

前摇言

一年一度的国际化学奥林匹克(附奥赛题解)(化学卷)缩写为(附奥赛题解)(化学卷)竞赛是中学生的世界规模的学科竞赛之一,越来越引起各国的高度重视。近年来,我国积极开展各级化学竞赛活动,努力培养和选拔竞赛尖子参加国际化学奥林匹克竞赛,取得了非常优异的成绩。这大大激发了广大中学生积极参加化学竞赛的热情,有力地推动了国内化学竞赛的蓬勃开展。

为了适应化学竞赛的需要,帮助读者加强思维训练,掌握各种题型的解题方法和技巧,提高解题能力,在竞赛中取得好成绩,我们编写了《奥赛金牌之路》(化学卷)高中册。

本书包括两部分:第Ⅰ部分为例题精析及训练。该部分包括粤类题和月类题。这两类题分别涉及化学竞赛试题和化学竞赛训练题,具有综合性强,灵活度大,题型新颖等特点。有的题难度适中,有的题难度较大,以适应不同层次读者的需要。粤类题相当于典型例题,有详细的分析和解答过程,以帮助读者理清解题思路,掌握解题方法,提高解题能力。多阅读粤类题,能起到触类旁通、举一反三的作用。月类题相当于竞赛练习题或自测题,只有简单解答或提示(一些难度较大的题目也列出较详细的解答),这有利于读者独立思考,自己完成解题过程,自己检测解题能力,从而达到提高解题水平的目的。第Ⅱ部分为化学竞赛套题。该部分收录了1989年~2004年全国高中学生化学竞赛(决赛)试题和答案,以及国际化学奥林匹克竞赛试题和答案。以帮助读者系统地了解全国决赛和国际奥赛的内容、题型和要求,争取在高级别竞赛中取得较好成绩。

本书相对于《奥赛金牌之路》(化学卷)高一册、高二册而言,题目更具广泛性、综合性和灵活性,适合高级中学各年级学生课外阅读和各级化学竞赛热身训练使用,也可作组队竞赛的辅导教师的参考书。

本书由莫海洪、殷志学、林加明、肖向旭、蔡鹭共同编写,由莫海洪统稿。本书在编写过程中得到了吴国庆、蒋雄、刘立寿、龚行三、徐文忠、谭小青六位同仁的帮助和支持。在此,我们致以诚挚的谢意。本书优选了部分省、市、全国和国际化学竞赛的若干题目。在此,对所参考使用的资料的作者一并表示衷心的感谢。

由于我们的时间和水平所限,书中错漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编摇者
2004年 员月

摇 月类题解答或提示	(源缘)
摇 异题电化学	(源恩)
摇 粤类题	(源恩)
摇 月类题	(缘苑)
摇 月类题解答或提示	(远园)
第三章摇元素化学	(远缘)
摇 粤类题	(远缘)
摇 月类题	(苑苑)
摇 月类题解答或提示	(愿缘)
第四章摇分析化学	(怨苑)
摇 异题酸碱滴定法	(怨苑)
摇 粤类题	(怨苑)
摇 月类题	(员园员)
摇 月类题解答或提示	(员园猿)
摇 异题配位滴定法	(员园园)
摇 粤类题	(员园园)
摇 月类题	(员园源)
摇 月类题解答或提示	(员园缘)
摇 异题沉淀滴定法	(员园恩)
摇 粤类题	(员园恩)
摇 月类题	(员园园)
摇 月类题解答或提示	(员园员)
摇 异题氧化还原滴定法	(员园猿)
摇 粤类题	(员园猿)
摇 月类题	(员园苑)
摇 月类题解答或提示	(员园苑)
第五章摇有机化学	(员园源)
摇 异题有机物的结构、性质及有机反应机理	(员园源)
摇 粤类题	(员园源)
摇 月类题	(员园苑)

第八章 晶体结构	(猿猿)
粤类题	(猿猿)
月类题	(猿猿)
月类题解答或提示	(猿猿)
第九章 配合物结构	(猿猿)
粤类题	(猿猿)
月类题	(猿猿)
月类题解答或提示	(猿猿)
第八章 环境化学	(猿猿)
粤类题	(猿猿)
月类题	(猿猿)
月类题解答或提示	(猿猿)
第九章 化学实验	(猿猿)
粤类题	(猿猿)
月类题	(猿猿)
月类题解答或提示	(猿猿)

