

Special Subject

高中化学

探究学习 · 学科竞赛通用

专题全解

化学反应速率

电离平衡

丛书主编 师 达

学科主编 陈 图

8

7806



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

自主学习 · 学科竞赛通用

专题全解

高中化学

化学反应速率 电离平衡

丛书主编 师 达

学科主编 陈 图



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

Subject

《专题全解》编委会

- ▶▶ 丛书主编 师 达
- ▶▶ 学科主编 数学·乔家瑞 语文·程汉杰
物理·叶禹卿 化学·裴大彭
英语·齐平昌 高中·陈 图
- ▶▶ 本册作者 顾 勇

图书在版编目(CIP)数据

高中化学·化学反应速率 电离平衡/陈图主编. -北京:首都师范大学出版社,2003.6

(专题全解/师达主编)

ISBN 7-81064-627-3

I. 高… II. 陈… III. 化学课-高中-教学参考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 062027 号

- | | |
|------|---------------------------------|
| 书 名 | 专题全解·化学反应速率 电离平衡 |
| 责任编辑 | 梁惠信 |
| 标准书号 | ISBN 7-81064-627-3/G·448 |
| 出版发行 | 首都师范大学出版社(68418523 68982468) |
| 地 址 | 北京西三环北路 105 号 |
| 网 址 | www.cnup.cnu.cn |
| 印刷单位 | 北京嘉实印刷有限公司 |
| 开 本 | 890 × 1240 1/32 6.875 印张 183 千字 |
| | 2003 年 6 月第一版 2003 年 6 月第一次印刷 |
| 印 数 | 0,001 ~ 12,000 册 |
| 定 价 | 10.50 元 |

《专题全解》何以如此出众?

▶ **问答一** 目前,在同步教辅书品种十分繁多,其中也不乏上乘之作的情况下,为什么还要编写《专题全解》?

▶ **答** 要回答这个问题,首先要说明什么叫专题?“专题”书与一般教辅书的区别是什么?一般教辅书的内容在于全,力求“面面俱到”,而“专题”书的内容特点在于“专”。“专题”书以学科核心知识点、能力点为基础,对相关知识能力进行整合、链接,使之融会贯通,形成对某一问题的专门研究,通过几个或十几个“专”的点,带动对本学科全部知识、能力的整体把握。由此可以看出,“专题”书与一般教辅书相比较,有三个明显特点:一是可以“重点突破”代替“面面俱到”,把好钢用在刀刃上,以期得到事半功倍之效果;二是更利于突出方法、技巧的培养,更有利于体现授之以“渔”;三是可以给一个驾驭知识能力的较高起点,增长科学见识。我们编写《专题全解》,就是要避一般教辅之短,扬“专题”书之长,给学生提供一套高质量、高品味的指导用书。

▶ **问答二** 学生为什么要购买“专题”书?“专题”书的读者对象主要是什么样的学生?

▶ **答** 如上所述,“专题”书与一般教辅书存在着重大区

别。“专题”书的写作空间在于其理论上的深入浅出，准确、高水平地讲解诠释，在于其学习方法、技能上更高层次的指导。如果说一般教辅书主要是解决学生“一般”课堂学习的话，那“专题”书则是解决学生的“提高”问题，“探究学习”的问题，“真正懂”的问题，师傅“领进门”的问题。“专题”书的读者对象是所有学习认真刻苦，有理想、有抱负、有更高追求的学生；不满足于一般应付作业、应付考试的学生；以及对某些专题有研究、有特殊兴趣，并希望在奥林匹克竞赛中获得好名次的学生。

问答三 在目前教材版本多元的情况下，《专题全解》配套什么教材？与各种版本教材的关系是怎样的？

答 鉴于目前教材版本多元，同步到节、到课的教辅书，其局限性日益明显的情况，我们编写的“专题”是“源于各种教材，高于各种教材，适用于各种教材”。因为“专题”的选择和形成均为各学科的核心知识点、能力点，既然是核心知识点、能力点，那么，各种版本的教材便无论如何都不能遗漏，比如初中数学《一元二次方程》，它在哪种版本的教材中都是重点，我们选择它作为专题，在“精、深、透、全、新”上下功夫，学生一旦掌握，便可以突破所有“一元二次方程”范畴内的问题。此外，我们还力图在书中提倡一种新的理念：即那种只会使用与教材同步到“零距离”、“零空间”，亦步亦趋的学生，不是学习能力强的学生，是没有“大出息”的学生；那种能够与教材保持一定距离，一定空

