

形成科学概念
巩固科学知识
获得实验技能

新
课标

高中实验教程

• 报告册

江西省教育厅教学教材研究室组织编写

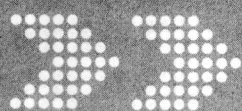
江西科学技术出版社

化学

化学反应原理
人教版·选修4

新课标

高中实验教程



•报告册

江西省教育厅教学教材研究室组织编写

江西科学技术出版社

◎编者 赵丽琴 杜建华 刘雪莲

◎统稿 陈俊

化学

化学反应原理
人教版·选修4

图书在版编目(CIP)数据

高中实验教程·报告册·化学·化学反应原理(人教版·选修4)/江西省教育厅教学教材研究室组织编写. —南昌:江西科学技术出版社,2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5390 - 3307 - 5

I. 高… II. 江… III. 化学课—高中—实验报告 IV. G634. 83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 123776 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcb.com>

选题序号:ZK2009202

图书代码:J09102 - 101

高中实验教程·报告册·化学·化学反应原理(人教版·选修4)

江西省教育厅教学教材
研究室组织编写

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街2号附1号
	邮编:330009 电话:(0791)6623491 6639342(传真)
印刷	南昌市群众印刷厂
经销	各地新华书店
开本	850mm × 1168mm 1/16
字数	70 千字
印张	7
版次	2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
书号	ISBN 978 - 7 - 5390 - 3307 - 5
定价	11.00 元

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

前言

实验是人类认识世界的一项重要活动,是进行科学研究的基础;实验是物理、化学、生物科学的基础,也是这些学科教学的基础。实验教学对于激发学生学习科学的兴趣,帮助他们形成科学概念,巩固科学知识,获得实验技能,培养实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法有着重要的意义。因此,加强实验教学是提高这些学科教学质量的重要一环。

为了培养学生具有现代社会需要的普通文化科学基础知识和基本技能,具有基本的学习方法、学习态度和自学的能力,具有创新的精神和分析问题、解决问题的能力,我们组织部分优秀教师编写了这套《实验教程》。《实验教程》按“知识与技能、过程与方法、情感态度和价值观”三维目标的要求,分“演示实验”、“学生实验”、“探究实验”等几部分内容进行编写。

《实验教程》强调学生亲自动手做实验,使学生对科学事实获得具体的、明确的认识;《实验教程》重视培养学生的观察和实验能力,希望学生通过本书的学习逐步具备:规范的实验操作、良好的实验习惯、科学的方法和科学的态度。

因编写时间有限,本书不足之处,敬请指正,以便今后修订完善。

江西省教育厅教学教材研究室

2009年7月

目 录

第一篇	实验理论	1
	第一章 常用仪器的使用	1
	第二章 仪器的洗涤与试纸的使用	4
	第三章 常见物质除杂方法	6
	第四章 中和滴定的误差分析	9
	第五章 化学实验中的先与后 22 例	12
	第六章 重要实验操作和实验现象 100 例	13
	第七章 有效数字与实验现象表述	16
第二篇	演示实验与分组实验	18
	第一章 化学反应与能量变化	18
	第二章 化学反应速率和化学平衡	21
	第三章 水溶液中的离子平衡	39
	第四章 电化学基础	54
第三篇	探究实验	63
	第一章 中和热的测定	63
	第二章 碘遇淀粉变蓝与温度的关系	65
	第三章 不同催化剂对化学反应速率的影响	66
	第四章 探究盐溶液的酸碱性	69
	第五章 影响盐类水解的因素	72
	第六章 设计一套电解饱和食盐水的装置	74
	第七章 验证牺牲阳极的阴极保护法	77
第四篇	经典实验	79
	第一章 热化学的奠基人——俄国化学家盖斯	79
	第二章 化学反应指数定律和催化学说——化学动力学	80
第五篇	实验测试	82
	第一学 段化学实验测试题	82
	第二学 段化学实验测试题	88
	模拟实验测试题	93
参考答案		98

第一篇 实验理论

第一章 常用仪器的使用

一、能加热的仪器

1. 试管。用来盛放少量药品、常温或加热情况下进行少量试剂反应的容器,可用于制取或收集少量气体。

使用注意事项:①可直接加热,用试管夹夹在距试管口 $1/3$ 处。②放在试管内的液体,不加热时不超过试管容积的 $1/2$,加热时不超过 $1/3$ 。③加热后不能骤冷,防止炸裂。④加热时试管口不应对着任何人;给固体加热时,试管要横放,管口略向下倾斜。

2. 烧杯。用作配制溶液和较大量试剂的反应容器,在常温或加热时使用。

使用注意事项:①加热时应放置在石棉网上,使受热均匀。②溶解物质用玻璃棒搅拌时,不能触及杯壁或杯底。

3. 烧瓶。用于试剂量较大而又有液体物质参加反应的容器,可分为圆底烧瓶、平底烧瓶和蒸馏烧瓶。它们都可用于装配气体发生装置。蒸馏烧瓶用于蒸馏以分离互溶,但沸点不同的物质。