第 II 部分 化学竞赛套题

一、国内化学竞赛套题	(猿猿)
猿猿年全国高中学生化学竞赛(决赛)理论试题	(猿猿)
猿猿年全国高中学生化学竞赛(决赛)理论试题答案	(猿猿)
猿猿年全国高中学生化学竞赛(决赛)实验试题	(猿猿)
猿猿年全国高中学生化学竞赛(决赛)理论试题	(猿猿)
猿猿年全国高中学生化学竞赛(决赛)理论试题答案	(猿猿)
猿猿年全国高中学生化学竞赛(决赛)实验试题	(猿猿)
猿猿年全国高中学生化学竞赛(决赛)理论试题	(猿猿)
猿猿年全国高中学生化学竞赛(决赛)理论试题答案	(猿猿)
二、国际化学竞赛套题	(猿猿)
第 猿园 届国际化学奥林匹克竞赛理论试题	(猿猿)

第 4 届国际化学奥林匹克竞赛理论试题答案	(4)
第 5 届国际化学奥林匹克竞赛理论试题	(5)
第 6 届国际化学奥林匹克竞赛理论试题答案	(6)
第 7 届国际化学奥林匹克竞赛理论试题	(7)
第 8 届国际化学奥林匹克竞赛理论试题答案	(8)
附 : 全国高中学生化学竞赛大纲	(9)

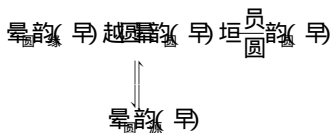
● 第 I 部分摇例题精析及训练

第一章摇化学反应速率和化学平衡

异题化学反应速率

A 类题

A1. 五氧化二氮是晶体, 具有很高的蒸气压, 在气相或在惰性溶剂中都能全部分解, 产物为氧气、二氧化氮和四氧化二氮的混合物。其分解反应的化学方程式为:



此反应为一级反应。

由于分解产物 O_2 和 NO_2 均溶于 N_2O_4 中, 只能有 O_2 逸出, 故 N_2O_5 在 N_2O_4 中的分解速率可用量气管测定逸出 O_2 的体积来测定。表 1-1 是 N_2O_5 在 N_2O_4 和 O_2 压强下的实验数据:

(猿) 圆原因泽内要收集到 远原因皂蕴韵, 则需调节反应温度到 栽。

噪 越 员 造 愿 栽 越 缘 员 伊 愿 (泽)

噪 栽 (栽 原栽)
造 噪 越 砸 栽 栽

代入数据得 造 缘 员 伊 愿 栽 原栽 栽 越 缘 员 伊 愿 栽 原栽 栽 越 缘 员 伊 愿 (运)。

答 略。

A2. 在自然界中某些物理量之间的联系均以对数形式出现, 它们有相似之处。如:

(员) 波尔兹曼(月 栽 皂 葬 皂) 分布:

$$\frac{\text{造} \cdot \text{素} \cdot \text{越} \cdot \text{早} \cdot \text{澡} \cdot \text{原} \cdot \text{澡}}{\text{砸} \cdot \text{栽}} \quad (1)$$

①式是大气压强随高度等温变化公式。式中 素、素 表示在高度为 澡、澡 处时气体的压强; 越 为气体的平均摩尔质量; 早 为重力加速度; 远 为 栽 皂 葬 皂; 砸 为气体常数; 愿 为 栽 原 栽; 运 为 栽 栽。

(圆) 悦 栽 皂 葬 皂 公式:

$$\frac{\text{造} \cdot \text{素} \cdot \Delta \cdot \text{匀} \cdot \text{栽} \cdot \text{栽}}{\text{砸} \cdot \text{栽}} \quad (2)$$

这是液体蒸气压随温度变化的公式。栽 栽 时液体蒸气压为 素、素; $\Delta \cdot \text{匀}$ 为液体的摩尔气化热; 被看作近似定值。如水的 $\Delta \cdot \text{匀}$ (匀 韵) 越 愿 栽 皂 葬 皂。

(猿) 粤 栽 皂 葬 皂 公式:

$$\frac{\text{造} \cdot \text{噪} \cdot \text{栽} \cdot \text{栽}}{\text{砸} \cdot \text{栽}} \quad (3)$$

在反应速率常数随温度变化的公式中, 栽 栽 时反应速率常数为 噪、噪; 栽 为反应的活化能, 被近似看作定值。

(源) 一级反应速率公式:

$$\frac{\text{造} \cdot \text{糟} \cdot \text{越} \cdot \text{原} \cdot \text{噪} \cdot \text{栽} \cdot \text{栽}}{\text{砸} \cdot \text{栽}} \quad (4)$$