间，能够自主学习，探究学习，反过来又能突破教材的学生才是能力强的学生，才是大有希望的学生。

▶ **问答四** 《专题全解》的作者队伍水平怎么样？会不会是冒牌货？以致贻误学子？

▶ **答** 我们不敢妄称自己是“名师”，我们也不敢妄言自己写的书一定是“名牌”。但我们的身份可以坦言告诉读者。我们的丛书主编、学科主编均为北京及全国名校的特级教师、教授，他们均有几十年的教学教研经验。讲课，他们深受学生的爱戴；写书，在图书市场多年已形成品牌。本丛书出版后，我们一定悉听学生和老师们宝贵意见，认真修改，不辜负读者的信赖。

▶ **问答五** 《专题全解》丛书的概况如何？

▶ **答** 本丛书设计规模比较庞大。计划初中 40 余种，高中 40 余种，分批出版。本次出版初中数学 4 种、物理 3 种、化学 3 种、语文 4 种、英语 4 种，计 18 种；高中数学 3 种、物理 3 种、化学 3 种、生物 2 种，计 11 种，总计 29 种，2003 年 6~7 月出版。

本丛书各书栏目设计均经过耐心细致的推敲，新而不怪，平中有意。如信息平台、动手平台等等。

本丛书双色印刷，用色彩突出重点、难点、能力点；用色彩凸显公式、原理、规律；版面精心设计，尽量给学生创造一个良好的学习环境。

《专题全解》编委会

二〇〇三年七月

目 录

化学反应速率

第一部分 化学反应速率的概念及计算	(2)
一、学习背景与方略	(2)
二、基础知识掌握	(2)
三、综合能力提升	(6)
四、高考、竞赛高频考点解读	(9)
五、拓展延伸探究	(13)
六、应用训练	(16)
第二部分 影响化学反应速率的因素	(20)
一、学习背景与方略	(20)
二、基础知识掌握	(20)
三、综合能力提升	(23)
四、高考、竞赛高频考点解读	(25)
五、拓展延伸探究	(26)
六、应用训练	(33)
第三部分 化学平衡	(39)
一、学习背景与方略	(39)
二、基础知识掌握	(40)
三、综合能力提升	(46)
四、高考、竞赛高频考点解读	(52)
五、拓展延伸探究	(61)
六、应用训练	(73)

电离平衡

第四部分 电离平衡	(86)
一、学习背景与方略	(86)
二、基础知识掌握	(86)
三、综合能力提升	(89)
四、高考、竞赛高频考点解读	(92)
五、拓展延伸探究	(95)
六、应用训练	(98)
第五部分 水的电离和溶液的 pH	(103)
一、学习背景与方略	(103)
二、基础知识掌握	(103)
三、综合能力提升	(105)
四、高考、竞赛高频考点解读	(108)
五、拓展延伸探究	(112)
六、应用训练	(117)
第六部分 盐类水解	(123)
一、学习背景与方略	(123)
二、基础知识掌握	(124)
三、综合能力提升	(128)
四、高考、竞赛高频考点解读	(131)
五、拓展延伸探究	(136)
六、应用训练	(140)
第七部分 酸碱中和滴定	(147)
一、学习背景与方略	(147)
二、基础知识掌握	(147)
三、综合能力提升	(150)
四、高考、竞赛高频考点解读	(154)
五、拓展延伸探究	(156)

六、应用训练	(160)
第八部分 电化学及其应用	(168)
一、学习背景与方略	(168)
二、基础知识掌握	(169)
三、综合能力提升	(175)
四、高考、竞赛高频考点解读	(181)
五、拓展延伸探究	(186)
六、应用训练	(194)
参考答案	(203)

HUAXUE FANYING SULU

化学反应速率



第一部分

化学反应速率的概念及计算一

信息平台



一、学习背景与方略

反应速率是以研究化学反应过程为主要对象的一个物理化学分支学科,这个学科是本世纪物理化学中最引人关注的学科,第一个理论是在气体分子运动论的基础上建立的,称为碰撞理论。30年代,在统计力学和量子力学的基础上建立了另一个反应速度理论,称之为过渡态理论或活化络合物理论。由于活化络合物的结构不易确定,这个理论的应用受到限制。50~60年代,这个理论曾一度冷落,自70年代开始,又出现了继续研究的热潮。

本部分对基础知识的掌握一定要到位,如化学反应速率的定义,表示方法及其单位,在一定量习题训练后,加深对速率的表示方法、计算及速率大小比较的理解,形成解题的思路,对影响化学反应速率的因素如:浓度、压强、温度、催化剂等,还有固体颗粒大小、溶剂、光等,要弄清改变外界条件是否对正逆反应速率都有影响。在解题过程中,要充分利用图像进行分析,从而提高自身的解题能力,促进理论与实践的结合。

