

根据现行《新课标》与《考试大纲》编著



● 张永红 主编

名师精解

高中化学同步辅导

QIZHONG MINGSHI JINGJIE
GAOZHONG HUAXUE TONGBU FUDAO

二年级上册

四川出版集团·四川科学技术出版社

★ 课堂精华
★ 经典练习
★ 原创考卷

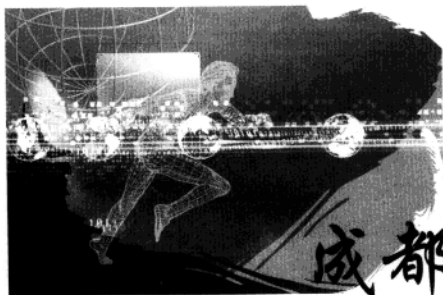
七中名师精解
高中化学同步辅导
二年级上册

主 编

张永红

副主编

魏光军	杨仕成	陈 丽
李 红	谭必帅	帅仕文
戚绍勇	王晓静	



成都第七中学简介

成都第七中学(以下简称成都七中)创建于1905年,从成都县立高等小学堂到成都县立中学校,再到成都市第七中学校。一百年来,七中人用智慧和汗水铸就了一个又一个辉煌。新中国成立前,学校在全国中学生联考中曾获得全国第一和第四的优异成绩。当时的国民政府教育部部长陈立夫先生特为我校题词“启迪有方”。新中国成立后,成都七中一直是省、市的著名重点中学。20世纪70年代末,被四川省教育厅确定为首批省级重点中学;1986年,被确定为教育部在四川的定点联系学校。1994年,国务院副总理李岚清同志视察我校时高兴地说:“我看七中最高兴的就是学生全面发展。”2000年,被四川省教育厅评定为首批国家级示范性普通高中,并被教育部确定为国家级示范性高中建设项目样板学校。学校以突出的成绩和良好的声誉先后荣获全国计算机教育先进集体、全国现代教育技术实验学校、全国课外科技活动先进单位、全国“五一”劳动奖状、四川省首批校风示范校、四川省文明单位、四川省首批实验教学示范校、四川省艺术教育特色学校、四川省体育传统项目示范学校、中国中学生体育学会排球分会会员单位等荣誉称号。

学校现有39个教学班,在校学生近2400名。现有教师200人,其中享受国家政府特殊津贴专家2名,成都市教育专家4名,特级教师19人,成都市学科带头人15人,高级教师94人。近年来,学校除高考上线率、重点大学上线率、名牌大学上线率等指标居同类学校前列外,学科竞赛、网校发展、特色学校建设等尤其引人注目。学校五大学科竞赛每年获奖总数约占四川省获奖人数的三分之一,约占成都市获奖人数的二分之一。近十年来,有70余名学生取得全国决赛权,10余名学生入选国际奥赛国家集训队,有5人获国际金牌,400余人获全国一等奖,600余人获全国二等奖,每年有一半以上的学生考入北大、清华、复旦等名校。其中考入北大和清华两校的人数为这两个学校在川招生人数的七分之一左右,为在成都市招生人数的三分之一至二分之一。成都七中是北大、清华的重要生源基地。

全面发展,特长明显是学校特色校建设的基本指导思想。学校每年有400余学生在各类竞赛中获市以上等级奖。男子排球队曾代表中国参加世界青少年排球

锦标赛亚洲预选赛;学校管乐团曾荣获西安国际中学生管乐节金奖,并于2004年8月参加在维也纳金色大厅举行的世界青少年吹奏乐大赛并获得铜奖。

成都七中是四川省对外开放和交流的窗口学校。历来重视与国内外著名中学的合作交流,每年有近百所国内各地著名的中学来校交流。先后与美国、英国、法国、澳大利亚、韩国、日本、新加坡等国家的文教机构或学校建立了师生互访或交流教学的友好合作关系。对促进中、西方的相互了解和文化交流起到了积极的作用。1999年,学校与成都雅思教育管理有限公司合作,成功创办了全国首家留英预科班——成都七中留英预科班,并屡屡取得优异成绩。成都七中东方闻道网校运用卫星技术作为信息传输平台,充分发挥远程教育跨时空的优越性,将成都七中的优秀教育资源辐射到云、贵、川、藏四省区近70所重点中学,在全国居于领先水平。

优秀的业绩来自于优良的办学传统、先进的办学思想、和谐大气的教育追求以及不断追求卓越的教师队伍。百年的积淀,形成了“启迪有方、治学严谨、爱生育人”的办学传统和着眼整体发展,立足个体成才,充分发挥学生的主体作用的“三体”教育思想。新时代的七中人继承传统,锐意创新,进一步提出“三体”教育思想的核心是“以人为本,重在发展”,从而更好地表现出“以人的自身发展为目的”的教育价值,更好地体现出“真诚、公平、平等、友爱”的教育境界。

在新的世纪里,学校明确提出新时期的教育理想与追求是:让更多的学生能在学校得到最适宜、最充分的发展——学生成才;让更多的教师能在学校愉快的工作、成功的发展、体面的生活——教师成功;让学校在不断探索和努力中继续发展,作教育发展的领跑者——学校领先。学校的办学目标是:把成都七中办成现代化、高质量、有特色,国内著名、国际知名的一流学校。成为教育改革的实验校和素质教育的示范校。学校的人才培养目标是:为培养高层次创新型人才打下坚实而深厚的素质基础;为高等学校输送大批全面发展并具有良好个性特长的优秀学生和部分特别优秀的尖子学生。

成都七中,这所培养了数以万计各类优秀人才的百年名校将在继承和创新中不断前进。

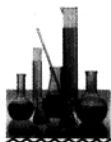
七中名师精解
高中化学同步辅导
二年级上册



目 录

第二章 化学平衡	(1)
第一节 化学反应速率	(1)
第二节 化学平衡	(10)
第三节 影响化学平衡的条件	(18)
第四节 合成氨条件的选择	(32)
实验二 反应速率和化学平衡	(41)
本章小结	(44)
第三章 电离平衡	(48)
第一节 电离平衡	(48)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(59)
第三节 盐类的水解	(69)
第四节 酸碱中和滴定	(80)
实验三 电解质溶液	(90)
实验四 中和滴定	(93)
本章小结	(96)
第四章 几种重要的金属	(98)
第一节 镁和铝	(98)
第二节 铁和铁的化合物	(110)
第三节 金属的冶炼	(120)
第四节 原电池原理及其应用	(127)
实验五 镁、铝、铁及其化合物的性质	(136)
实验六 原电池原理 金属的电化学腐蚀	(139)
本章小结	(141)