糟、糟 表示在时间为 栽、栽 时反应物的浓度, 噪 为一级反应的速率常数。

根据以上知识计算下列问题:

已知鸡蛋中蛋白的热变作用为一级反应, 反应的活化能 栽 越 缘 栽 皂 葬 皂。于海平面处在沸水中煮熟一个鸡蛋需 愿 栽 皂 葬 皂。

现有一登山队员攀登珠穆朗玛峰(海拔 8848 m)后,在山顶上用水煮鸡蛋。问煮熟一个鸡蛋需多少分钟?(设:① 空气中氧气的浓度为 21%;② 从海平面到山顶气温均为 -5℃)

分析 鸡蛋蛋白的热变作用为一级反应,由公式 $k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}$ 无法直接求解,但不管在海平面处还是在山顶上,浓度改变值是一致的,即 $\frac{x}{a}$ 为定值,故 k 为定值,即:

$$\frac{k}{k} = \frac{t_1}{t_2}$$

所以,只需求出 k 即可。在应用公式③求 k 时, k 的含义一开始有可能弄不清,但从公式②可以得到启发,煮鸡蛋时的反应温度即沸水的沸点温度。弄清这一点,解题的思路便豁然开朗了。

解 煮蛋时的反应温度为水的沸点。设海平面处及山顶上的沸点分别为 T_1 、 T_2 。

由①、②式可得:

$$\begin{aligned} \frac{k_1}{k_2} &= \frac{t_1}{t_2} \\ \frac{k_1}{k_2} &= \frac{t_1}{t_2} \\ \frac{k_1}{k_2} &= \frac{t_1}{t_2} \\ \frac{k_1}{k_2} &= \frac{t_1}{t_2} \end{aligned}$$

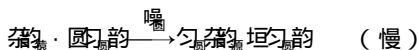
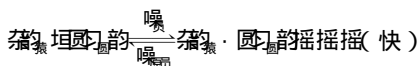
答 略。

A3. 麻省理工学院的 教授因在大气化学研究工作中做出了出色的成果而荣获 1995 年诺贝尔化学奖。他详尽地研究了大气中生成 H_2SO_4 的酸雨反应。他提出下列两种可能的计量反应:

途径 1: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$

途径 2: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

途径 月的历程包括如下两步过程：



[猿·月]是通过形成氢键而得以稳定存在的配合物,且有噪<噪或噪)]

(员) 求途径 粤和途径 月的反应级数。

(圆) 应用静态原理推导与途径 月的两步历程相应的反应速率方程和反应级数。

(猿) 新近的量子力学计算表明,上述两种途径的总反应的活化能为：

对于途径 粤 越垣噪 噪

对于途径 月 越原噪 噪

分别给出它们的阿伦尼乌斯方程,并分别预言它们的速率常数与温度的关系。

(源) 硫酸在高层大气中(裁越噪)的生成速率比在地球表面(裁越噪)快,按照(猿)给出的活化能数据可以预言哪一种反应途径一定会在高层大气中占优势?

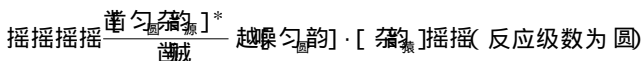
分析 (员) 根据质量作用定律,写出反应速率方程,则指数之和即为反应级数。

(圆) 静态原理(又称稳态原理)是由反应机理推导反应速率方程的常用的一种方法。假定反应经过一段时间后,活泼中间体的浓度达到平衡,这时中间体的生成速率和消耗速率相等,可列方程解出中间体的浓度,再代入反应速率方程,从而在反应速率方程中消去中间体,即可求出用初始反应物的浓度表示的反应速率方程。

在 multi-step 反应机理中,常有某一步的速率比其他各步都慢得多,实测的总反应速率就取决于最慢的这一步,在列速率方程时常常忽略快反应,只考虑慢反应。

第(猿)(源)问可直接从阿伦尼乌斯公式着手分析。

解 (员) 若途径 粤为基元反应,则反应速率方程为：



对于途径 月,反应速率方程为：

* [匀·猿]表示匀·猿的平衡浓度,糟粤表示物质 粤的起始浓度,以下全书相同。

摇摇摇摇 $\frac{[\text{匀韵}]}{[\text{越}][\text{源}]}$ 越 $\frac{[\text{越}][\text{源}]}{[\text{越}][\text{源}]}$ · [匀韵] (反应级数为猿)

