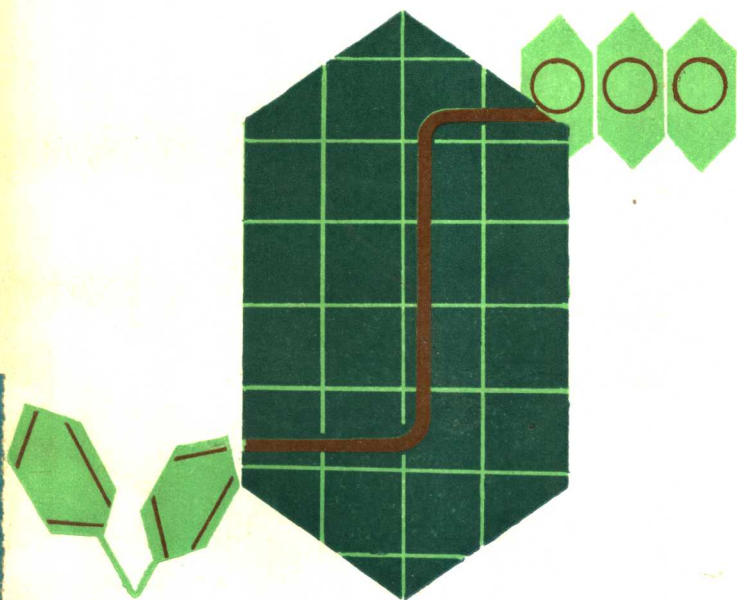


农村 应用化学基础



辽宁人民出版社

农村应用化学基础

张天惠 张维懿 编
谭忠印 陈艳琴

辽宁人民出版社

1983年·沈阳

农村应用化学基础

张天惠 张维懿 编写
谭忠印 陈艳琴

辽宁人民出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市南京街6段1里2号) 朝阳六六七厂印刷

字数: 172,000 开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 7 $\frac{1}{4}$
印数: 1—6,100

1983年9月第1版

1983年9月第1次印刷

责任编辑: 王常珠 责任校对: 王 莉
封面设计: 李文章

统一书号: 7090·245

定价: 0.71元

编 者 的 话

农村科学技术的普及是实现农业现代化的关键；普及农业科学知识又是掌握现代化技术的前提。后者正是作为化学教育工作者责无旁贷的任务。

农业生产和科学实验中所涉及的化学知识是很广泛的。为了把化学在农业生产中的应用从理论上加以提高，进一步扩大化学在农业中应用的广度和深度，在调查农村现状的基础上，我们编写了这本书。

本书以应用化学为出发点，力求做到化学应用与化学理论的统一。书中着重介绍水化学、土壤、肥料、农药的基本化学知识和农副产品综合利用的化学原理。从急需提高土壤肥力实际出发，较详细地介绍了土壤肥力的分析原理及分析方法。为了深入阐明上述化学知识，又简述了现代物质结构理论。

本书若能对农业科技人员、农村中学化学教师及广大农民的生产与工作有一定的参考作用，我们将感到莫大的欣慰。

全书共分六章。第一、二、四章由谭忠印执笔；第三章由张天惠执笔；第五章由陈艳琴执笔；第六章由张维懿执笔。曲秀芬、秦东辉、张今心为本书绘制了插图。

全书初稿由黎明副教授、戚冠发副教授审阅修改。最后，由张天惠、谭忠印整理定稿。

由于我们的知识水平所限，错漏之处在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

1982年11月

目 录

第一章 水及溶液	1
第一节 水与光合作用	1
第二节 水的特殊物性	4
第三节 水的电离与溶液的pH值	7
第四节 水的净化	12
第五节 溶液浓度的表示方法	21
第六节 稀溶液的通性	24
第二章 物质结构简介	31
第一节 电子运动的特性	31
第二节 核外电子的运动状态	33
第三节 核外电子的排布规律	38
第四节 共价键及其理论基础	43
第五节 轨道杂化理论基础	51
第三章 化肥与化学平衡	59
第一节 肥料在农业生产中的重要作用	59
第二节 小化肥及化学平衡	64
第三节 化学肥料的一般介绍	76
第四节 腐植酸类肥料	97
第五节 常用化肥简易鉴别	101
附表一 常用化肥在不同条件下反应的情况汇总表	104
附表二 肥料鉴别表	106

