

第三章

水是什么？





我们周围的水是由什么组成的？



在前面一章里我们进行了外出研究，并且找到了不同地方不同阶段水的循环周期。

在这一章里，我们将力图了解在水循环的不同阶段中，水的性质是怎样随着它的旅途而改变的。

活动1：

水文调查——怎样识别水？

在已经完成的研究旅行里，我们收集了水循环中不同阶段的水的样本：雨水、泉水以及经处理的污染河流中的废水（污水）。

这说起来并不让人愉快，在返程回到学校的路上所有的水样本标签都丢失了，这标志了我们的失败。在这个时候，我们几乎没有任何办法来得知我们收集到的水分别都是从哪儿来的。



实验

好吧，那么我们该怎么办呢？

我们和实验室取得了联系，并且和水文教授进行了当面交谈。他丝毫不动声色地告诉我们，这没有任何问题。他认为大家可以区分出这些杯子中每一个水样本的来源。他为大家寄来了一些用于检验的化学物质和仪器。靠它们的帮助，就可以鉴定出水的来源。他同样也寄来了书面的说明，可以帮助大家理解怎么完成这些鉴定。



那么，前进！加油干！

工作计划

水文教授给我们从实验室里寄来了各种材料和物品，它们能让我们完成必要的实验和分析，从而评价水的质量好坏。

1. 测量不同水样本中的导电率，从而测算水的含盐量或者水中盐类的浓度。
2. 测量不同水样本中钙离子（带电粒子）的浓度，它可以反映出水的“硬度”。
3. 测量不同水样本中的硝酸盐离子的浓度，它反映了水污染的程度——对人类有毒盐类的浓度。

每一个小组都要做一个独立的实验分析，以便最后挑选结果。但是在这之前，大家肯定会问：“这些实验的目的是什么？”“从这些实验里面可以学到什么？”

当然，大家的疑问很有道理。没有预先的计划就工作是丝毫没有意义的。首先要知道“为什么”然后才是“怎么办”。

请大家阅读接下来的文章，它们告诉了我们为什么需要做这些实验以及应该怎么完成这些实验。



知识拓展

实验：把水样本的导电率作为变量，以检验导电率来测量水中盐类的浓度。

为什么检验水中的含盐量很重要呢？

不推荐人们喝盐水，不仅仅是因为它的咸味，而且因为它会影响人类的健康。它同样会影响那些景观植物，草坪以及很多农作物，比如玉米和番茄，它们对浇灌用水中的高浓度的盐分非常敏感。

水中的盐分从何而来？

水中盐类的主要来源里包括了氯离子（带电粒子），也就是说，氯化物（ Cl^- ）。地下水中盐类的增加主要是由以下四个原因引起的。

1. 水渗透进了含有氯化物盐类的矿岩层里

举个例子，可食用盐的矿层是由食盐矿和盐岩组成的，它的成分是氯化钠（ NaCl ）。食盐矿和其他含有氯元素的矿物很容易溶解于渗透在矿层里的雨水中，所以就增加了溶解在水中的氯离子（氯化物）。



2. 在沿海平原地区过度抽取地下水

如果我们在地下水层抽取的水比渗透进去的雨水还多，地下水层的高度就会下降。这样的结果就是，海里的盐水进入到了地下的淡水中（正如书中第65页的模拟实验）。

3. 工业废水渗透进了地下水

工业排放的废水，比如食品工业排放的水，通常都富含食用盐。在很多情况下它们都进入了地表，渗进岩层并且最终流入了地下。

4. 用经过处理的废水来灌溉

在很多地方，有大量的农作物都是用经过处理的废水来灌溉的。这些水里面含有高浓度的氯化物的离子，它们的渗透增加了地下水中的含盐物质。

怎样测量水中的含盐量？

通过测量水中氯离子的浓度来计算水中含盐量是一种很常见的办法。在接下来的活动里，我们要间接地测量氯化物在水中的浓度。为了测量它，我们需要一个测量电流的仪器，它就是毫安表。它的单位叫做^⑥安培。在这个实验里，我们将利用一种溶液的性质：水里盐溶液的浓度越大，导电性越强（电流越大），也就是说，我们从电流表里得到的数值就越大。



思考

现在有三份水样本：泉水，经过处理后的污染河流里的废水以及雨水。哪一个样本的氯离子浓度高？哪一个样本的氯离子浓度低？



观察

实验描述

借助毫安表测定不同溶液的导电性。请记得为它们编上号码：水样本1号、2号和3号。当然，也请记得在每一次测量前都要用干燥的抹布把毫安表擦干。

^⑥在国际单位制中电流的单位是安培。

结果：

请根据毫安表上的数字记录下每一个水样本的导电率。

样本1	样本2	样本3 ^⑦ 经过处理后排放出的废水
		50~70 mA



综述

按照科学思维的步骤：“观察，猜想，知识拓展以及总结”来概括大家在活动中的发现。



知识拓展

实验：把钙离子的浓度作为变量来测量水的“硬度”

为什么测量水中钙离子的浓度很重要？

水的“硬度”是因为水中含钙化合物的存在而出现的一个性质。这个性质在判定是家庭生活用水还是工业用水上非常重要。水中含钙化合物的存在影响着家用电器的清洁效果，比如洗衣机和洗碗机。这些钙离子会和肥皂分子结合在一起产生出一种新的化合物，这种新生的化合物会抵消掉肥皂的清洁作用。这些“硬水”在那些为各个家庭、各个工厂输水的管道系统中也会堆积形成水垢。但是，水里的钙离子，会以一种极其重要的形式维持着骨头和牙齿的坚固程度，给予人类健康。

^⑦出于健康安全的原因，我们不能在学校里的实验室完成对3号样本的检验。对它的测量是在一个合适的实验室里在同样条件下完成的，测量的结果已经在表格里注明了。

是什么产生了水的“硬度”？

含水层的水来源于雨水。雨水渗进地面穿过了岩石，比如石灰石，之后水中产生硬度。正如我们在关于“喀斯特地貌形成过程”（一种由于岩石受气象化学影响形成的地貌）的章节中已经学过的，石灰石是由碳酸钙（ CaCO_3 ）组成的。因此，这些带弱酸性的雨水渗透到了石灰石里，使得它们溶解在雨水里，结果，这些地下水变得富含钙离子（ Ca^{2+} ）（带电粒子）了。