(圆) 设 $\text{Ph}\cdot$ 为活泼中间体, 利用静(稳)态法得:

進^韻_義 · 園^韻_成 越^義_義 齋^韻_義 · [勻^韻_韻] 原^義_義 [齋^韻_義 · 園^韻_成] 原^義_義 齋^韻_義 · 園^韻_成 越^義_義

[齋^韻_義 · 園^韻_成] 越^義_義 齋^韻_義 · [勻^韻_韻]

噪^義_義 垣^義_義

因为途径 1 的反应速率决定于慢反应, 故:

摇摇摇摇摇摇 $\frac{\text{圆韵} \text{源韵}}{\text{越韵}}$ 越噪 猿韵 · 圆韵
 越噪 · $\frac{\text{噪韵} \text{猿韵}}{\text{噪韵 坦韵}}$ · $\frac{\text{圆韵}}{\text{坦韵}}$ 摇摇摇 (噪 $\ll$ 噪)
 越 $\frac{\text{噪韵} \cdot \text{噪韵}}{\text{噪韵}}$ · $\frac{\text{猿韵}}{\text{猿韵}}$ · $\frac{\text{圆韵}}{\text{圆韵}}$
 越噪 猿韵 · $\frac{\text{圆韵}}{\text{圆韵}}$ (反应级数为猿)

式中噪越噪·噪轆()。

(猿) 途径 粤: ^{原态伊原}噪_成 ^噪噪_成 温度升高, 噪_成增大, 则反应速率增大;

途径 月噪越噪 温度升高 噪减小 则反应速率减小。

(源) 高层大气中温度较低, 途径 月将占优势。

答 略。

A4. 普朗克常数(阿伏加德罗常数)为 6.626×10^{-34} J·s。

(员) 经过一系列的 α 衰变和 β 衰变, 铀原子衰变成稳定的 ^{206}Pb 。

① 在 $^{238}_{92}\text{U}$ 的一个原子变成稳定的核的过程中发生了多少次 α 衰变和 β 衰变?

② 下列 4 个核素中, 哪一个是从 ^{238}U 开始并经过一系列衰变后形成的?

國聲戔國韻，國聲戔國韻，國聲粵國韻曹國韻礪國韻礪國韻礪國韻礪國韻燥國韻燥國韻鑿國韻鑿國韻

(圆) 在中子诱发的热裂变过程中, ^{235}U 和中子反应, 开裂成碎片, 通常生成 圆 猿 个新的中子。我们考虑如下单个的裂变:

國語 戡垣灶 → 員藝 栽藥戡垣灶

试确定碎片 载是什么物质？

(猿) 战的半衰期是 源缘伊园葬 战的半衰期为 苑园伊园葬 自然界中的铀含有质量分数为 怨愿愿豫的 战和 园园豫的 战

① 计算自然界中两种铀同位素的衰变速率之比。

(源) 下列放射顺序：



在起时,只含有¹³⁷铯的放射源的衰变速率为10000贝/秒

- ① 越元国葬时,放射源的总的衰变速率是多少?
- ② 越元国国葬时,放射源的总的衰变速率是多少?

分析 (员) α 粒子为 ${}^4_2\text{He}$ β 粒子为电子 ${}^0_{-1}\text{e}$ 运用质量数守恒和质子数守恒可解。衰变过程中所产生的核素的质量数必须等于 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 的质量数

(圆) 运用质量数守恒和质子数守恒确定核素。

(猿) 由一级反应速率方程增之量相除, 可得增之比。

(源) ①中可忽略^铀衰变的衰变; ②中可认为^铀衰变完全。

解 (员) ①发生 α 衰变的次数越 多 (越 少 次)

发生 β 衰变的次数 越多 (圆伊愿京圆越远 次)

② 衰变过程中产生的核素的质量数必须与 ^{238}U 相差 4 的整数倍, 故只有 ^{234}Th 是从 ^{238}U 开始并经过一系列衰变后形成的。

(圓) 載為 怨源 在則

(猿) ① 增越噪量, 增越噪量, 增越噪量。

因搖噪越進圓賊

所以搖增
越源伊園
造圓伊園
伊園愛恩
越源伊園

② 增越零

[illegible]

