



河北人民出版社组织编写

河北出版传媒集团  
河北人民出版社



## 讲义

### 必考内容

第一章 从实验学化学..... 1	第3讲 化学键..... 65
第1讲 化学实验基本仪器和基本操作..... 1	第七章 有机化合物..... 69
第2讲 物质的制备、分离、提纯与检验..... 8	第1讲 最简单的有机化合物——甲烷..... 69
第二章 化学计量在实验中的应用..... 17	第2讲 来自石油和煤的两种基本化工原料..... 72
第1讲 物质的量、摩尔质量..... 17	第3讲 生活中两种常见的有机物..... 78
第2讲 气体摩尔体积..... 19	第八章 化学资源的开发与利用..... 84
第3讲 物质的量浓度..... 22	第1讲 开发利用金属矿物和海水资源..... 84
第三章 化学物质及其变化..... 26	第2讲 资源综合利用 环境保护..... 87
第1讲 物质的分类..... 26	第九章 化学反应与能量..... 94
第2讲 离子反应..... 28	第1讲 化学反应的热效应..... 94
第3讲 氧化还原反应..... 31	第2讲 原电池 化学电源..... 97
第四章 金属及其化合物..... 34	第3讲 电解 金属的腐蚀与防护..... 100
第1讲 金属的化学性质..... 34	第十章 化学反应速率和化学平衡..... 107
第2讲 几种重要的金属化合物..... 37	第1讲 化学反应速率..... 107
第3讲 用途广泛的金属材料..... 41	第2讲 化学平衡及影响因素..... 111
第五章 非金属及其化合物..... 44	第十一章 水溶液中的离子平衡..... 119
第1讲 无机非金属材料的主角——硅..... 44	第1讲 弱电解质的电离..... 119
第2讲 富集在海水中的元素——氯..... 46	第2讲 水的电离和溶液的酸碱性..... 121
第3讲 硫及其重要化合物..... 49	第3讲 盐的水解..... 125
第4讲 氮及其重要化合物..... 52	第4讲 难溶电解质的溶解平衡..... 128
第六章 元素周期律..... 58	选考内容
第1讲 原子结构 元素周期表..... 58	第一章 认识有机化合物..... 132
第2讲 元素周期律..... 62	第二章 烃和卤代烃..... 136
	第1讲 烃..... 136



第2讲 卤代烃·····	140	一课一练12 化学物质及其变化(能力提升)	
第三章 烃的含氧衍生物·····	146	·····	209
第1讲 醇和酚·····	146	一课一练13 离子反应(基础巩固)	211
第2讲 醛 羧酸 酯·····	150	一课一练14 离子反应(能力提升)	213
第四章 生命中的基础有机化学物质及合成		一课一练15 氧化还原反应(基础巩固)	215
有机高分子化合物·····	155	一课一练16 氧化还原反应(能力提升)	217
第1讲 生命中的基础有机化学物质·····	155	一课一练17 金属的化学性质(基础巩固)	219
第2讲 合成高分子与有机合成·····	159	一课一练18 金属的化学性质(能力提升)	221
第五章 原子结构与性质·····	165	一课一练19 几种重要的金属化合物	
第六章 分子结构与性质·····	171	(基础巩固)	223
第七章 晶体结构和性质·····	177	一课一练20 几种重要的金属化合物	
		(能力提升)	225
<b>一课一练</b> (以下为活页)		一课一练21 用途广泛的金属材料(基础巩固)	
一课一练1 化学实验基本仪器和基本操作		·····	227
(基础巩固)·····	187	一课一练22 用途广泛的金属材料(能力提升)	
一课一练2 化学实验基本仪器和基本操作		·····	229
(能力提升)·····	189	一课一练23 无机非金属材料的主角——硅	
一课一练3 物质的制备、分离、提纯与检验		(基础巩固)	231
(基础巩固)·····	191	一课一练24 无机非金属材料的主角——硅	
一课一练4 物质的制备、分离、提纯与检验		(能力提升)	233
(能力提升)·····	193	一课一练25 富集在海水中的元素——氯	
一课一练5 物质的量、摩尔质量(基础巩固)		(基础巩固)	235
·····	195	一课一练26 富集在海水中的元素——氯	
一课一练6 物质的量、摩尔质量(能力提升)		(能力提升)	237
·····	197	一课一练27 硫及其重要化合物(基础巩固)	
一课一练7 气体摩尔体积(基础巩固)	199	·····	239
一课一练8 气体摩尔体积(能力提升)	201	一课一练28 硫及其重要化合物(能力提升)	
·····		·····	241
一课一练9 物质的量浓度(基础巩固)	203	一课一练29 氮及其重要化合物(基础巩固)	
·····		·····	243
一课一练10 物质的量浓度(能力提升)	205		
·····			
一课一练11 化学物质及其变化(基础巩固)	207		