使用注意事项:①圆底烧瓶和蒸馏烧瓶可用于加热,加热时要垫石棉网,也可用于其他热浴(如水浴加热等)。②液体加入量不要超过烧瓶容积的 $1/2$ 。

4. 蒸发皿。用于蒸发液体或浓缩溶液。

使用注意事项:①可直接加热,但不能骤冷。②盛液量不应超过蒸发皿容积的 $2/3$ 。③取、放蒸发皿应使用坩埚钳。

5. 坩埚。主要用于固体物质的高温灼烧。

使用注意事项:①把坩埚放在三脚架上的泥三角上直接加热。②取、放坩埚时应用坩埚钳。

二、分离物质的仪器

1. 漏斗。分普通漏斗、长颈漏斗、分液漏斗。普通漏斗用于过滤或向小口容器转移液体。长颈漏斗用于气体发生装置中注入液体。分液漏斗用于分离密度不同且互不相溶的不同液体,也可用于向反应器中随时加液,还用于萃取分离。

2. 洗气瓶。中学一般用广口瓶、锥形瓶或大试管装配。洗气瓶内盛放的液体,用以洗涤气体,除去其中的水分或其他气体杂质。使用时要注意气体的流向,一般为“长进短出”。

3. 干燥管。干燥管内盛放的固体,用以洗涤气体,除去其中的水分或其他气体杂质,也可以使用 U 型管。

三、计量仪器

1. 托盘天平。用于精密度要求不高的称量,能称准到 0.1 g。所附砝码是天平上称量时测定物质质量的标准。

使用注意事项:①称量前天平要放平稳,游码放在刻度尺的零处,调节天平左、右的平衡螺母,使天平平衡。②称量时把称量物放在左盘,砝码放在右盘。砝码要用镊子夹取,先加质量大的砝码,再加质量小的砝码。③称量干燥的固体药品应放在纸上称量。④易潮解、有腐蚀性的药品(如氢氧化钠),必须放在玻璃器皿里称量。⑤称量完毕后,应把砝码放回砝码盒中,把游码移回零处。

2. 量筒。用来量度液体体积,精确度不高。

使用注意事项:①不能加热和量取热的液体,不能作反应容器,不能在量筒里稀释溶液。②量液时,量筒必须放平,视线要跟量筒内液体的凹液面的最低处保持水平,再读出液体体积。

3. 容量瓶。用于准确配制一定体积和一定浓度的溶液。使用前检查它是否漏水。用玻璃棒引流的方法将溶液转入容量瓶。

使用注意事项:①只能配制容量瓶上规定容积的溶液。②容量瓶的容积是在 20℃ 时标定的,转移到瓶中的溶液的温度应在 20℃ 左右。

4. 滴定管。用于准确量取一定体积液体的仪器。带玻璃活塞的滴定管为酸式滴定管,带有内装玻璃球的橡皮管的滴定管为碱式滴定管。

使用注意事项:①酸式、碱式滴定管不能混用。②25 mL、50 mL 滴定管的估计读数为 ± 0.01 mL。③装液前要用水、待装液依次冲洗干净,并要用待装的溶液润洗滴定管。④调整液面时,应使滴管的尖嘴部分充满溶液,使液面保持在“0”或“0”以下的某一定刻度。读数时视线与管内的凹液面最低点保持水平。(视线不能只与一个点保持水平)

5. 量气装置。常见的有三种。如图 1-1-1 所示。适用于测量难溶于水的气体体积。读数时注意三点,一是要冷却至室温,二是调节液面相平,三是视线与最低处相切。

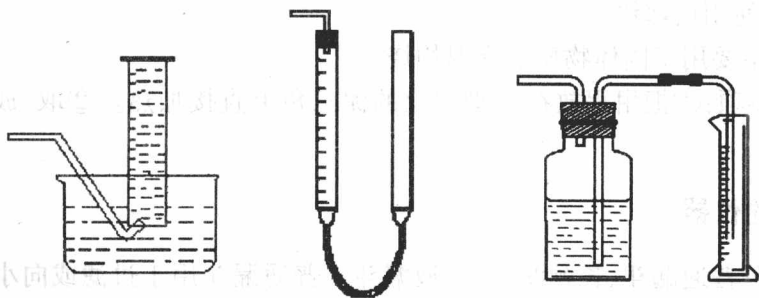


图 1-1-1

量筒及滴定管是量出式仪器,即倒出的或流出的体积就是标识体积,量筒无需清洗,而容量瓶则不是量出式,引流时玻璃棒要插在刻度线以下,若是 250 mL 容量瓶内溶液配好后,倒出所配溶液体积小于 250 mL。

