

Suggestions on Establishing Chemical Common Sense through Experimental Phenomena

Haiguang Luan Yuyan Ni

Shandong Hengbang Smelting Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264100, China

Abstract

The correctness of chemical knowledge is related to the correctness of an experiment and even more to the success of a process. The laboratory observed the phenomenon of reaction in the actual test and found that some theoretical common sense did not accord with the actual research. This study makes us realize that when we use the wrong theoretical common sense as the theoretical basis for our research, it is to a large extent a deviation from the direction of the research, which will result in passive laboratory research, it also hinders the development of the process. This paper through their own practical research experience, give specific examples, some of the chemical theory of common sense and practice does not match the phenomenon explained, in the hope that we abandon the so-called theory of common sense is the authority of knowledge, in the use of theoretical common sense, the first to test it. So in the practical application of chemistry, we will go smoothly.

Keywords

laboratory testing; theoretical knowledge; practical application

通过实验现象来建立化学常识的建议

栾海光 倪誉晏

山东恒邦冶炼股份有限公司, 中国·山东烟台 264100

摘要

化学常识的正确与否, 关系着一个实验的正确与否, 更关系着一个工艺的成功与否。实验室在实际的检测化验中观察反应的现象, 发现有些理论的常识与实际研究中的不符合。这一研究让我们认识到, 当我们以错误的理论常识来作为理论依据, 去进行研究时, 在很大的程度上是会偏离方向的, 其会对实验室研究造成被动, 也对工艺的开展造成阻碍。论文通过自己的实践研究经验, 举出具体的例子, 将某些化学理论常识与实际不符合的现象进行说明, 以希望大家抛弃所谓的理论常识就是权威的认知, 在使用理论常识时, 先对其进行验证。这样在化学实际的应用中, 我们才会走得顺畅。

关键词

实验室检测; 理论常识; 实际应用

1 引言

实践是检验真理的唯一标准, 理论与实践的统一是马克思主义的一个最基本的原则, 任何理论都要不断地接受实践的考验, 化验方面的理论常识也不例外。论文对部分理论常识进行了实验室的研究, 发现有些理论常识与实际的不相符合。因此, 写此论文, 将自己的研究心得和经验阐述, 以希望能引起重视。下面举例说明部分理论常识与实际应用不相符合的现象^[1]。

2 以硫化氢与铜离子、铁离子反应的现象, 来验证理论常识的正确与否

2.1 硫化氢与金属离子测定的总步骤

第一步是采用国标 GB/T 23937—2020 中的方法, 测出

硫化氢钠溶液中硫化氢钠的含量^[2]。即称取 10g 硫化氢钠溶液于 500mL 容量瓶中, 加入 20mL 纯水, 加入 15mL 氯化钡溶液, 摇匀, 静置 10min 后, 定容、过滤(保留滤液)^[3]。移取 25mL 滤液于 250mL 锥形瓶中, 加水冲洗杯壁至溶液为 40mL。加入茜素黄 GG-百里香酚蓝指示剂, 用盐酸标准溶液滴定至溶液由绿色变为蓝色为终点^[4]。再加入 5mL 中性甲醛溶液, 加入酚酞指示剂, 继续用盐酸标准溶液滴定至溶液红色消失为终点。求出硫化氢钠的含量。同时, 将保留的硫化氢钠滤液装入滴定管中, 等待测定第二步。

第二步金属离子与硫化氢钠的反应。移取一定浓度的金属离子溶液于 250mL 锥形瓶中, 加入少量纯水, 用滴定管中的硫化氢钠滤液进行滴定, 并同时用 pH 计监测其 pH 值的变化。

2.2 硫化氢钠测定硫酸铜的实验

分别移取浓度为 0.0200mol/L 的硫酸铜溶液 10mL, 五份于锥形瓶中。在 pH 计监测下, 用硫化氢钠(26.77%)溶

【作者简介】栾海光(1978-), 男, 中国山东烟台人, 工程师, 从事有色金属及矿物的测试分析研究。

液进行滴定。其中三份硫酸铜溶液直接采用硫化氢钠溶液滴定，另两份硫酸铜溶液中先分别加入 1.1mL、2.0mL 的 0.1mol/L 的盐酸溶液，再用硫化氢钠溶液进行滴定。

