

# 国际化学年全球实验

## 地球的 pH 值

这一资料中含有地球 pH 值测试活动的内容，地球 pH 值的测试活动是 2011 年国际化学年全球实验的一部分。

在这一活动中，学生从当地水资源中取水样，学生用彩色测试指示剂溶液测定样品的 pH 值。学生测试的平均值将报告在全球实验的数据库中，同时提供学校和水样的信息。

### 内容：

- 向全球数据库提交数据的说明
- 针对教师的活动说明
- 班级结果表
- 针对学生的活动表
- 教师记录
- 对这一活动的支持建议
- 样表
- 指示剂的颜色图标和 RGB 指示剂的颜色表

### 向全球实验数据库提供实验结果

以下信息应该提供给数据库，如果在其他活动中已经提供了学校的详细资料，请与以前提供的资料进行链接

取样日： \_\_\_\_\_

当地水源： \_\_\_\_\_（例如：尼罗河）

当地水源的 pH： \_\_\_\_\_

水的性质： \_\_\_\_\_（淡水、咸水、河水、海水等）

水温： \_\_\_\_\_（pH 值测试时的水温）

参与活动的学生人数： \_\_\_\_\_

学校/班级注册号： \_\_\_\_\_

## 针对教师的活动指导

### 实验大纲:

学生应该分组测试当地水源的 pH 值。这一活动包括的三部分:

- 测试当地水资源的 pH 值
- 分析数据并且将数据报告给全球实验数据库。

### 方法

#### 部分 A - 测试当地的水源

1. 将取样瓶编号 1—6, 在每个瓶子 0.5cm 深处做标记。
2. 在当地水源处取样, 每次取样分别放入 3 个取样瓶, 每瓶水深到标线处。
3. 将每个取样瓶中加入 3 滴酚蓝指示剂, 摇动样品瓶, 使溶液充分混合。
4. 将取样瓶与比色卡比对, 记录每瓶的 pH, 精确到小数点后一位。
5. 如样品 pH 大于等于 7.6, 用酚酞指示剂重复实验, 记录 pH, 精确到小数点后一位。

#### 部分 B - 结果的分析与提交

6. 比较并得出那一种指示剂测出的 pH 更准确。
7. 用准确的数据计算样品 pH 的平均值。
8. 将得出的结果填入班级结果表。
9. 当所有结果都填写完毕后, 计算全班对当地水源 pH 测试的平均数。
10. 在老师的帮助下将对当地水源的班级平均结果提交到全球实验数据库。

#### (可选其它水样)

11. 如想测试其他水源样品, 重复实验步骤的第一, 第二部分。
12. 在测试间将取样瓶充分清洗干净, 以防对样品的污染。

### 材料

- (6 个样品容器) (6 个白色的或透明的能盛 1 厘米深的溶液)
- 一个滴管
- 一个洗瓶
- (溴麝香草酚蓝色指示剂) (可以根据工具箱中提供的原料和说明自制)
- 间甲酚紫指示剂 (可以根据工具箱中提供的原料和说明自制)
- 指示剂的色彩图表
- 当地水样

#### 选做

- 其它水样
- 广泛指示剂

## 班级结果表

记录学生测出的当地水源的 pH（与其它水源的结果—见教师指导）。记录将提交给全球实验数据库的附属数据。

实验小组	水样					
	当地水源	A	B	C	D	E
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
平均值						

当地水源: \_\_\_\_\_

水的性质: \_\_\_\_\_

取样日期: \_\_\_\_\_

水温: \_\_\_\_\_

参与学生人数: \_\_\_\_\_

## 学生讲义

在此次活动中你将测量当地水源的 pH（酸碱度）。pH 数据可以使你比较不同水源的区别。在这次活动中，你可以将你测得的数据与世界各地学生的数据进行比较。

### 部分 A - 测试当地水源

- 将取样瓶编号 1—6，在每个瓶子 0.5cm 深处做标记。
- 在当地水源处取样，每次取样分别放入 3 个取样瓶，每瓶水深到标线处。
- 将每个取样瓶中加入 3 滴酚蓝指示剂，摇动样品瓶，使溶液充分混合。
- 将取样瓶与比色卡比对，记录每瓶的 pH，精确到小数点后一位。
- 如样品 pH 大于等于 7.6，用酚酞指示剂重复实验，记录 pH，精确到小数点后一位。



