



首席教师

专题小课本

- 小方法大智慧
- 小技巧大成效
- 小单元大提升
- 小课本大讲坛

高中化学

化学反应速率与化学平衡

总主编/钟山



中国出版集团 现代教育出版社

海阔凭鱼跃

图书在版编目(CIP)数据

首席教师专题小课本. 高中化学. 化学反应速率与化学平衡 / 钟山主编. —北京: 现代教育出版社, 2008. 4
ISBN 978-7-80196-672-8

I. 首… II. 钟… III. 化学课—高中—教学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 038441 号

书 名: 首席教师专题小课本·高中化学—化学反应速率与化学平衡
出版发行: 现代教育出版社
地 址: 北京市朝阳区安华里 504 号 E 座
邮政编码: 100011
印 刷: 北京市梦宇印务有限公司印刷
发行热线: 010-61743009
开 本: 890×1240 1/32
印 张: 5.5
字 数: 230 千字
印 次: 2008 年 4 月第 1 版 第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-80196-672-8
定 价: 9.80 元



您需要的不是机会

NINXUYAODEBUSHIJIHUI



而是变换支点

小单元——知识·方法·能力·命题的交汇处

小单元——高效学习·成功备考的新支点

小单元学习法

首席教师的成功经验，优秀学生的学习秘诀

小单元是指在充分研究考纲和课标，透析教材知识结构，按照知识、方法、能力与中高命题的内在联系和系统结构，把教材内容分成若干个相对完整和独立的内容组块。几个小单元又构成相当于教材单元（或章）的内容板块，教材的几个单元又构成了大专题。

课时的基础性学习与单元的提升性学习

各类统考、高考试题命制的立足点、密集区在小单元，其能力要求、难度、综合性、深刻性、创新性往往与课时学习、教材内容严重脱节。在一节教材或一个课时中，对问题、原理及规律往往不能完全清楚认识，也不可能深化拓展，其实这只是基础性学习阶段。真正发展能力和提升成绩的支点是小单元，小单元学习是更高层次的提升性学习，是真正深化、拓展、发展能力的重要阶段，也是行之有效的螺旋式滚动提升的科学学习方法。

主动变换发力点

实际教学中由于课时紧张，大多数师生致力于同步教材的课时学习，习惯于一个个概念孤立记忆，一道道题去解析，往往事倍功半，这也是很多学生平时学习很努力，但考试成绩不理想的重要原因之一。这就要求我们转变观念，在同步学习及备考复习的过程中适时、适度的插入小单元、大单元及专题学习，主动完成提升性学习，对所学内容分级整合深化，各个击破，分级提升学生的知识整合能力、综合运用能力和问题解决能力。

单元学习五大关键

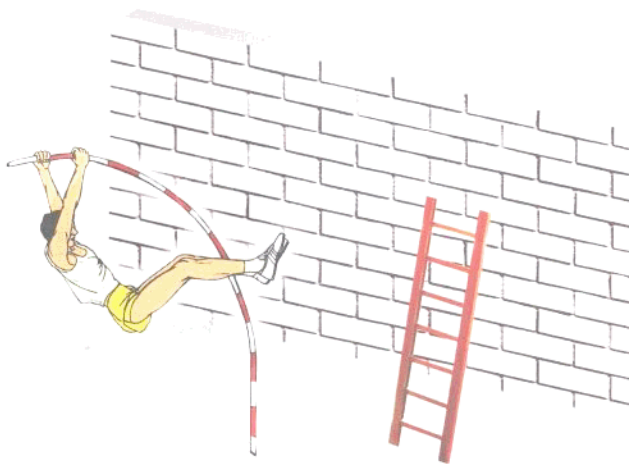
整合深化
形成知识模块

归纳拓展
活化解题方法

系统分层
培养高考能力

居高临下
形成应试策略

题组检测
优化训练方法



首席教师 专题小课本

高中化学

化学反应速率与化学平衡

总 主 编:钟 山

本册主编:贾洪生

本丛书成立答疑解惑工作委员会,如有疑难问题可通过以下方式与我们联系:

企业网站:

<http://www.bjjxsy.com>

产品网站:

<http://www.swt.net.net>

服务电话:010-61743009

电子邮箱:

book@bjjxsy.com

service@swt.net.net

通信地址:北京市天通苑邮

局6503号信箱

邮政编码:102218

专题三
平衡移动

知识网络梳理

综合专题突破

大单元提升

知识清单精解

方法技巧突破

高考能力培养

命题规律点津

题组优化训练

小单元提升



专题提升

思维方法攻略

THINKING METHOD STRATEGY

高考热点突破

GAOKAO HOT SPOT BREAKTHROUGH

专题速记图解

SPECIAL TOPIC SPEED MEMORY

知识清单精解

单元内知识、方法、公式等学习要点清单化，运用整合、深化、对比、综合、发散等精细化学习方法及口诀、图表、顺口溜等学习技巧，精讲透析，简明快捷，易看、易记、易懂。

方法技巧突破

精心归纳问题及类型，找到最佳解决思想方法、解题技巧，透析方法运用要点，实现有效迁移，举一反三。例题讲解中进一步对疑难点的深化拓展，真正解决知识学习与解题运用的脱节问题。

高考能力培养

透析考纲对单元内容的能力要求，精析高考对知识内容的具体要求，配以典型考例透视能力层次，科学把握学习的难度和综合性，做到有的放矢，达到事半功倍的学习效果。

命题规律点津

从高考要求、命题规律、应试策略三个维度详实讲解单元的高考现状与发展趋势，具体把握应试策略与技巧，真正实现高考备考同步化，科学阐释了零距离高考新概念。

题组优化训练

从误区突破、综合创新两个维度分题组选题，精选高考真题，热点模拟题、创新题、原创题，针对训练，集中突破。同时答案详解，配以题组规律总结，更利于练后反馈，达到训练效益最大化。

知识网络梳理

细致梳理概括大单元或章的知识与方法，达到网络化、图式化、结构化和形象化，利于快捷地由小单元升华到大单元，进一步扩充知识架构。

综合专题突破

在小单元讲练的基础上，整理出综合性、创新性、能力性更强的问题、方法、题型，以小专题形式专项讲解、拓展突破。

高考热点导航

高考零距离检测

前言 Q IANYAN

发现
依靠眼光
行动决定
收获

近年来,我国的基础教育改革的和素质教育进程已进入深化实施阶段,中学教材已呈现出“一标多本”的多元化格局,高考更是呈现出“一纲多卷”的地方化特色。为了更好地适应教学考的新趋势、新特色,我们集各省名校的学科首席教师、一线特高级教师和有经验的教育考试专家的聪明智慧和科研成果,精心构思,编写打造了本套丛书。

本套丛书的鲜明特色和深度魅力,主要体现在以下四个方面:

1. 核心单元,提升成绩的真正支点

小单元学习与同步课时学习相比,是更高层次的提升性学习,是真正深化拓展、发展能力、成功应试的重要步骤,也是行之有效的螺旋式滚动提升的科学学习方法。本套丛书以小单元为讲练基点,弥补了同步教学的缺失和薄弱环节,单元内由“知识、方法、能力、应试与训练”五要素构成了最优化学习程序,层次鲜明,通过对重难点、能力点、方法点和考点的精心讲练,有效的为师生最大限度提升成绩,建起了知识、方法和能力提升的新支点。

2. 螺旋提升,提供三级发展平台

专题编写遵循“小单元提升、大单元提升、本专题提升”三个梯度,再加上平时的课时学习,讲练结合、循序渐进、螺旋提升,构成了学科学习、思维发展与能力培养的有机整体。

3. 突出方法,多维度培养能力

无论是疑难讲解,问题解决,还是应试与训练,均以方法归纳、提炼与运用为突破口,力求做到集“学习法、解题法、应试法、训练法”于一身,帮助学生高效构建知识体系和方法体系,使读者在运用本书高效学习的同时收获更多的有效方法,发掘自己的最大学习潜能。

