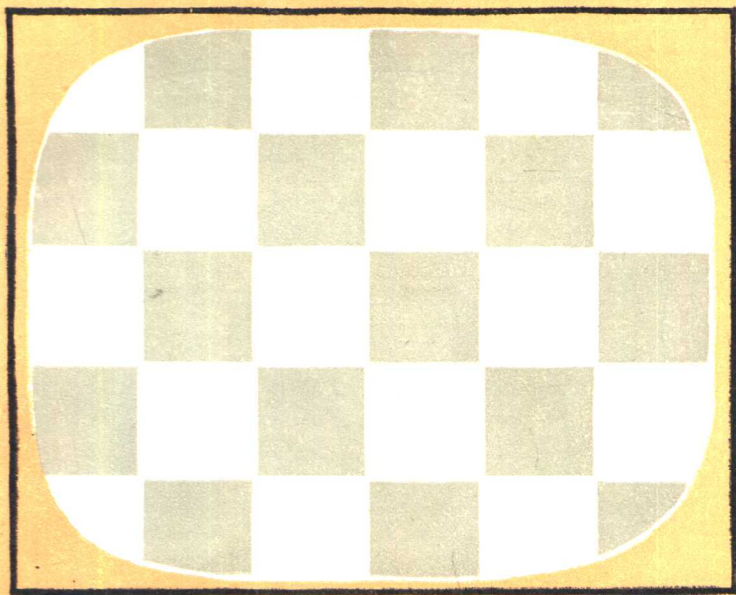


电 视 大 学



郭建栋 编

普通化学统考试题 答案和分析 1979 — 1984

海 洋 出 版 社

电 视 大 学
普通化学统考试题
答案和分析

1979—1984

郭 建 栋 编

海 洋 出 版 社

内 容 简 介

本书汇集了电视大学自1979年到1984年共四届理工类普通化学的期末考试及补考题十份(其中1981、1983两年未招收理工类学生, 1979级因普通化学与无机化学合称无机化学, 故收集了两个学期的试题, 其他各级只收集了第一学期普通化学部分试题)。

在各题的后面附有原试题标准参考答案, 并针对考生中出现的典型错误, 进行了分析。

电视大学几届普通化学课程分别由不同教师主讲, 各具特色。各届试题也在一定程度上反映了这种特点, 因而覆盖面较宽, 形式较灵活。本书可供电视大学学员学习参考; 也可以供普通化学教师及职工大学、业余大学、函授大学等成人高等学校学员和普通高等院校学生参考。

责任编辑: 朱志军

责任校对: 金玉筠

电视大学普通化学统考试题答案和分析

1979—1984

郭建栋 编

海洋出版社出版(北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行 人民卫生出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092, 1/32 印张: 5 字数: 120千字

1986年10月第一版

1986年10月第一次印刷

印数: 1—8,500

统一书号: 7193·0831 定价: 0.90元

前 言

普通化学是电视大学理工类一九七九、一九八〇、一九八二和一九八四级的必修课。一九七九级普通化学部分与基础无机化学部分统称无机化学，电视播出160学时，由北京师范大学田荷珍主讲；一九八〇级工科电视播出95学时，化学原理部分由北京大学华彤文主讲，无机化学部分由北京师范大学田荷珍及吉林大学曹锡章、北京工业学院曹庭礼主讲；一九八二级普通化学电视播出80学时，由浙江大学李明馨主讲；一九八四级普通化学课程系在一九八二级录像的基础上加以修改后，压缩为60学时播出。

从一九八二级开始，明确地设置了普通化学与无机化学两门课程，并规定了普通化学为工科各专业必修课。因此在本书中以一九八二级普通化学期末考试题为典型，较为详细地进行了分析。其他各级试题除给出参考答案外，并指出历届考生发生的典型错误、发生错误的原因及正确解答的关键和思路。