知识平台



二、基础知识掌握

(1) 表示 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{\Delta n}{V_{\text{容}} \Delta t}$ [$\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$, $\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$, $\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{h})^{-1}$]

(2) 巧用化学计量数比

- ☛ 速率之比等于方程式中的化学计量数比
- ☛ 速率之比等于方程式中的化学计量数比
- ☛ 会根据化学计量数比比较快慢
- ☛ 会根据化学计量数比互求

(3) 外界条件对化学反应速率的影响

- ☛ 注意范围：压强对固液反应无影响，催化剂具有选择性
- ☛ 注意影响的一致性：对正逆反应速率的影响是一致的，要增大都增大，要减小都减小，但影响的程度不一定相同

(4) 压强对反应速率的影响(实质是浓度的影响)

- ☛ 体积不等的反应，变化的程度不同， v (减)变化的程度不同；体积相等的反应， v 变化的程度相同
- ☛ 容积不变，充入无关的气体，使压强增大， v 不变
- ☛ 充入无关的气体，使压强不变， v 变小

例 1 反应 $4A(s) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + D(g)$ ，经 2 min，B 的浓度减少 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。对此反应速率的表示，正确的是()

- A. 用 A 表示的反应速率是 $0.4 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$
- B. 分别用 B、C、D 表示反应的速率其比值是 3 : 2 : 1
- C. 在 2 min 末的反应速率，用 B 表示是 $0.3 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$
- D. 在这 2 min 内用 B 和 C 表示的反应速率的值都是逐渐减小的

【解析】 因 A 是固态物质一般不用浓度变化表示反应速率，A 不正确。 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 求的是平均反应速率。C 不正确。故答案是 B、D。

【答案】 B、D

例 2 在一定条件下，可逆反应 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$ 达成平衡，当单独改变下列条件后，有关叙述错误的是()

- A. 加催化剂， $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 都发生变化，且变化的倍数相等
- B. 加压， $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 都增大，且 $v(\text{正})$ 增大倍数大于 $v(\text{逆})$ 增大倍数

C. 降温, $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 都减少, 且 $v(\text{正})$ 减少倍数大于 $v(\text{逆})$ 减少倍数

D. 加入氩气, $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 都增大, 且 $v(\text{正})$ 增大倍数大于 $v(\text{逆})$ 增大倍数

【解析】 催化剂能同等倍数地改变正、逆反应速率, 故 A 正确。加压, $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 均增大, 气体体积之和的大的一侧增大倍数大于体积之和的小的一侧增加的倍数, 故 B 正确。降温, $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 均减小, 吸热反应减小的倍数大于放热反应减小的倍数, C 不正确。加入氩气, 如恒温恒容, $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 均不变, 如恒温恒压, 相当于降低, D 不正确。故选 A、B。

【答案】 A、B

【例 3】 在下列过程中, 需加快化学反应速率的是 ()

- A. 钢铁腐蚀 B. 食物腐烂
C. 工业炼钢 D. 塑料老化

【解析】 改变化学反应速率在实践中有很重要的意义, 在实际生产和生活中, 有的需要加快某些生产过程, 如加速炼钢过程、加速合成树脂等, 有的需要减缓某些反应速率, 如钢铁生锈、延缓塑料和橡胶的老化等。答案为 C。

【答案】 C



对于同一化学反应 (如 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$), 有时要加快反应速率 (如生产硫酸), 有时需减缓反应速率 (如空气中 SO_2 转变成酸雾)。

【例 4】 反应 $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$, 在不同情况下测得反应速率, 其中反应速率最快的是 ()

- A. $v(\text{D}) = 0.4 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$
B. $v(\text{C}) = 0.5 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$
C. $v(\text{B}) = 0.6 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$

$$D. v(A) = 0.15 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

【解析】比较同一化学反应在不同情况下反应速率的快慢，应用同种物质作标准。然后利用化学反应速率比等于化学方程式中各物质的化学计量数之比，求出不同情况下，用标准物质表示的化学反应速率，再进行比较。

若选用 $v(A)$ 作标准：

$$A. v(A) = \frac{1}{2} v(D) = 0.2 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

$$B. v(A) = \frac{1}{2} v(C) = 0.25 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

$$C. v(A) = \frac{1}{3} v(B) = 0.2 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

比较四个选项的 $v(A)$ 值，可知答案为 B。

【答案】B



解题的关键是把不同物质表示的反应速率换算为同一物质表示的反应速率，然后进行比较。

例 5 反应 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 在 10 L 密闭容器中进行，半分钟后，水蒸气的物质的量增加了 0.45 mol，则此反应的平均速率 $\bar{v}(X)$ (反应物的消耗速率或生成物的生成速率) 可表示为 ()

$$A. \bar{v}(\text{NH}_3) = 0.010 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

$$B. \bar{v}(\text{O}_2) = 0.001 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

$$C. \bar{v}(\text{NO}) = 0.001 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

$$D. \bar{v}(\text{H}_2\text{O}) = 0.045 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