第五章 烃	(145)
第一节 甲烷	(145)
第二节 烷烃	(153)
第三节 乙烯 烯烃	(164)
第四节 乙炔 炔烃	(177)
第五节 苯 芳香烃	(187)
第六节 石油的分馏	(200)
本章小结	(210)
参考答案	(213)



第二章

化学平衡

知识要点：

化学反应速率的概念和表示方法,浓度、压强、温度和催化剂等条件对化学反应速率的影响;化学平衡的建立,化学平衡状态的概念及其与化学反应速率之间的内在联系;化学平衡移动原理,浓度、温度、压强等条件对化学平衡移动的影响;应用化学反应速率和化学平衡原理等选择合成氨的适宜条件。

重点：

浓度、温度、压强和催化剂等条件对化学反应速率的影响,化学平衡的建立,化学平衡移动原理,应用化学反应速率和化学平衡原理等选择合成氨的适宜条件。

难点：

浓度影响化学反应速率的原因,化学平衡观点的建立,化学平衡的移动,以合成氨为例的化工生产适宜条件选择的一般思路和方法。

第一节 化学反应速率

七中课堂精华

知识精析**一、化学反应速率****1. 化学反应速率的概念**

化学反应速率是指化学反应进行的快慢程度,用符号 v 表示。

2. 化学反应速率的表示方法

通常是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。

反应速率的表达式为: $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$, v : 平均速率, Δc : 物质的量浓度的变化, Δt : 时间。

浓度单位常用 mol/L 表示,化学反应速率的单位常用 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 或 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 等表示。

3. 几点注意事项

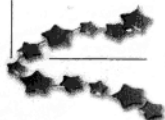
(1) 化学反应速率概念中提到的浓度是指物质的量浓度,而不是溶质的质量分数,也不要误认为是反应物或生成物的物质的量。

(2) 一个确定的化学反应涉及反应物和生成物多种物质,在中学化学里,通常笼统地说化学反应速率的快慢时,往往是对整体化学反应而言,例如 $\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightleftharpoons 2\text{HF}$ 反应很快;定量地表示化学反应速率时,是对某种具体物质而言,例如在 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 中 $v(\text{N}_2) = 0.5 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 等。

(3) 不论用反应物还是生成物的浓度变化来计算化学反应速率,都取正值,不用负数表示。

(4) 化学反应中固体物质浓度一般看做常数,故不能用固体物质来表示化学反应速率。

(5) 对于某一化学反应,选用不同的反应物或生成物浓度变化来表示该反应的化学反应速率时,其



大小往往是不一样的,但意义相同。选不同物质表示该反应的化学反应速率时,各物质表示的反应速率之比,等于化学反应方程式中对应物质的化学式前的化学计量数之比。如分别用 $v(\text{A})$ 、 $v(\text{B})$ 、 $v(\text{C})$ 、 $v(\text{D})$ 来表示反应 $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$ 的化学反应速率时, $v(\text{A}) : v(\text{B}) : v(\text{C}) : v(\text{D}) = m : n : p : q = \Delta c(\text{A}) : \Delta c(\text{B}) : \Delta c(\text{C}) : \Delta c(\text{D}) = \Delta n(\text{A}) : \Delta n(\text{B}) : \Delta n(\text{C}) : \Delta n(\text{D})$

(6) 物质的量浓度的概念可以应用于气体。在一定温度、一定压强下,气体 B 的物质的量浓度为:

$$c(\text{B}) = \frac{n(\text{B})}{V}$$

二、影响化学反应速率的因素

1. 内因

由参加反应的物质的结构、性质决定,它是决定化学反应速率的主要因素。

2. 外因

(1) 浓度对化学反应速率的影响

原因:在其他条件不变时,对某一反应来说,活化分子在反应物分子中所占的百分数是一定的,因此单位体积内活化分子的数目与单位体积内反应物分子的总数成正比,也就是和反应物的浓度成正比。当反应物浓度增大时,单位体积内分子数增多,活化分子数也相应增加,有效碰撞次数增多,反应速率增大。

规律:其他条件不变时,增大反应物的浓度,可以增大化学反应速率;减小反应物的浓度,可以减小化学反应速率。

活化分子:有些分子的能量高于分子的平均能量,属于活化分子。

有效碰撞:能够发生化学反应的碰撞。它需要相互碰撞的分子具有足够高的能量,且具有合适的取向。

注意:①浓度的改变只改变活化分子的总数,但不增加活化分子百分数。

②浓度的影响只讨论溶液中进行的反应或气体中进行的反应,但若为固体参加的反应时,速率的改变用接触面积来讨论,而不用浓度。也就是说,固体的浓度视为一个常数,不变化。另外纯液态物质的浓度也视为不变化。因此改变它们的量不会改变化学反应速率。

③化学反应若是可逆反应,反应物或生成物浓度的改变,其正反应速率或逆反应速率的变化也符合上述的规律。

(2) 压强对化学反应速率的影响

原因:对于气体来说,若其他条件不变,增大压强,就是增加单位体积内反应物的物质的量,即增大反应物的浓度,因而可以增大化学反应速率。

规律:对于有气体参加的化学反应,若其他条件不变,增大压强,反应速率加快;减小压强,反应速率减慢。

注意:①压强对气体反应速率的影响与浓度相同,不改变活化分子百分数。

②压强影响,只适用于讨论有气体参加的反应,当然并不一定全部是气体参加的反应。因为气体的浓度受压强的影响变化很大,而液态或固态物质受压强影响变化极小,可以忽略。

改变压强的涵义,一般是指:

气体物质的量不变,改变容器的容积。像 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3(\text{g})$ 多种反应物都为气体的反应,改变容器的容积后,各种气体的压强、浓度同时同等倍数地变化。

③对于气体反应体系,有以下几种情况:

恒温时:增加压强 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体积缩小 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 浓度增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率加快

恒容时:

a. 充入气体反应物 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 浓度增大(总压也增大) $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率加快。

b. 充入“惰性气体” $\xrightarrow{\text{引起}}$ 总压增大,但各物质的浓度不变,反应速率不变。

恒压时:充入“惰性气体” $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体积增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 各反应物浓度减少 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率减慢