附表三 贮藏化肥注意事项	107
附表四 常用化肥成分表	108
第四章 土壤分析的化学原理	109
第一节 土壤全氮量的测定及当量定律	109
第二节 中和法 (酸碱滴定法)	117
第三节 电极电位及其计算	125
第四节 氧化还原法	131
第五节 比色法原理	140
第六节 土壤全磷量的测定及比色分析法	147
第五章 农副产品的利用	157
第一节 淀粉及其利用	157
第二节 纤维素及其利用	168
第三节 油脂的利用	182
第六章 农药	191
第一节 农药概述	191
第二节 杀虫剂和杀菌剂	194
第三节 除草剂	220
第四节 植物生长调节剂	231
第五节 常用农药的简易鉴别方法	236
附 录:	
一、强酸、强碱、氨溶液的浓度与比重表	238
二、物质当量表	239
三、常见化合物的俗名	241
四、农药混合使用表	242

第一章 水及溶液

第一节 水与光合作用

水在自然界及人类社会中具有重要作用，没有水，就没有人类的生产活动；没有水，也就没有人类及一切生物的生命活动。从农作物的生长发育过程来看，水不仅是各种物质代谢所必需的介质，而且也参加了新陈代谢的过程。

一、水与光合作用

绿色植物的生长离不开太阳，庄稼缺水就会干死，这到底是什么原因呢？自从发现了光合作用，才从理论上回答了这些问题。

光合作用就是绿色植物在日光照射条件下，通过叶绿素的作用将二氧化碳和水合成为有机物的过程。光合作用的产物是地球上有机化合物的主要来源。由它合成的碳水化合物，每年多达几亿吨，成为人类生存的基本物质资源。光合作用所产生的氧气是地球上氧气的最主要的来源。有人把绿色植物比作自然界最大的有机合成“工厂”，是有一定道理的。科学实验证明，作物在生长发育时所需要的营养元素含量最多的是碳、氢、氧。见表1—1。在粮食中碳水化合物又占主要成分。见表1—2。对作物所含的各种化学元素的分析发现：在种子、果实及茎秆中，碳、氢、氧三元素占全

表 1—1 亩产845斤玉米所需各种养分表

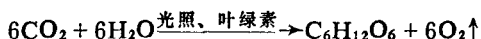
营养元素	水	氧	碳	氮	磷	钾	硫	镁	钙	铁	锰	硼	氯	碘	锌	铜
化学符号	H ₂ O	O	C	N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Mn	B	Cl	I	Zn	Cu
需 要 量 (市斤/亩)	64万~ 84万	1000	2800 (CO ₂)	19.5	3.3	16.5	3.3	5	5.5	0.3	0.05	0.009	痕量	痕量	痕量	痕量

表 1—2 粮食的碳水化合物含量

粮	食	小	麦	玉	米	水	稻	小	米	高	粱	马 铃 薯 (鲜)
碳水化合物 (%)		74		76		78		76		74		29

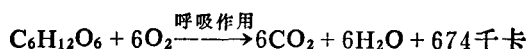
部作物重量的95%以上，其余的氮、磷、钾、硫、钙……等几十种元素仅占作物重量的5%左右。通过以上事实可以说明光合作用的产物之一——碳水化合物——在作物体内占有十分重要的地位。

从最初与最终产物来看，光合作用可用下式表示：



作物在光合作用时，实际上经历了比上式复杂得多的生物化学过程。最终产物也不单是碳水化合物，如蛋白质的合成需要氮，叶绿素的合成需要氮及镁，遗传物质中又离不开磷。作物生长发育所需要的多种化学元素彼此联系，相互制约，共同完成生物的生命活动，只是各自所起的作用以及需要量不同而已。