一课一练 30 氮及其重要化合物(能力提升)	245	一课一练 47 化学反应的热效应(基础巩固)	279
一课一练 31 原子结构 元素周期表(基础巩固)	247	一课一练 48 化学反应的热效应(能力提升)	281
一课一练 32 原子结构 元素周期表(能力提升)	249	一课一练 49 原电池 化学电源(基础巩固)	283
一课一练 33 元素周期律(基础巩固)	251	一课一练 50 原电池 化学电源(能力提升)	285
一课一练 34 元素周期律(能力提升)	253	一课一练 51 电解 金属的腐蚀与防护 (基础巩固)	287
一课一练 35 化学键(基础巩固)	255	一课一练 52 电解 金属的腐蚀与防护 (能力提升)	289
一课一练 36 化学键(能力提升)	257	一课一练 53 化学反应速率(基础巩固)	291
一课一练 37 最简单的有机物——甲烷 (基础巩固)	259	一课一练 54 化学反应速率(能力提升)	293
一课一练 38 最简单的有机物——甲烷 (能力提升)	261	一课一练 55 化学平衡及影响因素(基础巩固)	295
一课一练 39 来自石油和煤的两种基本化工 原料(基础巩固)	263	一课一练 56 化学平衡及影响因素(能力提升)	297
一课一练 40 来自石油和煤的两种基本化工 原料(能力提升)	265	一课一练 57 弱电解质的电离(基础巩固)	299
一课一练 41 生活中两种常见的有机物 (基础巩固)	267	一课一练 58 弱电解质的电离(能力提升)	301
一课一练 42 生活中两种常见的有机物 (能力提升)	269	一课一练 59 水的电离和溶液酸碱性(基础巩固)	303
一课一练 43 开发利用金属矿物和海水资源 (基础巩固)	271	一课一练 60 水的电离和溶液酸碱性(能力提升)	305
一课一练 44 开发利用金属矿物和海水资源 (能力提升)	273	一课一练 61 盐类水解(基础巩固)	307
一课一练 45 资源综合利用 环境保护 (基础巩固)	275	一课一练 62 盐类水解(能力提升)	309
一课一练 46 资源综合利用 环境保护 (能力提升)	277	一课一练 63 难溶电解质的溶解平衡(基础巩固)	311
		一课一练 64 难溶电解质的溶解平衡(能力提升)	313



一课一练 65	认识有机化合物(基础巩固) ...	315
一课一练 66	认识有机化合物(能力提升) ...	317
一课一练 67	烃(基础巩固) .....	319
一课一练 68	烃(能力提升) .....	321
一课一练 69	卤代烃(基础巩固) .....	323
一课一练 70	卤代烃(能力提升) .....	325
一课一练 71	醇和酚(基础巩固) .....	327
一课一练 72	醇和酚(能力提升) .....	329
一课一练 73	醛 羧酸 酯(基础巩固) .....	331
一课一练 74	醛 羧酸 酯(能力提升) .....	333
一课一练 75	生命中的基础有机化学物质 (基础巩固) .....	335
一课一练 76	生命中的基础有机化学物质 (能力提升) .....	337
一课一练 77	合成高分子与有机合成(基础巩固) .....	339
一课一练 78	合成高分子与有机合成(能力提升) .....	341
一课一练 79	原子结构与性质(基础巩固) ...	343
一课一练 80	原子结构与性质(能力提升) ...	345
一课一练 81	分子结构与性质(基础巩固) ...	347
一课一练 82	分子结构与性质(能力提升) ...	349
一课一练 83	晶体结构与性质(基础巩固) ...	351
一课一练 84	晶体结构与性质(能力提升) ...	353