4. 汲取各版本精华,真正的专题教材

在编写过程中,充分汲取各版本教材的特色与精华,选取其中典型素材、典例典例、方法技巧,以师生完成同步教材的课时学习为基础,通过整合、深化、发散、分级,达到高考要求,既是学生完成提升性学习的专题教材,更是教师各类单元、专题教学的必备参考。

阿基米德说:给我一个支点,
我将撬起地球。本套丛书必将成为
您成功的新支点、发展的新平台。



目 录

首席寄语 (1)

单元提升篇 (3)

第一单元 化学反应速率 (3)

方法·技巧·策略

化学反应速率的概念(3)/影响化学反应速率的条件(4)/化学反应速率的表示和计算(4)/化学反应速率的图像表示方法(5)/影响化学反应速率的微观解释(6)/影响化学反应速率的因素综论(7)

第二单元 化学平衡 (22)

方法·技巧·策略

可逆反应(22)/化学平衡(23)/影响化学平衡的因素(23)/勒夏特列原理(23)/化学平衡及反应速率的关系(24)/化学平衡常数(24)/可逆反应的特征(25)/判断反应是否达到平衡状态的方法(26)/化学平衡移动及影响因素(27)/化学平衡移动原理的应用(28)/等效平衡原理及规律(29)/化学平衡计算的一般思路和方法(32)/化学平衡常数的理解与应用(32)/图像题的解题思路(34)

第三单元 化学反应方向 (71)

方法·技巧·策略

能量判据(71)/熵判据(71)/化学反应进行的方向(72)/根据反应焓变判断反应方向的方法(72)/根据反应熵变判断反应方向的方法(73)/反应的焓变(ΔH)、熵变(ΔS)与反应方向(74)

单元综合提升 (85)

方法·技巧·策略

影响化学反应速率、化学平衡条件中的统一性(86)/根据化学平衡移动方向进行有关判断(88)/平衡常数与化学平衡移动(90)/判断反应达到平衡状态的方法(96)/等效平衡原理及规律(97)/化学平衡计算的一般思路和方法(99)/化学平衡问题的巧解方法(102)/图像题解题思路(104)/“化学反应速率和化学平衡”全面扫描(118)



专题提升篇 (121)

第一单元 专题思维方法 (121)

方法·技巧·策略

严谨的逻辑思维(121)/联想思维,将知识横向、纵向联系解决综合问题(123)/收敛思维解
化学反应速率题(123)/运用“等效平衡法”解题(123)/“等效关系法”解题(124)/“过程虚拟
法”解题(124)/“极端假设法”解题(124)/惰性气体对反应速率的影响(125)/外界条件的变
化对 $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 的影响(125)/反应物用量的改变对平衡转化率的影响(126)/应用勒夏特列原
理研究平衡时,要注意三点(126)/反应速率与平衡移动方向(126)/运用有效碰撞理论解释
浓度、压强、温度、催化剂对化学反应速率的影响(127)/浓度、压强影响化学平衡的几种特
殊情况(128)

第二单元 专题高考热点 (139)

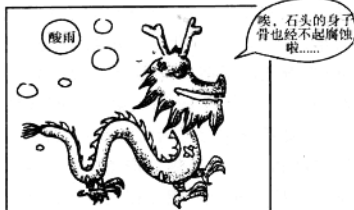
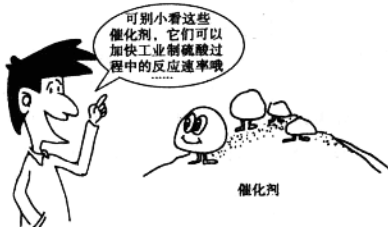
方法·技巧·策略