本书力求对学习完普通化学课程的学员能起到复习、巩固、检查并培养综合运用所学知识的作用。

目 录

一九七九级第一学期期末考试试题答案和 分析.....	(1)
一九七九级第一学期期末补考试题答案和 分析.....	(22)
一九七九级第二学期期末考试试题答案和分 析(工科).....	(34)
一九七九级第二学期期末补考试题答案和 分析.....	(48)
一九八〇级第一学期期末考试试题答案和 分析.....	(56)
一九八〇级第一学期期末补考试题答案和 分析.....	(70)
一九八二级第一学期期末考试试题答案和 分析.....	(84)
一九八二级第一学期期末补考试题答案和 分析.....	(114)
一九八四级第一学期期末考试试题答案和 分析.....	(130)
一九八四级第一学期期末补考试题答案和 分析.....	(149)
关于本书单位制的几点说明	(167)

一九七九级第一学期期末考试 试题答案和分析

一、某化合物的分子由A元素的一个原子与B元素的四个原子组成。已知A元素和B元素的原子序数分别为32和17 (20分)

1. 写出A、B两元素原子的电子层结构, 并指出它们各属于哪一族? 哪一周期的? 哪一区? 它们的元素符号为何?

2. 已知A、B两元素的电负性分别为2.02和2.83, 判断A与B之间的键的极性如何?

3. 已知该化合物的空间构型为正四面体, 推测A与B之间的化学键可能采取的杂化类型。该化合物分子的极性如何?

4. 已知该化合物在常温下为液体, 问该化合物晶体属于哪一种晶格类型? 晶格结点之间的作用力是什么?

答案 A元素

B元素

$Z=32$

$Z=17$

符号 Ge (1分) Cl (1分)

电子层结构 $(Ar)3d^{10}4s^24p^2$ (2分) $[Ne]3s^23p^5$ (2分)

或 $[Ar]4s^23d^{10}4p^2$

族 第四族 (1分)

第七族 (1分)

周期 第四周期 (1分)

第三周期 (1分)

区 p区 (1分)

p区 (1分)

杂化类型 sp^3 杂化 (2分)

A-B键 极性共价键 (1分) (因为电负性各为2.02, 2.83)

分子的极性 由于结构对称, 非极性分子(2分)

晶格类型 分子晶体(因为常温下为液体)(2分)

结点作用力 范德华力(1分)

[注] 此题按结论正确给分。叙述有不严密处, 但结论对者均不扣分。

本题涉及到了原子结构及分子结构的问题。

首先, 根据原子序数应该能推断出该原子的核外电子排布, 根据电子层结构能判断其在周期表中的位置。例如第32号元素, 核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$ 。根据元素所具有的电子层数同该元素所在的周期数相对应这一原则, 可判断第32号元素属第4周期。根据其最外层电子结构为 $s^2 p^2$, 可以判断该元素为第ⅣA族, 即第四主族元素, 属于p区元素。这样, 有关原子结构部分的内容便均已正确回答了。当然, 如果考生对于周期表比较熟悉, 很清楚某元素在周期表中的位置, 则这些问题便可很容易地答出了, 所以熟悉周期表还是很必要和很有用的。顺便指出, 习惯上周期数用阿拉伯数字1, 2, 3, 4等来表示; 族数用罗马数字表示, 并用A表示主族, B表示副族, 如ⅠA、ⅡA、ⅣB、ⅤB等。原题给出的答案中都用中国数字三、四、七表示是不常见的, 尤其是没有标明主族或副族, 这是不全面的。

在回答有关分子结构部分的问题时, 我们首先可以判断A与B之间的键是不是非极性共价键。因为只有相同元素的原子之间才能形成非极性共价键。然后, 根据A元素与B元素电负性差别不是很大这一条件, 可以判断它们之间的键也不会是离子键, 因而AB元素之间为极性共价键。

我们知道, sp^3 杂化总是给共价分子带来四面体的构型。Ge与4个Cl之间形成4个极性共价键, 这个分子因而具有

正四面体的空间结构。这里特别要注意的是一个化合物分子的极性与该分子内各原子之间键的极性并不总是一致的。键是否具有极性取决于两个原子是否为同种元素，而分子是否具有极性则取决于分子的空间构型是否对称。现在A与B所形成的化合物为正四面体，所以空间构型是对称的，分子是非极性的。特别要注意正四面体的这个“正”字。如果某化合物分子空间构型是四面体而不是正四面体，那么很可能该化合物分子由于空间结构不对称而将具有极性了。以为AB之间的键具有极性，因而AB形成的分子必然也有极性，是考生最容易发生的一个错误。