### 综合测试卷

综合测试卷 1	从实验学化学 .....	355
综合测试卷 2	化学计量在实验中的应用 .....	359
综合测试卷 3	化学物质及其变化 .....	362
综合测试卷 4	金属及其化合物 .....	365
综合测试卷 5	非金属及其化合物 .....	369
综合测试卷 6	元素周期律 .....	373
综合测试卷 7	有机化合物 .....	377
综合测试卷 8	化学资源的开发与利用 .....	381
综合测试卷 9	化学反应与能量 .....	385
综合测试卷 10	化学反应速率和化学平衡 ...	389
综合测试卷 11	水溶液中的离子平衡 .....	393
综合测试卷 12	认识有机化合物 .....	397
综合测试卷 13	烃和卤代烃 .....	401
综合测试卷 14	烃的含氧衍生物 .....	405
综合测试卷 15	生命中的基础有机化学物质 及合成高分子化合物 .....	409
综合测试卷 16	原子结构与性质 .....	413
综合测试卷 17	分子结构与性质 .....	417
综合测试卷 18	晶体结构与性质 .....	420
参考答案	.....	423

# 讲义




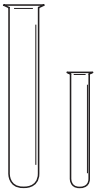


## 第一章 从实验学化学

### 第1讲 化学实验基本仪器和基本操作




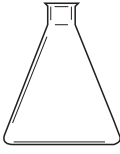
#### 复习要点

##### 一、常见化学仪器的用途和使用方法


##### 1. 能直接加热的仪器

仪器图形与名称	主要用途	使用方法和注意事项
 蒸发皿	用于蒸发溶剂或浓缩溶液	可直接加热，但不能骤冷。蒸发溶液时不可加得太满，液面应距边缘1厘米。
 试管	常用作反应器，也可收集少量气体。	可直接加热，拿取试管时，用中指、食指、拇指拿住试管口占全长的1/3处，加热时管口不能对着人。试管内的液体不超过容积的1/2，加热时不超过1/3。加热时要用试管夹夹持，并使试管跟桌面成45°的角度，先给液体均匀预热，然后在液体底部固定加热，并不断摇动。给固体加热时，试管要横放，管口略向下倾斜。
 坩埚钳 坩埚 泥三角 三角架	用于灼烧固体，使其反应(如分解)。	可直接加热至高温。灼烧时应放于泥三角上，应用坩埚钳夹取。应避免骤冷。
 燃烧匙 (匙底材料铜质)	燃烧少量固体物质	可直接加热，遇能与Cu、Fe反应的物质时要在匙内铺细砂或垫石棉绒。

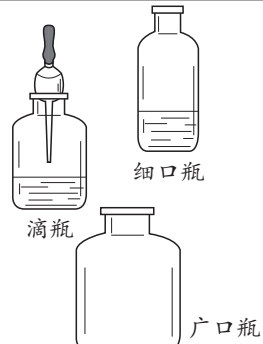
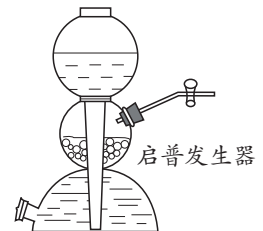
##### 2. 能间接加热(需垫石棉网)的仪器

仪器图形与名称	主要用途	使用方法和注意事项
 烧杯 (分为50、100、250、500、1000mL等规格)	用作配制、浓缩、稀释溶液。也可用作反应器和给试管水浴加热等。	加热时应隔石棉网。根据液体体积选用不同规格烧杯。
 圆底烧瓶	用作在加热或不加热条件下进行反应的容器	不能直接加热，应隔石棉网加热。所装液体的量不应超过其容积的1/2。
 蒸馏烧瓶	用于蒸馏与分馏，也可用作气体发生器。	加热时要隔石棉网。也可用其他热浴。
 锥形瓶	用作接收器、反应器，常用于滴定操作。	一般放在石棉网上加热。在滴定操作中液体不易溅出。

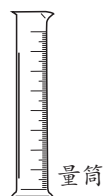
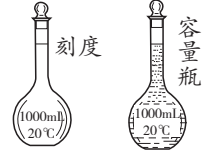
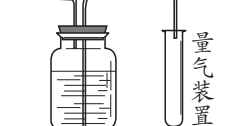
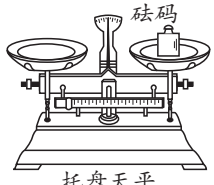
##### 3. 不能加热的仪器