现在有三份水样本：泉水，经过处理的污染河流里的废水以及雨水。哪一个样本的钙离子浓度高？哪一个浓度低？



观察

实验描述

请大家借助你们面前的实验材料和仪器，按照下列步骤测量每个水样本中的碳酸钙（ CaCO_3 ）的浓度。

1. 把烧杯洗干净，注入我们想要测量的水样本直至黑色刻度线。
2. 从标有 H_2OF 的瓶子里取出溶液并滴两滴到烧杯中，轻轻搅动溶液直到烧杯中的溶液变成红色。如果水样本变成了绿色，那就是因为里面不含碳酸钙。记住在滴入下一滴前需等待10秒钟。
3. 把黄色的塑料针头安装在注射器上，接着，在标有 TLH_{20} 的瓶子里吸取溶液。请大家注意最后要让活塞上的黑色刻度线与注射器外壳上的黑色刻度线重合。
4. 请将注射器里的溶液缓慢滴入装有待测水溶液的烧杯中，每滴入一滴后都请轻轻晃动烧杯，直到发现溶液变成了绿色。
5. 把注射器里的溶液滴定到水样本中后，观察注射器上的刻度线，数数它的“格数”（刻度线间的格数）——注射器上蓝色格子的数量。以格子的数量乘以17.8就可以得到以毫克/升为单位的碳酸钙（ CaCO_3 ）的浓度（每一格就代表17.8mg/L）。

结果

请以毫克/升为单位记录水样本中碳酸钙 (CaCO_3) 的浓度。

水样本1	水样本2	水样本3 ^⑧ 经过处理后排放出的废水
		550mg/L



综述

按照科学思维的步骤：“观察，猜想，知识拓展以及总结”来概括大家在活动中的发现。



知识拓展

实验:鉴定水溶液中含氮化合物的存在。

为什么测量水中含氮化合物的浓度很重要?

氮元素是生命中的基本元素。生灵都需要含氮化合物来完成它们生长发展的过程。但是,饮用水中高浓度的含氮化合物,或者很简单的含氮化合物,比如硝酸盐(NO_3^-)的存在,在婴儿6个月的时候就可能导致白血病(正铁血红蛋白血症)。而病因正是硝酸盐阻止了血液从肺部输送足够的氧气到身体的各个部分,尤其是输送到大脑。



硝酸盐化合物是怎么进水里的?

那些会污染饮用水的含氮化合物主要有两个来源,它们是:

1. **农业肥料:** 在现代农业里人们习惯使用含氮化合物作为植物肥料。不幸的是,被施到田里的氮肥只有50%作用到了植物上,剩下的都随着雨水流入及渗透到了地面或地下水里。

⑧出于健康安全的原因,我们不能在学校里的实验室完成对3号样本的检验。对它的测量是在一个符合安全条件的合适的实验室里在同样条件下完成的,测量的结果已经在表格里注明了。

2. **废水**：没有经过处理排放的水里，特别是家用或者是农用后排放的水里，就含有氮化合物。当这些废水流进河里时，一部分水就渗透进了地下水。



思考

现在有三份水样本：泉水，经过处理后的污染河流里的废水以及雨水。哪一个样本里的含氮化合物浓度高？哪一个含氮化合物浓度低？



观察

实验描述

请大家借助你们面前的仪器测量水样本中含氮化合物的浓度。步骤如下：

1. 从试管里取一条试纸出来，请注意不要碰到试纸准备用来测量的那一端（取出试纸后请立刻盖好试管）。
2. 把试纸标记好的一端浸入水样本1秒钟。再把试纸条取出来等1分钟。
3. 根据试纸浸入水样本的那端的颜色，把它和试管上的比色卡中的颜色相比较（看彩图），找到试纸实验端的颜色与比色卡上颜色相符的那一个，根据比色卡上每个颜色旁边标注的浓度，确定作为含氮化合物的硝酸根（ NO_3^- ）离子的浓度。



结果

请以“毫克/升”为单位在下面的表格中记录水样本中硝酸根离子的浓度。

化合物名称	样本1	样本2	样本3 ^⑨ 被排放出的废水
硝酸盐（ NO_3^- ）			100 mg/L

⑨出于健康安全的原因，我们不能在学校里的实验室完成对3号样本的检验。对它的测量是在一个符合安全条件的合适的实验室里在同样条件下完成的，测量的结果已经在表格里注明了。



综述

按照科学思维的步骤：“观察，猜想，知识拓展以及总结”来概括大家在活动中的发现。



知识框架

活动综述：观察和结论的概括

- 请在下面的表格中归纳出各个小组的实验结果，并总结推断出每个水样本的来源。为此，请利用前面几页中每个实验里得到的数据和信息。

样本编号	化学分析——离子浓度 (单位: mg/L)		物理分析 (单位: mA)	水源 划圆圈标记
	硝酸根离子浓度 (NO_3^-) 作为变量测量水被有毒盐类污染的情况	钙离子的浓度 (Ca^{2+}) 作为变量测量水的“硬度”	导电性 作为变量测量水的含盐量	
1				● 雨水 ● 泉水 ● 经过处理后的污染河流里的废水
2				● 雨水 ● 泉水 ● 经过处理后的污染河流里的废水
3				● 雨水 ● 泉水 ● 经过处理后的污染河流里的废水

- 请简短地阐述雨水、泉水以及经过处理后的污染河流里的废水的性质，并写出两个影响每个地方的水的性质的因素。

活动2：
我们喝的水是由什么组成的？



通过上一个活动我们懂得了，在自然界中的水循环里，水的性质随着地方的改变而改变。这些水的性质对我们人类——在所有生命活动里都依赖着水的生物——有着积极肯定的影响。在这次的活动里，我们要描绘出我们平时喝的水的特点。

1. 请解释什么是“淡水”。
2. 请解释什么是“盐水”。

活动拓展

在大家面前有四个标好名字的烧杯，里面分别装着不同的水溶液：去离子水、自来水、瓶装水（矿泉水）和海水（含盐量3.5%）。

水（纯净物）——化学式是 H_2O ——是一种化合物。这就是说每个水分子都是由两个氢原子（H）和一个氧原子（O）组成的。安培表是一种可以测量水溶液中电流的仪器（以“安培”为单位），因此可以间接地测量到水溶液的导电性，即水中盐浓度的体现。也就是说，用安培表来测量不含盐类的纯净的水的结果将会是“0”。



观察

1. 请尝一下每个烧杯里的水的味道，并把你们的发现写在下面的表格里。
2. 测量这些溶液的导电性。把不同水溶液导电性的测量结果写在编号的旁边。

烧杯 编号	水源	烧杯里水的味道	导电性 (单位：mA)
1	去离子水		
2	自来水		
3	矿泉水		
4	海水		



结论

1. 每个烧杯里的水的味道和它的导电性之间存在着联系吗？

- 2. 通过分析各种水的导电性得到的结果让你们吃惊吗？请解释一下。
- 3. 作为活动的结果，请试着重新定义“盐水”“淡水”这些词语。
- 4. “淡水”是一种错误的说法吗？请解释一下。
- 5. 在自然界中有可能找到纯净的液态水吗？请用刚才你们完成的实验来支撑你们的假设。



在地球上非常不容易找到液体状态下纯净的水——不含其他任何物质而只是化合物 H_2O 的水。

一种透明液体里如果含有除了水以外的其他物质（哪怕只是很微小的量），在化学上它也不能被定义为纯净的水，而是**水溶液**。

活动3：
溶液是什么？

上一个活动说明了我们在自然界和日常生活中见到的水是一种**溶液**。溶液就是一种里面还溶解了其他物质的液体。换句话说，**溶液**由**溶剂**和**溶质**组成。