试验次数	指示剂	当地水资源	水样来源				
			A	B	C	D	E
1	酚蓝						
2							
3							
4	酚酞						
5							
6							
平均值							

### 部分 B - 分析和提交实验结果

- 比较并得出那一种指示剂测出的 pH 更准确。
- 用你认为较好的指示剂测出的结果计算你所测水样的 pH 值。
- 将你得出的结果填入班级结果表。
- 当所有结果都填写完毕后，计算全班对当地水源 pH 测试的平均数。你们得出的数据将会提交到全球实验数据库。

---

## 教师指导

化学包含我们大家，与我们身边的一切。对化学的探索会将我们带入一个及有趣又实用的世界。酸是最早被我们了解的化学物质之一，它化学性质的运用无处不在，小到厨房，洗衣间，大道工厂，实验室我们都能见到酸的存在。

这项活动可以让同学们通过对了解日常供水中 pH 的运用，更深度的探究酸的含义。学生们将会学习一种测量 pH 的方法，并学会检测这种方法的可信度。他们可以将得出的数据将会提交到全球实验数据库，并与世界各地学生的测量数据进行比较。

---

### 开展地球的 pH 值活动

以下内容将协助教师在班级中开展地球的 pH 值这一活动。主题如下：

- 活动的举办与意义
- 学习成果
  - 小学
  - 初中
  - 高中
- 所需材料与设备
- 安全
- 提前准备
- 背景知识介绍：pH 与酸碱度
- 辅助活动