化学反应速率的概念、影响因素及简单计算(139)/化学平衡状态的特征及判断(140)/化学
平衡移动及影响因素(141)/化学平衡的计算(142)/化学平衡常数与化学反应进行的方
向(144)/化学平衡综合(146)/化学反应速率、化学平衡易错题全面透视(148)/ $\text{NO}_2(\text{g})$ 与
 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 相互转化的考查方式(161)/ $\text{NO}_2(\text{g})$ 与 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 相互转化时反应物的转化率与用
量(浓度)的关系(163)/化学反应速率、化学平衡与反应的自发性的研究(164)/浓度对化学
平衡的影响(165)/加入 KCl 晶体使 $\text{Fe}^{3+}/\text{SCN}^-$ 溶液颜色变浅的原因(166)/反应的自发
性(166)/增大反应物浓度中的某些问题(168)



首席寄语

■专题导引



在工业制硫酸的过程中，催化剂为什么能够起到重要的作用？硫酸生产中，二氧化硫转化为三氧化硫为什么通常在较高的温度下进行？

生产实践和科学研究中的大量事实说明，为了使化学反应更好地服务于人类，还需要从化学反应的快慢和进行的程度这两个角度来进一步认识它们。

北京故宫中保和殿里的“云龙陞石”精美的蟠龙图案，以及世界上的古建筑在上世纪所遭受的腐蚀比过去几百年甚至几千年遭受的腐蚀都严重，其元凶为酸雨。为什么前几百年腐蚀很慢，近几十年腐蚀变快了？说明外界条件的改变影响着化学反应的速率和进行程度，本书将系统学习化学反应速率、化学平衡和化学反应进行的方向的相关知识。

化学反应速率和化学平衡是中学化学的重要理论之一，是中学化学中所涉及的溶解平衡、电离平衡、水解平衡等知识的核心，对很多知识的学习起着指导作用。本书重点内容为根据化学方程式确定各物质的反应速率并能进行简单计算。理解化学平衡的含义，确定某种情况下，化学反应是否建立平衡以及化学反应速率和化学平衡的影响因素，化学平衡常数表达式的书写及应用。化学反应速率和化学平衡与物质的量、物质的量浓度关系密切。这部分基本理论在化工生产中的应用是科学技术与社会的紧密结合，因此，涉及此内容的高考试题将以中学化学知识为落点，紧贴社会生产生活等实际命题，既全面考查学生的知识、技能，又充分利用高考这一特殊手段开展素质教育，本书解题过程中，在理解基本概念和基本理论的基础上，常用到“等效平衡”“过程虚拟”“极端假设”“三态分析”等解题方法。

■高考命题规律

化学反应速率是高考常考内容，在命题中出现的题型主要是选择题，同一问题可

能从不同的角度来考查;另外,除直接考查基本知识外,还增加了考查考生分析问题能力和应用知识的能力。主要考查的知识是化学反应速率的简单计算,如2004年理综全国卷Ⅲ第12题,2007年上海卷第25题;影响化学反应速率的因素如2004年理综全国卷Ⅳ第9题,2007年湖南化学卷第17题。近几年的命题出现了通过化学反应速率的测定方法考查教学能力等趋势。化学平衡是每年必考内容,题型以选择题、填空题为主,在选择题部分多以考查化学平衡的基本概念和影响化学平衡的条件为主,对化学平衡计算的考查也经常出现,而Ⅱ卷中,常以思维性强的题目,以考查学生的思维判断能力,例如,等效平衡的比较判断,应用数学方法对化学平衡进行理论解释,考点主要集中在:理解化学平衡含义、化学平衡状态的判断方法、化学平衡状态的简单计算,如2005年江苏卷第18题;等效平衡的考查,如2007年四川理综卷第13题;影响化学平衡的外界因素,如2006年全国卷Ⅱ第6题,2007年全国卷Ⅰ第13题,2006年广东卷第19题。化学平衡常数作为新课标新增内容,成为下一步命题的热点,主要考查化学平衡常数表达式的书写、影响因素,以及应用平衡常数判断反应进行程度和方向以及热效应等。如:2007年山东卷第28题,2007年宁夏卷第27题。鉴于这部分知识和能力在实践中的重大意义,预计今后的高考仍将一如既往地频繁考查。