水溶液由**溶剂**也就是水（ H_2O ）和**溶质**（溶解在水里的物质）组成。只能借助化学实验或者物理实验来检验溶质。

在这次的活动里，我们将要研究我们喝的水里面溶解的物质都是些什么。

矿泉水里溶解的是哪些物质？

在你们面前有三瓶贴着标签的来自不同公司的矿泉水。



观察

- 1. 请观察这三瓶水的标签，并在下面的表格中写出每瓶水里的4种主要溶质。

矿泉水A中的溶解物	矿泉水B中的溶解物	矿泉水C中的溶解物

2. 你们觉得，溶解在水里的物质，是从哪儿来的？

提示：在钟乳石岩洞形成的过程中我们学到了什么？

3. 请借助书中附录里关于岩石和土壤的信息卡，在下面的表格里写出矿物^⑩的名称以及矿泉水中的各种离子在溶解前所存在的岩石的名称。

溶解在水里的离子	物质溶解前的矿物名称	矿物的化学式	含有该矿物的岩石的名称
钙离子 (Ca ²⁺)	碳酸钙	CaCO ₃	石灰石
碳酸根离子 (CO ₃ ²⁻)			
钠离子 (Na ⁺)			
氯离子 (Cl ⁻)			
镁离子 (Mg ²⁺)			



结论

1. 怎么解释不同品牌的矿泉水中钙离子浓度不相同这一现象？
2. 请用你们自己的话来解释“瓶装矿泉水”这个名字是怎么来的。



思考

正如我们所说的，水溶液是透明的，也看不到溶液里作为溶剂物质的成分和溶解在它里面作为溶质的成分。假设大家有一种“魔镜”，用它就可以看到溶液里面的成分。请在下图中三种水溶液下面的方框里画一下，借助“魔镜”看到溶剂粒子 (H₂O) 和溶解在里面的物质 (溶质) 应该是什么样的。

^⑩很多矿物都是某种无机物，一般都有确定的化学式和自己的物理特性。所有的盐都是由溶解在水里后可以电离的粒子构成的。比如，化合物氯化钠（食盐）的化学结构式是NaCl，溶解在水里后会电离成氯离子 (Cl⁻) 和钠离子 (Na⁺)。



借助“魔镜”看到的溶液中的粒子



知识框架

去离子水，瓶装矿泉水，海水以及自来水之间的区别。

请阅读下面的描述，并根据每段描述提出两个问题。

去离子水——是用于工业实验室或者研究性实验室的水。去离子水来自常见水，不过要借助一些实验室方法把绝大部分溶解在水里的物质和水分离开。去离子水在成分上很接近纯净的水。

瓶装水（或者矿泉水）——瓶装水或者矿泉水这个概念很复杂。这个名字起源于将欧洲各处冒出的泉水装瓶这一过程。这种泉水的特点是它们有高浓度的离子溶解在水里，因为雨水溶解了岩石里的矿物并带着它们渗透进了地下水，最后又作为泉水涌出地面。这些水在过去（在现在也是）被认为具有治愈疾病的功效。然而，很多国家通常把矿物离子浓度高于自来水并且细菌含量符合国际标准的水命名为矿泉水。

自来水——是一种可以到达每一户家里的水溶液。它有两个主要的来源，分别是：

1. 水源在地表上，比如湖水或者河水。
2. 水源是地下水，比如从不同深度的井里抽上来的地下水。地下水大多是雨水穿过地表渗透形成的。进一步说，在这一章里，我们将知道，以沿海平原的井水作为水源的自来水，相对来说含有更多的盐类，具体是哪种盐就要看它是由从哪种岩石中溶解的了。

海水——是一种盐类溶质浓度非常高的溶液。

活动4:

水是怎么变咸的？

在前面一个活动里，我们知道了我们喝的水并不是纯净的水而是一种溶液，由水粒子和其他物质的粒子构成。在这次活动里，我们将找出海水作为一种溶液的特殊性质。



A 部分：矿物（盐类）在海洋里是怎样溶解的？

实验仪器和材料：两个装有100ml水的烧杯，一份食盐也就是氯化钠（NaCl），一份硫酸钙（CaSO₄），两个小药匙。



实验

实验步骤：

1. 在加氯化钠之前先尝尝水。是什么味道？
2. 在有水的烧杯里加一勺氯化钠，然后轻轻搅拌它，等待几秒钟后观察杯底是否有沉淀出现。重复这个步骤直到杯底出现沉淀。然后把你们的发现写在下面的表格里。
3. 在另一个杯子里加一勺硫酸钙，然后轻轻搅拌它，等待几秒钟后观察杯底是否有沉淀出现。重复这个步骤直到杯底出现沉淀。然后把你们的发现写在下面的表格里。



加入药品的勺数	加入氯化钠（食盐）后杯底出现沉淀	加入硫酸钙后杯底出现沉淀
1药匙	是/不是	是/不是
2药匙	是/不是	是/不是
3药匙	是/不是	是/不是
4药匙	是/不是	是/不是
5药匙	是/不是	是/不是
6药匙	是/不是	是/不是



观察

1. 出现沉淀的时候已经有多少氯化钠溶解在水里？
2. 出现沉淀的时候已经有多少硫酸钙溶解在水里？
3. 你们认为，如果再向水里加更多的氯化钠，会发生什么？



借助“魔镜”看到的水溶液
(水分子和其他离子)示意图



结论

食盐和硫酸钙这两种矿物，哪个更能溶于水？

怎样测量一种溶液的浓度？

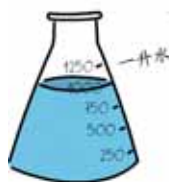
我们可以把浓度定义为一定体积的溶剂（以升为单位）中所含物质的质量（以克为单位）。
比如，在20℃时饱和盐水的浓度是357g/L。

与它相比，饱和硫酸钙溶液在同样的温度（20℃）时浓度仅为2g/L。也就是说，每升水中只溶解了2g硫酸钙。



问题

1. 如果我们在1L水里加入500g氯化钠会发生什么？
2. 对你来说，加500g氯化钠的水和加357g氯化钠的水，哪个盐浓度高哪个盐浓度低？



调查作业

B 部分：做一个水文地质调查的研究性作业。海水是怎么变得含盐的？

大家都知道海水是咸的。但是，在这颗星球形成海洋的那个时期，地球表面上的水里不含盐，按我们通常的说法，是“淡水”。在这个活动当中，我们将试着理解海水是怎么变咸的。这一次我们还要回到水文教授的实验室里，来看看怎么找出海水的特点。

活动拓展

在大家面前的托盘里装有5种岩石：石灰石，白云石，白垩石，食盐以及石膏。请不要忘记在书的附录里有指导大家怎样辨认这些石头的卡片。在托盘上有标签，上面注明了这5种岩石分别为海水提供了哪些离子。水文教授给我们寄来了一张表格，上面记录了海水里各种离子的浓度。他认为，借助这张表格、书后的附录以及一点点的推理才能，就可以把各种矿物与海水溶液中的离子一一对应起来。

