

第四单元 自然界的水

第一节 爱护水资源

一、水资源现状

1. 地球表面约 71% 被水覆盖着。但淡水只约占全球水储量的 2.53%，其中大部分还分布在两极和高山的冰雪及永久冻土，难以利用；可利用的只约占其中的 30.4%。
2. 海水中含量最多的物质是水 (H_2O)，含量最多的元素是氧元素，最多的金属元素是钠元素。
3. 我国水资源的现状是分布不均，人均不足。
4. 水资源紧张的原因：一方面人类生活、生产的用水量不断增加，另一方面未经处理的废水、废物和生活污水的任意排放及农药、化肥的不合理施用等造成的水体污染，加剧了可利用水的减少，使原本已紧张的水资源更显短缺。

二、爱护水资源——一方面要节约用水，另一方面要防止水体污染

1. 节约用水的一些具体措施：
 - a) 提高水的利用效率。
 - b) 使用新技术，改革工艺和改变习惯。
 - c) 污水处理之后，循环利用。
 - d) “一水多用”，如使用“中水”（生活污水处理后，达到一定水质标准的非饮用水）洗车、使用淘米水浇花等。
2. 防止水体污染的一些具体措施：
 - a) 不使用含磷洗衣粉。
 - b) 工业“三废”要进行综合利用和经处理后再排放。
 - c) 农业上提倡使用农家肥，合理使用化肥和农药。
 - d) 以预防为主，治理为辅。

第二节 水的净化

一、水的净化方法

1. 过滤：把不溶于液体的固体物质与液体分离。具体操作见“二、过滤”。
2. 吸附沉降：常用明矾、活性炭对水中的杂质吸附而沉降。
 - 明矾是一种常用的净水剂，它溶于水后生成的胶状物可以对悬浮杂质吸附沉降，以达到净水的目的。
 - 活性炭具有疏松多孔的结构，可以吸附水中的悬浮物，也可以吸附溶于水的色素和异味。但需要注意的是，活性炭不能吸附钙、镁化合物，活性炭不能降低水的硬度。
 - 活性炭净水器的入水口在净水器的下面，可以使净水效果更好。
3. 蒸馏：除去水中可溶性杂质的方法，净化程度相对较高，得到的蒸馏水可以看成是纯净物。
4. 杀菌：在水中加入适量的药物进行杀菌、消毒。如漂白粉、氯气 (Cl_2)、二氧化氯 (ClO_2) 等。

净化方法	除去不溶于水的杂质	除去可溶于水的杂质	降低水的硬度	净化程度
静置沉淀	√	×	×	低
过滤	√	×	×	↓
吸附	√	√	×	↓
蒸馏	√	√	√	高

5. 自来水厂净水时，需要经过沉淀、过滤、吸附、投药消毒的步骤，但是没有蒸馏和煮沸

的步骤。在净化水的方法中，只有投药消毒属于化学变化，其余都属于物理变化。

二、过滤（见下图）

【实验器材】带铁圈的铁架台、漏斗、玻璃棒、烧杯

【注意事项】

1. 操作时注意“一贴、二低、三靠”。

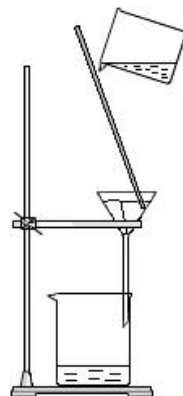
“一贴”：滤纸紧贴漏斗内壁，用少量水润湿滤纸并使滤纸与漏斗壁之间没有气泡（保证过滤效率）。

“二低”：滤纸低于漏斗边缘、滤液低于滤纸边缘（否则被过滤的液体会直接从滤纸与漏斗之间的间隙流到漏斗下的接受器中，使滤液浑浊）。

“三靠”：烧杯紧靠玻璃棒（玻璃棒的作用：引流，使液体沿玻璃棒流进过滤器）、玻璃棒紧靠三层滤纸、漏斗下端管口紧靠烧杯内壁（使滤液沿烧杯壁流下，防止滴下的液滴四处迸溅）。