密闭容器的涵义:是容器全封闭不漏气,容器内外之间没有物质流动。密闭容器不等于容器容积不变。

(3) 温度对化学反应速率的影响



原因:在浓度一定时,升高温度,反应物分子的能量增加,使一部分原来能量较低的分子变成活化分子,从而增加了反应物分子中活化分子的百分数,使有效碰撞次数增多,因而使反应速率增大。此外,由于温度升高,会使分子的运动速率加快,这样单位时间里反应物分子间的碰撞次数增加,反应速率也会相应地加快,但前者是反应加快的主要原因。

规律:当其他条件不变时,升高温度,化学反应速率一般是增大的,降低温度,化学反应速率一般是减小的。实验测得,温度每升高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 化学反应速率通常增大到原来的 $2\sim 4$ 倍。

注意:①温度升高,既增加了活化分子的总数,又增加了活化分子的百分数。

②这种影响适用于任何反应,无论状态是什么样,也无论反应的热效应是什么样。

③温度的影响效果超过浓度、压强等对速率的影响。一般规律是温度每升高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 速率就要增大到原来的 $2\sim 4$ 倍。

$$\text{温度对反应速率影响的经验公式: } \frac{v_2}{v_1} = (2\sim 4)^{\frac{(t_2 - t_1)\text{ }^{\circ}\text{C}}{10\text{ }^{\circ}\text{C}}}$$

如温度由 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 上升至 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 则反应速率增大到原来的 $2^5\sim 4^5$ 倍。

④反应若是可逆反应,升高温度,正反应速率、逆反应速率都加快,但吸热反应增加的程度比放热反应增加的程度大;降低温度,正反应速率、逆反应速率都减小,吸热反应速率减小的程度比放热反应减小的程度大。

(4) 催化剂对化学反应速率的影响

原因:在其他条件不变时,使用催化剂,能够降低反应所需的能量,这样会使更多的反应物分子成为活化分子,大大增加单位体积内反应物分子中活化分子所占的百分数,因而使反应速率加快。

规律:催化剂能够改变化学反应速率。能加快化学反应速率的催化剂叫做正催化剂,能够减慢化学反应速率的催化剂叫做负催化剂,在实际中,如不特意说明,凡是说催化剂都是指正催化剂。

注意:①其特征是能大幅度地改变反应速率(高效性)。

②催化剂一般只对某一反应起催化作用(专一性)。

③在多数情况下,催化剂与反应物发生反应生成一种中间产物,这种中间产物再与反应物反应生成产物,使反应变得容易进行。

④催化剂因改变化学反应途径而增加了活化分子的总数与百分数。

⑤常见的需加入催化剂的化学反应。(在括号内注明催化剂)



(5) 其他因素的影响

除了上述影响化学反应速率的因素外,还有其他一些因素也能影响反应速率。如:反应物颗粒的大小、溶剂的性质、光、超声波、甚至磁场等。



例题精讲

例 1 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 $v(x)$ (反应物的消耗速率或产物的生成速率)可表示为()

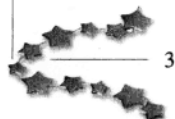
A. $v(\text{NH}_3) = 0.010\text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

B. $v(\text{O}_2) = 0.0010\text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

C. $v(\text{NO}) = 0.0010\text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

D. $v(\text{H}_2\text{O}) = 0.045\text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

解析 此题考查的知识点是:化学计量数之比等于各物质的反应速率之比。 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的反应速率为: $0.45\text{ mol}/(10\text{ L} \times 30\text{ s}) = 0.0015\text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$, 则 NH_3 、 O_2 、 NO 的平均速率依次为:



$$\text{NH}_3: 0.0015 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s}) \times 4/6 = 0.0010 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})。$$

$$\text{O}_2: 0.0015 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s}) \times 5/6 = 0.00125 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})。$$

$$\text{NO}: v(\text{NO}) = v(\text{NH}_3) = 0.0010 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})。$$

答案: C

例2 将 4 mol A 气体和 2 mol B 气体在 2 L 的容器中混合并在一定条件下发生如下反应, $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) = 2\text{C}(\text{g})$ 若经 2 s 后测得 C 的浓度为 0.6 mol/L, 现有列几种说法: 其中正确的是()

- ①用物质 A 表示的反应的平均速率为 0.3 mol/(L·s)
 ②用物质 B 表示的反应的平均速率为 0.6 mol/(L·s)
 ③2 s 时物质 A 的转化率为 70%
 ④2 s 时物质 B 的浓度为 0.7 mol/L

A. ①③ B. ①④ C. ②③ D. ③④

解析 反应速率之比等于化学方程式中各物质的化学计量数之比, 所以 $v_A = 2v_B = v_C$

$$v_C = \frac{0.6 \text{ mol/L}}{2 \text{ s}} = 0.3 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$$

$$\text{则 } v_A = 0.3 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s}), v_B = 0.15 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$$

$$2 \text{ s 时反应掉 A}: 0.3 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s}) \times 2 \text{ s} \times 2 \text{ L} = 1.2 \text{ mol}$$

$$\text{A 的转化率}: \frac{1.2 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \times 100\% = 30\%$$

$$2 \text{ s 时反应掉 B}: 0.15 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s}) \times 2 \text{ s} \times 2 \text{ L} = 0.6 \text{ mol}$$

$$\text{所以, 2 s 时 B 的浓度为: } \frac{2 \text{ mol} - 0.6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.7 \text{ mol/L}$$

答案: B

例3 把下列四种 X 溶液分别加入四个盛有 10 mL 2 mol/L 盐酸的烧杯中, 均加水稀释到 50 mL, 此时 X 与盐酸缓和地进行反应。其中反应速率最大的是()

- A. 20 mL 3 mol/L 的 X 溶液 B. 20 mL 2 mol/L 的 X 溶液
 C. 10 mL 4 mol/L 的 X 溶液 D. 10 mL 2 mol/L 的 X 溶液

解析 由于四种 X 的溶液分别与等量的盐酸溶液进行反应, 所以反应速率的快慢只取决于四种 X 的浓度的大小, 题中指出将四种 X 溶液加入烧杯中后, 均加水稀释到 50 mL, 说明四种溶液最后的反应体积是相同的, 如果四种 X 溶液所提供的溶质的物质的量越大, 其浓度就越大, 则反应速率就越快, 通过计算可知:

$$n_A = 0.06 \text{ mol}, n_B = 0.04 \text{ mol}, n_C = 0.04 \text{ mol}, n_D = 0.02 \text{ mol}$$

答案: A

例4 某温度时, 在 2 L 容器中 X、Y、Z 三种物质的量随时间的变化曲线如下图所示。由图中数据分析, 该反应的化学方程式为_____。反应开始至 2 min, Z 的平均反应速率为_____。