单从光合作用看，是否会造成空气中二氧化碳不断减少，氧气不断地增加呢？不会的。光合作用只是作物生命过程的一个方面。作物将二氧化碳和水合成为有机物，也就是作物将大量的太阳能以有机物的形式贮存起来。另一方面，作物还要进行呼吸作用，其化学过程可以下式表示：



呼吸作用是作物组织在氧的参加下，将有机物分解为二氧化碳和水，同时释放出能量的过程。放出的能量供给作物生命过程的需要。光合作用与呼吸作用是统一过程的互为可逆的两个方面。在一般情况下光合作用的速度是呼吸作用的5~10倍，光合作用的产物主要被输送到根、茎、叶及果实中去。

二、水与营养吸收

除了光合作用离不开水以外，作物从根部吸收各种营养

物质也离不开水。水是一种良好的溶剂，根毛在吸收水分的同时也吸收了溶于水的各种营养物质。水分若不足，供作物吸收的营养物质必然减少，这就是为什么要随时测定土壤水分的原因。由于水具有极好的流动性，营养物质进入作物体内便可随水输送到各个部位。至于土壤中的水分为什么能进入根部，又为什么能从根部自下而上的运动等问题，见本章第六节。

第二节 水的特殊物性

一、水的密度变化

在 $0^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，水的变化反常。它不是热胀冷缩，而是随着温度的升高体积缩小，密度增大。在 3.98°C 时水的密度增到最高值，为 1.0000克/厘米^3 。在 0°C 时水的密度为 0.9999克/厘米^3 。

这一反常现象在自然界有着重大意义。在冬季，温带、寒带的江、河、湖泊、海洋都要结冰。正由于冰的密度小于水的密度，冰便漂浮于水面上，使水中生物能越冬和正常生活。否则，自然界是不可想象的。

二、水的比热、气化热较大

将1克水温度升高 1°C 所需要的热量比一般物质的要多，见表 1—3。反之，将1克水温度降低 1°C 所放出的热量也就多。水是自然界中及工农业生产中进行热量交换的良好媒介物。

地球表面的70%为水域所占据，水就成了地球的“自然

温度调节器”。在炎热的夏季，水可大量吸热，使温度缓慢上升；而到了寒冷的冬天，水又可放出大量的热，使气候不致骤冷。人们常用排灌水的办法防止水稻霜冻就是根据这个道理。

水的分子量不大，但沸点较高，气化热较大。见表 1—3。

表 1—3 水与几种物质沸点及气化热的比较

液 体	分子量	沸点(℃)	密度(20℃)	比热 (卡/克·度)	气化热(卡/克)
水	18	100	0.998	1	539.5
乙醇	46	78.5	0.789	0.58	204
乙醚	74	34.6	0.7135	0.54	83.9
苯	78	80.1	0.879	0.41	94.3

三、水的状态变化

若将水盛于一真空容器中，水面上一部分能量较高的水分子就会自水面逸出，飞入空间形成水蒸气，这种作用称为“蒸发”。水蒸气分子在空间不停地运动着，它们彼此碰撞，或冲击器壁，又有一部分回到水面成为液态水，这一作用叫做“凝聚”。最初水的蒸发速度大于凝聚速度，空间水蒸气分子的浓度就逐渐增大，这样又导致凝聚速度的逐渐增大。在一定的温度下，水有一定的蒸发速度，当蒸发与凝聚两者的速度相同时，液面上水蒸气浓度不再改变，气液处于动态平衡，此时必有一定的蒸气压力。凡在一定温度下水蒸气具有的一定压力，称为在该温度下，水的饱和蒸气压（简称水的蒸气压）。它随温度不同而变化，温度增高，水的蒸

气压就增大。

不仅水与水蒸气之间存在着上述平衡过程，冰与水蒸气、冰与水之间都存在着一定的平衡关系。图 1—1 是水的状态图。从中可以了解冰与水，冰与蒸气，水与蒸气，冰、水与蒸气共存的温度和压力条件。