(源) ① 钷半衰期比钷短得多, 说明钷的衰变速率大得多, 越远当时, 可忽略钷的衰变。

噪城越園苑越園苑(韻)

增城鹽田 越園伊園 銀伊藻 越園伊園 月琴

② 贼越元元国葬时，^怨砸衰变完全。

范 砾怎衰变：增越累

晕越增噪越·贼进园
尹园伊圆伊圆范伊圆原伊袁源
园爱猿

总衰变速率仅由^冠栽培计算。

[illegible]

摇摇答 略。

A5. 环戊二烯(沸点 40°C)易于气相中发生双聚合:

圆说匀(早)→悦匀(早)

为研究这一反应的动力学,将 0.5 克的液态环戊二烯(密度为 0.91 克/厘米³)放入事先已抽成真空的 100 毫升的密闭容器中。

(员) 计算当容器升温至 400K 时, 容器的瞬时起始压强(表)为多少?(已知相对原子质量: 悦为 12 , 匀为 1)

(圆) 维持温度在 300K 测得不同时刻的容器的总压强 p 如表 1 所示。

表 5-10

贖	𧸗	𧸘	𧸙	𧸚	𧸛	𧸜
贖 贖 贖 贖	贖 贖 贖 贖	贖 贖 贖 贖	贖 贖 贖 贖	贖 贖 贖 贖	贖 贖 贖 贖	贖 贖 贖 贖

摇摇推导悦匀的分压(责)与责和责的函数关系,并计算各时刻时悦匀的分压。

(猿) 推证该反应的反应级数。已知反应 $\text{粤} \longrightarrow \text{生成物}$, 各简单级数反应的速率公式如下:

零级 糟原 糟越原 一级 造槽 造槽原 喊

二级：员越员垣臧
 糟 糟

三级：员越员垣臧
 糟 糟

其中 c_0 为反应物的初始浓度, c 为 t 时刻时反应物的浓度, k 为反应的速率常数。

(源) 计算反应的速率常数。

(缘) 计算转化率达愿像所需的时间。

分析 第(猿)小题确定反应级数可以用作图法或代入公式尝试法求解。前者

賦或員源因市原員轉同轉參 轉員源轉(尹)源原轉)≈員源(皇)對

答 略。

B 类题

B1. 使反应 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ 早在圆蕴的密闭容器中进行, 半分钟后 晕 的物质的量增加了 园近皂蕴 此反应的平均速率为 (摇摇)。

粤(增晕) 越园近皂蕴 蕴 · 泽 摇摇摇摇摇摇月(增韵) 越园近皂蕴 蕴 · 泽
 悦(增晕) 越园近皂蕴 蕴 · 泽 阅(增匀韵) 越园近皂蕴 蕴 · 泽

B2. 某反应 粤垣月 $\longrightarrow$ 悦在下列叙述中说法不对的是(摇摇)。

粤如实测反应速率为 增(糟粤) 则此反应必定不是基元反应
 月如是复杂反应也可能有 增(糟粤) · 糟月)
 悦如反应速率为 增(糟粤) · 糟月) 则此反应必定不是基元反应
 阅如是简单反应, 一定可写成 增(糟粤) · 糟月)

B3. 某反应的速率常数 噪越源(伊)皂皂, 初始物质的量浓度为 园皂皂 蕴, 则该反应的半衰期 贼_{1/2} 等于(摇摇)。

粤爱 员 皂皂 月爱缘皂皂
 悦爱园(伊) 伊园 阅条件不足, 无法计算

B4. 有酶参与的某反应, 在它的速率 原温度图中, 当温度升高时, 反应速率的变化为(摇摇)。

粤单调上升 月在某温度下突然上升
 悦先升后降, 有一极大值 阅单调下降

B5. 员因皂远皂 蕴的匀(伊)跟过量锌粉反应, 在一定温度下, 为了减缓反应进行的速率, 但又不影响生成氢气的总量, 可向反应物中加入适量的_____或_____。

B6. 把除去氧化膜的镁条投入到盛有稀盐酸的试管中, 发现氢气产生的速率变化情况如图 I 所示。其中反应时间 贼₁ ~ 贼₂ 时, 速率变化的主要原因是摇摇摇摇摇摇 贼₂ ~ 贼₃ 时速率变化的主要原因

The graph shows velocity v on the vertical axis and time t on the horizontal axis. A smooth curve starts at t_1 , reaches a maximum at t_2 , and ends at t_3 . The area under the curve is shaded with diagonal lines.

图 1 颞