四、其他仪器

铁架台(铁夹、铁圈),坩埚钳,燃烧匙,药匙,玻璃棒,温度计,冷凝管,表面皿,集气瓶,

广口瓶,细口瓶,滴瓶,滴管,水槽,研钵,试管架,三脚架,干燥器

【巩固提高】

1. 下列仪器:①容量瓶 ②蒸馏烧瓶 ③漏斗 ④燃烧匙 ⑤天平 ⑥分液漏斗 ⑦胶头滴管,常用于物质分离的是()。

- A. ①③⑤ B. ②④⑦ C. ①②⑥ D. ②③⑥

2. 容量瓶上需要标有:①温度 ②浓度 ③容量 ④压强 ⑤刻度线 ⑥碱式或酸式,六项中的()。

- A. ①③⑤ B. ②④⑥ C. ③⑤⑥ D. ①②③

3. 某同学在实验报告中记录下列数据,正确的是()。

- A. 用 25 mL 量筒量取 12.36 mL 盐酸
B. 用托盘天平称取 8.75 g 食盐
C. 用标准 NaOH 溶液滴定未知浓度的盐酸,用去 NaOH 溶液 23.10 mL
D. 用 pH 试纸测得某溶液的 pH 为 3.5

4. 下列各项是关于玻璃棒在若干实验中的用途及操作,其中错误的是()。

①溶解物质时搅拌 ②蘸取少量溶液作焰色反应 ③蘸取少量溶液测 pH 值 ④过滤时用玻璃棒引流,其下端在漏斗内滤纸的任意部位

- A. ①③ B. ②④ C. 只有④ D. 全部错误

5. 下列实验中:①配制一定物质的量浓度溶液 ②pH 试纸的使用 ③过滤 ④蒸发,均可用到的仪器是()。

- A. 试管 B. 漏斗 C. 胶头滴管 D. 玻璃棒

6. 用某仪器量一液体体积时,平视时读数为 n mL,仰视时读数为 x mL,俯视时读数为 y mL,若 $x > n > y$,则所用的仪器可能是()。

- A. 量筒 B. 酸式滴定管 C. 碱式滴定管 D. 容量瓶

7. 下列实验中需使用温度计的有()。

- A. 苯与溴的取代反应 B. 苯的硝化反应
C. 乙醛的银镜反应 D. 乙酸乙酯的制取

8. 由于错误操作,使得到的数据比正确数据偏大的是()。

- A. 用量筒量取一定量液体时,俯视液面读数
B. 中和滴定达终点时俯视滴定管内液面读数
C. 用容量瓶配制溶液,定容时俯视液面,所得溶液的浓度
D. 称取 10.5 g 固体药品(1 g 以下用游码),将样品放在天平右盘,则所称得的质量

第二章 仪器的洗涤与试纸的使用

玻璃仪器洗净的标准是:内壁上附着的水膜均匀,既不聚成水滴,也不成股流下。

I 普通法:可向容器中加水,选择合适毛刷,配合去污粉或一般洗涤剂反复洗涤,然后用水冲洗干净。

II 特殊法:容器内附有普通法不能洗去的特殊物质,可选用特殊的试剂,利用有机溶剂或化学反应将其溶解洗涤。

1. 洗涤液的选择:

		附着物
(1) 酸洗法	非氧化性酸(如 HCl)	难溶性碱性氧化物 MnO_2 、 Fe_2O_3
		难溶性碱 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
		难溶性弱酸 FeS 、 CaCO_3
	强氧化性酸(如 HNO_3)	不活泼金属 Ag 、 Cu 还原性难溶物
(2) 碱洗法	强碱(如 NaOH)	油脂、苯酚、难溶性酸性氧化物、硫
	纯碱(Na_2CO_3)	油脂等
	氨水	能与氨生成络合物,如 AgCl 等
(3) 有机溶剂洗法	酒精	碘、硝基苯、酚醛树脂等
	汽油	溴、碘、油漆等
	CS_2	白磷、硫

2. 试纸的使用(表 1-2-1):

表 1-2-1

试纸种类	应用	使用方法	注意
石蕊试纸	检验酸碱性(定性)	①检验液体:取一小块试纸放在表面皿或玻璃片上,用沾有待测液的玻璃棒点在试纸的中部,观察颜色变化 ②检验气体:一般先用蒸馏水把试纸润湿,黏在玻璃棒的一端,用玻璃棒把试纸放到盛有待测气体的试管口(注意不要接触),观察颜色变化	①试纸不可伸入溶液中,也不能与管口接触 ②测溶液 pH 时, pH 试纸不能先润湿,因为这相当于将原溶液稀释了
pH 试纸	检验酸、碱性的强弱(定量)		
品红试纸	检验 SO_2 等漂白性物质		
KI-淀粉试纸	检验 Cl_2 等氧化性物质		