晶体的基本类型有四种：离子晶体、分子晶体、原子晶体和金属晶体。其中离子晶体与原子晶体的熔沸点都很高，硬度很大；分子晶体熔沸点较低，硬度较小；金属晶体情况比较复杂。现在AB形成的化合物肯定不是金属晶体，根据其熔点低、室温下为液体这一条件，可以判断其为分子晶体。分子晶体所以熔、沸点皆低，是因为晶格结点之间存在的力为较为薄弱的分子间力，即范德华力。这里特别注意的是：在分子晶体中一定要区分分子内部的力与分子间的力。分子晶体中，分子内部是很强的共价键，分子间是微弱的范德华力，切不可混为一谈，因为分子间力微弱而错认为分子内部的力也是微弱的。这里举一个例子说明这个问题以加深读者的印象：氢的熔点为 -259°C ，沸点为 -253°C ，说明破坏其分子间力是比较容易的。但若要将氢分子转变为氢原子，即要破坏其分子内部的力——共价键则是困难的，当加热到 2400°C 时也仅有1%的氢分解为原子。

二、填空题 (20分)

1. 离子键的本质是_____，其特征是_____和

答案 静电引力(或库仑引力), 没有方向性和没有饱和性。(3分)

当活泼金属原子和活泼非金属原子,如钠原子和氯原子,在一定条件下相遇时,由于双方原子的电负性相差较大,发生了两种原子间电子转移的变化。变化的结果是一种原子失去价电子,使本身成为带正电荷的阳离子;一种原子获得电子成为带负电荷的阴离子。这样由原子间电子得失,随后靠阴、阳离子间的静电作用而形成离子键。当然这时阴阳离子之间除了有静电相互吸引之外,还有电子与电子、原子核与原子核之间的相互排斥。但当两种原子接近到某一距离时,吸引和排斥达到暂时的平衡,整个体系的能量会降低到最低点,于是阴阳离子之间就形成了稳定的化学键。由于离子的形状一般认为是球形的,它可以通过静电引力在各个方向上同等程度地吸引异号电荷的离子,因而离子键是没有方向性的。同时该离子吸引异号电荷离子的数目不受电价数的限制,只受空间因素的限制,因而离子键是没有饱和性的。这里需要注意的是所谓离子键没有饱和性是相对于共价键讲的。对于共价键来说,一个原子所能形成的共价键数目受到未成对电子数的限制。因为只有自旋方向相反的未成对电子相遇时才有可能配对成键,所以共价键具有饱和性。离子键没有饱和性决不能理解为可以任意配位数结合。以最简单的AB型离子化合物为例,有三种典型的晶体结构式:CsCl型晶体,配位数为8。在这种结构中每个阳离子被8个阴离子所包围,反之,每个阴离子又被8个阳离子所包围。NaCl型晶体,配位数为6。ZnS型晶体,配位数

为4。

2. 氧分子中有一个____键和两个____键。

答案 σ 键和两个3电子 π 键。(2分)

这个问题必须从分子轨道理论的角度来回答。

氧原子的外层电子结构是 $2s^2 2p^4$ ，在 $2p$ 能级中有两个电子是成对的。其他两个电子是成单的，即 $2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ 。若按价键理论处理，应该是双键结合 $\text{:}\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}\text{:}$ ，没有未成对电子。但事实上氧分子是顺磁性物质，说明有未成对电子。

而根据分子轨道理论，氧分子的电子分布式可写成：
$$\text{O}_2 [k\bar{k} (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p)^2 (\pi_x 2p)^2 (\pi_y 2p)^2 (\pi_x^* 2p)^1 (\pi_y^* 2p)^1]$$

式中 $\pi_x^* 2p$ 和 $\pi_y^* 2p$ 分子轨道的能级相同，根据洪特规则，电子分占两个分子轨道并且自旋平行。可以认为成键的 $(\sigma 2p)^2$ 构成一个 σ 键，成键的 $(\pi_x 2p)^2$ 和反键的 $(\pi_x^* 2p)^1$ 与成键的 $(\pi_y 2p)^2$ 和反键的 $(\pi_y^* 2p)^1$ 各构成一个三电子 π 键。所以和价键理论所得结论不同，氧分子不是双键结构，而是包含有一个 σ 键和两个三电子 π 键的叁键结构。其结构式可表示为：