过滤时先过滤上层清液，后过滤下层浊液。若先过滤下层浊液，滤纸上将会残留着大量不溶性杂质，再过滤上层清液时，不溶物会阻碍清液的通过，影响过滤速度。

2. 如果两次过滤之后滤液仍然浑浊，原因可能是滤纸破损或过滤时液面高于滤纸边缘。



三、硬水的软化

1. 硬水：含有较多可溶性钙、镁化合物的水叫做硬水。

软水：不含或含较少可溶性钙、镁化合物的水叫软水。

2. 硬水和软水的区分方法：分别取少量的软水和硬水于试管中，滴加等量的肥皂水，振荡。有较多泡沫产生的水是软水；泡沫很少，产生浮渣的水是硬水。

3. 硬水在加热或长久放置时会有水垢生成，化学方程式为： $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

4. 硬水的危害：① 用硬水洗涤衣物，既浪费肥皂又洗不干净衣物，时间长了还会使衣物变硬。

② 锅炉用水硬度高了十分危险，因为锅炉内结垢之后不仅浪费燃料，而且会使锅炉内管道局部过热，易引起管道变形或损坏，严重时还可能引起爆炸。

③ 长时间饮用硬水有害健康。

5. 硬水的软化方法：煮沸和蒸馏。制取蒸馏水的装置如右图所示。

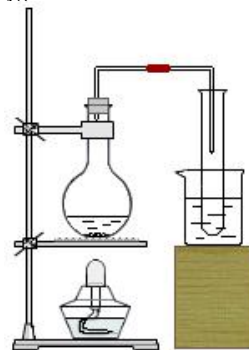
注意：

① 在烧瓶底部要加几粒沸石（或碎瓷片）以防加热时出现暴沸。

② 加热前按照图 3 连接好装置，使各连接部分严密不透气。

③ 加热烧瓶时不要使液体沸腾得太剧烈，以防液体通过导管直接流到试管里。

④ 弃去开始馏出的部分液体，收集到 10mL 左右蒸馏水时，停止加热。



第三节 水的组成

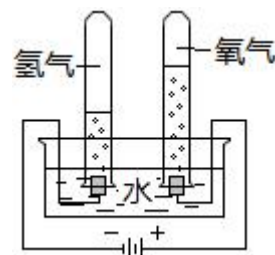
一、水的物理性质

纯净的水是没有颜色、没有气味、没有味道的液体。在 101kPa 时，水的凝固点是 0℃，沸点是 100℃，4℃时密度最大，为 1g/mL。

二、水的电解实验（实验装置如右图）

【实验现象】

- ① 通电后，电极上有气泡产生。通电一段时间后，两个试管内汇集了一些气体，与正极相连的试管内的气体体积小，与负极相连的试管内的气体体积大，体积比约为 1:2，



质量比约为 8: 1。

② 与正极相连的试管内的气体可以使带火星的木条复燃；与负极相连的试管内的气体移近火焰时，气体能够燃烧，火焰呈淡蓝色。

【实验结论】

① 水在通电的条件下，发生了分解反应，生成氢气和氧气： $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ；

