

浙江大学 实验报告

专业: 材料科学与工程
姓名: 林亨
学号: 3230103496
日期: _____
地点: _____

课程名称: 普化实验(2) 指导老师: 陈晨 成绩: 91
实验名称: 量气法测定摩尔气体常数 实验类型: 测定实验 同组学生姓名: _____

- | | |
|---------------|---------------|
| 一、实验目的和要求(必填) | 二、实验内容和原理(必填) |
| 三、主要仪器设备(必填) | 四、操作方法与实验步骤 |
| 五、实验数据记录和处理 | 六、实验结果与分析(必填) |
| 七、讨论、心得 | |

一、实验目的

1. 掌握分压定律与气体状态方程的应用。
2. 学习一种测定摩尔气体常数的方法。
3. 练习分析天平的使用与测量气体体积装置的操作。
4. 学习简单实验仪器的安装和使用。

二、实验原理

理想气体状态方程 $PV = nRT$

P : 气体压力或分压(Pa) V : 气体体积(m^3) n : 气体物质的量(mol)
 T : 气体的温度(K) R : 文献值为 $8.314 \text{ Pa} \cdot m^3 \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

测得一定 T 下 给定气体的 V 、 P 、 n , 即可求得 R

本实验利用 Mg 与稀酸反应: $Mg(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + H_2(g) \uparrow$
 H_2 在实验室条件下近似认为是理想气体, 可用排水法收集测得 V

$$n_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} = \frac{m_{Mg}}{M_{Mg}} \quad \text{可由 } Mg \text{ 的质量求得 } n_{H_2}$$

又因为收集到的 H_2 含饱和水蒸气, 所以 $P_{H_2} = P_{总} - P_{H_2O}$, 得 P_{H_2}
用温度计测得室温 t , $T = (273.15 + t) K$, 可得 T

公式推导: 初: $PV_1 = (n_{空气} + n_{水}) \cdot RT$

末: $PV_2 = (n_{空气} + n_{水}' + n_{H_2}) \cdot RT$

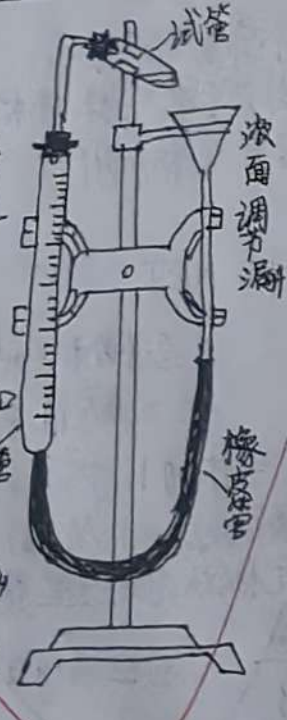
$$\Rightarrow P \Delta V = \cancel{A \Delta V} (n_{H_2} + \Delta n_{水}) \cdot RT$$