总述：在滴定的过程中，会发现 pH 计的 pH 值是在不断地下降的，并伴有黑色沉淀的生成。当 pH 值达到最低点后，再继续用硫化氢钠溶液进行滴定 pH 值会升高，在 pH 值为 7.0 左右时停止滴定。

因为硫化氢钠滴定铜离子，硫化氢钠是一滴一滴滴入锥形瓶中的多量的硫酸铜溶液中，就相当于硫酸铜过量，硫化氢钠少量，发生 $\text{Cu}^{2+} + \text{HS}^- = \text{CuS} \downarrow + \text{H}^+$ 的反应^[5]。

具体分析：从表 1 中发现，实验在向同样 0.0200mol/L 10mL 的硫酸铜溶液中分别加入 0mL、0mL、0mL、1.1mL、2mL、0.1mol/L 的盐酸溶液后，再采用硫化氢钠溶液进行滴定，在 pH 计指示溶液的 pH 值达到最低点时 2.72、2.62、2.49、2.05、1.93 时，消耗硫化氢钠溶液的体积是差不多的，分别为 2.00mL、2.10mL、2.05mL、2.15mL、1.90mL，此时硫化氢钠完全沉淀了硫酸铜溶液中的铜离子，发生的是硫化氢钠与铜离子的反应，氢离子不参与反应。

表 1 铜离子与硫化氢钠的反应实验

盐酸的加入量 (mL)	pH 值	硫化氢钠与铜离子反应，终点 pH 值	第一次消耗硫化氢钠的体积 (mL)	硫化氢钠中和酸，终点 pH 值	第二次消耗硫化氢钠的体积 (mL)
0	4.85	2.72	2.00	7.00	3.65
0	4.76	2.62	2.10	7.12	3.65
0	4.81	2.49	2.05	7.08	3.85
1.1	2.46	2.05	2.15	7.06	6.25
2	2.10	1.93	1.90	7.01	10.45

当硫化氢钠完全沉淀铜离子后，再继续用硫化氢钠溶液滴定，在 pH 值为 7 左右时停止滴定。这时实验发现，在分别加入 0mL、0mL、0mL、1.1mL、2mL、0.1mol/L 的盐酸溶液的硫酸铜溶液中，消耗的硫化氢钠溶液的体积是增大的，分别为 3.65mL、3.65mL、3.85mL、6.25mL、10.45mL。因为硫酸铜溶液的铜离子在 pH 计指示的 pH 值达到最低时，已经完全与硫离子反应，所以在硫化氢钠完全沉淀铜离子后，再继续用硫化氢钠溶液进行滴定此时发生的就是硫化氢钠与氢离子的反应。

因为硫化氢钠溶液滴定硫酸铜溶液时，发生的 $\text{Cu}^{2+} + \text{HS}^- = \text{CuS} \downarrow + \text{H}^+$ 的反应，开始时硫化氢钠与铜离子反应生成氢离子，硫酸铜溶液的 pH 值是先下降的，分别由 4.85mL、4.76mL、4.81mL、2.46mL、2.10mL 降为 2.00mL、2.10mL、2.05mL、2.15mL、1.90mL。在铜离子与硫化氢钠完全反应，酸度达到最低点以后，再加入硫化氢钠溶液 pH 值才会开始上升。所以这证明了硫化氢钠溶液滴定硫酸铜溶液时，硫化氢钠是先与铜离子反应生成了黑色的硫化铜沉淀，待铜离子被沉淀完全，后才再与盐酸反应。

并且向生成了硫化铜沉淀中再加入一定摩尔浓度的盐酸溶液，硫化铜沉淀不溶解^[6]。

这一实验方法和现象，验证了铜离子与硫化氢钠反应的方程式的正确性。然铁离子与硫化氢钠的反应方程式，却是与常识的不相符合的。

2.3 铁离子与硫化氢钠的反应

称取 99.0% 以上的六水三氯化铁 0.2567g，纯水溶解，定容于 200mL 容量瓶中，摇匀。移取 10mL，分别加入 0mL、0mL、1mL、2mL、4mL 的盐酸标准溶液，加入 50mL 纯水，插入 pH 计，用硫化氢钠溶液进行滴定。