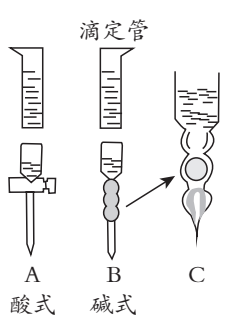
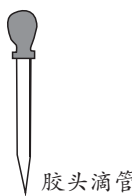
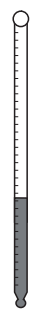
仪器图形与名称	主要用途	使用方法及注意事项
 玻璃片 集气瓶	用于收集和贮存少量气体	上口为平面磨砂，内侧不磨砂，玻璃片要涂凡士林，以免漏气，如果在其中进行燃烧反应且有固体生成时，应在底部加少量水或细砂。





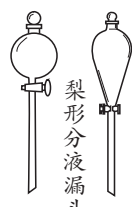
 <p>滴瓶 细口瓶 广口瓶</p>	<p>分装各种试剂, 需要避光保存时用棕色瓶。广口瓶盛放固体, 细口瓶盛放液体。</p>	<p>瓶口内侧磨砂, 且与瓶塞一一对应, 切不可盖错。玻璃塞的试剂瓶不可盛放强碱, 滴瓶内不可久置强氧化剂等。</p>
 <p>启普发生器</p>	<p>制取某些气体的反应器。 固体+液体 不需加热 → 气体</p>	<p>固体为块状, 气体溶解性小, 反应无强热放出。旋转导气管活塞控制反应进行或停止。</p>

4. 计量仪器

仪器图形与名称	主要用途	使用方法及注意事项
 <p>量筒</p>	<p>用于粗略量取一定体积的液体</p>	<p>要根据所要量取的体积, 选择大小合适的规格, 以减少误差。不能用作反应器, 不能直接在其内配制溶液。无零刻度, 自下而上体积依次增大, 读数时不用估读到下一位。</p>
 <p>容量瓶 (分为 50、100、250、500、1000mL)</p>	<p>用于准确配制一定物质的量浓度的溶液</p>	<p>不作反应器, 不可加热, 瓶塞不可互换, 不宜存放溶液, 要在所标记的温度下使用。</p>
 <p>量气装置</p>	<p>用于量取产生气体的体积</p>	<p>所量气体为不溶性的, 进气管不能接反, 应短进长出。</p>
 <p>托盘天平 托盘天平(附砝码)</p>	<p>用于精确度要求不高的称量</p>	<p>药品不可直接放在托盘内, 左物右码。若左码右物, 则称取质量可能小于物质的实际质量。例如, 称取 9.6g 实际质量为 <math>9 - 0.6 = 8.4\text{g}</math>。一般精确到 0.1g。</p>

 <p>滴定管 A 酸式 B 碱式 C</p>	<p>用于中和滴定(也可用于其他滴定)实验, 也可准确量取液体体积。</p>	<p>酸式滴定管用于盛装酸性、中性、强氧化性、有机溶液。碱式滴定管用于盛装碱性溶液。“零”刻度在上方, 精确到 0.01mL。</p>
 <p>胶头滴管</p>	<p>用于吸取或滴加液体</p>	<p>在滴加不同溶液时, 须将胶头滴管洗涤干净。</p>
 <p>温度计</p>	<p>用于测量温度</p>	<p>加热时不可超过其最大量程, 不可当搅拌器使用, 注意测量温度时, 水银球的位置。</p>

5. 用作过滤、分离、注入溶液仪器



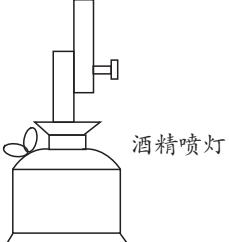
仪器图形与名称	主要用途	使用方法及注意事项
 <p>漏斗</p>	<p>用作过滤或向小口容器中注入液体; 倒置使用可作导气管。</p>	<p>过滤时应“一贴二低三靠”</p>
 <p>长颈漏斗</p>	<p>用于装配反应器, 便于注入反应液。</p>	<p>应将长管末端插入液面下, 防止气体逸出。</p>
 <p>梨形分液漏斗</p>	<p>分离密度不同且互不相溶的液体。作反应器的随时加液装置。</p>	<p>分液时, 下层液体从下口放出, 上层液体从上口倒出。不宜盛碱性液体。</p>



## 6. 干燥仪器

仪器图形与名称	主要用途	使用方法及注意事项
(颗粒状固体干燥剂) 球形干燥管  U形干燥管 	内装固体干燥剂或吸收剂, 用于干燥或吸收某些气体。	要注意防止干燥剂液化和是否失效。气流方向大口进小口出。
	除去气体中的杂质。	注意气流方向, 应该长管进气, 短管出气。
	用于存放干燥的物质或使湿润的物质干燥。	很热的物质应稍冷后放入。平推上方盖子即可打开或盖严。