$\text{:}\ddot{\text{O}}\text{---}\ddot{\text{O}}\text{:}$ 。式中“---”表示三电子 π 键。由于存在两个自旋平行的电子 $(\pi_x^* 2p)^1$ 和 $(\pi_y^* 2p)^1$ ，所以氧分子显顺磁性。

由于学生一般对价键理论印象较深，而对分子轨道理论比较生疏，因此对这个问题感到难于理解。根据电子配对的原则判断氧分子成键的数目是考生最容易犯的一个错误。

3. 温度一定，转化率随反应物的起始浓度____，平衡

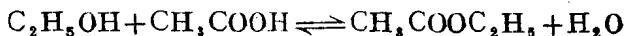
常数____反应物的起始浓度而变。

答案 而变, 平衡常数不随 (2分)

某个指定反应物的转化率是指该指定反应物的起始浓度与其平衡浓度之差(即转变为产物的部分)与该指定反应物的起始浓度之比。

转化率是随着反应物浓度配比的不同而改变的。我们以酒精与醋酸反应生成乙酸乙酯为例说明:

已知100℃时该酯化反应的平衡常数为4, 设酒精与醋酸的起始浓度分别为3摩尔/升和6摩尔/升, 求酒精和醋酸各自的转化率。



起始浓度 (摩尔/升)	3	6	0	0
平衡浓度 (摩尔/升)	$3-x$	$6-x$	x	x

$$K = \frac{x^2}{(3-x) \cdot (6-x)} = 4$$

$$x = 2.5 \text{ 摩尔/升}$$

$$\text{所以酒精的转化率} = \frac{2.5}{3} \times 100\% = 83\%$$

$$\text{醋酸的转化率} = \frac{2.5}{6} \times 100\% = 42\%$$

若设酒精的起始浓度为6摩尔/升, 而醋酸的起始浓度为3摩尔/升, 同样计算, 可以得知酒精的转化率为42%, 而醋酸的转化率为83%。

若设酒精与醋酸的起始浓度均为3摩尔/升, 同样计算, 可知它们的转化率相同, 均为66.7%。

将这些数据列于一个表中加以比较。

表 79-1 酒精和醋酸的转化率和它们起始浓度的关系 (100°C)

起 始 浓 度 (摩尔/升)		转 化 率 (%)	
酒 精	醋 酸	酒 精	醋 酸
3	3	68.7	68.7
3	6	83	42
6	3	42	83

可以看出, 转化率是随着起始浓度的不同而变化的, 而且增加醋酸的浓度可以使酒精的转化率升高; 增加酒精的浓度可以使醋酸的转化率升高。工业生产中正是利用这一关系, 增大一种廉价原料的浓度, 提高另一种原料的转化率。

例如在接触法制硫酸的生产中, SO_2 转化为 SO_3 的反应是: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$

从反应可看出: SO_2 与 O_2 分子数之比为 2:1。但其实际配比采用 7% 的 SO_2 和 11% 的 O_2 原料气 (其余 80% 是 N_2)。这样 SO_2 与 O_2 分子数比就成为 1:2。因此氧是大大过量的, 这样对 SO_2 的转化是有利的。

平衡常数是不随起始浓度的变化而改变的。一个反应的平衡常数只随温度的不同而改变, 而对于不同的浓度在同一温度下则为常数。

4. 由于多电子原子填充电子时 $E_{3d} ______ E_{4s}$, 所以 21 号元素 Sc 的电子层结构是 $______$ 。

答案 E_{3d} 大于 E_{4s} , 结构是 $[\text{Ar}]3d^1 4s^2$ (或 $[\text{Ar}]4s^2 3d^1$)。 (2 分)

根据能量最低原理，电子总是尽先占据能量最低的轨道。在多电子原子中原子轨道的能级除决定于主量子数以外，还决定于角量子数。我国著名化学家徐光宪先生提出的电子能级分组标准是 $(n+0.7l)$ 。其中 n 为主量子数， l 为角量子数。按照这一方法， $3d$ 轨道的能级为 $3+0.7\times 2=4.4$ ， $4s$ 轨道的能级为 $4+0.7\times 0=4$ 。因此可以看出 $3d$ 轨道与 $4s$ 轨道同属于第 4 能级组，但 $3d$ 轨道能量更高一些。因此电子填充时先进入 $4s$ 轨道，然后再进入 $3d$ 轨道。