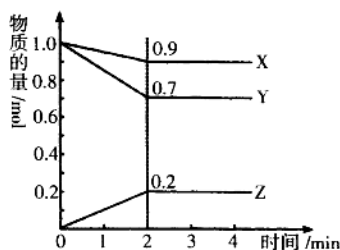
解析 写反应的化学方程式, 关键是确定 X、Y、Z 之间谁是反应物、谁是生成物以及方程式中 X、Y、Z 三种物质的化学计量数。确定反应物和生成物, 主要是看反应过程中各物质的有关量的变化情况, 一般地, 反应物物质的量随反应的进行不断减小, 生成物物质的量随反应的进行不断增加, 由图示可知, X、Y 为反应物, Z 为生成物。再根据化学方程式各物质的化学计量数之比等于相应物质的物质的量的变化量之比的规律, 结合图示 X、Y、Z 三种物质物质的量的变化量即可求出它们的化学计量数, 从而写出正确的化学方程式。由图示可知 X、Y、Z 三种物质物质的量的变化量分别为:

$$\Delta n(\text{X}) = 1.0 \text{ mol} - 0.7 \text{ mol} = 0.3 \text{ mol} \quad \Delta n(\text{Y}) = 1.0 \text{ mol} - 0.9 \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\Delta n(\text{Z}) = 0.2 \text{ mol} - 0 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$$

故化学方程式中 X、Y、Z 三种物质的化学计量数之比为:

$$0.3 \text{ mol}: 0.1 \text{ mol}: 0.2 \text{ mol} = 3: 1: 2$$



因此,反应的化学方程式为 $3X + Y \rightleftharpoons 2Z$ 。

Z 物质在 2 min 内的平均反应速率,可通过先求出 Z 物质的物质的量浓度的变化量,再根据反应速率的计算式($\Delta c/\Delta t$)求解。综合列式为:

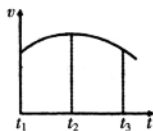
$$v(Z) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{\Delta n/V}{\Delta t} = \frac{0.2 \text{ mol}/2 \text{ L}}{2 \text{ min}} = 0.05 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})。$$

答案: $3X + Y \rightleftharpoons 2Z$ 0.05 mol/(L · min)

例 5 把除去氧化膜的镁条放入盛有一定浓度的稀盐酸的试管中,发现 H_2 的生成速率 v 随时间 t 的变化关系如图所示。其中 $t_1 \sim t_2$ 速率变化的原因是 _____; $t_2 \sim t_3$ 速率变化的原因是 _____。

解析 根据影响化学反应速率的因素,镁与盐酸反应,即反应物的性质已定,故应从外因考虑,压强不变,无催化剂,故应排除两者,而应从盐酸的浓度和反应时的温度两者变化上考虑。

答案: $t_1 \sim t_2$ 时,盐酸浓度变化不大,但反应放热,使温度升高,反应速率增大
 $t_2 \sim t_3$ 时,已达到一定的温度,温度变化不会太大,但此时随反应的进行,盐酸中 $c(H^+)$ 降低,故反应速率又减小



例 6 某中学化学小组查阅资料发现金属氧化物 A 也能催化氯酸钾的分解,且 A 和二氧化锰的最佳催化温度均在 500 °C 左右。于是对 A 和二氧化锰的催化性能进行了定量对照实验。实验时均以收满 500 mL 氧气为准(其他可能影响实验的因素均已忽略)。

用 MnO_2 做催化剂

实验序号	$KClO_3$ 质量/g	MnO_2 质量/g	反应温度/°C	待测数据
1	8.00	2.00	500	
2	8.00	2.00	500	

用 A 做催化剂

实验序号	$KClO_3$ 质量/g	A 质量/g	反应温度/°C	待测数据
1	8.00	2.00	500	
2	8.00	2.00	500	

请回答:

上述实验中的待测数据是 _____。

完成此研究后,他们准备发表一篇研究报告,请你替他们拟一个报告的题目: _____。

解析 催化剂参与化学反应,但反应前后的质量与化学性质保持不变。对 A 和二氧化锰的催化性能进行比较,必须进行定量对照实验,本题从测定相同条件下收满 500 mL 氧气的多少,得到两者的催化性能的大小比较。

答案:时间;催化效果的对照研究

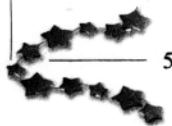


习题精选

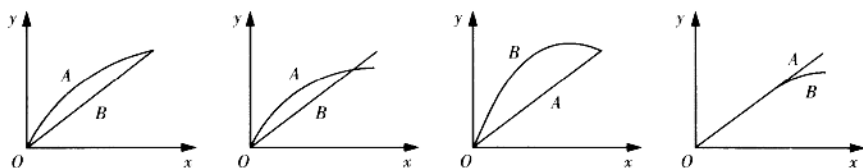
双基训练

选择题每小题有 1~2 个选项符合题意

- 下列反应中,能瞬间完成的是()
 A. 硝酸见光分解 B. 硝酸银溶液与盐酸的反应
 C. 漂白粉失效 D. 二氧化硫被氧化为三氧化硫
- 在下列四种溶液中,分别加入少量固体二氧化锰,能产生气体的是()
 A. 3% H_2O_2 溶液 B. 1 mol/L NaOH 溶液 C. 1 mol/L $KClO_3$ 溶液 D. 1 mol/L 盐酸



3. 在 2 L 密闭容器中,发生 $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 的反应,若最初加入 A 和 B 都是 4 mol, A 的平均反应速率为 $0.12 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$,则 10 s 后容器中 B 是()
- A. 1.6 mol B. 2.8 mol C. 3.2 mol D. 3.6 mol
4. 在相同条件下,等质量(金属颗粒大小相当)的下列金属与足量 1 mol/L 盐酸反应时,速率最快的是()
- A. 镁 B. 铝 C. 锌 D. 铁
5. 反应 $4\text{NH}_3(g) + 5\text{O}_2(g) \rightleftharpoons 4\text{NO}(g) + 6\text{H}_2\text{O}(g)$ 在 2 L 密闭容器中进行,1 min 后 NH_3 减少了 0.12 mol ,则平均每秒钟浓度变化正确的是()
- A. $\text{NO}; 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $\text{H}_2\text{O}; 0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $\text{NH}_3; 0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $\text{O}_2; 0.00125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
6. 一定条件下,反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 在 2 L 的密闭容器内进行,5 min 内氨的质量增加了 5.1 g,则这段时间内的反应速率是()
- A. $v(\text{NH}_3) = 0.51 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ B. $v(\text{NH}_3) = 0.0005 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$
C. $v(\text{N}_2) = 0.015 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ D. $v(\text{H}_2) = 0.03 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$
7. 下列各条件下发生反应 $x + y = xy$ 时,速率最快的是()
- A. 常温下,20 mL 中含 x, y 各 0.003 mol 的溶液
B. 常温下,100 mL 中含 x, y 各 0.005 mol 的溶液
C. 常温下, 0.1 mol/L 的 x, y 溶液各 10 mL 相混合
D. 标准状况下, 0.1 mol/L 的 x, y 溶液各 10 mL 相混合
8. 进行如下实验,在 A 瓶中加入 10 g 黄豆粒大小的碳酸钙,在 B 瓶中加入 5 g 粉末状碳酸钙,分别加入 50 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸,图中横轴代表时间,纵轴代表瓶中碳酸钙减少的质量,其中能正确表示实验结果的图是()



