

课题 1 溶液的酸碱性

一、酸碱指示剂

1. 发现：英国化学家波义耳发现了酸碱指示剂。

2. 变色规律：

(1) 紫色石蕊溶液：在酸性溶液中显红色，在碱性溶液中显蓝色。

(紫色石蕊溶液显色口诀：酸红碱蓝中不变)

(2) 无色酚酞溶液：在酸性溶液中显无色，在碱性溶液中显红色。

(无色酚酞溶液显色口诀：酸无碱红中不变)

二、溶液酸碱度的表示——pH

1. 溶液的酸碱度常用 pH 表示，pH 的范围通常为 0~14。

2. 溶液的酸碱度和 pH 的关系：

(1) 酸性溶液的 $\text{pH} < 7$ ，pH 越小，酸性越强。

(2) 中性溶液的 $\text{pH} = 7$ 。

(3) 碱性溶液的 $\text{pH} > 7$ ，pH 越大，碱性越强。

3. pH 的测定方法：

(1) 测定 pH 的简便方法：使用 pH 试纸。

(2) 用 pH 试纸测定 pH 的操作：在白瓷板或玻璃片上方一小片 pH 试纸，用干燥洁净的玻璃棒蘸取待测液滴到 pH 试纸上，把试纸显示的颜色与标准比色卡比较，读出 pH。

【注意】

①测定溶液的pH时，不能润湿pH试纸，否则测得酸性溶液的pH偏大，碱性溶液的pH偏小，中性溶液的pH不变（简记为“酸大碱小中不变”）。

②不能将pH试纸直接浸入待测液中。

③要在 30s 内读出 pH。

④用 pH 试纸测得的结果为 1~14 的整数。

⑤若要精确测定溶液的 pH，可用酸度计（即 pH 计）。

三、了解溶液酸碱度的意义

1. 通过测定人体内或排出的液体的pH，了解身体的健康状况。

2. 在化工生产中，许多反应都必须在一定pH范围的溶液中进行。

3. 在农业生产中，农作物一般适宜在pH=7或接近7的土壤中生长； $\text{pH} < 4$ 的酸性土壤或 $\text{pH} > 8$ 的碱性土壤，一般需要经过改良才适于种植。

4. 正常雨水的 $\text{pH} \approx 5.6$ ，某些工厂排出的二氧化硫等酸性气体如果未经处理或未达标排放到空气中，可能导致降雨的酸性增强。酸雨（ $\text{pH} < 5.6$ 的降雨）会导致土壤的酸性增强，不利于农作物生长。

课题2 常见的酸和碱

一、什么是酸和碱

1. 酸

(1) 定义：解离出的阳离子全部是 H^+ 的化合物。

(2) 解离表达式：酸 $\rightarrow \text{H}^+ + \text{酸根离子}$ 。

2. 碱

(1) 定义：解离出的阴离子全部是 OH^- 的化合物。

(2) 解离表达式：碱 $\rightarrow \text{金属离子} + \text{OH}^-$ 。

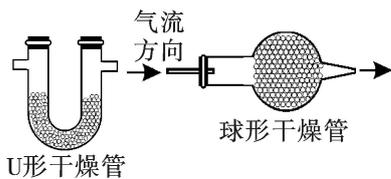
二、盐酸、硫酸的物理性质和主要用途

酸	盐酸	硫酸
颜色、状态	无色液体	无色液体
打开试剂瓶盖后的现象	浓盐酸瓶口有白雾（盐酸具有挥发性）	无明显现象
气味	有刺激性气味	无味
密度	常用浓盐酸（37~38%） 1.19g/cm^3	常用浓硫酸（98%） 1.84g/cm^3
主要用途	①用于金属表面除锈、制造药物等； ②人体胃液中含有盐酸，可帮助消化。	①用于生产化肥、农药、火药、燃料及冶炼金属、精炼石油和金属除锈等； ②浓硫酸在实验室中常用作某些气体的干燥剂。