但是从主量子数的角度来看， $3d$ 轨道仍属于第 3 层， $4s$ 轨道却属于第 4 层。因此在书写电子分布式时要把 $3d$ 轨道放在 $4s$ 轨道前面，和同层的 $3s$ 、 $3p$ 轨道联在一起写，即记作： $\text{Sc } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ 。

如果我们强调电子填充的先后次序，则可以写作：
 $\text{Sc } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$ 。

5. 同离子效应使弱电解质的电离度_____。

答案 减小 (1 分)

溶液中已电离的电解质分子数和电解质总分子数之比称为该浓度下某电解质的电离度，通常用符号 α 表示。电离度是用来量度电解质强弱的概念，不同的电解质电离度不同。此外电离度还受溶液的浓度、温度、溶剂的性质和溶液中其他电解质等因素的影响。

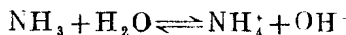
由于强电解质是离子化合物，在水溶液中应该是完全电离的。但是由于离子氛的存在，实验测得的强电解质的电离度常小于 100%。这种由实验测得的电离度叫做表观电离度。

弱电解质的电离是不完全的。象所有的化学平衡一样，当溶液的温度、浓度等条件改变时，会引起电离平衡的移

动。改变浓度可以有两种方法，一是稀释，一是在弱电解质溶液中加入具有相同离子的强电解质，以改变某一离子的浓度，从而引起弱电解质电离平衡的移动。这种在弱电解质溶液中，加入与弱电解质具有相同离子的强电解质，从而使弱电解质电离度降低的现象叫做同离子效应。

我们以向氨的水溶液中加入氯化铵为例来说明这个问题：

氨在水溶液中产生电离，并达到一个平衡：



根据平衡常数表达式可以记作：

$$K_{\text{NH}_3} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

在一定的温度下，平衡常数 K 是不变的。根据吕·查德理原理，可以定性判断，加入氯化铵增大了 $[\text{NH}_4^+]$ ，会促使平衡向左向移动，即 NH_3 的电离度减小了。根据平衡常数表达式，则可以定量计算出加入氯化铵后的电离度。

6. 分别中和pH值相同的HCl和HAc溶液，所需NaOH的量_____。

答案 不同（或不等）（2分）

pH是表示溶液中 $[\text{H}^+]$ 的一种方法。pH代表氢离子浓度的负对数。

HCl溶液是强酸，HCl全部电离为 H^+ 和 Cl^- ，因而HCl的浓度就是溶液中 H^+ 的浓度。

HAc溶液是弱酸，HAc是弱电解质，不全部电离成 H^+ 和 Ac^- 。0.1摩尔/升的HAc电离度仅为1.34%，0.01摩尔/升的HAc电离度也仅达4.15%。

因此当HCl和HAc溶液的pH值相同时，说明HCl和

HAc电离出来的 H^+ 浓度相同,而这时HCl溶液中已经没有尚未电离的HCl分子,HAc溶液中却还有大量尚未电离的HAc分子。

从HAc的电离平衡表达式



可以看出,随着NaOH的加入, H^+ 被中和,平衡将向右移动,电离出新的 H^+ 。

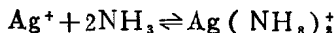
因此分别中和pH值相同的HCl和HAc溶液,所需NaOH的量是不同的,HAc溶液消耗NaOH多。

不经过仔细考虑,这道题很容易答错。不少考生认为两个溶液pH相同,消耗NaOH自然也相同。

7. 络合物的 $K_{\text{稳}}$ 越大,说明络合物越_____。

答案 稳定 (1分)

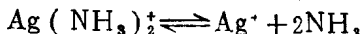
络离子在溶液中存在着络合与解离两种反应,在一定条件下达成平衡,这种平衡称为络合平衡,其平衡常数的表达式也符合化学平衡的一般原理。我们以银氨络离子为例:



$$K = \frac{[Ag(NH_3)_2^+]}{[Ag^+][NH_3]^2} = 1.7 \times 10^7$$

这个特定平衡的平衡常数叫做 $Ag(NH_3)_2^+$ 的生成常数。该常数越大,说明生成络离子的倾向就越大,而解离的倾向就越小,即络离子越稳定。因此一般把这个常数叫做 $Ag(NH_3)_2^+$ 的稳定常数,记作 $K_{\text{稳}}$ 。