9. 升高温度时,化学反应速率加快,主要是由于()
- A. 分子运动速率加快,使反应物分子间的碰撞机会增多
B. 反应物分子的能量增加,活化分子百分数增大,有效碰撞次数增多,化学反应速率加快
C. 该化学反应的过程是吸热的 D. 该化学反应的过程是放热的
10. 已知 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$,则描述反应速率的关系正确的是()
- A. $\frac{4}{5}v(\text{NH}_3) = v(\text{O}_2)$ B. $\frac{5}{6}v(\text{O}_2) = v(\text{H}_2\text{O})$
C. $\frac{3}{2}v(\text{NH}_3) = v(\text{H}_2\text{O})$ D. $\frac{4}{5}v(\text{O}_2) = v(\text{NO})$
11. 某温度下,浓度都是 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的两种气体 X_2 和 Y_2 在密闭容器中反应生成气体 Z,经过 $t \text{ min}$ 后,测得物质的浓度分别为: $c(\text{X}_2) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Y}_2) = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Z}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则该反应的反应式可表示为()
- A. $\text{X}_2 + 2\text{Y}_2 \rightleftharpoons 2\text{XY}_2$ B. $2\text{X}_2 + \text{Y}_2 \rightleftharpoons 2\text{X}_2\text{Y}$ C. $3\text{X}_2 + \text{Y}_2 \rightleftharpoons 2\text{X}_3\text{Y}$ D. $\text{X}_2 + 3\text{Y}_2 \rightleftharpoons 2\text{XY}_3$
12. 一定温度下,在固定体积的密闭容器中进行下列反应: $2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$ 。若 $c(\text{HI})$ 由 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 降到 $0.07 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,需要 15 s,那么 $c(\text{HI})$ 由 $0.07 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 降到 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,所需反应的时间为()
- A. 等于 5 s B. 等于 10 s C. 大于 10 s D. 小于 10 s
13. 将质量均为 1 g 等大小的两块铜片分别投入到足量浓 HNO_3 和稀 HNO_3 中,下列有关说法正确的是()
- A. 反应后溶液都呈蓝色 B. 与浓 HNO_3 的反应中,铜片先消失
C. 产生气体的颜色相同 D. 产生气体的体积(相同条件)相同
14. 在 2 L 容器中加入 4 mol A 和 6 mol B,发生下列反应: $4A(g) + 6B(g) \rightleftharpoons 4C(g) + 5D(g)$



若经 5 s 后,剩下的 A 是 2.5 mol,则 B 的反应速率是()

- A. $0.45 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ B. $0.15 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ C. $0.225 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ D. $0.9 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

15. 在 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ 反应中可使反应速率增大的措施是()

- ①增大压强 ②增加碳的量 ③恒容通入 CO_2 ④恒压充入 N_2 ⑤恒容充入 N_2

- A. ①⑤ B. ②④ C. ①③ D. ③⑤

16. 反应 $\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons 2\text{C} + 2\text{D}$ 在四种不同的条件下反应速率分别为:

① $v(\text{A}) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ② $v(\text{B}) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

③ $v(\text{C}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ④ $v(\text{D}) = 0.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

该反应进行的快慢顺序为_____。

17. 将 10 mol A 气体和 5 mol B 气体放入 10 L 真空中,某温度时发生反应 $3\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$,在最初 2 s 内,A 的平均速率为 $0.06 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$,则在 2 s 时,箱中有 C _____ mol,2 s 时,B 的浓度为 _____ mol/L。

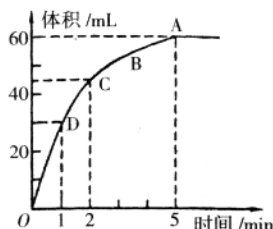
18. 在下列事实中,什么因素影响了化学反应的速率?

- (1)夏天的食品易霉变,冬天就不易发生该现象。_____
 (2)熔化的 KClO_3 放出气泡很慢,撒入少量 MnO_2 很快产生气体。_____
 (3)工业上常将固体燃料粉碎,以提高燃烧效率。_____
 (4)同浓度同体积的硫酸溶液和盐酸溶液与同样大小且质量相同的锌粒反应,产生气体有快有慢。

(5)集气瓶中 H_2 和 Cl_2 的混合气体,在瓶外点燃镁条时发生爆炸。_____

(6)浓硝酸常盛放在棕色瓶里,且放在黑暗处和温度低的地方。_____

19. 加入 0.1 mol 的 MnO_2 粉末于 50 mL 过氧化氢的溶液中(密度为 1.1 g/mL),在标准状况下放出气体的体积和时间的关系如图所示:



回答下列问题:

- (1)A、B、C、D 四点化学反应速率快慢的顺序为_____。
 (2)解释反应速率变化的原因_____。
 (3)计算过氧化氢的初始物质的量的浓度_____。

20. 将等物质的量的 A 和 B,混合于 2 L 的密闭容器中,发生如下反应:



5 min 后测得 $c(\text{D}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{A}) : c(\text{B}) = 3 : 5$,C 的反应速率是 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

- (1)A 在 5 min 末的浓度是_____。
 (2) $v(\text{B}) =$ _____。
 (3) $x =$ _____。

能力培养

选择题每小题有 1~2 个选项符合题意

1. 对于反应 $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$,在密闭容器中进行,下列哪些条件能加快该反应的速率()