② 水是由氢、氧两种元素组成的（在反应前后，参与反应的元素种类没有变化）；

③ 化学反应中，分子可分，原子不可分。

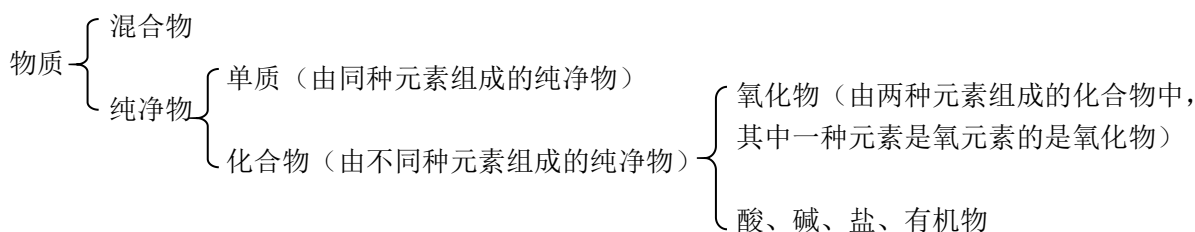
【注意事项】

① 通电时，必须使用直流电。

② 预先在水中加入少量氢氧化钠溶液或稀硫酸可以增强水的导电性。

③ 负极产生的是氢气，正极产生的是氧气。

三、物质的分类



第四节 化学式与化合价

1. 化学式：用元素符号和数字组合来表示物质组成的式子。

2. 化学式（如 H_2O ）的意义：

表示一种物质（宏观意义）——表示水这种物质；

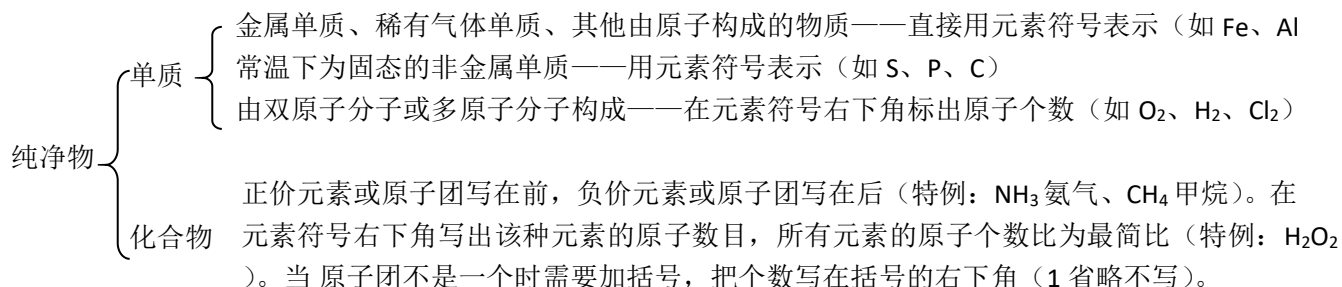
表示一个分子（微观意义）——表示 1 个水分子；

表示某物质是由什么元素组成的（宏观意义）——表示水是由氢元素、氧元素组成；

表示某物质是由什么粒子构成（微观意义）——表示水由水分子构成；

表示某物质的分子由什么粒子构成（微观意义）——表示 1 个水分子由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成；

3. 化学式的写法：



书写化合物的化学式时，首先要弄清以下两点：

① 这种物质由哪种物质组成；

② 化合物中各元素的原子个数比是多少。

4. 化合价：元素化合价是一个原子在化合时表现出来的性质。在元素符号或原子团的上方

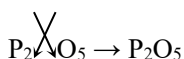
标出化合价，“+”、“-”写在前，数字写在后。

5. 化合价的一般规律：

金属元素跟非金属元素化合时，金属元素显正价，非金属元素显负价。氧元素通常显-2价，氢元素通常显+1价。在化合物里正负化合价的代数和为0。在单质中元素的化合价为0。

同一元素在不同物质里可显不同的化合价。在同一种物质里，同一元素也可显不同的化合价（如 NH_4NO_3 ）。

6. 根据化合价写化学式：“正价前，负价后，十字交叉右下处，化简才是原子数”。如



7. 数字的意义：

- ① 元素符号前的数字表示几个某原子。如 2H 中的“2”表示 2 个氢原子。
- ② 化学式前的数字表示几个某分子。如 $2\text{H}_2\text{O}$ 中的“2”表示 2 个水分子。
- ③ 元素符号右下角数字表示一个某分子或离子中有几个某原子。如 CO_2 中的“2”表示 1 个二氧化碳分子中有 2 个氧原子。
- ④ 元素符号右上角的数字表示一个某离子中带几个单位的正或负电荷。如 Fe^{3+} 中的“3”表示 1 个铁离子带 3 个单位的正电荷。
- ⑤ 元素符号正上方数字表示某元素的化合价。如 $\overset{+3}{\text{Fe}}$ 表示铁元素的化合价是+3。

