

解读气体体积的测量问题

广东省深圳市新安中学高中部 518101 兰建祥

测量气体体积是学生应该掌握的一项基本的实验技能,但很多学生因缺少动手实验的机会,对其中某些问题的认识常常是模棱两可或一知半解,甚至是疑惑不解,现将有关问题归纳解读如下。

一、常用的测量方法

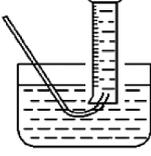
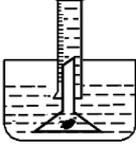
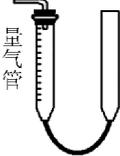
既可直接测量气体体积,也可通过测量气体

排出的液体体积来确定气体的体积。

1. 直接测量法

将气体通入量筒、量气管(滴定管)、注射器等带有刻度的容器中,直接读取气体的体积,装置一般由气体发生装置、量气装置两个部分组成(见表1)。

表1

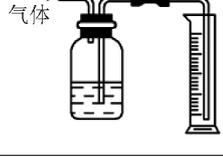
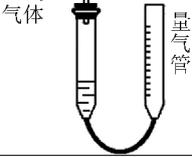
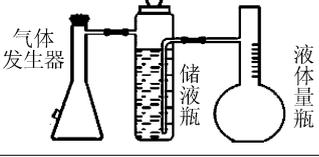
序号	①	②	③	④
装置				
优缺点	装置简单,但精度低,调平内外液面困难	反应与量气二合一	装置繁琐,但精度较高,调平左右液面方便	操作简便,但精度低

2. 间接测量法(排液法)

利用气体将液体排入量筒、量气管(滴定管)、液体量瓶等仪器中,通过测量所排出液体的

体积从而得出气体体积;装置一般由气体发生装置、排液装置和量液装置三个部分组成(见表2)。

表2

序号	①	②	③
装置			
优缺点	装置简单,但导液管中残留的液体会造成误差	装置繁琐,但精度高,调平左右液面方便	装置和操作复杂(需借助注射器注入精确体积的反应液和抽气调压),但精度较高($V_{\text{气体}} = V_{\text{量瓶中液体}} - V_{\text{反应液}}$)

3. 注意事项

(1) 考虑温度、压强对气体体积测量的影响:因测定气体的温度和压强比较困难,故实验前后应尽量保持装置内外的温度和压强与环境的温度和压强一致。为此,应等气体的温度降至室温后,再采取措施调节内外液面相平,使得容器内的气压等于大气压,最后再读数。

(2) 考虑气体的溶解性对气体体积测量的影响:难溶于水的气体,液体一般用水;可溶于水的气体,可用合适的饱和溶液(如收集 Cl_2 可用饱和

食盐水,收集 CO_2 可用饱和 NaHCO_3 溶液);易溶于水但难溶于有机溶剂的气体,可在水面上覆盖一层有机溶剂来防止气体的溶解而导致的误差。

(3) 考虑有关量器的量程:量筒、量气管、滴定管或针筒等都有固定的最大容量,需考虑药品的用量与容器容量的匹配,以防止气体的量太多导致无法全部收集使得实验失败,或气体的量太少使得误差增大。

(4) 其他:通过排液法测量气体体积时,储液装置中的双导管必须“短管进长管出”;读数时视

线与凹液面最低处相平等。

二、问题释疑

1. 图 1 所示的两个装置有何区别?

两个装置刚好是将直型管与量气管的位置互换,导致测定体积的原理不同:前者是用带有刻度的量气管收集气体,直接测量气体的体积;后者是用直型管收集气体,将液体排入量气管,间接测量气体体积。

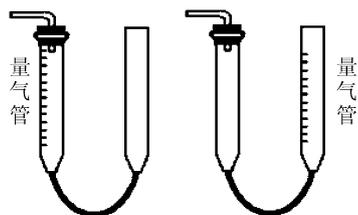


图 1

2. 下列两套装置有何缺点或优点?

	<p>缺点: 硫酸与锌反应放热且生成气体,使广口瓶中气压增大,导致酸液难以流下;注入的稀硫酸难以计量体积而使测定的气体体积偏大;连接广口瓶和量筒的导管中驻留的水使测定的气体体积偏小;读数前,难以调节两边的液面相平。</p>
	<p>优点: 使用恒压分液漏斗,保持漏斗与锥形瓶内的气压相等,使得分液漏斗中的液体能顺畅流下;滴入锥形瓶的硫酸体积等于进入分液漏斗的气体体积,消除了加入稀硫酸引起的测定误差;不存在导尿管中驻留的水对测定的影响;打开开关 K 便于向量气管中注液并保持两边液面相平;读数前通过上下移动量气管即可调节左右液面相平。</p>

3. 读数前,为什么要调整液面相平?

以图 2 装置 A 和 B 为例。假设通入气体后的液面如图所示。

对装置 A: 量气管内的气体压强 $p_{\text{气体}}$ 与外界大气压 $p_{\text{大气}}$ 的关系为: $p_{\text{气体}} = p_{\text{大气}} + \rho_{\text{水}} gh$, 显然,量气管内的气体被压缩,将使得测量的体积偏低。

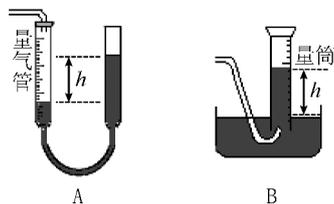


图 2

对装置 B: 量气管内的气体压强 $p_{\text{气体}}$ 与外界大气压 $p_{\text{大气}}$ 的关系为: $p_{\text{气体}} = p_{\text{大气}} - \rho_{\text{水}} gh$, 显然,量筒内的气压偏小,将使得测量的体积偏大。

由此可知,读数前必须有关的液面相平,使得被收集的气体压强与外界大气压强相等,从而使测量更准确。

4. 下列情况对测量有无影响?

(1) 通入气体前,收集气体的容器中滞留有空气。无论是直接测量还是间接测量,均可以通过通入气体前后的两次读数之差来计量气体体积 ($V_{\text{气体}} = V_2 - V_1$), 故通入气体前,收集气体的容器无需充满液体,即原来滞留的空气不影响测定。

实际上,量气管、滴定管等的上端无刻度,实验前注液和通入气体后的液面都不能超过“0”刻度,否则无法进行读数;并且,若注水量过多,通气时将使液体溢出。

若使用倒置量筒法测气体体积,一般先使量筒充满水,然后通过一次读数直接读出气体体积。

(2) 通入气体过程中有液体溢出。若是直接测量气体体积,则液体只取液封作用,液体的溢出对测量没有影响;若是用排水法测量气体体积,则液体的溢出将导致测量结果偏低。

(3) 反应生成的气体在反应装置中有滞留。滞留的气体体积等于从试管中排出的空气体积,故对测量没有影响。 (收稿日期: 2014 - 12 - 08)