- A. 缩小体积使压强增大 B. 体积不变充入 N_2 使压强增大
 C. 体积不变充入 He 气使压强增大 D. 压强不变充入 N_2 使体积增大

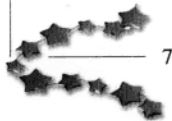
2. 100 mL 6 mol/L H_2SO_4 跟过量锌充分反应,在一定温度下,为了减缓反应进行的速率,但又不影响生成氢气的总量可向反应物中加入适量的()

- A. 碳酸钠固体 B. 水 C. 硫酸钾溶液 D. 硝酸钾溶液

3. 反应 $2\text{A} = \text{B} + 3\text{C}$,在 20°C 进行时, $v(\text{A}) = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,已知温度升高 10°C ,此反应速率增大到原来的 2 倍,则当其他条件不变,温度升到 50°C ,此反应的化学反应速率 $v(\text{C})$ 是()

- A. $20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ B. $40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ C. $60 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ D. $15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

4. 经过长期实践,人们总结出反应速率和反应物浓度间定量关系,在恒温下,对简单反应来说,化学反应速率同反应物浓度方次的乘积成正比(反应物浓度的方次,等于反应式中各分子式前的计量数)。如对于反应式 $m\text{A} + n\text{B} \rightleftharpoons \text{C}$ 的反应来说



$v = K \{c(A)\}^m \{c(B)\}^n$, 其中 K 为常数。

今有一反应 $aA + bB = C$, 在 25°C 时, 将 A、B 溶液按不同浓度混合, 得下列实验数据:

$c(A)/(mol/L)$	$c(B)/(mol/L)$	反应速率/ $[mol/(L \cdot s)]$
1.0	1.0	1.2×10^{-2}
1.0	4.0	1.92×10^{-1}
4.0	1.0	4.8×10^{-2}

由此可推出 a, b 值正确的是()

- A. $a=1 \quad b=1$ B. $a=\frac{1}{2} \quad b=\frac{1}{2}$ C. $a=2 \quad b=1$ D. $a=1 \quad b=2$

5. 在一定温度下, 向一个 2 L 的真空密闭容器中(事先装入催化剂), 通入 1 mol N_2 和 3 mol H_2 。经一段时间后, 测得容器内压强为起始的 0.9 倍。在此时间内以 H_2 表示平均反应速率为 $0.1 \text{ mol}/(L \cdot \text{min})$, 则所经过的时间为()

- A. 3 min B. 2 min C. 5 min D. 1 min

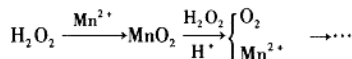
6. 反应① $1000K \quad A \rightleftharpoons B + C$ ② $500K \quad D \rightleftharpoons E + F$ 它们的反应速率关系是()

- A. ① > ② B. ① < ② C. ① = ② D. 无法确定

7. 在容积为 2 L 的密闭容器中充入 2 mol SO_2 和一定量 O_2 , 发生 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ 反应, 进行到 4 min 时, 测得 $n(SO_2) = 0.4 \text{ mol}$ 。若反应进行到 2 min 时, 容器中 $n(SO_2)$ 为()

- A. 1.6 mol B. 1.2 mol C. 大于 1.6 mol D. 小于 1.2 mol

8. 少量的 Mn^{2+} 可以催化分解 H_2O_2 , 其反应的机理可简单解释为:



试写出每一步反应的离子方程式:

*9. (选做) 在物理学习的匀变速直线运动中, 常用图像来分析速度、时间和位移的关系。时间 t 时质点的位移相当于图 I 阴影部分所占的面积。现在容积为 2 L 密闭容器中进行某一可逆反应: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g)$, 其中 B 物质的正反应速率 $v_{正}$ 、逆反应速率 $v_{逆}$ 随时间变化的关系如图 II 所示, 则图中阴影部分的面积可表示_____。

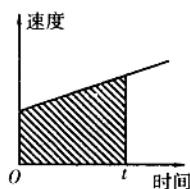


图 I

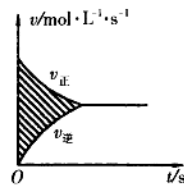
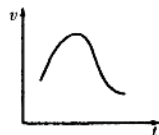


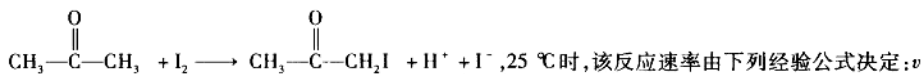
图 II

10. 氯酸钾和亚硫酸氢钾间氧化还原反应的反应速率 v 和时间 t 的关系如右图所示, 又知该反应的速率随溶液中氢离子浓度的增大而加快。

- (1) 为什么开始时反应速率加快?
(2) 为什么后期反应速率下降?



*11. (选做) 丙酮和碘在酸性溶液中发生以下反应:



25 $^\circ\text{C}$ 时, 该反应速率由下列经验公式决定: $v = k \cdot c(CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_3) \cdot c(H^+)$, 式中 k 的值为 $2.73 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。25 $^\circ\text{C}$ 时, 已知反应开始

时 $c(I_2) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(H^+) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

则: (1) 反应开始时的速率是多少?

(2) 当溶液中 $c(I_2)$ 剩下 $0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 反应速率比开始时慢还是快? 为什么?

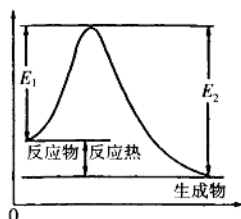
阅读材料

一、活化能与活化分子

在反应进程中,反应物分子必须具有足够的能量,碰撞时才能使化学键削弱或断裂,从而发生化学反应。在一定温度下,气体分子具有一定的平均能量,但并不是所有的分子都具有相等的能量。有的分子的能量比平均能量高,有的比平均能量低,比平均能量高的分子才是活化分子。活化分子具有的最低能量与分子平均能量的差叫活化能。如图所示:

要吸收 E_1 的能量,才能变成活化分子,这个能量 E_1 就是该反应的活化能。活化分子变成生成物分子的进程中,要放出 E_2 的能量。图中 $E_2 > E_1$,即在反应物变成生成物的整个进程中,要放出 $E_2 - E_1$ 的能量,这个能量就是反应热。如图所示的反应是一放热反应,无论放热反应或吸热反应,都需要有一个活化的进程。

不同的化学反应所需的活化能不同,如果反应的活化能较低,则在一定温度下,活化分子的百分数就较大,反应就比较容易进行。



二、催化剂

1. 什么是催化剂?