我很难过地告诉大家，在去学校的路上我们遗失了所有的标签，并且，这次我们同样不知道海水里的各种矿物到底是来自哪种石头的。

我们联系了实验室并且把这一切都告诉了水文教授。这次，他还是告诉我们，我们有足够的能力将各种石头和它的标签对应起来。他又给我们寄了一张表，上面记录了海水里各种离子的浓度。按他的说法，借助这张表格，书后的附录以及一点点的推理才能，就可以解决这个疑问。

那么，前进！加油干！

地中海海水里的离子	化学式	浓度 单位：g/L
钠离子	Na^+	10.70
镁离子	Mg^{2+}	1.27
钙离子	Ca^{2+}	0.40
钾离子	K^+	0.40
氯离子	Cl^-	19.40
硫酸根离子	SO_4^{2-}	1.42
溴离子	Br^-	0.07
碳酸根离子	CO_3^{2-}	0.0142

任务：用这些卡片（参见书后附录）来鉴别这些岩石。并且，请把它们和那些矿物，以及海水里的离子都一一对应起来。把它们都填写在下面的表格里。

海水里的离子		含有这些离子的矿物		由这些矿物组成的岩石	
离子A	离子B	矿物	矿物成分	岩石A	岩石B
Na ⁺	Cl ⁻	食盐	氯化钠 NaCl		
		方解石	碳酸钙 CaCO ₃		
		石膏	二水硫酸钙 CaSO ₄ •2H ₂ O		
		白云石	碳酸镁钙 CaMg(CO ₃) ₂		



知识拓展

火山的爆发导致了地球上水的形成，因为它们在爆发过程中向地球的大气层放出了大量的蒸汽。这些水蒸气遇冷后凝结，然后以雨水的形式降落到地面上，在地球的表面上积累起来。也就是说，在最开始的时候，整个地球上的水都是“淡水”。

一些科学家推测，在一个更晚的时期，那些含有冰的彗星跌落到地球上，水才来到地球上。从这时开始，地下水成为水的源头，河水流向海里。这些水里含有很多离子，因为它们是组成各种岩石的矿物溶解在水里后形成的。因此，它们提高了海水里盐类的浓度。因此，我们得出了这样的结论：**海水里的成分以及海水里盐类的浓度是岩石圈与水圈相互影响的结果。**

活动5:

我家里的溶液

什么是溶液？——概括：

有些物质，把它们混在一起的时候就成了溶液，但是，也有很多液体互相之间不溶解（离子间不成键），如果我们试着把它们混在一起就会得到分层的液体（比如，水和油）。

1. 在家里准备一些常见的固体和液体来试着制作溶液。把它们的性质都记录在表格里。如果它们没有形成溶液（单一液层），把它们在下一页的表格里标记出来。

溶液	溶剂离子	溶质离子	溶液性质
1. 混合水和油	水	油	没有形成溶液 形成水层和油层两层液体
2. 洗涤剂（清洁和消毒用的一种溶液）	水	次氯酸钠	黄绿色 氯气特有的强烈刺激气味
3. 扑热息痛（一种止痛退烧药的水溶液）	水	扑热息痛 （对乙酰氨基酚）	酒红色 黏稠溶液 特殊气味
4.			
5.			

2. 请至少写出一种溶液的两个特点。
3. 在前一个活动中我们定义了“浓度”这样一个概念。请用两句话说明什么是溶液的浓度。

物质名称	物质功能	浓度	浓度的单位
比如，“肥皂”	用于洗涤用品	有效物质成分 18%	每升洗涤剂中含有洗涤 功效的物质成分的克数

4. 在你们看来，了解一个溶液的浓度为什么很重要？

提示：在日常生活中我们使用的很多东西事实上都是一种溶液。比如说：药剂，清洁用品，多种食物的浓缩液，甚至杀虫剂。

活动6：

什么影响了溶解度？

在本次的活动当中，我们将学习水溶液的特殊性质并且试着理解为什么水是地球上最常见的液体。



实验

A 部分 实验步骤

准备5支100ml刻度的量筒，一个装有浓度90%的酒精的密闭药瓶以及另一个装有蒸馏水（近似纯水）的密闭药瓶。



观察

1. 请在1号量筒里精确注入40ml蒸馏水（近似纯水）。
2. 请在2号量筒里精确注入40ml酒精。

推断：如果把1号和2号量筒里的全部液体都注入到另一个（比如，3号）量筒，那么量筒里液体的最终体积是多少？（请把你们的答案圈出来）

80ml

稍微多于80ml

稍微少于80ml

3. 现在把前两个量筒里的液体（水和酒精）都注入3号量筒当中。把得到的溶液体积以毫升为单位记录下来，填写在下面的表格当中的一个格子里。

请其他小组的同学也把实验得到的3号量筒的溶液体积数写在下面的表格里。

第一组	第二组	第三组	第四组	第五组	平均数



结论

这个实验是证实还是推翻了你的推断？

B 部分 实验步骤

1. 精确注入40ml酒精到4号量筒里，半分钟内量筒中的酒精液面的高度下降了吗？
精确注入40ml水到5号量筒里，半分钟内量筒中的水液面的高度下降了吗？
2. 这次观察能帮助你们解释刚才实验的结果吗？
3. 如果你们有“魔镜”的话，通过它就可以看到水分子和酒精分子了。你们能想象这个实验的过程是什么样的吗？请尝试着把它画出来。