### 活动的举办与意义

这次活动的结果将会作为现有相关工作的一部分。但是老师们可以利用这一机会让学生参与这一国际科学实验。

活动指导只是为教师们提供一种选择。老师可以根据教学的时间，学生的理解程度等来开展最适合所在班级的活动。

### 学习成果

科学步骤：

- 测量数据，评估数据的准确性
- 根据所在环境，水源状态等因素诠释数据。
- 提出有科学性的问题。
- 进行科学调查。

化学背景知识：

- 酸与碱
- 有酸碱参加的化学反应
- pH 酸碱度的表示

**针对小学学生** -对于小学生来说，此次活动给学生提供了一次很好的机会让学生使用仪器，记录实验数据，学会比色技术。

为了了解这次活动中涉及的分析化学概念，学生应对小数与平均数有初步理解。

酸碱度是十分重要的化学概念之一。学生通过食物，家庭化学试剂等对此概念已经有了深刻的印象。

此次活动可以让学生分辨物理与化学反应的不同，也会成为学生接触化学反应的最早经历之一。

老师在讲解 pH 时，最好将它当作一种测量的工具，不要提及它的化学原理。但是，给学生讲解低 pH 是酸性是不可避免的。

教师可以将重点放在探究 pH 值图的意义。pH 为 7 是中性，比 7 靠下（小）为酸性，比 7 靠上（大）为碱性。

学生可学到有用的知识如：pH 比 7 大或小的物质有时可能非常危险，而离中性越远，危险性越大。

**针对初中学生** -教师讲解时可包含氢离子 (H<sup>+</sup>) 或 (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)，和一些简单的化学反应方程式。

**针对高中学生** -教师讲解时可包含强酸与弱酸，化学平衡等概念。如果可能，教师可介绍用 pH 测量溶液的 pH。

## 材料与设备

**水样:**取水时可用塑料瓶（1.5 升即可）。如需保存样品，样品应放如冰箱。在取用时应先使其放置至室温，打开后快速取用。

所取水源可能来自海中，河中，湖中，或池塘中。但请尽量在可被识别的地区取水，这样不同学校的学生可以将测量数据进行比较。取水时间尽量接近测量时间。

如果学生想测量其他当地水源，教师可以让学生在课下收集好样品后带到学校。教师应确定有一些广泛指示剂，以防学生带来的样品超出普通水源的 pH 值。

**指示剂:**溴麝香草酚蓝色指示剂经常被用来测试淡水水族箱，请到相关商店购买。间甲酚紫指示剂经常被用来测试海洋水。

小学教师如果在制作指示剂时需要帮助，可与当地高教师联系。

### **溴麝香草酚蓝色指示剂的制作方法:**

将 0.1 g 溴麝香草酚蓝色溶解到 16 mL 0.01 M 的 NaOH 中。完全溶解后，缓慢加入 234 mL 水（最好是蒸馏水）。在室温下保存。

### **间甲酚紫指示剂的制做方法:**

将 0.1 g 间甲酚紫溶解到 26 mL 0.01 M 的 NaOH 中。完全溶解后，缓慢加入 224 mL 水（最好是蒸馏水）。在室温下保存。

## 安全

在这次活动中所使用的材料已经稀释，不存在危险。但是，固体指标如果吸入可能引起过敏。教师配置指示剂时应该小心,之后应认真洗手。

## 测试工具

测试工具包括:

- 两种指示剂的样品: 0.1 g 溴麝香草酚蓝色指示剂与 0.1 g 间甲酚紫指示剂经各装在小塑料袋中。
- 每种指示剂的比色卡。

说明:

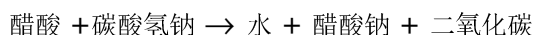
- 实验说明
- 指示剂制作, 比色卡应用说明。

## 背景知识 – 酸度和 pH

人们最早通过化学反应学到的物质是酸。很多酸是家庭用品的重要成份, 如醋, 盐酸, 柠檬酸。其他酸, 如硫酸与磷酸, 是工业中必不可少的原料, 每年几百万吨的酸被生产后用于各种地方。

酸可以与一种叫做碱的物质反应。碱虽然没有酸那么被人所知, 但是它同样是一种重要的物质, 它包括氨碳酸氢钠和烧碱(氢氧化钠)。世界上有上千种已发现的酸与碱, 他们许多是天然形成的, 并且是人类生命的重要的一部分。

大部分酸碱反应在水中进行。水的一大特别之处在于它既可以算作酸, 又可以算作碱。因为水的这种性质, 因为水最普通却最重要的物质之一, 人们将水作为酸与碱的分界线。所以对于酸来讲, 水是碱, 对于碱来讲, 水有时酸。纯净的水, 和与水有相同酸碱度的溶液被规定为中性。酸碱反应常被称为中和反应。



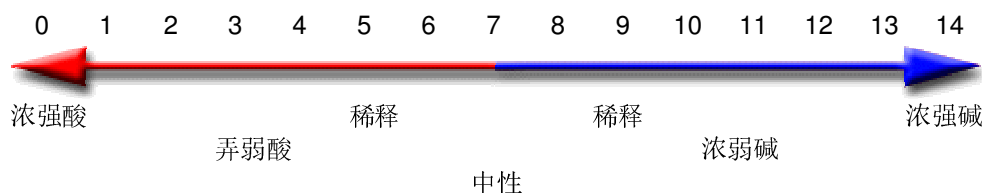
很多酸碱反应发生在烹饪中, 我们的细胞里, 大自然中

**酸的强度** - 酸碱与水反应的程度决定了酸与碱的强度。盐酸, 最常见的强酸之一, 在人们的胃中, 在五金店里都能被找到。它可以完全的与水反应。其他酸如醋酸, 只有少部分与水反应, 它们被称之为弱酸。碱可以用相同的方法被分为强碱和弱碱。

对酸的强度的认识十分重要, 因为它很大程度上决定了这种酸的化学性质。比如, 高浓度的盐酸可以用来清洁水泥残渣, 但高浓度的醋酸效果就不好。稀释酸溶液会降低溶液的酸性, 所以人们常用水来稀释溶液, 降低洒出来的酸碱的破坏性。

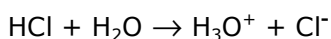
**pH 标尺** - pH 标尺是用来测量溶液的酸碱度的重要工具。常见溶液的 pH 一边在 0—14 之间。pH 越低, 酸性越大。

### pH 标尺



强酸拥有最低的 pH, 而对如硫酸这样的强酸来说, pH 也可能程负值。强碱有最高的 pH, 有些可能比 14 大。而纯水是中性的, pH 一般是 7, 但是水的 pH 会随温度变化而变化。

pH 标尺是经过测量后制作的, 它的确定是通过测定酸与水的反应程度。以盐酸为例:



氢离子—上述产物为离子（带电粒子）， $\text{H}_3\text{O}^+$ （氢离子）代表酸性。

酸成为有用的物质的原因之一就是常见的都可以产生氢离子，因而酸有许多相同的性质。

对盐酸来说，它在水中完全电离，所以它是一种强酸。对醋酸来说，溶液中只能产生很少的氢离子，而大多醋酸分子以非电离的状态存在。

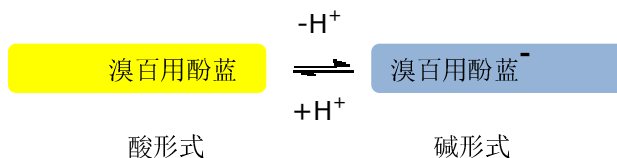
pH 的测量涉及到氢离子浓度。因为数据的范围很大，所以人们运用对数值计算 pH:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$$

这意味着 pH 为 8.5 的溶液中氢离子的浓度是 pH 为 5.5 溶液的一千分之一。（水的正常 pH 范围）

测量 pH 一最常用来测量 pH 两种工具是指示剂与 pH 计。

指示剂是有颜色的弱酸，它们在进行酸碱反应时失去氢离子，同时改变颜色。这种反应一般是可逆的，所以指示剂有两种分子形式：酸性式与碱性式。



### $\text{H}_3\text{O}^+$ 或 $\text{H}^+$

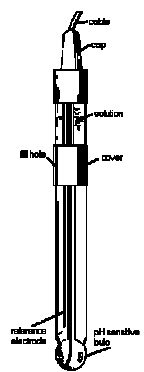
通常情况下，酸是指  $\text{H}^+$  离子的浓度，而不是  $\text{H}_3\text{O}^+$  离子。这是根据使用的方便性和传统来讲的，然而氢离子在水溶液中是不存在的，这一术语可以相互转换。

指示剂颜色的变化通常以氢离子浓度的 10 倍为界，而对 pH 来说那就式 1 的不同。

测量范围更广泛的指示剂溶液，如广泛指示剂，是由多种指示剂混合而成的。

pH 计 — pH 计是通过测量 pH 敏感玻璃电极的电势来得到 pH 值的。pH 计上的玻璃膜很容易被损坏，所以只有被小心储藏、操作的 pH 计才有可能拥有两年，或以上的使用寿命。

电极随着时间而发生变化，所以 pH 计需要定期的校对。校对时需要用到已知 pH 的缓冲液。通常缓冲液是将酸与碱混合得到的一种弱酸。缓冲液通常需要按照配方配置，或购买片剂或液态的成品。



## 解读 pH 值

在此次活动中获得的 pH 值需要被小心的解读，因为光强，温度，测量方法的不同造成数据的不确定性。而样品水源也同样有很大的不确定性，通常 pH 在 6.5 到 8.0 之间。海水的离子起到缓冲作用，所以海水的 pH 范围相比之下要小，在 8.1 到 8.4 之间。

温度的变化会造成样品溶液 pH 的变化，同时造成 pH 感应器的变化。尽管当温度在 20-25°C 时这些变化是很小的，但在极端温度下 pH 的变化将会增大。

对天然的水来说，在一天当中，pH 值也会变化。而造成这一变化的是水中的生物。生物呼出的二氧化碳使水的 pH 降低。白天时，pH 值升高，因为进行光合作用的生物降低水中二氧化碳的量。

地理环境也会影响当地水源的 pH。大理石的出现可以在很大程度上升高水的 pH。以海洋为例，大理石与其他形式的碳酸钙是海水 pH 为 8.3 的重要原因。但因气候变化造成大气中增多的二氧化碳溶入大海，同时造成 pH 的降低（很小的降低）。



---

## 附加活动

---

以下活动可以让学生更深入的了解酸碱度与 pH 值的概念。

- 改变 pH 值 — 用实验来确定 pH 在不同环境中的稳定性。如：向样品中吹气。
- 每日生活中的 pH 值 — 测量日常生活中液体的 pH 值。测量一些有趣的物质，如：土壤。
- 天然指示剂 — 探究家中自制指示剂，如：红白菜汁。
- pH 值的变化 — 测量水中 pH 值的自然变化（24 小时），如下雨后的变化等。  
其它相关的活动。

