

组成百分比和经验公式实验

介绍:

质量百分比显示了每种物质在整个样品里的含量。这个算法使科学家们能够分析和识别未知物质。

I) 目标:

找到水合物硫酸镁和水的经验公式和质量百分比（通过重量）。

II) 材料:

- 秤
- 本生灯
- 坩埚和盖子
- 坩埚钳
- 硫酸镁和水
- 蒸馏水
- 滴管或微量移液器
- 环形和管状三角
- 环形架
- 抹刀
- 搅拌棒，玻璃
- 称重纸

图表:



化学品单

名字 (公式)	物理和化学性质	安全隐患
硫酸镁 (MgSO4)	白色结晶 溶于水 固体, 无味, 密度是2.66克每毫升 (g/ml) 熔点是1, 124摄氏度	这个物质的粉尘 对粘膜有刺激性

一氧化二氢（水） (H2O)	无味, 熔点是0摄氏 度,沸点是100摄氏 度 容热量和发热量汽 化和聚变 对眼睛和皮肤无刺 激	食用无(如使用正常 的话.
III) 过程: 透明的液体		

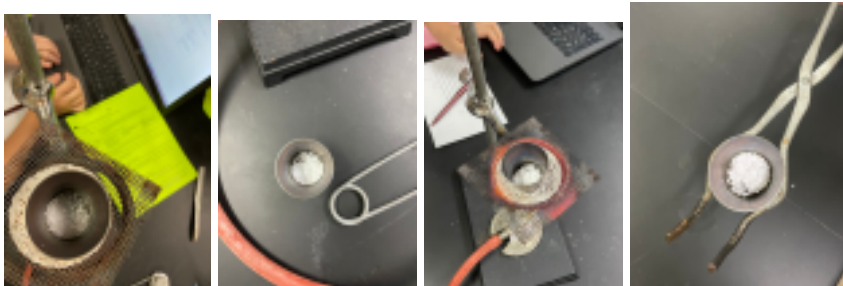
- 1)为了求去除坩埚重量之后水合物质量的变化，我们需要用一个以克为单位的天平来找到空坩埚的重量。为了能更好的观察物质质量的变化，我们需要把结果精确到小数点后两位，17.38克。
- 2)用勺子将1.640克的水合物放入杯中然后重新称量坩埚，应得到19.00克。
- 3)在铁环上放一个三角工具，将环夹移离本生灯一英寸，然后打开本生灯。.
- 4)用钳子将坩埚放在三角形工具上并让火焰加热。确保坩埚的每个地方都被烧到，而不仅仅是单个部分。如果水合物开始冒烟，把火调小。
- 5)在加热2分钟，6分钟时，3分钟时取出坩埚并冷却。
- 6)把坩埚放在桌子上。把手背放在坩埚上方来感受是否冷却。坩埚冷却后，再

次称量坩埚。

7)第三次加热后，坩埚的质量应该稳定在18.16克，即蒸发完成。

IV) 观察和数据收集

观察: 通过加热坩埚，里面的水合物会开始融化，从原来的半透明固体变成白色固体。反复加热后，水合物中的水分会蒸发，导致了坩埚的质量下降。从原本的19.00克到结束时的18.16克。



加热前，第一次加热，第二次加热，第三次加热后的数据：

热力	热力，时间，火焰距离	坩埚的质量
第一次加热	2.000分钟 1 英寸高于火焰顶部	18.46克
第二次加热	6.000分钟 1 英寸高于火焰顶部	18.16克
第三次加热	3.000分钟 1英寸高于火焰顶部	18.16克

V)数据分析

求水合物 MgSO_4 和 $n\text{H}_2\text{O}$ (n 指摩尔质量未知) 的水合化合物的组成, 使用此公式:

$$\text{一个元素的\% 组成} = \frac{\text{此元素在整个化合物里的质量}}{\text{整个化合物的质量}} \times 100$$

未知值

- 1) 水合物的质量 ($\text{MgSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) 1.620克
- 2) $n\text{H}_2\text{O}$ 的质量: 0.840克
- 3) MgSO_4 的质量: 0.780克

已知值

空坩埚的质量 = 17.38克

坩埚 + MgSO_4 + $n\text{H}_2\text{O}$ = 19.00克

在水蒸发之后: 坩埚 + MgSO_4 = 18.16克

$$(\text{坩埚} + \text{MgSO}_4 + n\text{H}_2\text{O}) - \text{空坩埚} = \text{水合物的质量: } 19.00 - 17.38 = 1.620 \text{ 克}$$

$$(\text{坩埚} + \text{MgSO}_4 + n\text{H}_2\text{O}) - (\text{坩埚} + \text{MgSO}_4) = n\text{H}_2\text{O}$$
$$19.00 - 18.16 = 0.840 \text{ 克}$$

$$(\text{水合物的质量}) - (n\text{H}_2\text{O} \text{ 的质量}) = \text{MgSO}_4 \text{ 的质量}$$

$$1.62 - 0.84 = 0.780 \text{ g}$$

用第三次试验来计算经验公式:

MgSO₄: 0.780 克/ 120.365 摩尔/克= 0.0067摩尔

H₂O: 0.840 克/ 18.02 摩尔/克=0.0466 摩尔

n的结果:

MgSO₄:0.0067摩尔/0.0067=1 摩尔

H₂O:0.0466摩尔/0.0067摩尔=6.955摩尔

1MgSO₄·6.955H₂O

使用经验公式来计算水合物中MgSO₄和H₂O的组成, 应使用这个公式:

一个元素的% 组成 = $\frac{\text{此元素在整个化合物里的质量}}{\text{整个化合物的质量}} \times 100$

MgSO₄·7H₂O的摩尔质量=24.31+32+16.00+7{10.01(2)+16.00}=246.51克/摩尔

$\frac{18.02(7)}{246.51} \times 100 = 51.17\%$
246.51克/摩尔 MgSO₄·7H₂O

$\frac{120.365}{246.51} \times 100 = 48.88\%$
246.51克/摩尔 MgSO₄·7H₂O

准确度:48.88+51.17=100.05%

%组成的结果: MgSO₄= 48.88% H₂O=51.17%

VI) 讨论

这个实验的主要目的是在只知道物质重量的基础上，找到它的经验式，进而更深入地找出水合物中各化合物的组成。本实验主要采用加热时物质转化的方法。水合物是 $\text{MgSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的总称。水合物中的水燃烧到一定热量后，会蒸发成气体，然后挥发到空气中。我们可以使用被蒸发掉的水的重量来推断水合物的质量， MgSO_4 的质量，和 H_2O 的质量。以上是我们需要用来计算公式的数据。

在准备实验材料时，我们需要列出所有可以用来方便后面的人遵循我们的实验程序的东西。然后我们需要画一张图表，说明工具是如何使用的。最重要的是这些工具必须保持清洁干燥，否则轻微的杂质会导致后续实验出现偏差。

在获取这个数据的实验步骤部分，我总结了一些使数据更准确的方法和犯的错误。打个比方，加热时要保证整个坩埚受热均匀，否则会导致部分水没有被蒸发，这点对实验结果有很大的影响。需要注意的是，每次测量都必须等待称归零后才可以称重。这是最重要的一点，也是最容易被忽视的一点。测量受热物质时，需要等坩埚冷却后再进行测量。这也是为了确保数据的准确性。因为在坩埚还没完全冷却的情况下，里面的水还在挥发中，会导致一个不稳定的数据。这是一个我们犯的错误。我们没有让坩埚完全冷却，所以对实验的结果有着不确定性。在水合物经过多次加热之后，内部的水分会完全蒸发，物质的重量就会稳定在一个恒定值。此时坩埚中只剩下 MgSO_4 ，然后从这个重量中减去空坩埚的重量，就可以得到水的重量。实验所消耗的时间在我们预期的范围，我们估计大约需要十分钟。最后，我们确实是在十分钟内得到了物质的重量（水已经被蒸发了），也就是第二次加热后的重量。但为了继续确认水是否完全蒸发，我们进行了第三次加热。当我们得到同样的数据时，就代表数据是比较准确的了。我想说的是，在实验中，至少需要两条数据才能得到两个相等的重量，才能确保水全部蒸发。

在收集实验数据之后，如何整理/分析也是一件很重要的事情。我们需要列出获取数据的所有条件。比如加热时间，次数，物体的重量和离火焰的距离，这些东西取值的不同会影响公式最终计算的准确性。我们需要站在别人的角度去思考，他们需要什么条件才能使这个实验合乎逻辑，并且可以被严谨地研究和应用。

一切准备就绪后，我们有了所有需要的数据，就可以开始将数据带入公式，计算出水合物 MgSO_4 和 H_2O 水合化合物的质量百分比和经验公式。首先，我们需要知道经验公式，然后用这个式子来计算百分比成分。因为我们现在的数据是某种化合物的重量，但是元素的%组成 = (化合物中元素的总质量) / (化合物的总质量) $\times 100$ 。所以我们需要计算每种化合物有多少摩尔才能知道化合物的总质量。回到第一步，我们需要应用的原则是现有化合物的重量除以化合物的摩尔质量，但是分子式是已知的，所以最后我们需要把它放在每个化合物的最小1摩尔。如果摩尔比仍无法接近整数，我们需要将其乘到整数。之后，我们可以将数据导入到百分比公式中。在计算时，我们需要注意有效数字，每个值的小数点必须从头到尾都相同，并且有效数字越多，最终计算的结果越精细。我建议数值要细到至少四位有效数字，因为我发现如果只细到三位数，那么我们会得到一个不准确的经验公式。

VII) 误差分析

$$(6.955-7)/7 \times 100 = 0.64\%$$

误差 1: 在称质量时，我们只精确到4位有效数字的值，因此经验公式的计算并不那么准确。

解决方案: 因为我们只精确到四位有效数字，计算过程中不可避免的的四舍五入会导致最终结果的变化非常大。所以为了避免这种事情的发生，我们最好把数值精确度到五位有效数字以上。

误差 2: 称量时，我们没有完全冷却杯子，导致测量的数据会有一些偏差，这会导致计算时最终数据出现偏差。

解决方案: 因为我们没有完全冷却杯子，在这个加热过程中应该蒸发的水没

有完全蒸发，导致得到的 MgSO_4 和 H_2O 的质量不准确，最终导致计算出现偏差。为了避免这种情况，我们应该将杯子放在桌子上冷却五分钟，拿手心确保冷却之后再测量数据.