1号量筒（蒸馏水）	2号量筒（酒精）	3号量筒（水和酒精）



知识框架

让我们来试着概括一下3号量筒里面到底发生了什么。

请指出下面每一段叙述是属于描述现象，陈述结论，拓展知识还是提出猜想。

（请把你们的答案圈出来）

1. 一开始，1号量筒和2号量筒里液体的体积都是40ml。然后把两支量筒里的液体全部注入3号量筒以后，发现3号量筒里的液体体积数小于80ml。

描述现象/ 陈述结论/ 拓展知识/ 提出猜想

2. 注入40ml酒精到4号量筒里，半分钟后观察发现量筒里的液面并没有下降。

描述现象/ 陈述结论/ 拓展知识/ 提出猜想

3. 注入40ml水到5号量筒里，半分钟后观察发现量筒里的液面并没有下降。

描述现象/ 陈述结论/ 拓展知识/ 提出猜想

4. 3号量筒里的液体体积小于80ml，这不是因为酒精（和/或水）挥发了。

描述现象/ 陈述结论/ 拓展知识/ 提出猜想

5. 当两种液体混合后，水粒子和酒精粒子的密度比它们分开的时候大。

描述现象/ 陈述结论/ 拓展知识/ 提出猜想

6. 水粒子和酒精粒子因为相互的吸引形成了键，这种引力使粒子之间更加靠近，因此有了更加紧密的结构，这样与它们分别单独放置时相比，粒子的密度^⑩就更大了。

描述现象/ 陈述结论/ 拓展知识/ 提出猜想

7. 在水分子和酒精分子之间有空隙。

描述现象/ 陈述结论/ 拓展知识/ 提出猜想



虽然大家刚才做的实验还不能推导出键事实上存在这一事实，而都只是一些假设，然而这个猜想已经被科学证实了。因此我们可以肯定在水分子和酒精分子之间形成了键。

现在3号量筒里的液体就被称为**溶液**，刚才这个实验的过程就被称为**溶解**。在溶解的过程当中酒精粒子消失在水粒子当中，并且形成了酒精的水溶液。

^⑩密度指的是单位体积里的物质的质量，比如，g/L。



科学的思考

1. 在很多科学研究中都需要解决研究中所提出来的疑问。

这个实验中的疑问是什么？

2. 在科学实验里常常要检验实验系统对各种变化是如何反应的。

在这个实验当中，我们对装有水和装有酒精的量筒做了哪些改变？一个科学实验往往会检验一个变量是怎样影响另外一个变量的。举例来说，在大家刚刚完成的实验里，混合水和酒精就是施加影响的变量（原因），混合后酒精溶液的密度就是接受影响的变量（结果）。

3. 所有的科学实验里，都需要证明实验发生的现象是只由我们研究的变量的改变造成的，而不受其它的因素干扰。而在实验当中能够帮助我们证明这一结论的步骤就叫做**参照**。

比如：在大家刚刚完成的这个实验里，一些同学认为，液面的下降，是由实验过程中量筒里的水和酒精蒸发了一部分所造成的，并不是因为这两种物质间的引力。

这5支量筒里哪些是用来作参照的？

4. 在所有的科学实验中都需要证明所做的观察是正确的，这样才能得到可信的结论。

那些影响观察可信度的因素有：

误差——比如，在实验中特别需要注意测量的精确性。往有刻度的量筒里加40ml的酒精和40ml的水，如果因为失误在每个量筒里多加1ml，将会得到不同的结果，因而得不到一样的结论。

观察的次数（重复）——为了证实实验结果是正确的，通常至少会对每个实验进行3次重复。所有重复出来的结果中间会有一个平均数。解释一下这是为什么。

5. 在课堂上完成的实验，从科学理论上来说是可信的吗？

在课堂上每个组一般都会完成一个实验，每个实验重复5~6次。这样，根据每组的平均数，就能得到可信的结论了。



知识结构

什么在影响溶解度？

在前面的实验中，我们学到了是什么在决定某些粒子相互溶解。

左边的那一列列出了那些影响大自然和日常生活中物质溶解度变化的因素。而右边列出了已经完成的观察实验，也是我们目前已经推导出的结论。

请把那些对溶解度有影响的变量和观察结果或结论进行连线。可能一个变量会同时连接多个观察结果或结论。请在作业本上把数字和字母的连线写下来。

产生影响的变量		可以证明出变量的观察结果或结论
1. 粒子的种类：如同我们所观察的，不是所有的粒子都能相互溶解的。物质具有的那些影响自身溶解度的属性	●	A. 在海水中大量的被水分子包围的离子，比如钠离子(Na^+)，镁离子(Mg^{2+})，钙离子(Ca^{2+})
	●	B. 当水和酒精混合的时候，溶液的浓度比两者单独分开时各自的浓度都高
	●	C. 饱和溶液中氯化钠的浓度，在 20°C 时为 357g/L 饱和溶液中硫酸钙的浓度，在 20°C 时为 2g/L
2. 溶液中粒子的状态：溶剂中的分子包围着溶质中的分子	●	D. 一些液体的混合物会产生另外一种溶液。但是还有很多其他不互溶的液体（粒子间不成键），当我们试着去混合它们的时候，只能得到分层的液体（比如，油和水）



水的特性

活动1：

用最适合自己的方法来验证水的性质



在前面的活动中，我们把水当作一种溶剂。在这次的活动中，我们要研究水分子的什么特性使水能和自然界以及日常生活中的多种溶液相互作用。

前面5项关于水的特性的活动中，所有的活动都只有一个目的，但是每一项活动会用到不同的方法。

根据下面的说明请选择一种你最喜欢的方法。

选择方式：在每个说明后面，同意的用“√”来标记。得到最多“√”的方法就是最适合你的。



方法1

- 我经常提很多跟方式有关的问题，比如事物怎样运行。☐
- 我能很快地解决算术问题。☐
- 我喜欢数学。☐
- 我喜欢下国际象棋、中国象棋或者其他战略游戏。☐
- 我喜欢解决逻辑推理问题或者其他形式的推理。☐
- 我喜欢把物品按种类排序或者分类。☐

总计_____



方法2

- 我写字比大多数人写得好。☐
- 我喜欢创作或者讲故事和笑话。☐
- 我很喜欢那些语言游戏。☐
- 我喜欢文学。☐
- 我喜欢诗歌，文字游戏，还有那些由同义词组成的词组，等等。☐
- 我喜欢听广播（故事，电台访谈节目，说书，等等）。☐

总计_____



方法3

- 我能检查出乐器是否走音。 ☐
- 我能记住歌曲的旋律。 ☐
- 我会演奏一种乐器/我在合唱队或者乐队里面唱歌。 ☐
- 我会无意识地哼唱歌曲。 ☐
- 我对于周围的声音很敏感（比如，雨点打在屋顶上的声音）。 ☐
- 我听到一首曲子的时候肯定会有反应。 ☐



总计_____

方法4

- 比起课本，我更容易读懂地图和图表。 ☐
- 我喜欢那些跟艺术有关的活动。 ☐
- 因为年龄关系，我能画出复杂的图形。 ☐
- 我喜欢玩智力游戏，迷宫或者其他类似的视力游戏。 ☐
- 我会构造相对而言比较有趣的三维结构。 ☐
- 比起阅读文章，我更喜欢阅读图片。 ☐



总计_____

方法5

- 我在一项或多项运动中表现突出。 ☐
- 我在同一个地方坐上很长时间后，就会坐立不安，四处乱敲，并感到焦躁。 ☐
- 我喜欢把东西拆开然后又把它们安装回去。 ☐
- 我喜欢去触摸每一个我所看到的東西。 ☐
- 我喜欢奔跑，跳跃，搏击或者其他类似的活动。 ☐