总述：在硫化氢钠滴定铁离子的整个过程中，pH 值一直是升高的。当滴入 1 滴硫化氢钠溶液时，发生的现象是出现一滴量的黑色沉淀，又立刻消失。再加入 1 滴，黑色沉淀出现又消失，后续相同。并随着硫化氢钠的不断加入生成白色沉淀。在 pH 值为 4.60 左右时，整个溶液出现黑色沉淀，再随着硫化氢钠溶液的加入，产生大量的硫化亚铁黑色沉淀。向生成黑色硫化亚铁的溶液中，再加入一定量的 0.1mol/L 的盐酸，黑色沉淀是溶解的。

具体分析：从表 2 中发现，实验在向同样摩尔浓度的三氯化铁溶液中分别加入 0mL、0mL、1mL、2mL、4mL、0.1mol/L 的盐酸标准溶液后，再用硫化氢钠溶液滴定铁离子，其 pH 值一直是在上升的。并且随着硫化氢钠溶液的加入，实验现象是产生黑色沉淀，但立刻消失，再滴入硫化氢钠溶液，出现黑色沉淀又消失，并伴随着白色硫沉淀的产生。但当随着硫化氢钠的继续滴入，会慢慢出现黑色沉淀，当出现大面积的黑色沉淀时，此时 pH 计的 pH 值在 4.6 左右，而消耗的硫化氢钠溶液的体积也是随着加入的酸的量在升高，即向加入 0mL、0mL、1mL、2mL、4mL 的盐酸标准溶液后的三氯化铁溶液中加入硫化氢钠溶液，当溶液出现大面积黑色，pH 值为 4.6 左右时，消耗硫化氢钠溶液的体积是在升高的，分别为 1.45mL、1.40mL、1.40mL、2.15mL、4.05mL。这是第一步。

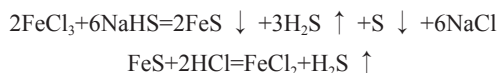
第二步，当出现大面积黑色沉淀后，再继续采用硫化氢钠溶液进行滴定，当 pH 值达到 7 时，消耗硫化氢钠溶液的体积也是在增加的，分别为 2.2mL、2.40mL、4.10mL、5.80mL、10.70mL。

表 2 铁离子与硫化氢钠的反应实验

盐酸的加入量 (mL)	pH 值	至刚出现黑色沉淀时的 pH 值	第一次消耗硫化氢钠的体积 (mL)	黑色沉淀刚出现至中和酸时，终点 pH 值	第二次消耗硫化氢钠的体积 (mL)
0	3.25	4.90	1.45	7.08	2.20
0	3.33	4.62	1.40	7.10	2.40
1	2.20	4.60	1.40	7.00	4.10
2	2.10	4.65	2.15	7.01	5.80
4	1.90	4.32	4.05	7.12	10.70

从实验现象和数据可以看出，当加入硫化氢钠溶液产

生黑色沉淀,又消失,可以断定硫化氢是先与铁离子反应生成硫化亚铁沉淀的,但因为硫化亚铁是溶于0.1mol/L的盐酸的,所以就出现加入1滴硫化氢溶液出现黑色沉淀,沉淀立刻又消失的现象。但当盐酸溶液的浓度被消耗一定量后,其溶解硫化亚铁的能力就在减弱,其中一部分生成的硫化亚铁沉淀将不溶解。所以硫化氢与铁离子的反应方程式应该为:



而很多人认为的理论常识反应方程式,具体包括:

① $3\text{H}_2\text{O} + \text{Fe}^{3+} + 3\text{HS}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$; ② $\text{NaHS} + 2\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{HCl} + \text{NaCl} + 2\text{FeCl}_2$; ③ $3\text{H}_2\text{O} + \text{FeCl}_3 = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{HCl}$, $2\text{FeCl}_3 + \text{NaHS} = 2\text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{S} \downarrow + \text{NaCl}$ 。都是不正确的。

①氢氧化铁是红褐色沉淀,而生成的沉淀为黑色。所以 $3\text{H}_2\text{O} + \text{Fe}^{3+} + 3\text{HS}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ 是不正确的。

②硫化氢加入铁离子的溶液中,立刻有黑色沉淀生成,只是因为酸度又溶解了。所以 $\text{NaHS} + 2\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{HCl} + \text{NaCl} + 2\text{FeCl}_2$ 也不正确。

③三氯化铁溶于水显酸性,是因为铁离子水解。 $3\text{H}_2\text{O} + \text{FeCl}_3 = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{HCl}$,这是正确的。但 $2\text{FeCl}_3 + \text{NaHS} = 2\text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{S} \downarrow + \text{NaCl}$ 不符合生成黑色沉淀的现象,所以也错误。