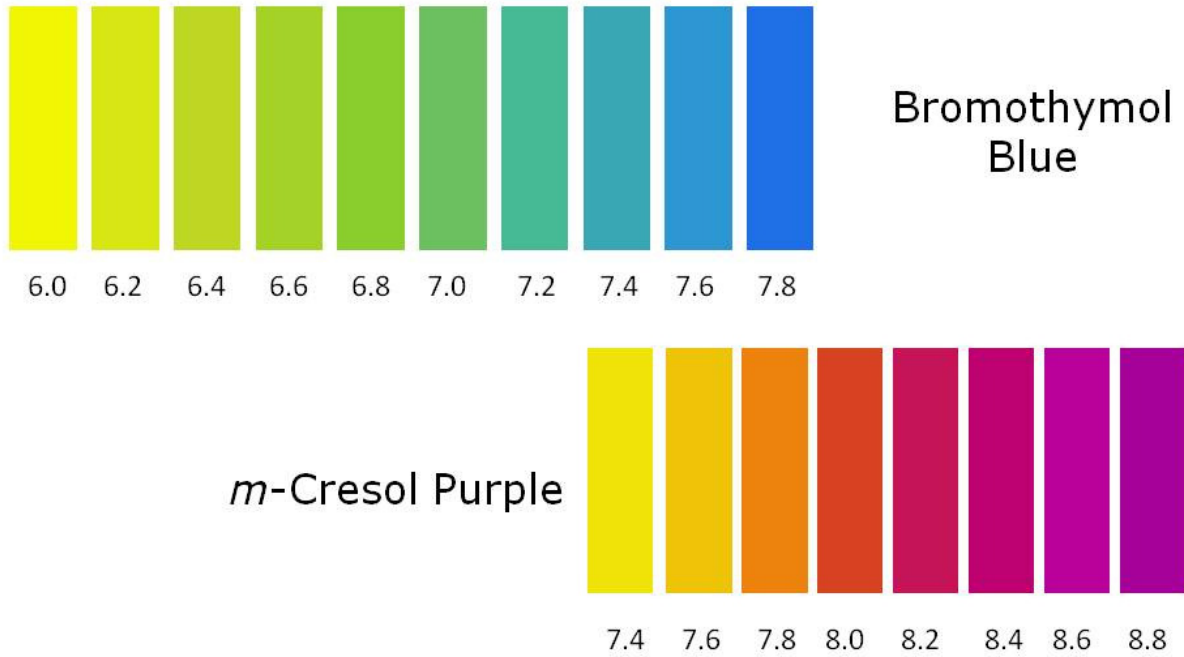
## 班级结果表（实验数据）

- 在此处记录学生们测量当地水源的平均 pH 值与其他水源的数值（请见教师指导）
- 以下是 25 个 11 岁巴黎学生根据前文方法测得的数据

小组	水样的类型					D	E
	当地水源 湖	A 自来水	B 鱼塘	C 海水			
1	6.7	8.0	6.6	8.1			
2	6.9	7.9	6.5	8.0			
3	6.5	8.0	6.6	8.1			
4	6.7	8.0	6.7	8.2			
5	6.7	8.4	6.4	8.0			
6	6.9	8.1	6.3	8.0			
7	6.8	7.7	6.3	8.4			
8	6.8	8.0	6.5	8.1			
9	6.8	8.1	6.7	8.4			
10	6.7	8.1	6.7	8.3			
11	6.8	8.2	6.5	8.3			
12	6.6	7.8	6.6	8.1			
13	6.6	7.8	6.4	8.1			
14							
15							
平均值	6.7	8.0	6.5	8.2			

- 当地水源: Brisbane River opposite Oxley School (在 Oxley 学校对面的 Brisbane 河)
- 水的性质: 淡水
- 取样日期: 14/02/2011
- 水温: 23.5 °C
- 参与学生人数: 25

## 两种指示剂的颜色图标



## RGB 指示剂的对照表

pH	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8
Bromothymol blue	241 231 19	216 231 19	189 215 35	165 210 38	137 206 44	108 192 95	70 185 149	57 166 180	44 150 210	30 110 230					
m-Cresol purple								240 227 7	239 195 7	237 130 13	215 66 35	198 20 88	189 1 113	186 2 154	166 2 154