8. 根据化学式进行计算（计算时要注意式子的化学意义）

- 1) 相对分子质量 = (相对原子质量 × 原子个数) 之和
- 2) 组成元素的质量比 = (相对原子质量 × 原子个数) 之比
在计算时要注意标清元素的顺序。
- 3) 原子个数之比 = (元素质量 ÷ 相对原子质量) 之比
- 4) 化合物中某元素的质量分数 = $\frac{\text{该元素的相对原子质量} \times \text{原子个数}}{\text{该化合物的相对分子质量}} \times 100\%$
- 5) 某元素的质量 = 某化合物的质量 × 某元素质量分数 =
某化合物的质量 × $\frac{\text{该元素的相对原子质量} \times \text{原子个数}}{\text{该化合物的相对分子质量}} \times 100\%$

【例】多少吨的氧化亚铁 (FeO) 中所含铁元素质量和 100t 中氧化铁所含铁元素的质量相同？

解：设需氧化铁的质量为 x 。

$$\begin{aligned} x \times \frac{56}{56+16} \times 100\% &= 100\text{t} \times \frac{56 \times 2}{56 \times 2 + 16 \times 3} \times 100\% \\ x \times \frac{56}{72} \times 100\% &= 100\text{t} \times \frac{42}{160} \times 100\% \\ x &= 90\text{t} \end{aligned}$$

答：需氧化亚铁的质量为 90t。

【注意】列方程时所设未知数不能带有单位。

6) 某元素的质量 = 某混合物的质量 × 纯度 × 某元素质量分数

某元素的质量 = 某混合物的质量 × 纯度 × $\frac{\text{该元素的相对原子质量} \times \text{原子个数}}{\text{该化合物的相对分子质量}} \times 100\%$

【例】现在有一种化肥，主要成分是硝酸铵，测得其含氮量为 34.3%（杂质不含氮），

求这种化肥的纯度。

解：设该化肥的质量为 100g，该化肥的纯度为 $a\%$ 。

$$100\text{g} \times a\% \times \frac{14 \times 2}{1 \times 4 + 14 \times 2 + 16 \times 3} \times 100\% = 100\text{g} \times 34.3\%$$

$$100\text{g} \times a\% \times \frac{28}{80} = 100\text{g} \times 34.3\%$$

$$a\% = 98\%$$

答：这种化肥的纯度为98%。

【注意】① 设这种氮肥的质量是为了使方程有化学意义。

② 纯度是百分数，不能小于 0%，也不能大于 100%。纯度是未知数时，表示纯度的字母后要跟上百分号。

7) 有一瓶不纯的硝酸铵 (NH_4NO_3) 样品，经分析其中的含氮量为 37%，则所含杂质可能是：

A. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ B. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ C. NH_4Cl D. NH_4HCO_3

【分析】解这道题需要三个要素：最大数、中间数、最小数（指含氮量）。三者之间的关系为：最大数 > 中间数 > 最小数。这里的 37% 是求出的平均含氮量，是中间数。

接下来算出 NH_4NO_3 中的含氮量：35%。由于 $35\% < 37\%$ ，所以应该是最小数。

然后算出四个候选答案中每个化合物的含氮量，它是最大数，数值应该大于 37%。在这里只有 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的含氮量为 46.7%，超过了 37%，成为最大值。所以最后答案应该是 B。

附表 1 一些常见元素的名称、符号和相对原子质量

元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量
氢	H	1	铝	Al	27	铁	Fe	56
氦	He	4	硅	Si	28	铜	Cu	63.5
碳	C	12	磷	P	31	锌	Zn	65
氮	N	14	硫	S	32	银	Ag	108
氧	O	16	氯	Cl	35.5	钡	Ba	137
氟	F	19	氩	Ar	40	铂	Pt	195
氖	Ne	20	钾	K	39	金	Au	197
钠	Na	23	钙	Ca	40	汞	Hg	201
镁	Mg	24	锰	Mn	35	碘	I	127