【注意】打开浓盐酸试剂瓶盖观察到的白雾是浓盐酸挥发出的HCl气体与水蒸气结合形成的盐酸小液滴。

三、浓硫酸的特性

1. 吸水性：浓硫酸有较强的吸水性，在实验室中常用作某些气体的干燥剂。

常用的气体干燥剂	浓硫酸（酸性）	碱石灰（氢氧化钠、生石灰混合物）		氯化钙（中性）
		氢氧化钠（碱性）	氧化钙（吸水后生成碱）	
装置				
可干燥的气体	O_2 、 H_2 、 CO 、 SO_2 、 HCl 等	O_2 、 H_2 、 CO 、 NH_3 等		O_2 、 H_2 、 CO 、 CO_2 、 HCl 等
不可干燥的气体	NH_3	CO_2 、 SO_2 、 HCl 等		NH_3

2. 腐蚀性：浓硫酸有强烈的腐蚀性，能将纸张、木材、布料、皮肤中的氢、氧按水的组成比脱去，生成黑色的炭，这种作用通常叫做脱水作用。该过程属于化学变化。

【注意】如果不慎将浓硫酸沾到皮肤或衣服上，应立即用大量水冲洗，然后涂上3%~5%的碳酸氢钠溶液。

四、浓硫酸的稀释

在稀释浓硫酸时，一定要把浓硫酸沿容器内壁慢慢注入水中，并不断搅拌。

五、其它常见的酸

1. 实验室和化工生产中常用的酸：硝酸 HNO₃、醋酸 CH₃COOH。
2. 生活中常见的酸：洁厕灵中含有的酸 HCl、汽车用铅酸蓄电池中含有的酸 H₂SO₄、柠檬中含有柠檬酸。

六、酸的化学性质

1. 酸与活泼金属反应

金属	与稀盐酸反应的化学方程式	与稀硫酸反应的化学方程式
镁	$Mg+2HCl==MgCl_2+H_2\uparrow$	$Mg+H_2SO_4==MgSO_4+H_2\uparrow$
锌	$Zn+2HCl==ZnCl_2+H_2\uparrow$	$Zn+H_2SO_4==ZnSO_4+H_2\uparrow$
铁	$Fe+2HCl==FeCl_2+H_2\uparrow$	$Fe+H_2SO_4==FeSO_4+H_2\uparrow$
铝	$2Al+6HCl==2AlCl_3+3H_2\uparrow$	$2Al+3H_2SO_4==Al_2(SO_4)_3+3H_2\uparrow$

酸与活泼金属反应的共同现象是：金属逐渐溶解，并产生气泡。

2. 酸与金属氧化物反应

反应物	现象	化学方程式
铁锈+稀盐酸	<u>铁锈</u> 逐渐溶解，溶液由 <u>无色变为黄色</u>	$Fe_2O_3+6HCl====2FeCl_3+3H_2O$
铁锈+稀硫酸		$Fe_2O_3+3H_2SO_4====Fe_2(SO_4)_3+3H_2O$
氧化铜+稀盐酸	<u>黑色粉末</u> 逐渐溶解，溶液由 <u>无色变为蓝色</u>	$CuO+2HCl==CuCl_2+H_2O$
氧化铜+稀硫酸		$CuO+H_2SO_4==CuSO_4+H_2O$

3. 酸与碱反应

反应物	现象	化学方程式
氢氧化钙+稀盐酸	滴有酚酞试剂的碱溶液由 <u>红色</u>	$Ca(OH)_2+2HCl====CaCl_2+2H_2O$
氢氧化钙+稀硫酸	<u>逐渐变成无色</u> ，放出热量	
氢氧化铜+稀盐酸	<u>蓝色固体</u> 消失，溶液由 <u>无色变为蓝色</u>	$Cu(OH)_2+2HCl====CuCl_2+2H_2O$
氢氧化铁+稀硫酸	<u>红褐色固体</u> 消失，溶液由 <u>无色变为黄色</u>	$2Fe(OH)_3+3H_2SO_4====Fe_2(SO_4)_3+3H_2O$

