

浙江大学 实验报告

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

课程名称: 普化实验(2) 指导教师: 陈晨 成绩: 91
 实验名称: 氢气测定摩尔气体常数 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 $8.314 Pa \cdot m^3 \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

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

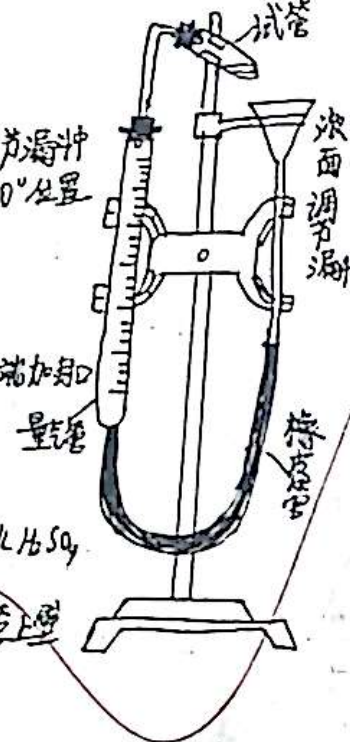
$$\Rightarrow P \Delta V = \cancel{A \Delta V} (n_{H_2} + \Delta n_{水}) \cdot RT$$

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

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

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

三、实验步骤

实验步骤	注意事项
<p>1. 称量 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>拿下天平罩 → 清扫 → 放称量纸 → 归零 → 称量 → 关机</p>	<p>(1) 称量时不能将大量容器或未干燥的容器放在分析天平上, 直接法称量要用纸称量</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 如图搭好装置</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>↓ 赶气泡</p> <p>↓ 湿润两端磨口, 量气口端加如</p> <p>↓ 检查气密性</p> <p>↓ 试管中加 $4-5mL 3mol/L H_2SO_4$</p> <p>↓ 用一滴水将镁条贴于试管壁上</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>↓ 抬高试管底部, 使 H_2SO_4 与 Mg 接触反应</p> <p>↓ 冷却至室温, 记录终读数</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>↓ 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: _____

表1. 实验数据记录表

实验序号	1	2	3
镁条质量 m/Mg	0.0225	0.0257	0.0251
大气压力与量气管液面读数 V_1/mL	1.50	1.50	2.20
大气压力与量气管液面读数 V_2/mL	33.50	30.50	28.00
大气压读出的气体体积 $V = (V_2 - V_1) \times 10^{-4} m^3$	31.90	28.80	25.80
室温 T/K	292.95	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_{H_2O}/kPa	2.197	2.197	2.197
氢气的分压 $p_H = (p - p_{H_2O})/kPa$	99.38	99.39	99.41
氢气物质的量 $n_H = \frac{p_H V}{RT} / mol$	0.00135	0.00120	0.00107
摩尔气体常数 $R (J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1})$	8.00	8.19	8.22
R 的实验平均值 $(J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1})$	8.14		
相对平均偏差 $d\bar{r}, \%$	2.2 3.3		
相对误差 (RE) = $\frac{ R_{实验值} - R_{理论值} }{R_{理论值}} \times 100\%$	2.2		

有R值?

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): 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

三、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
存在内外气压不平行的情况，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) 碳量偏大，R 值偏小
(3) H₂ 泄漏，总体积偏小，R 值偏小
(4) H₂ 泄漏，总体积偏小，R 值偏小
(5) 锥形比量气管高，总体积偏小，R 值偏小
锥形比量气管低，总体积偏大，R 值偏大
- (6) 没有影响
- (7) 总体积偏大，R 值偏大