现将图 1—1 作简要说明：

曲线 AB 表示水—蒸气的平衡曲线，它表示二者共存

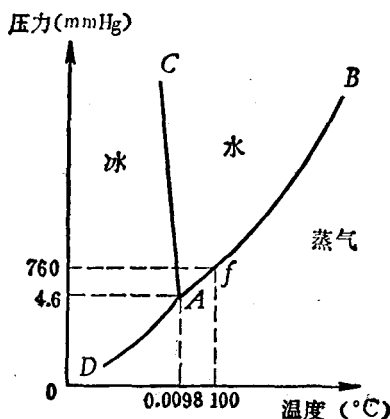


图 1—1 水的状态图

时的温度与压力条件，也表示水的蒸气压和温度的关系。当水的蒸气压等于外界大气压时，水就沸腾。由图中可见，当大气压为760毫米汞柱时（即一个大气压），水的沸点是100℃。这从 f 点可知。

冰和水一样，也能够蒸发。在一定的温度下，冰也具有一定的蒸气压，只是比水的蒸气压要小得多，它也随温度的降低而减小，从AD曲线可知。曲线AD 较AB的倾斜度小，

正说明冰的蒸气压受温度的影响要比水的蒸气压受温度影响小得多。

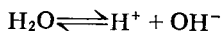
曲线AC表示冰—水共存的关系,也表示水的冰点与压力的关系。AC 几乎与纵轴平行,表明冰在外界压力改变时,冰点降低极为微小,每增大一个大气压,冰点才降低0.01℃左右。

点A是三条曲线 AB、AD与AC 的交点。它说明了当三相共存时的温度、压力条件。A点又称为三相点。冰—水—水蒸气三相共存时的温度为0.0098℃,压力为4.6mmHg。

第三节 水的电离与溶液的pH值

一、水的离子积

用精密的仪器测定纯水,发现水也有极微弱的导电能力。这说明水是一种极弱的电解质。为什么水也有极弱的导电能力?原来纯水也要进行微弱的电离。以下式表示



水的电离过程是可逆的,当水的电离速度与 H^+ 和 OH^- 结合成水的速度相等时,水的电离便处于动态平衡。根据化学平衡公式可求出水电离平衡时的平衡常数。

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \quad (1)$$

上式中 $[\text{H}^+]$ 及 $[\text{OH}^-]$ 分别表示氢离子与氢氧根离子的摩尔浓度。所谓水的摩尔浓度 $[\text{H}_2\text{O}]$,等于一升水中所含水的摩尔数,可以看作常数。即

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{1000 \text{克/升}}{18 \text{克/摩尔}} = 55.5 \text{摩尔/升} = 55.5 \text{M}$$

将 (1) 式整理可得:

$$K \cdot [H_2O] = [H^+] \cdot [OH^-]$$

$$\text{令 } K_{\text{水}} = [H^+] \cdot [OH^-]$$

$K_{\text{水}}$ 就叫做水的离子积常数。在一定的温度下, $K_{\text{水}}$ 是一个常数, 即水中氢离子浓度与氢氧根离子浓度的乘积是一个常数。

表 1—4 不同温度时水的离子积常数

温 度 (°C)	$K_{\text{水}}$	温 度 (°C)	$K_{\text{水}}$
0	1.3×10^{-15}	25	1.27×10^{-14}
18	7.4×10^{-15}	50	5.6×10^{-14}
22	1.00×10^{-14}	100	7.4×10^{-14}

由表 1—4 可知, 温度对水的电离有一定的影响。温度升高, 水的电离程度增大, 只有在室温为 22°C 时, $K_{\text{水}} = 1.00 \times 10^{-14}$ 。纯水所电离的氢离子浓度与氢氧根离子浓度必定相等, 因此

$$[H^+] \cdot [OH^-] = [H^+]^2 = K_{\text{水}}$$

由上式可求出任意温度时水中氢离子的浓度。当 22°C 时, 水中 $[H^+]$ 为:

$$[H^+] = \sqrt{K_{\text{水}}} = \sqrt{1.00 \times 10^{-14}}$$

$$= 1 \times 10^{-7} \text{ (摩尔/升)} = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$$