4. 酸与某些盐反应

反应物	现象	化学方程式
碳酸钠+稀盐酸	有气泡产生	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
碳酸氢钠+稀硫酸		$2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

七、酸的通性（酸在水中都能解离出 H^+ ）

	性质归纳	性质规律
(1)	与指示剂作用	酸能使紫色石蕊溶液变为红色，不能使无色酚酞溶液变色
(2)	与活泼金属反应	酸+活泼金属→盐+氢气（属于置换反应）
(3)	与金属氧化物反应	酸+金属氧化物→盐+水
(4)	与碱反应	酸+碱→盐+水
(5)	与某些盐反应	酸+盐→新酸+新盐

八、常见碱的物理性质和主要用途

物质	氢氧化钠	氢氧化钙
俗名	火碱、烧碱、苛性钠	熟石灰、消石灰
化学式	NaOH	Ca(OH)_2
颜色、状态	白色固体	白色粉末状固体
溶解性	易溶于水	微溶于水
特性	在空气中易吸水而潮解；具有强烈的腐蚀性（如果不慎沾到皮肤上，要用大量的水冲洗，再涂上硼酸溶液）	具有一定的腐蚀性
主要用途	①用作某些气体的干燥剂。 ②化工原料：用于制肥皂，以及石油、造纸、纺织和印染等工业。 ③去油污：炉具清洁剂中含有氢氧化钠。	①在树木上涂刷石灰浆，可保护树木，防止冻伤和害虫产卵。 ②农业上：改良酸性土壤，用石灰乳和硫酸铜配制农药波尔多液。 ③作建筑材料：用石灰浆粉刷墙壁等。

九、碱的化学性质

1. 与酸碱指示剂反应

碱溶液能使指示剂变色：使紫色石蕊溶液变蓝色，使无色酚酞溶液变红色。

【注意】难溶于水的碱不能使酸碱指示剂变色，如氢氧化铜、氢氧化铁、氢氧化镁等。

2. 与部分非金属氧化物反应



(3) 与三氧化硫的反应： $\text{NaOH} + \text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_3 = \text{CaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

3. 与酸反应： $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

4. 与部分盐反应： $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$

十、碱的通性（碱在水中都能解离出 OH^- ）

	性质归纳	性质规律
(1)	与指示剂作用	碱溶液能使紫色石蕊溶液变蓝色，使无色酚酞溶液变红色
(2)	与非金属氧化物反应	碱+非金属氧化物→盐+水
(3)	与酸反应	酸+碱→盐+水
(4)	与某些盐反应	碱+盐→新碱+新盐

十一、中和反应

1. 概念：酸与碱作用生成盐和水的反应，叫做中和反应。

2. 实质：酸中的 H^+ 和碱中的 OH^- 结合生成水的过程，即 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。

3. 应用：

(1) 中和过多的胃酸：人如果患有某种胃肠疾病，胃会分泌过量胃酸，造成胃部不适以致消化不良。在这种情况下，遵医嘱服用某些含有碱性物质的药物，可以中和过多的胃酸。

(2) 处理某些昆虫叮咬后的症状：蜂或蚂蚁叮咬人的皮肤后，在皮肤内分泌出蚁酸，会使叮咬处很快出现肿、痛或瘙痒等症状。如果涂抹一些含有碱性物质的溶液，就可减轻症状。