【解析】此题首先应根据反应速率的定义求出 $\bar{v}(\text{H}_2\text{O})$ ，再根据化学方程式中的化学计量数之比求出 $\bar{v}(\text{NH}_3)$ 、 $\bar{v}(\text{O}_2)$ 和 $\bar{v}(\text{NO})$ ，并逐一与题目所给选项比较，选出正确答案。依题意，有

$$\bar{v}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.45 \text{ mol}}{\frac{10 \text{ L}}{30 \text{ s}}} = 0.0015 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}, \text{D 错误。}$$

$$\frac{\bar{v}(\text{NH}_3)}{\bar{v}(\text{H}_2\text{O})} = \frac{4}{6}, \text{故 } \bar{v}(\text{NH}_3) < \bar{v}(\text{H}_2\text{O}), \text{即 } \bar{v}(\text{NH}_3) < 0.0015 \text{ mol}$$

$\cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$, A 错误。

$$\frac{\bar{v}(\text{O}_2)}{\bar{v}(\text{H}_2\text{O})} = \frac{5}{6}, \bar{v}(\text{O}_2) = \frac{0.0015 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1} \times 5}{6} = 0.00125$$

$\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$, B 错误。

$$\frac{\bar{v}(\text{NO})}{\bar{v}(\text{H}_2\text{O})} = \frac{4}{6}, \bar{v}(\text{NO}) = \frac{0.0015 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1} \times 4}{6} = 0.0010$$

$\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$, C 正确。

【答案】C



求反应速率的途径一般有两条：一是根据反应速率的定义求；二是根据不同物质表示的反应速率之比等于它们在化学方程式中的化学计量数之比的规律来求。



三、综合能力提升

化学反应速率概念中单位时间内的变化值只能是浓度变化值，不是物质的量的变化值，因此在进行有关计算时，要同时注意反应物的体积、反应的时间和反应物物质的量的变化。

把化学反应速率的概念和化学方程式的意义联系起来，明确以下相等的比例关系。即在化学反应方程式中各物质前的系数之比 = 各物质在反应中变化的物质的量之比 = 各物质在反应中变化的物质的量浓度之比 = 用各物质表示的该化学反应在一定时间内的平均

反应速率之比。

在具体计算中,要灵活应用上述关系式。既要由化学方程式会判断各物质表示的化学反应速率之间的关系是否正确,又要能由各物质在反应中的浓度变化值(或物质的量的变化值)写出反应的化学方程式,并会判断反应是否可逆。

例 1 以下关于化学反应速率的论述中,正确的是()

- A. 化学反应速率可用某时刻生成物的物质的量来表示
- B. 在同一反应中,用反应物或生成物表示的化学反应速率数值是相同的
- C. 化学反应速率是指反应进行的时间内,反应物浓度的减少或生成物浓度的增加
- D. 可用单位时间内氢离子物质的量浓度的变化来表示 NaOH 和 H_2SO_4 的反应速率

【解析】 本题考查对化学反应速率概念的理解,根据反应速率的表示方法,可以判断:只有 D 正确。

【答案】 D

例 2 反应 $\text{A} + 3\text{B} \longrightarrow 2\text{C} + 2\text{D}$ 在四种不同情况下的反应速率分别为:

$$\text{① } v(\text{A}) = 0.15 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

$$\text{② } v(\text{B}) = 0.6 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

$$\text{③ } v(\text{C}) = 0.4 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

$$\text{④ } v(\text{D}) = 0.45 \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$$

该反应进行的快慢顺序为_____。

【解法 1】 依据反应速率之比等于物质的化学计量数之比,比较后作出判断

由化学方程式 $\text{A} + 3\text{B} \longrightarrow 2\text{C} + 2\text{D}$ 得出:

$$v(\text{A}) : v(\text{B}) = 1 : 3, \text{ 而 } v(\text{A}) : v(\text{B}) = 0.15 : 0.6 = 1 : 4,$$

故 $v(\text{B}) > v(\text{A})$, 从而得 $\text{②} > \text{①}$;

$$v(\text{B}) : v(\text{C}) = 3 : 2, \text{ 而 } v(\text{B}) : v(\text{C}) = 0.6 : 0.4 = 3 : 2,$$

故 $v(\text{B}) = v(\text{C})$, 从而得 $\text{②} = \text{③}$;