$$\text{又 } \Delta n_{水} RT = P_{H_2O} \Delta V$$

$$\therefore (P - P_{H_2O}) \cdot \Delta V = n_{H_2} RT$$

$$\Rightarrow R = \frac{(P - P_{H_2O}) \Delta V}{n_{H_2} T}$$

三、实验步骤

实验步骤	注意事项
<p>1. 称量</p> <p>在分析天平上用直接法称取镁条, 每份 $0.020 - 0.025g$ 左右, 准确至 $0.0001g$, (注意区分镁条)</p> <p>取下天平罩 \rightarrow 清扫 \rightarrow 放称量纸 \rightarrow 归零 \rightarrow 称量 \rightarrow 关机</p>	<p>(1) 称量时不能将大量量容器或未干燥的容器放在分析天平上, 直接法称量要用称量瓶</p> <p>(2) 分析天平要一直放在大理石台面上, 保证水平</p> <p>(3) 称量在空气中稳定的物质</p>
<p>2. 装置准备</p> <p>如图搭好装置</p> <p>\downarrow</p> <p>打开塞子, 从液面调节漏斗加水, 管内液面略低于“0”位置</p> <p>\downarrow</p> <p>赶气泡</p> <p>\downarrow</p> <p>湿润两端磨口, 量气口上端加扣</p> <p>\downarrow</p> <p>检查气密性</p> <p>\downarrow</p> <p>试管中加 $4-5mL 3mol/L H_2SO_4$</p> <p>\downarrow</p> <p>用一滴水将镁条沾于试管壁上</p> <p>\downarrow</p> <p>再次检查气密性</p> 	<p>(1) 加水要慢, 赶气泡时上下移动水准瓶</p> <p>(2) 水准瓶下移一段距离, 约至量气管刻度 25 左右固定, 若初有下降, 并 $3-5min$ 不变, 证明不漏气, 水准瓶放回原位</p> <p>(3) 加酸时切勿沾壁</p> <p>(4) 镁条不与酸接触</p>
<p>3. H_2 的发生收集、体积度量</p> <p>水准瓶移至量气管右侧, 使两者液面持平, 记初读数</p> <p>\downarrow</p> <p>抬高试管底部, 使 H_2SO_4 与 Mg 接触反应</p> <p>\downarrow</p> <p>冷却至室温, 记录终读数</p> <p>\downarrow</p> <p>记下室温及大气压, 查出该条件下水的饱和蒸气压</p> <p>\downarrow</p> <p>重复实验</p>	<p>(1) 初读数在 $0-10mL$ 之间</p> <p>(2) 管口塞子始终不能松动</p> <p>(3) 液面下降的同时应慢慢向下移动水准瓶, 使两管液面大致在同一水平面</p> <p>(4) 终读数时每隔 $1-2min$ 记录一次液面, 至前后两次读数相差不超过 $0.1mL$, 证明已到室温</p> <p>(5) 最好 $3min$ 内终读数</p>

实验名称: _____

姓名: _____

学号: _____

四、实验数据分析

表1. 实验数据记录表

实验编号	1	2	3
镁条质量 m_{Mg}/g	0.025	0.0257	0.0256
反应前量气管内液面读数 V_1/mL	1.50	1.50	2.20
反应后量气管内液面读数 V_2/mL	32.40	30.30	28.00
反应置换出 H_2 的体积 $V = (V_2 - V_1)/10^{-3} \text{ m}^3$	31.90	28.80	25.80
室温 T/K	292.45	292.15	292.95
大气压力 p/kPa	101.58	101.59	101.61
室温时水的饱和蒸气压 $p_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kPa}$	2.197	2.197	2.197
氢气的分压 $p_{\text{H}_2} = (p - p_{\text{H}_2\text{O}})/\text{kPa}$	99.38	99.39	99.41
氢气物质的量 $n_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{Mg}}}{M_{\text{Mg}}}/\text{mol}$	0.00135	0.00120	0.00107
摩尔气体常数 $R (\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	8.00	8.19	8.22
R 的实验平均值 $(\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	8.14		
相对平均偏差 $d\bar{r}, \%$	3.3		
相对误差 (RE) = $\frac{ R_{\text{实验值}} - R_{\text{文献值}} }{R_{\text{文献值}}} \times 100\%$	2.1		

实验现象: 试管中出现大量气泡, 并发热, 量气管液面下移, 最终稳定, 镁条溶解

数据分析(误差原因): 由1. 实验室中的 H_2 不是理想气体
2. H_2 分子太小, 非常容易泄漏, 即使在读数

足够迅速, 气密性较好的情况下

3. 为减少 H_2 泄漏, 还没有冷却到室温就读数了, 会使 $V \uparrow$ R 偏大.

4. 气温, 气压测定不准确

5. 量气管中的气泡未赶尽

6. 装置气密性不够好

五、实验感悟

第一次使用分析天平这种高精度的仪器,也学会了使用方法。这个实验看似简单粗糙,但是若做好了老师讲的一些要点,如气密性检查,及时冷却读数,也能得到不错的结果。可见,化学实验的准确性不仅与设备有关,更与技术有关。

六、思考题

1. 通过量气管的终读数 - 初读数所得,单位为 mL
存在内外气压不平衡的情况,当两者液面不在同一液面导致读数不准确
2. 不等于,因为量气管内原先存在气体
不等于,因为氢气是在水面上收集的,因此氢气中可能混有饱和水蒸气。
3. (1) 总体积偏大, R 值偏大
(2) 质量偏大, R 值偏小
(3) H_2 泄漏, 总体积偏小, R 值偏小
(4) H_2 泄漏, 总体积偏小, R 值偏小
(5) 准瓶比量气管高, 总体积偏小, R 值偏小
准瓶比量气管低, 总体积偏大, R 值偏大
- (6) 没有影响
- (7) 总体积偏大, R 值偏大