【巩固提高】

1. 某学生实验完毕后,用下列方法清洗所用仪器:①用稀硝酸洗涤做过银镜反应的试管 ②用热的氢氧化钠溶液洗涤盛过油脂的烧杯 ③用二硫化碳洗涤沾有硫黄的试管

④用稀盐酸洗涤盛过石灰水的试剂瓶,其中正确的是()。

- A. 除②外都正确
- B. 除④外都正确
- C. 只①②③正确
- D. 全部正确

2. 下列实验操作中错误的是()。

- A. 分液时,分液漏斗下层液体从下口放出,上层液体从上层倒出
- B. 蒸馏时,应使温度计水银球靠近蒸馏烧瓶支管口
- C. 配浓硫酸和浓硝酸的混酸时,应将浓硫酸慢慢加到浓硝酸中,及时搅拌和冷却
- D. 测溶液的 pH 值需先用蒸馏水润湿 pH 试纸,再用干燥洁净的玻璃棒蘸溶液滴在试纸上,并与标准比色卡对照

3. 下列实验操作中正确的是()。

- A. 用润湿的 pH 试纸测醋酸溶液的 pH
- B. 过滤时,液面要低于滤纸边缘
- C. 做完银镜反应实验,试管上的附着物可用浓氨水洗
- D. 皮肤上沾有苯酚,应马上用 NaOH 溶液洗

4. 用 pH 试纸测定某无色溶液的 pH 值时,规范的操作是()。

- A. 将 pH 试纸放入溶液中,观察其颜色变化,跟标准比色卡比较
- B. 将溶液倒在 pH 试纸上,跟标准比色卡比较
- C. 用干燥的洁净玻璃棒蘸取溶液,滴在 pH 试纸上,跟标准比色卡比较
- D. 在试管内放入少量溶液,煮沸。把 pH 试纸放在管口,观察颜色,跟标准比色卡比较

5. 下列实验基本操作错误的是()。

- A. 滴定管洗净后经蒸馏水润洗,即可注入标准液进行滴定
- B. 玻璃导管蘸水后,边旋转边向橡皮管中插入
- C. 加热坩埚中的硫酸铜晶体,失水后须在干燥器中冷却,再称量
- D. 用玻璃棒蘸取溶液,滴到放在表面皿上的 pH 试纸上

6. 下列叙述正确的是()。

- A. 附着银的试管可先用少量稀氨水溶解,再用水洗净
- B. 浓硫酸不慎沾到皮肤上,应立即用氢氧化钠溶液擦洗
- C. 应将浓硝酸盛放在带橡胶塞的试剂瓶中,且置于冷暗处保存
- D. 除去乙酸乙酯中的乙酸可加入饱和碳酸钠溶液,然后分液

7. 下列可用于测定溶液 pH 精确度最高的是()。

- A. 酸碱指示剂
- B. pH 计
- C. 精密 pH 试纸
- D. 广泛 pH 试纸

8. 下列有关化学实验的叙述正确的是()。

- A. 用待测液润洗滴定用的锥形瓶
- B. 配制 FeCl_3 溶液时,向溶液中加入少量 Fe 和稀盐酸
- C. 用稀盐酸洗涤盛放过石灰水的试剂瓶
- D. Na_2CO_3 溶液保存在带玻璃塞的试剂瓶中

第三章 常见物质除杂方法

1. 常见杂质除去方法(表1-3-1):

表1-3-1

序号	原物	所含杂质	除杂质试剂	主要操作方法
1	N ₂	O ₂	灼热的铜丝网	用固体转化气体
2	CO ₂	H ₂ S	CuSO ₄ 溶液	洗气
3	CO	CO ₂	NaOH 溶液	洗气
4	CO ₂	CO	灼热 CuO	用固体转化气体
5	CO ₂	HCl	饱和的 NaHCO ₃	洗气
6	H ₂ S	HCl	饱和的 NaHS 溶液	洗气
7	SO ₂	HCl	饱和的 NaHSO ₃ 溶液	洗气
8	Cl ₂	HCl	饱和的食盐水溶液	洗气
9	CO ₂	SO ₂	饱和的 NaHCO ₃ 溶液	洗气
10	炭粉	MnO ₂	浓盐酸(需加热)	过滤
11	MnO ₂	C	—	加热灼烧
12	炭粉	CuO	稀酸(如稀盐酸)	过滤
13	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	NaOH 溶液(过量), CO ₂	过滤
14	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	NaOH 溶液	过滤
15	Al ₂ O ₃	SiO ₂	盐酸氨水溶液	过滤
16	SiO ₂	ZnO	HCl 溶液	过滤
17	BaSO ₄	BaCO ₃	HCl 或稀 H ₂ SO ₄ 溶液	过滤
18	NaHCO ₃ 溶液	Na ₂ CO ₃	CO ₂	加酸转化法
19	NaCl 溶液	NaHCO ₃	HCl 溶液	加酸转化法
20	FeCl ₃ 溶液	FeCl ₂	Cl ₂	加氧化剂转化法
21	FeCl ₃ 溶液	CuCl ₂	Fe、Cl ₂	过滤
22	FeCl ₂ 溶液	FeCl ₃	Fe	加还原剂转化法
23	CuO	Fe	(磁铁)	吸附
24	Fe(OH) ₃ 胶体	FeCl ₃	蒸馏水	渗析
25	CuS	FeS	稀盐酸	过滤
26	I ₂ 晶体	NaCl	—	加热升华
27	NaCl 晶体	NH ₄ Cl	—	加热分解
28	KNO ₃ 晶体	NaCl	蒸馏水	重结晶
29	乙烯	SO ₂ 、H ₂ O	碱石灰	加固体转化法
30	乙烷	C ₂ H ₄	溴水	洗气