能改变化学反应速率而反应前后本身的化学组成和数量保持不变的物质,叫作催化剂。催化剂又分正催化剂和负催化剂。凡能加快反应速率的催化剂叫正催化剂,反之叫负催化剂。

使用催化剂,改变了反应的历程,也就改变了反应速率。如图所示,新的反应历程(加催化剂)和原来的反应历程(不加催化剂)相比所需要的活化能降低了,活化分子的百分数提高了,单位时间内有效碰撞的次数大大增加,从而加快了反应速率。由图可看出,不用催化剂时反应物需要的能量为 ΔE ,反应物能量由 A 升至 B。如果使用了催化剂,反应物需要的能量为 ΔE_2 。即将反应物能量由 A 升至 B' 就可以了, $\Delta E_2 < \Delta E$ 。这样由于改变了反应历程,从而加快了反应速率。

2. 催化剂在化学反应中的表达形成

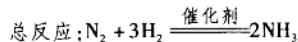
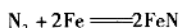
如反应: $A + B \rightleftharpoons C$ (较慢)

使用催化剂(X)后: $A + X \rightleftharpoons AX$ (快反应)

$AX + B \rightleftharpoons C + X$ (快反应)

在此过程中,完成了反应: $A + B \rightleftharpoons C$, X 起到了催化作用, X 的参与,加快了反应速率。而 AX 是第一步反应的生成物,又是第二步反应的反应物,称为中间产物。

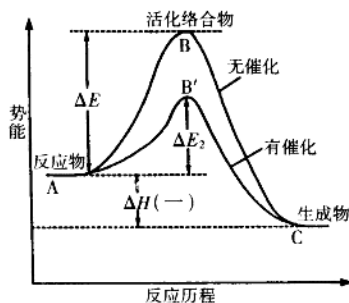
如合成氨的反应,具体过程可表示如下:



3. 催化剂的中毒

催化剂的催化能力一般称为催化活性。有人认为:由于催化剂在反应前后的化学性质和质量不变,一旦制成一批催化剂之后,便可以永远使用下去。实际上许多催化剂在使用过程中,其活性从小到大,逐渐达到正常水平,这就是催化剂的成熟期。接着,催化剂活性在一段时间里保持稳定,然后再下降,一直到衰老而不能再使用。活性保持稳定的时间即为催化剂的寿命,其长短因催化剂的制备方法和使用条件而异。

催化剂在稳定活性期间,往往因接触少量的杂质而使活性明显下降甚至被破坏,这种现象称为催化剂的中毒。一般认为是由于催化剂表面的活性中心被杂质占据而引起中毒。中毒分为暂时性中毒和永久性中毒两种。例如,对于合成氨反应中的铁催化剂, O_2 、 CO 、 CO_2 和水蒸气等都能使催化剂中毒。但利用纯净的氢、氮混合气体通过中毒的催化剂时,催化剂的活性又能恢复,因此这种中毒是暂时性中毒。相反,含 P、S、As 的化合物则可使铁催化剂永久性中毒。催化剂中毒后,往往完全失去活性,这时



无催化剂和有催化剂的
反应历程与势能的关系图

即便再用纯净的氢、氮混合气体处理,活性也很难恢复。催化剂中毒会严重影响生产的正常进行。工业上为了防止催化剂中毒,要把反应物原料加以净化,以除去毒物,这样就要增加设备,提高成本。因此,研制具有较强抗毒能力的新型催化剂,是一个重要的课题。

第二节 化学平衡



一、可逆反应

1. 可逆反应的意义

在同一条件下,能同时向正、逆两个方向进行的化学反应,属于可逆反应。化学平衡研究的对象是可逆反应。

2. 注意

(1) 必须强调在“相同的条件下”。

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 及 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 不能认为 H_2 与 O_2 反应生成 H_2O 是可逆反应。

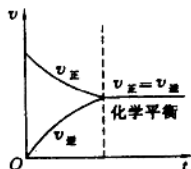
(2) 可逆反应的特征:永远不能进行到底。

(3) 有些不可逆反应,在某一条件下可能变为可逆反应。

二、化学平衡状态

1. 化学平衡状态的建立

在一定条件下的可逆反应里,若开始只有反应物,没有生成物,则 $v_{\text{正}}$ 最大, $v_{\text{逆}}$ 为零。随着反应的进行,反应物浓度不断减小,生成物浓度不断增大, $v_{\text{正}}$ 逐渐减小, $v_{\text{逆}}$ 逐渐增大。如果外界条件不发生变化,化学反应进行到一定程度时, $v_{\text{正}}$ 和 $v_{\text{逆}}$ 相等。此时,化学反应进行到最大限度,反应物和生成物的浓度不再发生变化,反应物和生成物的混合物(简称反应混合物)就处于化学平衡状态,简称化学平衡(如图所示)。



2. 化学平衡状态

化学平衡状态是指在一定条件下的可逆反应里,正反应和逆反应的速率相等,反应混合物中各组分的浓度保持不变的状态。

3. 化学平衡状态中的三个关系

(1) 内因与外因的关系:外界条件改变时,若 $v_{\text{正}} \neq v_{\text{逆}}$, 则平衡被破坏;外界条件一定时,当 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$, 平衡建立。

(2) 动与静的关系:平衡时正反应和逆反应仍在不断进行,但各组成成分的含量保持不变。

(3) 现象与本质的关系: $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ 是化学平衡的本质,各组成成分的含量保持不变是现象。

三、化学平衡状态的特征

1. 逆:化学平衡研究的对象是可逆反应。

2. 动:是指动态平衡。达到平衡状态时,正逆反应仍在不断进行,只是 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ 而已。

3. 等:达到平衡状态时,正反应速率和逆反应速率相等,但不等于零。即 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}} \neq 0$ 。

4. 定:平衡时,各组分的浓度保持一定,各组成成分的含量保持一定。

5. 变:当外界条件(如浓度、压强、温度等)变化时,则原平衡被破坏,反应混合物中各组分的浓度就会发生变化,在新的条件下会重新建立平衡。



一、判断可逆反应达到平衡标志的方法

1. 直接判断法

(1)正反应速率等于逆反应速率;(2)各组分的浓度保持不变。

2. 间接判断法

(1)各组成成分的百分含量保持不变;(2)各物质的物质的量不随时间的改变而改变;(3)各气体的分压,各气体的体积不随时间的改变而改变。

3. 特例判断法

对于反应前后气体物质的分子总数不相等的可逆反应来说,混合气体的总压、总体积、总物质的量、平均摩尔质量、平均相对分子质量不随时间的改变而改变,则可以判断达到平衡。而对于反应前后气体物质的分子总数相等的可逆反应,则不能以此判断达到平衡。