■学习应试策略

复习化学反应速率时,应该从把握准概念的内涵入手,抓住概念的限制条件,并对概念的内涵进行拓宽,仔细研析诸个外在条件对化学反应速率的影响情况,为化学平衡的有效复习打好基础。从内容框架的构建上看,可建立如下复习思路:概念→定量表示→内在因素→外在因素,同时要强调“表示”的一系列注意事项。

化学平衡知识的复习以概念的理解为主,复习时要注意理清概念的内涵和外延,对概念要注意进行拓宽,把握概念最本质的东西,注意关键的字词,然后通过灵活多变的题目,对概念进行辨析,真正做到理解深刻、透彻。

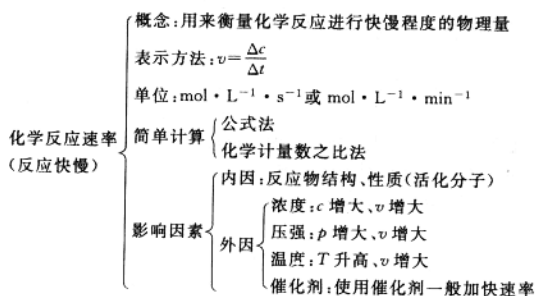
复习影响化学平衡的条件时,一是要弄清化学反应速率与化学平衡的关系;二是应用勒夏特列原理研究平衡时,要注意三点:①针对平衡体系,如对一个刚开始的气态反应,增大压强反应总是正向进行而不服从勒夏特列原理;②改变影响平衡的一个条件,可用勒夏特列原理判定移动方向。当有“多个”条件改变时,若多个条件对平衡影响一致,则可强化此平衡移动,但多个条件对平衡影响相反时,应根据各条件改变对平衡影响的程度判定移动方向;③平衡移动的结果是“减弱”这种改变,而不是“消除”。另外本部分涉及的图像问题很多,要学会看图、析图和用图。

[单元提升篇]

第一单元 化学反应速率



单元概念图示



课程标准要求

1. 知道化学反应速率的定量表示方法, 通过实验测定某些反应的化学反应速率。
2. 知道活化能的涵义及其对化学反应速率的影响。
3. 通过实验探究温度、浓度、压强、催化剂对化学反应速率的影响, 认识其一般规律。
4. 通过催化剂实际应用事例, 认识其在生产、生活和科学研究领域的重大作用。



知识清单精解

考点 1 化学反应速率的概念

化学反应速率通常用单位时间内反应物浓度的减少或生成物浓度的增加来表示。

计算公式: $\bar{v} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 。

注意事项: (1) 比较同一个化学反应的反应速率的快慢时, 应将所给的各物质的反应速率转化成同一种物质来比较大小。

(2) 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, 不能是物质的变化值, 因此在进行有关计算时, 要同时注意反应物的体积、反应时间和反应物物质的量的变化。

(3) 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化学计量数之比 = 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一定时间内的平均反应速率之比。

(4) 单位: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 或 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

(5) 一般不能用固体或纯液体物质表示; 是平均速率, 不是瞬时速率; 为标量均取正值。

考点 2 影响化学反应速率的条件

(1) 浓度 其他条件不变时, 增加反应物的浓度, 会加快反应速率。

(2) 压强 在其他条件不变时, 增大气体反应物的压强 (实质上是增大反应物浓度), 则反应速率加快; 反之变慢。若反应物及生成物中均有气体, 则增大压强, 正、逆反应速率均增大。

(3) 温度 其他条件不变时, 升高温度, 化学反应速率增大。温度每升高 10°C , 反应速率增至原来的 2~4 倍, 因此, 在可逆反应中, 升高温度, 正、逆反应速率均增大。