④对于水解不影响反应,甚至可以忽略的验证。

实验方程式的书写可以忽略水解的部分。就拿铜离子与硫化氢的反应为验证。铜离子也水解, $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ 。 $\text{Cu}^{2+} + \text{HS}^- = \text{CuS} \downarrow + \text{H}^+$ 反应,也生成氢离子,使 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ 逆向进行。在前面验证的硫化氢与铜离子的反应现象与数据、方程式中,忽略了水解的部分,在硫化氢与铁离子的反应中也可将水解部分忽略。其他的类同。

3 以硫化氢、硫化钠、氢氧化钠的相互反应,来验证反应方程式的正确与否

①硫化氢、硫化钠、氢氧化钠都是显碱性的,理论常识中认为碱与碱是不反应的,而实验室研究中发现,硫化氢与氢氧化钠反应生成硫化钠。

实验步骤:称取10g左右的硫化氢溶液于500mL容量瓶中,加入少量纯水,加入15mL 100g/L的氯化钡溶液,摇匀,放置10min。定容,摇匀。用中速滤纸进行干过滤。

移取25mL硫化氢滤液五份。

前三份加入茜素黄GG-百里香酚蓝指示剂,用盐酸标准液滴定至蓝色,消耗盐酸标液的体积 $V_1 = 0.05\text{mL}$ 。还有两份待用的硫化氢滤液,准确加入1mL 0.5038 mol/L的

氢氧化钠溶液,摇匀。再加入茜素黄GG-百里香酚蓝指示剂,用盐酸标准液进行滴定至蓝色,此时消耗盐酸标液体积 $V_2 \approx 4.90\text{mL}$ 。

②同时做氢氧化钠与盐酸反应的实验。用移液管移取1mL 0.5038 mol/L的氢氧化钠溶液,加入茜素黄GG-百里香酚蓝指示剂,用盐酸标准溶液滴定,滴定至溶液变蓝时,此时pH值为9.8左右,消耗盐酸标准溶液的体积 $V_3 = 4.45\text{mL}$ 。继续用盐酸标准溶液滴定至溶液为黄色时,此时pH值为8左右,消耗盐酸体积达到4.85mL。

同量氢氧化钠与盐酸反应的理论值为4.90mL。

比较:

①在用盐酸标准溶液滴定氢氧化钠溶液至蓝色时,盐酸与氢氧化钠并未反应完全,消耗盐酸标液的体积 $V_3 = 4.45\text{mL}$ 。而当继续用盐酸标准溶液滴定至溶液为黄色时,盐酸与氢氧化钠才反应完全,消耗才达到4.85mL,这说明溶液变为蓝色时,氢氧化钠未反应完全。

②理论上计算知,盐酸与氢氧化钠反应,消耗盐酸的体积为4.90mL。

③向硫化氢溶液中加入同量的氢氧化钠反应生成硫化钠后,再滴定硫化钠至溶液蓝色,消耗盐酸的体积 $V_2 = 4.90\text{mL}$ 。

根据实验数据,只有当氢氧化钠与硫化氢完全反应生成硫化钠后,在溶液被滴定至变为蓝色时,盐酸的消耗量才达到4.90mL。所以,通过实验发现氢氧化钠与硫化氢混合是会完全反应生成硫化钠的。

4 结语

根据以上两种反应的验证,确实发现在实际应用中,有些理论常识与实验现象不符合。建议在使用某一方程式时,应进行验证。

参考文献

- [1] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会. GB/T 23937—2020. 工业硫化氢[S].2021.
- [2] 胡聪敏.趣味实验在高中化学实验教学中的应用研究[J].才智,2020(18):193.
- [3] 刘玲利,徐胜,江新德,等.应用型本科普通化学理论与实践教学改革研究[J].广东化工,2021,48(3):210-211.
- [4] 杨艳华,何彩霞.引导学生运用化学知识解决生活中的问题——以“生活中常见的消毒剂”单元教学为例[J].教育与装备研究,2021,37(6):5.
- [5] 董荣芬.分析化学理论与实践结合提高学生综合素质培养[J].中国校外教育:上旬,2012(6):1.
- [6] 李锋志.浅析高中化学理论与实践的结合[J].中学课程辅导(教学研究),2018(11):64.