续表

序号	原物	所含杂质	除杂质试剂	主要操作方法
31	溴苯	Br ₂	NaOH 稀溶液	分液
32	乙醇	水(少量)	新制 CaO	蒸馏

2. 混合物的物理分离方法(表 1-3-2):

表 1-3-2

	方法	适用范围	主要仪器	注意点	实例
固 + 液	蒸发	易溶固体与液体分开	酒精灯、蒸发皿、玻璃棒	①不断搅拌;②最后用余热加热;③液体不超过容积 2/3	NaCl(H ₂ O)
固 + 固	结晶	溶解度差别大的溶质分开			NaCl(NaNO ₃)
	升华	能升华固体与不升华物分开	酒精灯		I ₂ (NaCl)
固 + 液	过滤	易溶物与难溶物分开	漏斗、烧杯	①一角、二低、三碰;②沉淀要洗涤;③定量实验要“无损”	NaCl(CaCO ₃)
液 + 液	萃取	溶质在互不相溶的溶剂里,根据溶解度的不同,把溶质分离出来	分液漏斗	①先查漏;②对萃取剂的要求;③使漏斗内外大气相通;④上层液体从上口倒出	从溴水中提取 Br ₂
	分液	分离互不相溶液体	分液漏斗		乙酸乙酯与饱和 Na ₂ CO ₃ 溶液
	蒸馏	分离沸点不同混合溶液	蒸馏烧瓶、冷凝管、温度计、牛角管	①温度计水银球位于支管处;②冷凝水从下口通入;③加碎瓷片	乙醇和水、I ₂ 和 CCl ₄
	渗析	分离胶体与混在其中的分子、离子	半透膜	更换蒸馏水	淀粉与 NaCl
	盐析	加入某些盐,使溶质的溶解度降低而析出	烧杯	用固体盐或浓溶液	蛋白质溶液、硬脂酸钠和甘油
气 + 气	洗气	易溶气体与难溶气体分开	洗气瓶	长进短出	CO ₂ (HCl)
	液化	沸点不同气体分开	U 形管	常用冰水	NO ₂ (N ₂ O ₄)

【巩固提高】

- 为了除去蛋白质溶液中混入的少量氯化钠,可以采用的方法()。

A. 过滤 B. 电泳 C. 渗析 D. 加入 AgNO₃ 溶液,过滤
- 下列除去杂质的方法正确的是()。

A. 乙烷气体中混有少量乙烯:通入氢气,使乙烯发生加成反应

B. CO₂ 气体中混有少量 SO₂:加入酸性高锰酸钾溶液后,收集气体

C. 乙醇中混有少量乙酸:加入 NaOH 溶液后,分液

D. NaCl 溶液中混有少量硫酸钠:加适量硝酸钡溶液,过滤
- 下列除去杂质的方法正确的是()。

A. 除去 N₂ 中少量的 O₂:通过灼热的 CuO 粉末,收集气体

- B. 除去 CO_2 中的少量 HCl : 通过 Na_2CO_3 溶液, 收集气体
C. 除去 FeCl_2 中的少量 FeCl_3 : 加入足量铁屑, 充分反应后过滤
D. 除去 KCl 溶液中的少量 MgCl_2 : 加入足量 NaOH 溶液, 过滤
4. 除去粗盐中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 及泥沙, 可将粗盐溶于水, 然后进行下列五项操作()。

①过滤 ②加入过量的 NaOH 溶液 ③加适量的盐酸 ④加过量 Na_2CO_3 溶液 ⑤加过量 BaCl_2 溶液, 正确的操作顺序是()。

- A. ①④②⑤③ B. ②⑤④①③ C. ④①②⑤③ D. ①②③④⑤

5. 下列实验采用的方法, 错误的是()。

- A. 用盐析的方法提纯某些蛋白质
B. 用渗析的方法除去淀粉中的 NaCl
C. 用盐析后过滤的方法从油脂皂化混合物中分离出肥皂
D. 用加热升华的方法除去高锰酸钾晶体中少量的碘