(4) 催化剂 在其他条件不变时, 催化剂一般加快反应速率。能同等程度地改变正、逆反应速率。在使用时要注意催化剂的活化温度以及防止催化剂中毒。

(5) 其他因素 光、颗粒大小 (固体的表面积)、溶剂等。



技巧 1 化学反应速率的表示和计算

首先要熟练掌握化学反应速率的涵义, 明确 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 中各个量的涵义和单位, 如:

以具体某一种物质 B 表示的化学反应速率为: $v(\text{B}) = \frac{\Delta c(\text{B})}{\Delta t}$, Δc 的单位一般用 mol/L 表示; 而 Δt 单位一般用 s (秒)、min (分钟)、h (小时) 等表示; 所以 v 的单位可以是 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 或 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 或 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{h})$ 等。

对于一个反应: $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$, 有

$$v(\text{A}) : v(\text{B}) : v(\text{C}) : v(\text{D}) = m : n : p : q$$

利用这一关系, 可以很方便求算用不同物质表示的 v 的数值。

例 1 反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ 经一段时间后, SO_3 的浓度增加了 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 在这段时间内用 O_2 表示的反应速率为 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 则这段时间为 ()

A. 0.1 s

B. 2.5 s

C. 5 s

D. 10 s

解析: 当 SO_3 的浓度增加 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, O_2 的浓度减少了 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 利

用反应速率的计算表达式,可得时间。 答案:C

例 2 将 4 mol A 气体和 2 mol B 气体在 2 L 的密闭容器中混合并在一定条件下发生反应 $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$, 若经过 2 s 后测得 C 的浓度为 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 现有下列几种说法, 其中正确的是()

①用物质 A 表示的反应的平均速率为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ②用物质 B 表示的反应的平均速率为 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ③2 s 时物质 A 的转化率为 70% ④2 s 时物质 B 的浓度为 $0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

A. ①③

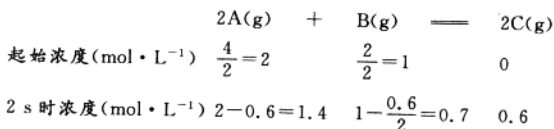
B. ①④

C. ②③

D. ③④

解析: 本题考查的是物质浓度表示法、用不同反应物或产物表示反应的平均速率的方法和反应中转化率的计算等知识, 所以考查内容的知识容量较大。

解题时先利用所给条件列出反应式:



利用算出的数据, 就可以对提问进行分析。

①依据反应的平均速率的定义可知

$$v(A) = \frac{2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ s}} = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{②同理可知 } v(B) = \frac{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ s}} = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

③依据转化率的定义可知

$$A \text{ 的转化率} = \frac{2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 30\%$$

④2 s 时 B 的浓度为 $0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

检查 4 个选项, 只有①④正确, B 项正确。 答案:B

技巧 2 化学反应速率的图像表示方法

有关化学反应速率的计算常常与图像联系在一起。化学反应速率图像是将化学反应速率变化的过程在直角坐标系中以曲线的形式表示, 是化学反应速率变化规律的反映。认识和应用化学反应速率图像时, 要弄清楚图像横纵坐标所代表的意义, 运用化学反应速率变化的规律, 综合分析图像从而得出结论。

例 3 在一定温度下, 容器内某一反应中 M、N 的物质的量随着反应时间变化的曲线如图 1-1-1 所示。下列表述中正确的是()

A. 反应的化学方程式为: $2M \rightleftharpoons N$

B. t_2 时, 正逆反应速率相等, 达到平衡

C. t_3 时, 正反应速率大于逆反应速率

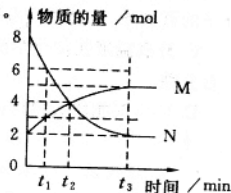


图 1-1-1

D. t_1 时, N 的浓度是 M 的浓度的 2 倍

解析: 分析本题图像可知, 从反应开始到时间 t_3 建立平衡, N 的物质的量变化为 $8 \text{ mol} - 2 \text{ mol} = 6 \text{ mol}$, M 的物质的量变化为 $5 \text{ mol} - 2 \text{ mol} = 3 \text{ mol}$ 。可知, N 的变化量与 M 的变化量之比为 2:1, 该反应的反应式表示为 $2\text{N} \rightleftharpoons \text{M}$ 。在 t_2 时, M、N 的物质的量相等, 反应在同一容器中进行, 实际上也是浓度相等。但由于此时并未达到平衡状态, 正、逆反应的速率并不相等。 t_3 时达平衡状态, $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$, t_1 时, N 和 M 的物质的量分别为 6 mol 和 3 mol, 故此时 N 的浓度是 M 浓度的 2 倍。综上分析, D 选项符合。 答案: D