当对一个具体的可逆反应判断其是否达到化学平衡状态时,还会遇到一些与两个主要特征相关的新问题。现列举如下:

(1) $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ 。

(2)体系中各组分的物质的量浓度或体积分数、物质的量分数保持不变。

(3)全是气体参加的反应前后化学计量数改变的可逆反应,压强保持不变。

(4)全是气体参加的反应前后化学计量数改变的可逆反应,平衡时相对分子质量、密度保持不变。

(5)对于有颜色物质参加或生成的可逆反应,颜色不随时间发生变化。

(6)同一时间内,断裂某化学键的数目与形成化学键的数目相等。

详细阐述如下:

列举反应	$m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$	
混合物体系中各成分的含量	①各物质的物质的量或各物质的物质的量分数一定	平衡
	②各物质的质量或各物质的质量分数一定	平衡
	③各气体的体积或体积分数一定	平衡
	④总体积、总压力、总物质的量一定	不一定平衡
正、逆反应速率	①在单位时间内消耗了 m mol A 同时生成 m mol A, 即 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$	平衡
	②在单位时间内消耗了 n mol B 同时消耗了 p mol C, 则 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$	平衡
	③ $v(\text{A}):v(\text{B}):v(\text{C}):v(\text{D}) = m:n:p:q$, $v_{\text{正}}$ 不一定等于 $v_{\text{逆}}$	不一定平衡
	④在单位时间内生成了 n mol B, 同时消耗了 q mol D, 因均指 $v_{\text{逆}}$	不平衡
压强	① $m+n \neq p+q$ 时, 总压力一定(其他条件一定)	平衡
	②若 $m+n = p+q$, 总压力一定(其他条件一定)	不一定平衡
混合气体的平均相对分子质量($\bar{M}_r$)	① $\bar{M}_r$ 一定时, 只有当 $m+n \neq p+q$ 时	平衡
	② $\bar{M}_r$ 一定, 但 $m+n = p+q$ 时	不一定平衡
温度	任何化学反应都伴随着能量的变化, 当体系温度一定时(其他不变)	平衡
体系的密度(ρ)	密度一定	不一定平衡
其他	如体系颜色不再变化等	平衡

二、等效平衡原理及规律

关于化学平衡状态的建立,它是一个过程问题,与平衡建立的初始状态无关,只要反应条件是相同的,无论从反应物开始还是从生成物开始,其达到平衡状态时的参数是相同的,例如,在两个完全相同的密闭容器 A、B 中,在相同的反应条件下,向 A 中充入 2 mol SO_2 和 1 mol O_2 ,向 B 中充入 2 mol SO_3 ,一段时间后,发生 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ 和 $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$,达到化学平衡时,这两个反应容器中的 SO_2 、 O_2 、 SO_3 等物质的物质的量浓度是相同的,反应速率也是相同的,也就是说这两个平衡状态的特征是完全相同的。同时,对于化学平衡而言,与物质的投放次序无关,不论是一次投入还是分批投入,只要最终投入的总量一定,反应达平衡后,各组分的参数仍是相同的。

1. 等效平衡的含义

化学平衡的建立只与条件有关,而与途径无关,也就是说达到同一平衡状态有多种实现方式。在相同条件下通过不同的途径,达到相同的平衡状态叫做“等效平衡”。

相同条件:一般指等温等容或等温等压。

不同途径:

- ①加入反应物开始
- ②加入生成物开始
- ③同时加入反应物和生成物

等效平衡:含意是两次平衡状态中混合体系中各组分的含量(物质的量分数、质量分数、体积分数

等)对应相等。

2. 等效平衡的类型和判断

(1) 对于非等体积反应,在恒温恒容时,若等价转换成“相当量”的反应物后,两次反应物的起始量对应相同,则两平衡状态相同。

通俗一点讲,“相当量”(即“等价”)反应物可以这样理解:把生成物的各量完全转化成反应物的量,再加上原来反应物的量。若两次反应物的起始量对应相同,则两平衡状态相同。

反过来,若两平衡状态相同,则两次反应物的“相当量”应该相等。

(2) 对于等体积反应,在恒温恒容时,若可换算成“相当量”的反应物后,两次反应物的初始态的“相当量”之比相等,则两次平衡状态相同,即各物在平衡体系中的体积分数不变。

(3) 对于非等体积和等体积反应,在恒温恒压下,可换算成“相当量”的反应物后,两次反应物的“相当量”之比相等,则形成的平衡状态相同。平衡时各组分的浓度、含量对应相等。

反过来,若两次形成的平衡状态相同(即各组分的含量相同),则两次反应物的“相当量”之比应该相等。

三、关于化学平衡的基本计算



起始浓度: a b c d

变化浓度: mx nx px qx

平衡浓度: $a - mx$ $b - nx$ $c + px$ $d + qx$

此三种浓度中,只有变化浓度之比等于化学计量数之比。

1. 求 A 物质的平衡转化率 α_A (α 越大,反应的越多)

$$\alpha_A = \frac{mx}{a} \times 100\%$$

2. 求 B 物质平衡时的体积分数 φ_B

$$\varphi_B = \frac{b - nx}{a + b + c + d - mx - nx + px + qx} \times 100\%$$

3. 求混合气的 M_r

$$\bar{M}_r = \frac{aM_r(A) + bM_r(B) + cM_r(C) + dM_r(D)}{a + b + c + d - mx - nx + px + qx}$$

4. 反应前后的压强比等于物质的量之比。(恒温、等容的条件下)。

$$\frac{p_{\text{前}}}{p_{\text{后}}} = \frac{a + b + c + d}{a + b + c + d - mx - nx + px + qx}$$

四、正确识别速率与平衡图像

改变外界条件对化学反应速率及化学平衡的影响,可用各种图像来表示,解答图像题的方法与思路是:

1. 看懂图像

一看面(即看清横坐标和纵坐标);二看线(即看线的走向、变化的趋势),三看点(即看线是否通过原点,两条线的交点及线的拐点),四看要不要作辅助线(如等温线、等压线),五看定量图像中有关量的多少。

2. 联想规律

即联想外界条件对化学反应速率和化学平衡的影响规律。

3. 作出判断

依题意仔细分析并作出正确判断。



例题精讲

例 1 反应 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ 达到平衡后,再向反应容器中充入含氧的同位素 ^{18}O 的氧气,经过一段时间后 ^{18}O 原子存在于()

- A. O_2 B. SO_2 C. O_2 和 SO_2 D. O_2 、 SO_2 和 SO_3