

化学

建立认知模型 理解本质规律

北京市第一中学 孙陆沙

高中化学课程标准里提出了高中化学的五个核心素养,其中素养三与认知模型有关,即建立认知模型,并能运用模型解释化学现象,揭示现象的本质和规律。本文探讨运用两个基础的认知模型去理解化学平衡的移动和电化学的相关知识。

认知模型一:虚拟理想反应容器,理解平衡的移动

例如,在反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ 的平衡体系中,引入惰性气体,问此时平衡应该怎样移动?此时有两种情况:其一,条件是恒温、恒容;其二,条件是恒温、恒压。

情况一:在分析时可以采取虚拟一个理想容器的方法,假设有一个带活塞的容器,将反应物加进去进行相关反应。一段时间后,反应达到平衡,此时保持温度不变,引入惰性气体,固定好活塞,分析反应此时是否移动?

分析方法是,在头脑中虚拟好这个容器的模型

后,再进行相关分析就很好解决问题了。恒温、恒容,反应物和生成物在加入惰性气体后,浓度没有变化,故平衡不移动。

情况二:还是虚拟一个理想容器模型,前面操作一致,只不过这次在加入惰性气体后,不固定活塞,让活塞可以自由上下移动,分析此时怎样移动?

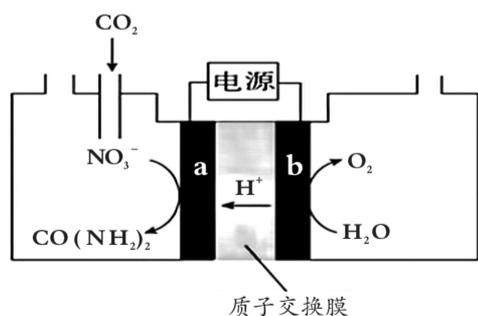
分析方法是,保持压强不变,加入惰性气体,活塞就会向上移动,容器体积增大。体积增大,各物质的浓度减小,从而发生变化。根据平衡移动原理,减小压强,向气体体积增大的方向移动,故平衡逆向移动。利用虚拟容器的方法,可以帮助学生更加深刻地

理解平衡移动问题。以上述二氧化硫和氧气反应生成三氧化硫为例,要先虚拟一个带活塞的反应容器,用外力向下按压活塞(此操作相当于增大压强),此时容器的体积缩小,反应物和生成物的浓度都增大,但相对于生成物,反应物这边浓度增大得更多一些。根据勒夏特列原理,改变影响平衡的一个条件,平衡向能减弱这种改变的方向移动,哪个方向能使反应物浓度减弱一些?正向移动。故得出结论,增大压强此平衡向气体体积缩小的方向移动。

像这样在分析此类平衡问题时,虚拟一个理想的容器模型再进行分析,问题便可迎刃而解。

认知模型二:追踪电子移动轨迹,理解电化学本质

在电化学的知识中,判断正负极,阴阳极以及书写对应的电极反应式是考试的一个重点。但出现在考试中的题目,往往是以流程图的方式呈现,而要正确解答这类问题,必须要正确地判断出正负极或阴阳极。例如,向一定浓度的 KNO_3 溶液通 CO_2 至饱和,在电极上反应生成 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$,电解原理如图所示。电极b是电解池的 _____ 极。

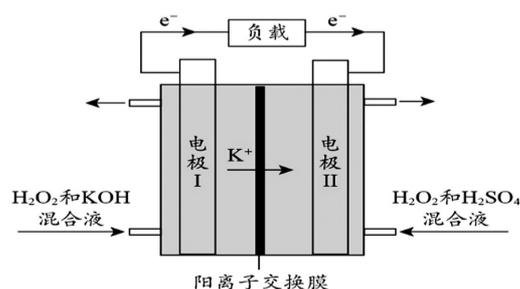


解答此类题目的关键是先判断是原电池还是电解池。此图中有电源故为电解池,进而再判断阴阳极。判断方法有两种:一是根据电解质中离子移动方向;二是根据电极上参与反应物质化合价的变化。氢离子带正电荷往阴极移动,故电极b为阳极;电极b中水中氧元素的化合价反应后变为氧气,化合价升高(失电子引起),在电解池中,阳极失电子,故也可判断电极b为阳极。但氢离子为何是向阴极移动?为什么是阳极失电子?

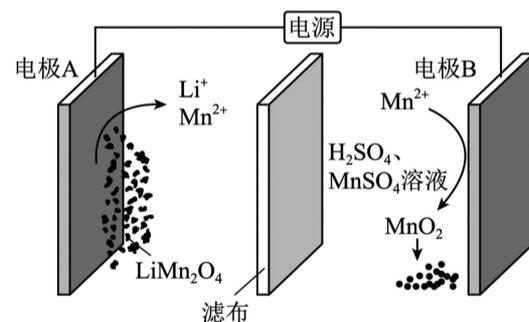
其实如果盯准电子,把电子的移动轨迹弄清楚,那么电化学的认知模型也就能顺利建立了。首先要知道电子只走电极和导线,电子是不走电解质溶液的。为保证通路,电解质中是阴、阳离子的定向移动。我们知道在原电池中,电子是从负极流出经导线

到正极,溶液中的阳离子去正极处得电子完成反应。因此可以得出,在铜、锌原电池中,是正极铜片上有气泡产生(氢离子在此处得电子,即可以理解为电子在哪,氢离子就去哪,氢离子追着电子走)。阳离子本身有得电子的趋势,只是得电子的能力有所差别。其次,再分析电解池。电解池因为有电源,电子是在阴极出现,根据“电子在哪,阳离子就去哪”,故溶液中的阳离子就去阴极得电子了。可以把这句话当成一个语义模型去理解,这样再去理解电解池中阴极得电子就清晰多了。最后,再看原电池中的正极得电子如何理解:原电池中负极失去的电子经过导线聚集到了正极上,追踪电子轨迹,发现电子出现在了正极上,故溶液中的阳离子就向正极处移动,阳离子得电子能力有差异,记住差异就能分析出哪种阳离子得电子了。

再举一例,下图所示的装置如何判断哪个电极是正极、哪个是负极?同学们可以从两个角度去分析:一是在原电池中,电子从负极流出,根据图像不难判断出电极I为负极;二是可以从电解质溶液中阳离子的移动方向去判断,根据原电池模型电子去哪,溶液中的阳离子就去哪,电子按图所示已经通过导线经负载移动到了电极II,故溶液中 K^+ 通过阳离子交换膜向电极II移动,故电极II为正极。



再如下面一道电解池的题目:通过电解废旧锂电池中的 LiMn_2O_4 可获得难溶性的 Li_2CO_3 和 MnO_2 ,电解示意图如下(其中滤布的作用是阻挡固体颗粒,但离子可自由通过。电解过程中溶液的体积变化忽略不计)。下图中电极A为 _____ 极。



从图中电极A处发生的反应可以得出,锰元素的化合价降低了,根据氧化还原反应的语义模型,得电子元素化合价降低,可以判断出电极A处发生了得电子的还原反应。再根据电解池模型中为阴极得电子,即可判断出电极A为阴极(电解池模型中的电子聚集在阴极,电解质溶液中的阳离子向阴极处移动,再根据阳离子得电子的能力判断是哪种离子去得电子)。

认知模型的构建对于提高学生的化学理解能力和问题解决能力具有重要意义。学生有效地构建属于自己的化学认知模型,可以进一步增强科学素养。教师在教学中也应注意引导学生发现和总结化学知识中的规律,帮助同学们主动构建知识体系,以培养具有独立思考能力和解决问题能力的学生。