总计_____



方法1：5角钱的硬币

实验1：多少滴水可以覆盖一枚5角硬币？

该实验需要以下材料：一个滴管，三个5角钱硬币，一杯蒸馏水。



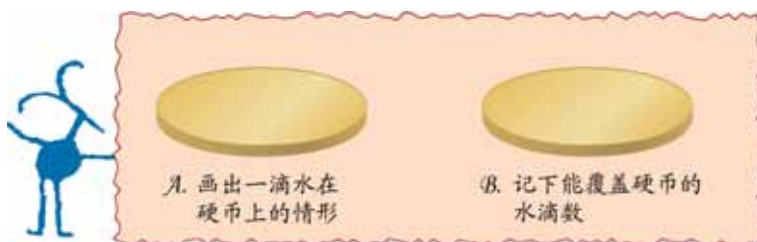
实验步骤：

1. 推测以下多少滴水可以覆盖一个5角硬币。每个小组准备一张填写了各个组员预测数值的表格，并计算出平均数。

组员数目：_____

预测的平均数：_____滴

2. 用滴管把水滴在硬币上并把结果记录在下面的插图中。



结论

把实验结果同预测的平均数相比较。如果结果跟预测的平均数相差较大，试着推断原因。

实验2：多少滴酒精能够覆盖一枚5角硬币？

该实验需要以下材料：一个滴管，三个5角硬币，一杯浓度90%的酒精。

实验步骤：

1. 推测多少滴酒精能覆盖一枚5角硬币。每个小组准备一张填写了各个组员预测数值的表格，并计算出平均数。

组员数目：_____

预测的平均数：_____滴

2. 用滴管把酒精滴在硬币上并把结果记录在下面的插图中。



结论

把实验结果同预测的平均数相比较。如果结果跟预测的平均数相差较大，试着推断原因。

实验3：肥皂的影响

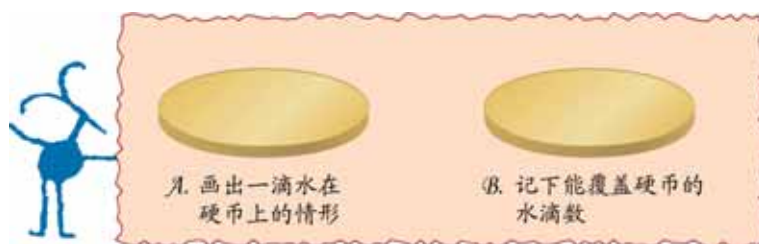
该实验需要以下材料：一枚5角硬币，一个滴管，一杯蒸馏水，一盒去污的肥皂（一种糊状的肥皂）。

实验步骤：

1. 用手指把肥皂涂抹在一枚干燥硬币的表面。
2. 多少滴水能覆盖一枚5角硬币？每个小组准备一张填写了各个组员预测数值的表格，并计算出平均数。

组员数目：_____ 预测的平均数：_____滴

3. 用滴管把水滴在硬币上并把结果记录在下面的插图中。



结论

肥皂是怎样对水起着影响作用的？试着把“魔镜”安置上去，并描述发生了什么现象。

现在大家翻到第107页去看看“魔法尺”的实验。



综述

1. 完成了所有实验以及阅读了关于水的特性的资料之后，大家该怎样来解释水的特殊性质？
2. 不要忘了：阅读第108-110页的说明，试着去解释在这个活动中所发现的水的特性。

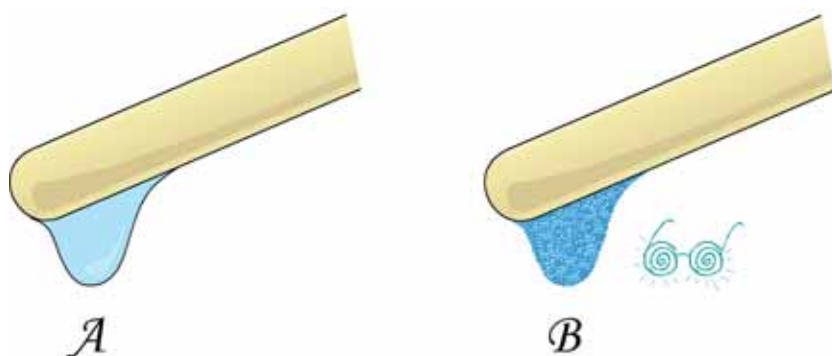


方法2:

实验 1 为什么水不会滴下来？

例如：在下面的插图 A 中我们可以看到一个试管，一端悬挂着一小滴水。插图 B 展现的是想象中的通过“魔镜”看到的图片，是那些共同构成一滴水的粒子。

根据直到现在我们所提出的所有推测和思考，一滴水是一种由大量粒子所组成的液体。水中每一个微小的粒子都是一个自身有重量的个体。尽管它的重量极小，但是每个个体都被另一个个体吸引的物理规律是不会改变的。由于这颗很小的水滴被一个很大的物体——地球吸引着，它使得整滴水被吸引然后落到地面上。



实验步骤:

大家用托盘上的试管和水完成插图上所描述的实验。



思考

为什么一起构成水滴的所有水粒子能在水滴里保持紧密结合？是什么使它们抵挡住地球引力？



观察

实验2 有“魔力”的水

在插图中能观察到一只手正捏着一小团磁铁片。在下一个实验中，会用到一些放在大家面前的材料。

1. 试着分开那些磁铁片。是什么使它们保持一团不动？



思考

2. 为什么那些磁铁相互不会分开，并且不会一个一个地落到地面上，是什么在吸引着它们？
3. “磁铁”的例子能不能启示我们，帮助我们找到“为什么所有构成水滴的粒子能够保持紧密结合”的答案？

现在我们去看看第107页的实验“魔法尺”。



观察

实验3 水有引力吗？

该实验需要以下材料：纸片若干，一把塑料尺，一块棉布。

实验步骤:

1. 放一小片纸在桌子上。如果用干燥的手指去触摸纸片，你相信它会黏在手指上吗？
2. 用一滴水沾湿指尖并用手去摸纸片，这次纸片会粘在手指上吗？
3. 怎样解释这个现象？（以“魔法尺”的实验为依据）
4. 不要忘了：阅读第108-110页的说明，试着去解释在这个活动中所发现的水的特性。



综述

任务：用自己的话来解释关于悬挂的水滴中的“粒子”的实验，举例说明我们在所完成的实验中以及阅读到的信息里所得知的水的特性。



方法3:

实验1：能演奏音乐的手指

该实验需要以下材料：2只杯口较薄的葡萄酒杯，自来水，油。



实验步骤:

1. 将手指尖用水沾湿。现在用手指轻压杯口处，来回快速地运动并描述这样的行为会产生怎样的效果。



思考

2. 是什么造成了这个现象的发生？
3. 用油涂在指尖然后重复该实验。这次也能有声音吗？

现在大家看看第107页的“魔法尺”的实验。



综述

1. 利用装有水的杯子准备一小段音乐表演。
2. 装上“魔镜”并想象一下手指、水粒子和杯子间会发生什么。把你们所设想的写下来并加上击打的音乐旋律。
3. 不要忘了去阅读第108-110页的说明，试着去解释在这个活动中所发现的水的特性。

以刚才大家完成的实验里所发生的现象为根据，准备一个完整详尽的关于水的特性的解释并讲给你的同学听。



方法4:

实验 画家的笔

该实验需要以下材料：一只软毛画笔，画纸，一个杯子，自来水，水彩颜料和一只铅笔。



综述

实验步骤:

把画笔浸入透明的水中。

观察“a”：那些画笔看起来是什么样的？

推测“a”：解释该现象。

实验继续:

把画笔从水中取出。

观察“b”：现在画笔上的那些刷毛看上去是什么样的？

推测“b”：怎么解释这个现象？

实验继续：

在画笔上沾一点颜料，然后用它画点东西。现在尝试在画笔完全干燥以及半干燥的时候画画。

- 为什么画笔的刷毛上会“黏”上一些水呢？
- 鱼鳃会在水中展开，当从水里把鱼捉出来的时候，那些鳃就会互相黏在一起。这种现象对于鱼来说意味着什么？

观察“c”：颜料里的含水量对画的质地有什么影响？在绘画时怎样利用这个性质？

继续，并使你们的画能说明你们所学到的东西。

现在翻到第107页的实验“魔法尺”。



综述

任务：

- 继续画，并且每次画笔的湿度应该不一样。
- 装上“魔镜”并且想象一下画笔的刷毛会怎样。用小塑料丝和小棍做一个立体三维模型来举例说明该现象。
- 不要忘了去阅读第108-109页的说明，试着去解释在这个活动中所发现的水的特性。
- 以刚才大家完成的实验里所发生的现象为根据，准备一个完整详尽的关于水的特性的解释并讲给你的同学听。

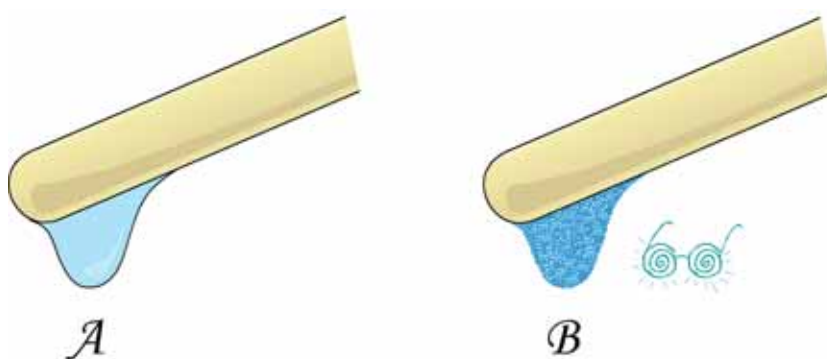




方法5:

现象：在插图“A”中展现在大家面前的是一支悬挂着一小滴水的试管。插图“B”上则是一幅想象图，是通过“魔镜”看到的构成一滴水的所有粒子。

基于直到现在我们得到的所有的反应以及做出的猜测，一滴水是由大量的粒子所构成的液体。每一个微小的粒子都是一个有质量的物体。尽管它的重量极小，但是每个个体都被另一个个体吸引的物理规律是不会改变的。由于这颗很小的水滴被一个很大的物体——地球吸引着，它使得整滴水被吸引，然后落到地面上。



思考

为什么一起构成一滴水的所有水粒子都能够保持互相的紧密连接？是什么让它们联合抵挡住了万有引力？

大家面前有一张露水的图片。很多生物，比如昆虫，会饮用晨露。因为什么原因人们认为露水是圆形的？

现在翻到第107页的实验“魔法尺”。



综述

任务A：

试着用小塑料丝和小棍构建一个悬挂的水滴里面粒子的立体三维模型。

任务B：

用这个模型来介绍一滴水。

任务C：

不要忘了去阅读第108-109页的说明，试着去解释在这个活动中所发现的水的特性。

以刚才大家完成的实验里所发生的现象为根据，准备一个完整详尽的关于水的特性的解释并讲给你的同学听。



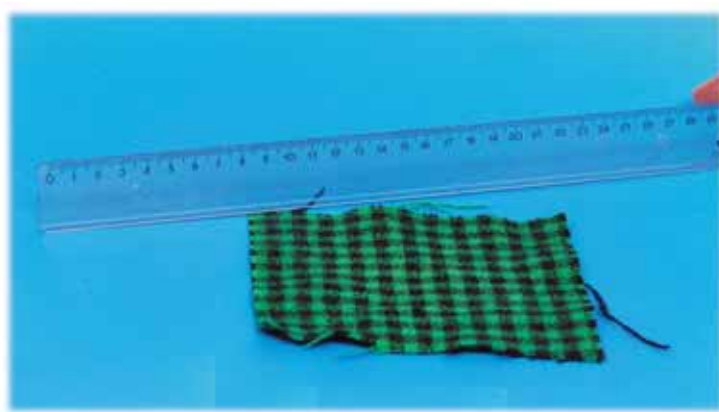


实验

“魔法尺”

大家在之前的实验里用塑料尺摩擦一块羊毛布料，由于摩擦力，碎纸片会互相吸附（如果你们对这个实验不熟悉的话，请你们自己做一遍）。

这个现象的产生是因为摩擦使干燥尺子上面充满了“静电”。我们来看看这种电是怎样影响水流的。



实验步骤：

1. 拧开水龙头直到水能很少量的成股流出。
2. 用尺子使劲在布上摩擦，使它充满静电。
3. 把充满静电的尺子靠近水流，但是不要接触到水。

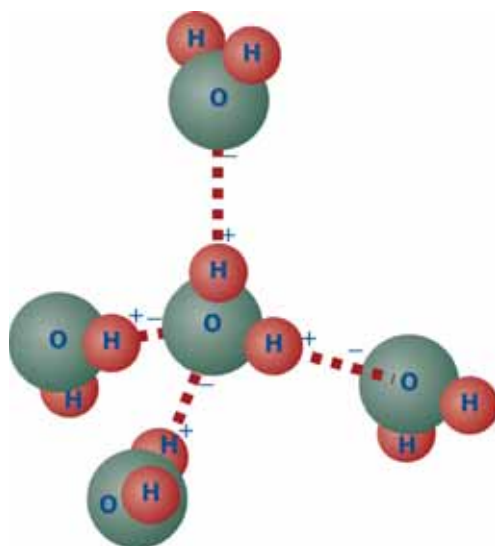
按照科学思维的步骤：“观察，猜想，知识拓展以及总结”来概括大家在活动中的发现。



知识拓展

如果透过“魔镜”观察一滴水，我们可以得知水是由微小的粒子组成的。这些小粒子就是我们所说的分子。每一个水分子都是由两个氢原子和一个氧原子构成的。在化学术语中，水的化学式是 H_2O 。一滴水里含有上百万的水分子。

水的化学式(H_2O)所表达的分子结构在下图中简要地向大家展现出来。



如同图上市见到的，水分子是极性分子。那就是说，水分子里的电子更多集中在氧原子周围，而不是氢原子周围。这造成氧原子显负电，而氢原子显正电。上图向我们展现出当一些水分子聚集在一起时会发生什么。在这种情况下，这些带电粒子将按如下方式产生分子间作用力（相互作用力——引力或斥力）：粒子的正极会靠近另外一个粒子的负极。由于一个粒子上的氢原子与另外一个粒子上的氧原子相互吸引，产生了水分子之间的键，就是所谓的“氢键”。那些在极性分子（水）之间产生的“氢键”就是水分子“黏着性”的原因。