(3) 工业废水处理：硫酸厂的污水中含有硫酸等物质，可以用熟石灰进行中和处理；印染厂的碱性废水可用硫酸进行中和处理。

(4) 农业上改良土壤的酸碱性：如用熟石灰中和土壤酸性，以利于农作物生长。调节土壤的 pH 是改良土壤的方法之一。

【注意】不用氢氧化钠，因为 NaOH 的碱性、腐蚀性很强。

课题3 常见的盐

一、盐的概念和分类

1. 定义：是指一类组成里含有金属离子（或铵根离子）和酸根离子的化合物。

2. 分类：

(1) 根据盐中含的阳离子不同，分为钠盐、钾盐、铵盐等。

(2) 根据盐中含的阴离子不同，分为硝酸盐、盐酸盐、硫酸盐等。

二、盐的溶解性

1. 钾盐、钠盐、铵盐、硝酸盐全溶；

2. 盐酸盐（含氯离子）：除氯化银不溶，其余的全溶；

3. 硫酸盐（含硫酸根离子）：除硫酸钡不溶，硫酸钙、硫酸银微溶，其余的全溶；

4. 碳酸盐（含碳酸根离子）：除碳酸钾、碳酸钠、碳酸铵易溶，碳酸镁微溶，其余的全不溶。

三、氯化钠

1. 食盐的主要成分，重要的调味品，维持人的正常生理活动所必不可少的。

(1) 钠离子对维持细胞内外正常的水分分布和促进细胞内外物质交换起主要作用；

(2) 氯离子是胃液中的主要成分，具有促生盐酸、帮助消化和增进食欲的作用。

2. 用途

医疗	农业	工业	生活	其他
<u>生理盐水</u> 是用氯化钠配制的	用氯化钠溶液来 <u>选种</u>	制取碳酸钠、氢氧化钠、氯气和盐酸	用食盐腌制蔬菜、鱼、肉、蛋等食物	公路上曾经使用氯化钠作 <u>融雪剂</u>

3. 在自然界中的分布：海水、盐湖、盐井、盐矿。

【注意】亚硝酸钠（ NaNO_2 ）是一种工业用盐，有毒，有咸味，外形与食盐相似，误食会使人中毒。

四、碳酸盐

1. 碳酸钠、碳酸氢钠和碳酸钙

名称	碳酸钠	碳酸氢钠	碳酸钙
化学式	Na_2CO_3	NaHCO_3	CaCO_3
俗称（主要成分）	<u>纯碱、苏打</u>	<u>小苏打</u>	大理石、石灰石的主要成分
主要用途	广泛用于 <u>玻璃、造纸、纺织和洗涤剂</u> 的生产	制作面点所用 <u>发酵粉</u> 的主要成分之一，医疗上是治疗 <u>胃酸</u> 过多症的一种	大理石、石灰石都是重要的 <u>建筑材料</u> ，碳酸钙可用作 <u>补钙剂</u>

【注意】食盐水 $\text{pH}=7$ ，呈中性； Na_2CO_3 、 NaHCO_3 溶液 $\text{pH}>7$ ，呈碱性。

2. 碳酸盐的检验方法：

(1) 检验原理：组成里含有 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 的盐都能与盐酸反应生成二氧化碳气体。

(2) 检验试剂：稀盐酸和澄清石灰水。

(3) 检验方法：向待测液中加入稀盐酸有无色无味气体放出，且该气体能使澄清石灰水变浑浊，则该物质是碳酸盐。

五、复分解反应

1. 概念：由两种化合物相互交换成分生成另外两种化合物的反应。属于四大基本反应类型。

2. 常见复分解反应类型

(1) 酸+碱→盐+水（中和反应）

(2) 酸+盐→新酸+新酸盐

(3) 碱+盐→新盐+新碱

(4) 盐+盐→新盐+新盐

(5) 酸+金属氧化物→盐+水

3. 复分解反应发生的条件：两种化合物互相交换成分，有沉淀或有气体或有水生成。

六、化肥

1. 肥料的种类

(1) 天然有机肥料（农家肥）

(2) 化学肥料（化肥）：主要包括氮肥、磷肥、钾肥、复合肥。

2. 常见的化肥和作用

分类	化学成分	主要作用	缺乏时的表现
氮肥	尿素[CO(NH ₂) ₂]、氯化铵(NH ₄ Cl)、硝酸钠(NaNO ₃)等	氮肥可以促进植物 <u>茎、叶</u> 生长茂盛，使叶色 <u>浓绿</u> ，提高植物蛋白质含量	整片叶片发黄，严重时叶脉呈淡棕色
磷肥	磷酸钙[Ca ₃ (PO ₄) ₂]等	磷肥可以促进作物生长，增强作物的 <u>抗寒、抗旱</u> 能力（促进根系发达）	植株特别矮小
钾肥	硫酸钾(K ₂ SO ₄)、氯化钾(KCl)等	钾肥可以保证各种代谢过程顺利进行、促进植物生长、增强 <u>抗病虫害</u> 和 <u>抗倒伏</u> 能力	茎秆软弱，容易倒伏，叶片的边缘和尖端呈褐色、焦枯
复合肥	磷酸二氢铵(NH ₄ H ₂ PO ₄)、硝酸钾(KNO ₃)等	能同时均匀地供给作物几种养分	