技巧 3 影响化学反应速率的微观解释

实验证明, 只有发生碰撞的分子的能量等于或超过某一定的能量 E_c (可称为临界能) 时, 才可能发生有效碰撞。具有能量大于或等于 E_c 的分子称为活化分子。

在一定温度下, 将具有一定能量的分子的百分数对分子能量作图, 如图 1-1-2 所示。从图中可以看出, 从原则上来说, 反应物分子的能量从 0 到 ∞ , 但具有很低能量和很高能量的分子都很少, 具有平均能量 E_a 的分子相当多。这种具有不同能量的分子数和能量大小的对应关系图, 叫一定温度下分子能量分布曲线图。

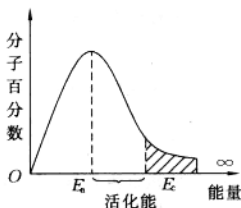


图 1-1-2

此图中, E_a 表示分子的平均能量, E_c 是活化分子具有的最低能量, 能量等于或高于 E_c 的分子才可能产生有效碰撞。活化分子具有的最低能量 E_c 与分子的平均能量 E_a 之差叫活化能。

改变化学反应速率一方面可以通过外界条件的改变而改变单位体积内活化分子数(如: 浓度、压强)或活化分子的百分数(如: 温度、催化剂)。另一方面可以降低反应所需的活化能, 从而增大活化分子百分数, 增加活化分子的碰撞几率, 提高反应速率。

例 4 下列说法正确的是()

- A. 增大反应物浓度, 可增大单位体积内活化分子的百分数, 从而使有效碰撞次数增多
- B. 有气体参加的化学反应, 若增大压强(即缩小反应容器的体积), 可增大活化分子的百分数, 从而使反应速率增大
- C. 升高温度能使化学反应速率增大的主要原因是增加了反应物分子中活化分子的百分数
- D. 催化剂能增大单位体积内活化分子的百分数, 从而成千上万倍地增大化学反应速率

解析: 增大反应物浓度、增大气体反应的压强都会使单位体积内活化分子数增多, 但由于反应物分子的平均能量和发生反应所需能量(即活化能)都未发生变化, 活

化分子百分数并未改变。升高温度可以增大反应物分子能量,催化剂可以使普通分子变成活化分子,从而使活化分子百分数增大。 答案:CD

技巧4 影响化学反应速率的因素综论

(1)内因(主要因素)

化学反应速率是由物质的分子结构或原子结构决定的。

①反应类型不同,原理不同,速率不同。如离子反应通常比有机反应要快得多。

②反应类型相同时,不同反应物会因结构的差异造成反应速率不同。如Na和Al在空气中都会被氧化,但速率不同。

(2)外因(次要因素)

①浓度:当其他条件不变时,增大反应物的浓度,单位体积发生反应分子数增加,反应速率加快。

值得注意的是,固体物质的浓度可视为常数,故其反应速率只与其表面积的大小和生成物扩散的速率有关,而与其用量多少无关。

②压强:对于有气体参加的反应,当其他条件不变时,增大压强,气体的体积减小,浓度增大,分子间的有效碰撞机会增多,故反应速率加快。

由于压强对固体、液体的体积几乎无影响,因此,对无气体参加的反应,压强对化学反应速率的影响可忽略不计。

③温度:温度升高时,分子运动速率加快,有效碰撞机会增多,反应速率加快。一般来说,温度每升高 10°C ,反应速率增大到原来的2~4倍。

④催化剂:可以同等程度地改变正、逆反应速率。使用正催化剂,反应速率显著增大,使用负催化剂,反应速率显著减慢。

⑤其他外因:增大一定量固体的表面积(如粉碎),可增大反应速率;光照一般也可以加快某些反应的速率;此外,超声波、电磁波、溶剂的性质等对反应速率也有影响。

例5 (2007·南京检测)反应 $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 在一可变容积的密闭容器中进行,下列条件的改变对其反应速率几乎无影响的是()