综述

活动概括：

下面，对刚才完成了的实验的解释能帮助大家理解水的特性。在每个解释旁边，写下它对应的是哪个实验以及它回答的问题是什么。

解释“A”：

手指在杯面上不是以一种单一的方式运动的。水粒子和玻璃之间的引力引起了持续不断的跳动。这种不间断的跳动引起了共振，与此同时，产生了声音。小提琴的演奏也是根据这个原理。小提琴演奏者把松香涂在弓弦上，使弓和琴弦之间产生“黏性”。弓在运动中产生了共振，因此也就有了声音。

解释“B”：

存在于水粒子中间的引力不仅表现在手指和水之间，还表现在水和纸之间。“黏性”来源于水粒子的结构。使水粒子互相“黏”在一起的是产生于这些粒子中的引力。水是一种“黏性”物质是因为那些水粒子互相之间强烈的吸引，并且也强烈地吸引那些被水“黏”住的合成物的粒子。

解释“C”：

在水粒子中间存在着引力。如果我们把一支画笔插入水中，粒子间的引力使得水分子进入刷毛中并把它们分隔开来。如果把画笔拿出，水就会因为万有引力滴落下来。仍然留在刷毛上的少部分水在水和刷毛中制造出一种引力，这种引力使得水像是有了一种“黏性”。

解释“D”：

如果我们让水滴在一枚硬币上，它会产生一个球面，就像一滴有高度有体积的水，并且因为粒子间的引力，它不会在硬币表面散开。其他的液体，比如油，在它们的粒子中间引力不大，在滴到硬币表面的时候就会迅速散开，不会形成球面。

解释“E”：

水粒子间的引力就是露水呈球形的原因。由于这种形状，很多昆虫可以喝到那些露水并且能够在沙漠中生存下去。

活动2： 冰冻的水

在之前的活动中我们了解了水作为溶剂的特性。但是，水还具有其他会对地球，尤其是对生物圈产生影响的特殊性质。在接下来的活动中我们会了解固态水的独特性质。



大家面前这幅图就展示了一个正在结冰的湖。这个湖所处地区冬季温度会下降到零下 10°C 。

1. 冬季期间湖中的生物会怎么样？它们能在如此低的温度下存活吗？解释一下。
2. 从哪儿可以推断出，尽管在如此低温下，湖也不会完全冻结，而仅仅是在它的表层部分结冰。试着对这个现象做出一个合理的解释。



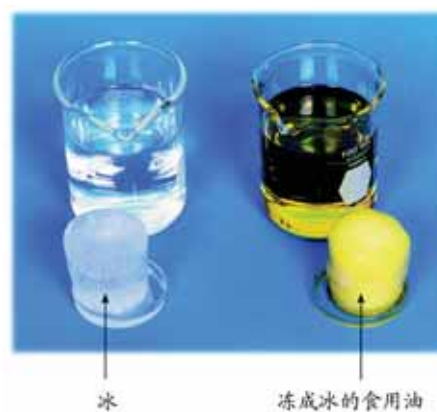
实验

实验1：固态的物质能在同种物质的液体上漂浮起来吗？

该实验需要以下材料：一块冰，一块冻成冰的食用油，一杯100ml的水，一杯100ml的食用油。

实验步骤：

1. 把冰块放进有液态水的杯中。
2. 把冻油也放进有液态油的杯中。





观察

1. 水中的冰块会怎样？
2. 油里面的油块又会怎么样？



结论

1. 实验过后你的结论是什么？
2. 请猜测在这个实验中大家会发现什么现象。



自然界和生活中的大多数物质表现出和油类似的性质。也就是说，当一个物质处于固态时，它通常会沉没在同种物质的液体中。水是一种特殊的物质，因为固态水可以漂浮在液态水上。这个不同寻常的现象被认为是——水的特性。



实验

实验2：当水结冰时它的体积会怎样变化？

该实验需要以下材料：一个有盖的小塑料瓶，水，冰箱，棉线和直尺。

实验步骤：

1. 把瓶子里面装满水并盖上瓶盖。
2. 在瓶身处借助棉线和尺子测量它的周长。在本子上记录下装水后瓶子的周长（单位：cm）。
3. 把瓶子在冰箱冷冻层放上一天。
4. 将瓶子从冰箱中取出，在之前测量的瓶身处再重新测一次周长，记录下装满冰的瓶子的周长是多少。大家思考一下，如果是用玻璃瓶做这个实验，会有什么结果呢？



结论

结论和思考：

5. 对于这个实验你的结论是什么？
6. 试着解释在这个实验中你们所观察到的现象。



综述

作为这个活动的结束，尝试再次回答第110页关于那幅照片所提的两个问题。

- a. 在结冰的湖中生活的生物会怎样？
- b. 结冰以后湖中的水会怎样？

“在冰冻的湖和海中为什么仍然能存在生命？”有兴趣知道吗？

在这次的活动中我们学到：同等质量下，水在固态的时候会比它在液态时体积更大。结果就是固态水能在液态水中漂浮起来。

很难解释这种现象，因为它非常复杂，并且受到水的特性的影响。在结冰的过程中，水分子里面会产生很多键，形成一种新的有序的结构。在这个结构中，水分子之间分隔得很开，比起它们在液体中，会占更大的体积。水的这点特性对于地表上那些寒冷的地区以及自然界都很重要。在冬季，处于冰点的水密度更小（分子之间间隔更大），所以它会变轻然后“浮”到水面上去。水的最上层是最先结冰的，并且由于固体的冰比液态的水更轻，它会一直保持浮在水面，然后产生一个隔离层，避免更深处的液态水结冰。所以水中的生物能够在冰层下面继续存活。

如果水和其他物质一样，固态的密度比液态的更大，那么每次最上层的水结冰以后都会沉到海底或是湖底。这个过程将会造成整片水域的冻结，而这里面的水生生物也可能全部丧命。



知识框架

我们已经学到了一些知识。它们有的介绍了水的特性，有的告诉我们水在一些自然或日常生活现象中扮演着重要的角色。现在，请你从以下4种方式中任选一种来组织综合这些知识。

- a. 叙述
- b. 绘图
- c. PPT制作
- d. 概念示意图



知识拓展

云的形成



云形成的过程是水循环非常重要的一个环节。云的形成需要满足以下几个条件。

1. 水
2. 作为凝结核的灰尘粒子
3. 气温或者气压变化

云是怎么形成的？

云的形成有如下几个过程。

1. 水的蒸发。太阳把潮湿的地面或一滩水晒热了，水就会蒸发（从液态到气态）。
2. 水的上升。水蒸气上升到低层大气中，这里温度较高。
3. 水的凝结。水蒸气在处于一定高度时凝结（从蒸气变成液态或者固态）。这是由于温度或者气压（低气压）的变化。这样便形成了各种各样的云。

在下面的网址中你们可以看到一个免费的视频（英语解说）。它可以使你们更好地理解云形成的过程。

http://www.expertvillage.com/video/165694_make-cloud-bottle.htm.