6. 下列物质与水的混合物用分液漏斗分离时, 该物质应从分液漏斗下端流出的是()。

- A. 硝基苯 B. 溴苯 C. 水 D. 己烷

7. 要除去氯气中混有的少量水蒸气, 可以使气体通过()。

- A. 浓硫酸 B. 饱和食盐水 C. 固体氢氧化钙 D. 碱石灰

8. 下列各组混合物不能用分液漏斗分离的是()。

- A. 硝基苯和水 B. 甘油和水 C. 氯乙烷和水 D. 溴苯和 NaOH 溶液

9. 在新制的 CO_2 中常混有 O_2 、 H_2S 、 HCl 和水蒸气等四种杂质, 可使用①浓 H_2SO_4 ②红热的铜丝 ③饱和碳酸氢钠溶液 ④ CuSO_4 溶液, 逐一除去杂质, 得到干燥、纯净的 CO_2 , 其正确操作顺序是()。

- A. ②①③④ B. ②③④① C. ④①③② D. ③④①②

10. 有一硝酸钾溶液, 其中混有少量 KBr 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 用 AgNO_3 、 K_2CO_3 、 KOH 和 HNO_3 作试剂除去杂质, 且最后溶液中只含 K^+ 、 NO_3^- 、 H^+ 。

(1) 加入试剂的顺序是_____。

(2) 用离子方程式依次表示所发生的各化学反应_____

_____。

第四章 中和滴定的误差分析

以一元酸和一元碱的中的滴定为例：

$$C_{\text{测}} V_{\text{定}} = C_{\text{标}} V_{\text{读}} \quad C_{\text{测}} V_{\text{定}} = C_{\text{标}} V_{\text{读}}$$

$$C_{\text{测}} = \frac{C_{\text{标}} V_{\text{读}}}{V_{\text{定}}} \quad C_{\text{测}} = \frac{C_{\text{标}} V_{\text{读}}}{V_{\text{定}}}$$

因 $C_{\text{标}}$ 、 $V_{\text{定}}$ 分别代表标准液浓度、所取待测液体积，均为定值，代入上式计算。

但是实际中 $C_{\text{标}}$ 、 $V_{\text{定}}$ 都可能引起误差，一般可把各因素引起的误差转嫁到 $V_{\text{读}}$ 上，若 $V_{\text{读}}$ 偏大，则测定结果偏大；若 $V_{\text{读}}$ 偏小，则测定结果偏小，故通过分析 $V_{\text{读}}$ 的变化情况，可分析滴定的误差。

引起误差的可能因素有以下几种：

1. 视(读数)(图 1-4-1 中的位置不太准确，最低点没有和水平线相切)：

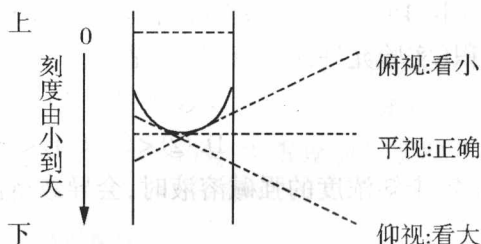


图 1-4-1

误读及结果：

- (1) 若起始平视，终仰视，则 $V_{\text{读}}$ 偏大， $C_{\text{测}}$ 偏大。
- (2) 若起始平视，终俯视，则 $V_{\text{读}}$ 偏小， $C_{\text{测}}$ 偏小。
- (3) 若先仰后俯，则 $V_{\text{读}}$ 偏小， $C_{\text{测}}$ 偏小。
- (4) 若先俯后仰，则 $V_{\text{读}}$ 偏小， $C_{\text{测}}$ 偏大。

注意：①滴定管中液体读数时精确到 0.01 mL；

②一般需滴定 2~3 次，取其平均值。

2. 洗(仪器洗涤)：

正确洗法：

二管二洗——滴定管和移液管先用蒸馏水清洗多次，再用待装液润洗几次。

一瓶一洗——锥形瓶只能用蒸馏水洗。

注意：一般滴定管装标准液，锥形瓶里装待测液。

错误洗法导致结果：

- (1) 滴定管仅用水洗，使标准液变稀，故消耗标准液体积一定变大， $V_{\text{读}}$ 变大，结果偏大。
- (2) 移液管仅用水洗，则待测液变稀，所取待测液溶质物质的量变少， $V_{\text{读}}$ 变小，结果偏小。
- (3) 锥形瓶用待测液洗过，则瓶内测液的溶质量偏多， $V_{\text{读}}$ 偏大，结果偏大。
- (4) 第一次滴定完，锥形瓶内液体倒去后，尚未清洗，接着第二次滴定，滴定结果如何，

取决于上次滴定情况如何。

3. 漏(液体溅漏):