附表 2 一些常见元素、根的化合价和离子符号

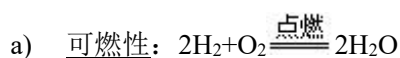
元素和根的名称	元素和根的符号	常见的化合价	离子符号	元素和根的名称	元素和根的符号	常见的化合价	离子符号
钾	K	+1	K^+	氟	F	-1	F^-
钠	Na	+1	Na^+	氯	Cl	-1、+1、+5、+7	Cl^-
银	Ag	+1	Ag^+	溴	Br	-1	Br^-
铜	Cu	+1、+2	Cu^+ 、 Cu^{2+}	氮	N	-3、+2、+3、+4、+5	
钙	Ca	+2	Ca^{2+}	氧	O	-2	
镁	Mg	+2	Mg^{2+}	硫	S	-2、+4、+6	S^{2-}

钡	Ba	+2	Ba ²⁺	磷	P	-3、+3、+5	
锌	Zn	+2	Zn ²⁺	碳	C	+2、+4	
汞	Hg	+2	Hg ²⁺	硅	Si	+4	
铁	Fe	+2**、+3	Fe ²⁺ 、Fe ³⁺	氢氧根	OH	-1	OH
锰	Mn	+2、+4、+6、+7	Mn ²⁺	硝酸根	NO ₃	-1	NO
铝	Al	+3	Al ³⁺	硫酸根	SO ₄	-2	SO ₄
氢	H	+1	H ⁺	碳酸根	CO ₃	-2	CO ₃
铵根	NH ₄	+1	NH ₄ ⁺	磷酸根	PO ₄	-3	PO ₄

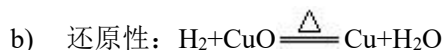
* 亚铁指化合价为+2的铁元素，亚铜指化合价为+1的铜元素。

第五节 氢气

- 物理性质：无色无味的气体，难溶于水。密度比空气小，是相同条件下密度最小的气体。
- 化学性质：



氢气燃烧时发出淡蓝色火焰，放出热量，并有水珠产生。



黑色的氧化铜在氢气中加热逐渐变成红色，并有水珠产生。

- 实验室制取氢气

■ 反应原理： $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$

■ 反应物的选择：选用锌粒和稀硫酸。

◆ 不使用稀盐酸，因为：盐酸易挥发，使制得的氢气中含有氯化氢气体。

◆ 不用镁是因为反应速度太快，不用铁是因为反应速度太慢。

■ 发生装置和收集装置：发生装置同分解过氧化氢制取氧气的发生装置；收集装置可选择排水法收集气体的装置或向下排空气法收集气体的装置。

■ 用排空气法收集氢气时，不能验满！用排水法收集氢气时，如果集气瓶口出现气泡，说明氢气收集满。

■ 在点燃氢气前，一定要检验氢气的纯度。

■ 可燃性气体的验纯方法：用排水法收集一试管可燃气体，用拇指堵住试管口移近火焰点燃。如果气体较纯，气体将会安静地燃烧，并发出“噗”声；如果气体不纯，会发出尖锐爆鸣声。

■ 如果验纯时发现气体不纯，需要再收集再检验时，必须对试管进行处理（用拇指在试管口堵住一会或更换试管），以免发生爆炸。

■ 检验：点燃。纯净的氢气能够安静地燃烧，发出淡蓝色火焰；而不纯的氢气在燃烧时会发出尖锐的爆鸣声。

- 氢气能源的优点：

① 以水为原料，来源广泛；② 热值高，放热多；③ 生成物是水，毫无污染；④ 可以再生。

- 目前氢能源存在的问题：制取成本高、贮存和运输困难。

- 氢气被认为是最清洁的燃料。

- 任何可燃气体或可燃的粉尘如果跟空气充分混合，遇火时都有可能发生爆炸。