$K_{\text{稳}}$ 的倒数是反应



的平衡常数。显然其值越大说明解离的倾向越大,因此 $1/K_{\text{稳}}$ 又叫做不稳定常数,记作 $K_{\text{不稳}}$ 。

8. AB 型化合物是离子型晶体；其晶格能随离子电荷的____而____。

答案 随离子电荷的增高（或减小）而加大（或减小）。（2分）

离子型晶体的晶格能标志着把一种离子型晶体裂解成气态的阴、阳离子的难易程度，反映了离子型晶体中离子键的强弱。对于相同类型的离子型晶体来讲（例如题中所给的AB型离子晶体），阴阳离子的核间距越短、离子电荷越高，晶格能越大。

9. 使用催化剂能使化学反应的____降低。

答案 活化能（1分）

根据反应碰撞理论，两个反应物分子碰撞时并不一定会发生反应。只有两个相碰撞的分子其平均能量等于或超过一定的高能量（临界能）时，才能发生反应。这种发生反应的碰撞叫做有效碰撞，能发生有效碰撞的分子叫做活化分子。使普通分子变成活化分子所须提供的最小能量叫做活化能。显然，活化能越低，反应越容易进行。催化剂能够改变反应的历程。新的反应历程和原来的反应历程相比，所需要的活化能降低了，从而增加了反应速度。

特别应该提出注意的是，使用催化剂降低了反应活化能，使正向反应速度加快了，也使逆向反应速度加快了，因而只是缩短了达到平衡的时间，并不影响平衡的移动。

10. 缓冲溶液是能____少量强酸强碱而保持溶液____基本不变的溶液。例如____。

答案 抵抗（或抵御）少量强酸强碱而保持溶液酸度（或pH值）基本不变的溶液。例如 $\text{HAc} + \text{NaAc}$ （或答别的也行）。（3分）

我们即以HAc+NaAc溶液为例进行分析，NaAc为强电解质（注意：HAc是弱酸，但其钠盐为强电解质），在溶液中全部电离为Na⁺和Ac⁻。HAc为弱电解质，由于NaAc大量电离出的Ac⁻的抑制作用，使HAc电离得更少了。这样在NaAc与HAc混合溶液中，Ac⁻几乎全部由NaAc电离提供，HAc浓度几乎等于原来HAc的浓度。这样，该溶液中HAc的电离平衡可表示为

$$\begin{aligned} \text{HAc} &\rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^- \\ K_a &= \frac{[\text{H}^+][\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} \\ [\text{H}^+] &= K_a \cdot \frac{[\text{HAc}]}{[\text{Ac}^-]} = K_a \cdot \frac{C_{\text{酸}}}{C_{\text{盐}}} \end{aligned}$$

这也就说明了溶液中[H⁺]只取决于酸、盐浓度的比值。

当外界加入少量强酸时，溶液中大量的Ac⁻离子和外加的H⁺离子结合生成HAc分子，即“消耗”掉了外加的H⁺。此时溶液中C_酸稍有增大，C_盐稍有减小。但由于加入的酸量与整个缓冲溶液相比量很小，所以C_酸与C_盐的比值基本不变，即溶液中的[H⁺]基本保持不变。

同样，当外界加入少量强碱时，溶液中大量的HAc和外加的OH⁻离子结合生产盐和水，此时溶液中C_酸稍有减小，C_盐稍有增大。而由于加入的碱量与整个缓冲溶液相比量很小，所以C_酸与C_盐的比值基本不变，即溶液中的[H⁺]基本保持不变。

缓冲溶液不仅能抵抗酸碱，而且可以抵抗稀释。就是说，将缓冲溶液稀释时，溶液的[H⁺]或pH值仍然能基本保持不变。这是因为加水将溶液稀释时，弱酸和弱酸盐的酸根的浓度同时成比例减小，比值不变，所以不影响溶液中的[H⁺]。