3. 化肥的利、弊与合理使用

(1) 利：施用化肥成为农作物增产的有力措施，解决了部分地区粮食短缺的问题。

(2) 弊：不合理的施用化肥会造成土壤退化，以及土壤、水和大气环境的污染。

因此，要有针对性、均衡适度地施用化肥，提高施用效率，减少负面作用。

易错点辨析

1. 误认为碱都能使酸碱指示剂变色。

不溶性碱（如 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等）不能使指示剂变色，也不能与二氧化碳等非金属氧化物反应。

2. 复分解反应的规律

酸和碱、酸和金属氧化物、酸和碳酸盐一定能发生复分解反应。

氯化银、硫酸钡不溶于水，也不溶于酸，不能发生复分解反应。

方法提炼

一、判断NaOH是否变质的方法

(1) 变质原因： $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 探究过程：

内容	步骤	现象	结论
检验是否变质	方法①：取样，溶解，加入稀HCl	有气泡产生	氢氧化钠已变质
	方法②：取样，溶解，加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液	产生白色沉淀	
	方法③：取样，溶解，加入 CaCl_2 （或 BaCl_2 ）溶液	沉淀	
检验变质程度	①取样，溶解，加入过量 CaCl_2 （或 BaCl_2 ）溶液（目的是除去 Na_2CO_3 ）至不再产生沉淀为止；②过滤，向上层清液中滴加酚酞溶液	溶液变红	氢氧化钠部分变质
		溶液不变色	氢氧化钠完全变质

二、判断中和反应是否发生的方法（以氢氧化钠溶液和稀盐酸反应为例）

方法	判断依据	注意事项
方法①	借助指示剂的颜色变化 (以用酸中和碱为例)	①先在碱溶液中滴加几滴酚酞试液； ②为防止酸过量，应逐滴加入酸，并不断搅拌； ③当溶液恰好由红色变为无色时，恰好完全中和
方法	借助反应中的温度变化 (以用酸中和碱为例)	①先测量加入烧杯中碱溶液的温度； ②边加酸液边不断搅拌并及时测量记录溶液的温度
方法③	借助反应中溶液 pH 的变化 (以用碱中和酸为例)	①先测出酸溶液的 pH； ②逐滴加入碱溶液，并不断搅拌，同时测定溶液的 pH； ③必须保证溶液的 $\text{pH} \geq 7$ ，才能证明反应发生

三、碳酸钠和碳酸氢钠的鉴别及除杂

1. 鉴别方法

方法	原理	结论
①加热法	$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$, Na_2CO_3 受热不分解	加热有气体产生的是 NaHCO_3 , 无变化的是 Na_2CO_3
②沉淀法	$\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3\downarrow$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3\downarrow$, HCO_3^- 与 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 不反应	有沉淀生成的是 Na_2CO_3 , 无变化的是 NaHCO_3
③与盐酸反应的剧烈程度	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$, $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$	生成气体剧烈的是 NaHCO_3 , 相对不剧烈的是 Na_2CO_3
④盐酸逐滴加入时的现象	$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	逐滴加入盐酸立即产生气体的是 NaHCO_3 ; 开始不产生气体, 滴加一定体积后才产生气体的是 Na_2CO_3

2. 除杂方法

混合物(括号内为杂质)	除杂方法或试剂
Na_2CO_3 固体(NaHCO_3)	加热
NaHCO_3 溶液(Na_2CO_3)	通入足量 CO_2 气体
Na_2CO_3 溶液(NaHCO_3)	加入适量 NaOH 溶液