(1) 滴定过程中锥形瓶内液体溅出,则结果偏小。

(2) 终点已到,滴定管下端尖嘴处有液滴,则 $V_{\text{读}}$ 偏大,测定结果偏大。

4. 泡(滴定管尖嘴气泡):

正确操作应在滴定前把尖嘴管中的气泡赶尽,最后也不能出现气泡。如滴定开始有气泡,后气泡消失,则结果偏大。若先无气泡,后有气泡,则结果偏小。

5. 色(指示剂变色控制与选择):

滴定时,眼睛应紧盯着锥形瓶内溶液的颜色变化。指示剂变色后应半分钟内不复原。如变色后立即复原,则结果偏小。另外,同一种滴定,选择的指示剂不同,测定的结果也不同,但误差在允许的范围内,如果是强弱之间的滴定,则会有较大的误差。

【巩固提高】

1. 取等体积 0.05 mol/L 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,分别装入标有①③③④编号的4个锥形瓶中,将①加水稀释到原体积的2倍,在②和③中分别通入少量的 CO_2 ;④作对照,分别在①和②中滴加酚酞做指示剂;在③和④中滴加甲基橙做指示剂,用 HCl 溶液分别滴定上述4种溶液,所消耗 HCl 溶液的体积(实验允许误差范围内)是()。

A. $② < ③ = ① = ④$

B. $① = ② = ③ = ④$

C. $① < ② < ③ < ④$

D. $② < ③ < ① < ④$

2. 用已知浓度的强酸滴定未知浓度的强碱溶液时,会导致待测碱液浓度结果偏低的操作是()。

A. 锥形瓶用蒸馏水洗净后装待测液

B. 滴定管用蒸馏水洗净后注入标准液

C. 滴定前仰视读数,滴定后俯视读数

D. 滴定后滴定管尖嘴处悬挂液滴

3. 在化学实验中进行下列操作时,其操作或记录的数据肯定错误的是()。

A. 用量筒量取 12.50 mL 的盐酸

B. 用托盘天平称取 8.84 g 的食盐

C. 用 250 mL 的容量瓶配制所需的 $220 \text{ mL } 0.1 \text{ mol/L}$ 的 NaOH 溶液

D. 用 0.12 mol/L 盐酸滴定未知浓度的 NaOH 溶液消耗盐酸 21.40 mL

4. 下列操作不会造成实验误差的是()。

A. 用刚刚洗净而未干燥的容量瓶来配制一定物质的量浓度的溶液

B. 用经待测液润洗过的锥形瓶来盛装待测液进行中和滴定

C. 用刚刚洗净而未干燥的坩埚盛装硫酸铜晶体来测定硫酸铜晶体里结晶水的含量

D. 在中和热的测定中,为使反应充分进行,过了一定时间后,再测定溶液的温度

5. 下列实验中,由于错误操作导致所测出的数据一定偏低的是()。

A. 用量筒量取一定体积液体时,俯视读出的读数

B. 用标准盐酸滴定氢氧化钠溶液测碱液浓度时,酸式滴定管洗净后,没有用标准盐酸润洗,直接着装标准盐酸滴定碱液,所测出的碱液的浓度值

C. 测定硫酸铜晶体结晶水含量时,加热温度太高,使一部分硫酸铜发生分解,所测出的结晶水的含量

D. 做中和热测定时,在大小烧杯之间没有垫碎泡沫塑料(或纸条)所测出的中和热数值

6. 在 $15 \text{ mL } 0.1 \text{ mol/L KOH}$ 溶液中逐滴加入 0.2 mol/L 甲酸溶液,溶液 pH 和加入的甲

酸的体积关系曲线如图 1-4-2 所示,有关粒子浓度大小关系正确的是()。

- A. 在 A、B 间任意一点: $c(K^+) > c(HCOO^-) > c(OH^-) > c(H^+)$
- B. 在 B 点: $c(K^+) = c(HCOO^-) > c(OH^-) = c(H^+)$,且 $a = 7.5$
- C. 在 C 点: $c(HCOO^-) > c(K^+) > c(OH^-) > c(H^+)$
- D. 在 D 点: $c(HCOO^-) + c(HCOOH) > 2c(K^+)$

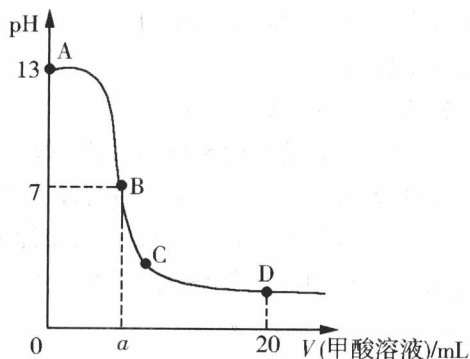


图 1-4-2

7. 中和滴定实验中,标准 NaOH 溶液的浓度,通常用 $H_2C_2O_4 \cdot H_2O$ 为基准物质进行标定。基准物质必须具备的条件:①物质纯度要高,②相对分子质量较大,③性质稳定,如不易分解、不风化、不潮解、不跟空气中的 CO_2 、 O_2 等反应。实验室标定盐酸的浓度时,选择的基准物质最好是()。