- A. 增加Fe的量
- B. 将容器的体积缩小一半
- C. 保持体积不变,充入 N_2 使体系压强增大
- D. 保持压强不变,充入 N_2 使容器体积增大

解析: Fe为固态反应物,增加其用量并不影响其浓度,因此增加Fe的量对反应速率几乎无影响;容器体积缩小一半,即压强增大, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 H_2 的物质的量浓度都增大,正反应速率和逆反应速率都增大;体积不变充入 N_2 ,容器内总压强增大,但 N_2 不参与反应,容器内 H_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的物质的量浓度并没有增大或减小,因此正反应速率和逆反应速率都基本不变;充入 N_2 ,使容器体积增大,总压强虽然不变,但容器内 H_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的物质的量浓度减小,正反应速率和逆反应速率都变小。 答案:AC

例 6 在密闭容器中,一定条件下进行反应: $\text{NO}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) +$

$\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -373.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 达到平衡后,为提高该反应的速率和 NO 的转化率,采取的正确措施是()

- A. 加催化剂同时升高温度 B. 加催化剂同时增大压强
C. 升高温度,同时充入 N_2 D. 降低温度同时增大压强

解析: 提高反应速率的一般做法有:①升高温度、②增大反应物浓度、③对有气体参加的反应增大压强、④加入催化剂。要提高 NO 的转化率,即让平衡向正反应方向移动,可采用的做法有:①降温、②增大压强、③增大 CO 的浓度等。综合以上分析,正确答案为 B。 **答案:** B

例 7 (2007·荆州测试)下列有关化学反应速率的说法正确的是()

- A. 用铁片和稀硫酸反应制取氢气时,改用 98% 的浓硫酸能加快产生氢气的速率
B. 100 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸跟锌片反应时,加入适量的氯化钠溶液,反应速率不变
C. SO_2 的催化氧化是一个放热的反应,所以升高温度,反应速率减慢
D. 汽车尾气中的 NO 和 CO 反应转化为无害的 N_2 和 CO_2 ,减小压强,反应速率减慢

解析: Fe 与 98% 的浓 H_2SO_4 常温下钝化,不产生 H_2 。B 选项加 NaCl 溶液稀释盐酸,反应速率变慢。C 选项升温,正、逆反应速率都加快。对 D 选项,NO 和 CO 反应,减小压强就是增大气体体积,浓度减小,反应速率减慢。 **答案:** D



一、分析问题和解决问题的能力

能力点津: 运用化学反应速率及其影响化学反应速率的理论分析解决实际问题,控制反应速率,具体分析时要特别注意压强对反应速率的影响,即压强的改变是否引起浓度的改变,若引起浓度的改变速率才会改变。

考例 1 反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 在一可变容积的密闭容器中进行,下列条件的改变对其反应速率几乎无影响的是()

- A. 增加 C 的量
B. 将容器的体积缩小一半
C. 保持体积不变,充入 N_2 使体系压强增大
D. 保持压强不变,充入 N_2 使容器体积变大

解析: C 为固态反应物,增加其用量对反应速率几乎没有影响;容器体积缩小一半相当于压强增大一倍,浓度增大,正、逆反应速率均增大;体积不变,充入 N_2 体系总压强增大,但反应混合物浓度并未改变,反应速率基本不变;充入 N_2 使容器体积增大,总压强不变,但反应混合物浓度同等程度变小,正、逆反应速率变慢。 **答案:** AC