} + 273$$

### 习 题

1.  $-23^\circ\text{C}$  等于哪个温度？(1)  $-250\text{ K}$ ，(2)  $-23\text{ K}$ ，(3)  $250\text{ K}$ ，(4)  $296\text{ K}$ 。

**量热学** 实验室里常用的测量热量的器件是量热器。在量热器中，化学反应所产生的热量可以间接地从测定跟量热器接触的已知质量的水的温度变化来求得。用这种间接方法测量反应中的热量变化，叫做量热学。

## 例 题

在量热器中的密闭反应容器外面有 40 克水。反应开始前水的温度是  $20^{\circ}\text{C}$ 。反应终了时水的温度上升到  $50^{\circ}\text{C}$ 。这个反应大约放出多少卡的热量？

[解] 应用公式

$$\text{卡的数值} = \text{水的克数} \times \Delta T$$

水的克数 = 40,  $\Delta T = 50^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$ 。

代入公式: 卡的数值 =  $40 \times 30 = 1200$  卡。

假设没有热量从量热器中逸出, 水所吸收的热量恰好等于反应放出的热量。

## 物质的相

物质有三种相——固态、液态和气态。在一定时候物质的特定的相, 决定于压强和温度这两个条件。改变这两个条件中的任何一个, 可能改变物质的相。

图 1 说明在热量的增加率一定时, 某物质的相怎样随温度而改变的情况。物质从固相开始(时间 = 0), 加热后温度均匀地上升直到熔点。在熔点温度保持不变, 而物质从固相变成液相。因此, 随着物质的相变化要吸收热量, 而温度不变。当所有物质都从固相变成液相再加热, 温度又继续均匀地上升(虽然速度不同)。到达该物质的沸点时, 温度又一次保持不变, 而物质从液相变成气相。当这一相变完成后, 温度又恢复上升(另一种速度)。

假使这种物质是气相, 让它冷却(失热), 它的时间对温度的冷却曲线和相反的加热曲线相似。曲线的平坦部分仍旧在

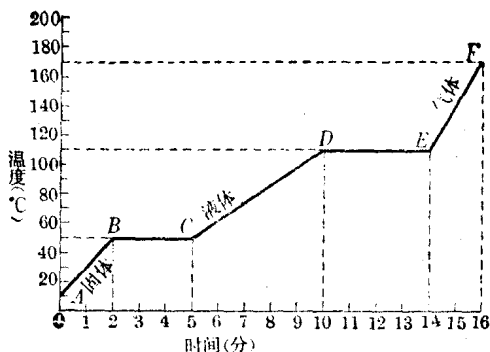


图1 这是一定量假设物质的加热曲线图，在恒压下对该物质进行持续稳定地加热。在观察开始(A点)，物质在 $10^{\circ}\text{C}$ 时是固相。加热时，温度稳定地上升了2分钟。到 $50^{\circ}\text{C}$ (B点)固体开始熔化。温度保持在 $50^{\circ}\text{C}$ 直到固体全部变成液相为止(C点)。用3分钟的时间加以足够的热量，固体熔化完毕。从C点到D点，这物质处于液相，温度稳定地升高到 $110^{\circ}\text{C}$ 。然后温度保持不变，而液体变成气相。这一过渡需要4分钟，说明蒸发热大于熔解热。在E点，物质完全处于气相，再加热时物质的温度又稳定地升高。

相同的温度时出现，物质从气态变成液态时放出热量，再从液态变成固态。在曲线中的每一个段落，冷却时放出的热量恰好等于加热时吸收的热量。

图中物质在每一部分所吸收的热量，可以由时间乘以热的增加率来求得。例如，热的增加率 $100$ 卡/分，DE线段持续了4分钟，即 $4\text{分} \times 100\text{卡/分} = 400\text{卡}$ ，在这段时间内吸收的热量是 $400$ 卡。

### 习 题

图1表示以同样的速率 $100$ 卡/分加热一种物质的试样。根据这图回答第1~5题。

1. 试样在以下两点之间发生相变 (1) A和B, (2) C和D, (3) D

和  $E$ , (4)  $E$  和  $F$ 。

2. 物质的熔点用  $^{\circ}\text{C}$  表示是 (1) 10, (2) 50, (3) 80, (4) 110。

3. 加热试样从  $10^{\circ}\text{C}$  升高到它的熔点, 需要的卡值是 (1) 40, (2) 200, (3) 300, (4) 500。

4. 试样在熔点熔化, 需要的卡值是 (1) 100, (2) 200, (3) 300, (4) 500。

5. 物质微粒平均动能稳定地增加是在哪两点之间? (1)  $A$  和  $B$ , (2)  $A$  和  $F$ , (3)  $B$  和  $C$ , (4)  $B$  和  $E$ 。

6. 冰在熔化时, 冰-水混和物的温度保持不变。这是因为 (1) 没有吸收热量, (2) 冰比水冷, (3) 热能转化成势能, (4) 热能转化成动能。

7. 以恒速加热定量的水, 从液态变成气态, 所需的时间比固态变成液态长。这是因为 (1) 蒸发热大于溶解热, (2) 溶解热大于蒸发热, (3) 在蒸气中水分子的平均动能大于在液态中水分子的平均动能, (4) 冰吸收能量比水吸收能量快得多。

8. 物质的温度是下列值的平均数的量度 (1) 分子的质量, (2) 分子的势能, (3) 分子的动能, (4) 分子间的引力。

9. 温度计的两个固定点是 (1) 273 K 和 373 K, (2) 100 K 和 273 K, (3) 32 K 和 212 K, (4) 0 K 和 100 K。

10. 哪一个摄氏温度相当于 323 K? (1)  $50^{\circ}\text{C}$ , (2)  $212^{\circ}\text{C}$ , (3)  $273^{\circ}\text{C}$ , (4)  $596^{\circ}\text{C}$ 。

11. 一种液体的凝固点是  $-38^{\circ}\text{C}$ , 它的沸点是  $357^{\circ}\text{C}$ 。从液体的沸点到凝固点, 共有多少开氏度? (1) 319, (2) 395, (3) 592, (4) 668。

12~13. 根据下列表示测定固态物质燃烧热实验的数据, 回答第 12、13 题。

空容器的质量	150 克
加水后空容器的质量	450 克
反应前水的温度	$22.0^{\circ}\text{C}$
反应后水的温度	$33.0^{\circ}\text{C}$

12. 用摄氏温标计算水的温度改变。



13. 计算水吸收的卡值。

14. 哪一个相变是吸热的？



## 气 体

**气体定律** 气体有它的容器的容积和形状。此外，经验告诉我们，气体的性质服从下列各定律：

1. **玻意耳定律** 温度不变时一定质量的气体的压强跟它体积成反比。设  $V_1$  和  $P_1$  表示气体起始的体积和压强， $V_2$  和  $P_2$  表示新的体积和压强。我们可以用数学公式表示玻意耳定律：

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$$

这也可以写成

$$P_2 V_2 = P_1 V_1$$

由上可知，温度不变时一定质量的气体，它的压强和体积的乘积总是相同的。因此可以写成

$$PV = k$$

对于特定试样的气体， $k$  是常量（见下页的例题）。

### 例 题

40 毫升气体在 760 毫米的压强下贮存，压强增大到 800 毫米时，这种气体的体积是多少？

【解】 在解题前先要确定，气体的体积是增大还是减小，变化是较大还是较小。压强增加了，可以推测体积会减小。因为压强的变化比较小，体积的变化也应该比较小。