- A. NaOH
- B. $NaHCO_3$
- C. Na_2CO_3
- D. $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

8. 下列有关中和滴定的叙述中正确的是()。

- A. 滴定时,标准液的浓度一定越稀越好
- B. 用盐酸作标准液滴定 NaOH 溶液时,指示剂加入越多越好
- C. 滴定管在滴液前和滴液后均有气泡,一定不会造成误差
- D. 滴定时眼睛应注视锥形瓶内溶液的颜色变化而不应注视滴定管内的液面变化

9. 已知 $c(NH_4Cl) \leq 0.1 \text{ mol/L}$ 时,溶液 $pH > 5.1$ 。现用 0.1 mol/L 盐酸滴定 10 mL 0.05 mol/L 氨水,用甲基橙作指示剂,达到滴定终点,所用盐酸的体积为()。

- A. 10 mL
- B. 5 mL
- C. 大于 5 mL
- D. 小于 5 mL

10. 用已知浓度的 NaOH 溶液滴定待测浓度的盐酸(盐酸置于锥形瓶中),以下操作会造成所测盐酸溶液浓度偏低的是()。

- A. 酸式滴定管未用待装溶液润洗
- B. 碱式滴定管未用待装溶液润洗
- C. 锥形瓶未用待装溶液润洗
- D. 在滴定前滴定管尖嘴部分有气泡,滴定后气泡消失

第五章 化学实验中的先与后 22 例

1. 加热试管时,应先均匀加热后局部加热。
2. 用排水法收集气体时,先拿出导管后撤酒精灯。
3. 制取气体时,先检验气密性后装药品。
4. 收集气体时,先排净装置中的空气后再收集。
5. 稀释浓硫酸时,烧杯中先装一定量蒸馏水后再沿器壁缓慢注入浓硫酸。
6. 点燃 H_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等可燃气体时,先检验纯度再点燃。
7. 检验卤代烃分子的卤元素时,在水解后的溶液中先加稀 HNO_3 再加 AgNO_3 溶液。
8. 检验 NH_3 (用红色石蕊试纸)、 Cl_2 (用淀粉 KI 试纸)、 H_2S [用 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 试纸] 等气体时,先用蒸馏水润湿试纸后再与气体接触。
9. 做固体药品之间的反应实验时,先单独研碎后再混合。
10. 配制 FeCl_3 、 SnCl_2 等易水解的盐溶液时,先溶于少量浓盐酸中,再稀释。
11. 中和滴定实验时,用蒸馏水洗过的滴定管先用标准液润洗后再装标准液;先用待测液润洗后再移取液体;滴定管读数时先等一两分钟后再读数;观察锥形瓶中溶液颜色的改变时,先等半分钟颜色不变后即即为滴定终点。
12. 焰色反应实验时,每做一次,铂丝应先沾上稀盐酸放在火焰上灼烧到无色时,再做下一次实验。
13. 用 H_2 还原 CuO 时,先通 H_2 流,后加热 CuO ,反应完毕后先撤酒精灯,冷却后再停止通 H_2 。
14. 配制物质的量浓度溶液时,先用烧杯加蒸馏水至容量瓶刻度线 $1 \sim 2\text{cm}$ 后,再改用胶头滴管加水至刻度线。
15. 安装发生装置时,遵循的原则是:自下而上,先左后右或先下后上,先左后右。
16. 浓 H_2SO_4 不慎洒到皮肤上,先迅速用布擦干,再用水冲洗,最后再涂上 $3\% \sim 5\%$ 的 NaHCO_3 溶液。沾上其他酸时,先水洗,后涂 NaHCO_3 溶液。
17. 碱液沾到皮肤上,先水洗后涂硼酸溶液。
18. 酸(或碱)流到桌子上,先加 NaHCO_3 溶液(或醋酸)中和,再水洗,最后用布擦。
19. 检验蔗糖、淀粉、纤维素是否水解时,先在水解后的溶液中加入 NaOH 溶液中和 H_2SO_4 ,再加银氨溶液或 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液。
20. 用 pH 试纸时,先用玻璃棒蘸取待测溶液涂到试纸上,再把试纸显示的颜色跟标准比色卡对比,定出 pH。
21. 配制和保存 Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 等易水解、易被空气氧化的盐溶液时;先把蒸馏水煮沸赶走 O_2 ,再溶解,并加入少量的相应金属粉末和相应酸。
22. 称量药品时,先在盘上各放两张大小、重量相等的纸(腐蚀药品放在烧杯等玻璃器皿内),再放药品。加热后的药品,先冷却,后称量。