纯水中 $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ 摩尔/升, 水呈中性。

对于任何水溶液, 包括酸及碱溶液, 其中 $[H^+] \cdot [OH^-] = K_{\text{水}}$ 。只要知道其中一种离子的浓度, 就可计算出另一种离子的浓度。

例如：在纯水中加入一定量的酸，使 $[\text{H}^+] = 0.01$ 摩尔/升，求该酸溶液中 $[\text{OH}^-] = ?$

解：虽然水也电离出 H^+ ，但较 0.01 摩尔/升小得多，可以忽略不计。该酸溶液 $[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-2}$ 摩尔/升，根据 $K_{\text{水}} = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$

$$\therefore [\text{OH}^-] = \frac{K_{\text{水}}}{[\text{H}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12} \text{ (摩尔/升)}$$

由以上计算可以看出，当溶液酸度达 0.01M 时，就使 $[\text{OH}^-]$ 由原来纯水中的 10^{-7}M 降低到 10^{-12}M ，而 $[\text{H}^+]$ 则由 10^{-7}M 上升到 10^{-2}M 。在 $0.01\text{M}[\text{H}^+]$ 溶液中， $[\text{H}^+]:[\text{OH}^-] = 10^{-2}:10^{-12} = 100$ 亿倍。显然，此时 H^+ 在溶液中占了绝对的优势，溶液呈酸性。

由此可见，水、酸或碱溶液中都存在着氢离子和氢氧根离子。在中性水中并不是没有 H^+ 及 OH^- ，只是二者浓度相等，处于暂时的平衡状态，溶液就既不显酸性也不显碱性。在酸性溶液中并不是绝对没有 OH^- ，而只是取得支配地位的矛盾的主要方面是 H^+ ；反之，在碱性溶液中并不是没有 H^+ ，只是 $[\text{OH}^-]$ 占了绝对优势而已。

二、溶液的pH值

pH 值是规定的氢离子浓度的一种表示方法。当氢离子或氢氧根离子浓度低于 1 摩尔/升时，表示浓度的数值为小数。尤其当浓度很低时，在表示、计算它们的浓度时，都很不方便。为了简化表示方法，一般采用 pH 值。所谓 pH 值就是溶液中氢离子浓度的负对数值。即

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

pH 值与 $[\text{H}^+]$ 的关系是很好理解的。如纯水中 $[\text{H}^+] =$

表 1—5 溶液pH值与氢离子浓度的关系

氢离子浓度(M)		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹³	10 ⁻¹⁴
氢氧根离子浓度(M)		10 ⁻¹³	10 ⁻¹²	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰
pH	值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
酸 碱 性	酸性增强 ←						中 性		碱性增强 →						

10^{-7}M ，若用pH表示，则 $\text{pH} = -\lg[10^{-7}] = 7$ 。可见用pH值表示溶液的酸度比用负指数表示时简明多了。有关 $[\text{H}^+]$ 与pH值的关系可见表1—5。

当 $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$ 大于1M时，再用pH值表示溶液酸碱度，就会出现小数或负数，反而造成不必要的麻烦。此时可直接用摩尔浓度或当量浓度表示，如18M H_2SO_4 ，6N NaOH溶液等等。用pH值表示溶液酸碱度，其数值一般在1~14之间。

三、天然纯水的pH值计算

多数天然水的pH值一般在6.8~8.5之间。这是因为天然水中溶解有各种盐类的缘故。我国规定饮用水的pH值范围在6.5~9.5之间。即使是很纯的天然水或长期放置的蒸馏水，其pH值一般也不是7。因为溶解于水的二氧化碳形成碳酸，引起了水的pH值的变化。下面通过计算加以说明。水中碳酸电离式为：



其平衡常数K为：

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

再求氢离子浓度：

$$[\text{H}^+] = K \times \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

从上式可看出，纯水中氢离子浓度与溶解的碳酸浓度成正比，而与碳酸氢根浓度成反比。因此，当水中含有一定量的二氧化碳时，水中碳酸浓度必增大，pH值就变小；反之，二氧化碳从水中逸出，溶液的pH值又会逐渐增大。