## 7. 其他仪器

仪器图形与名称	主要用途	使用方法及注意事项
	用于蒸馏、分馏, 冷凝易液化的气体。	组装时管头高, 管尾低, 蒸气与冷却水逆向流动。
	用作热源, 火焰温度为 $500^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 。	所装酒精量不能超过其容积的 $2/3$ , 但也不能少于 $1/4$ 。加热时要用外焰。熄灭时要用灯帽盖灭, 不能吹灭。
	用作热源, 火焰温度可达 $1000^{\circ}\text{C}$ 左右。	需要加强热的实验用此加热。如煤的干馏, 碳还原氧化铜。

## 二、化学实验基本操作

## 1. 试剂的取用

粉末状固体药品取用时用药匙或纸槽送入横放的试管中, 然后将试管直立, 使药品全部落到底部。药量一般以铺满试管底部为宜。

块状固体则用镊子夹取或药匙送入横放的试管中, 然后将试管慢慢直立, 使固体沿管壁缓慢滑下。

液体药品根据取用药品量的不同采用不同的方法。取用少量时, 可用胶头滴管吸取。取一定体积的液体可用滴定管或移液管。取液体量较多时可直接倾倒。向小口径容器内倾倒液体时(如容量瓶)应用玻璃棒引流。

## 2. 玻璃仪器的洗涤

## (1) 水洗法

在试管中注入少量水, 用合适毛刷蘸洗涤剂刷洗, 再用水冲洗, 最后用蒸馏水清洗, 洗涤干净的标志是: 附着在玻璃仪器内壁上的水既不聚成水滴, 也不成股流下, 洗净的试管倒置于试管架上。

## (2) 药剂洗涤法

① 附有不溶于水的碱、碱性氧化物、碳酸盐, 可选用稀盐酸清洗, 必要时可稍加热。

② 附有油脂, 可选用热碱液( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )清洗。

③ 附有硫磺, 可选用  $\text{CS}_2$  或热  $\text{NaOH}$  溶液洗涤。

④ 附有碘、苯酚、酚醛树脂的试管用酒精洗涤。

⑤ 作“银镜”“铜镜”实验后的试管, 用稀硝酸洗涤。

⑥ 用高锰酸钾制氧气后的试管附有二氧化锰, 可用浓盐酸并稍加热后再洗涤。

⑦ 盛乙酸乙酯的试管用乙醇或  $\text{NaOH}$  溶液洗涤。

## 3. 常见指示剂(或试纸)的使用

(1) 常见的酸碱指示剂有石蕊、酚酞和甲基橙, 应熟记它们的变色范围。使用时将指示剂取几滴滴加到试管中的待测液中, 观察颜色变化。

(2) 常见试纸有石蕊试纸(红色或蓝色)、pH 试纸(黄色)、淀粉碘化钾试纸(白色)以及醋酸铅试纸等; 用试纸测气体的酸碱性时, 应用镊子夹着试纸, 润湿后置于容器的气体出口处, 观察颜色的变化。使用 pH 试纸时应把试纸放在玻璃片或表面皿上, 用玻璃棒蘸取待测液涂在试纸上, 及时用比色卡比色, 读出待测液的 pH 值, 注意 pH 试纸不能用水润湿。要注意切不可把试纸投入到溶液中。

$\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_3$  等氧化性较强的气体, 均可使润湿的淀粉碘化钾试纸变蓝。

## 4. 溶液的配制

## (1) 配制一定质量分数溶液的操作步骤

计算、称量(对固体溶质)或量取(对液体溶质)、溶解。

## (2) 配制一定物质的量浓度溶液的操作步骤

计算(溶质质量或体积)、称量或量取、溶解、降至室温、移入容量瓶中、洗涤(2~3 次, 用玻璃棒引流)、定容



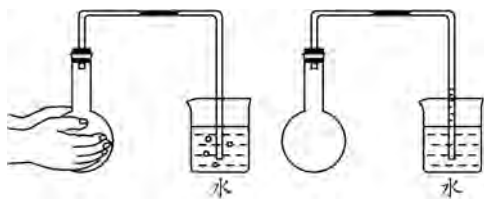
(加水到刻度线下 1~2 厘米处, 改用胶头滴管加至凹液面最低点与刻度相切)、摇匀、装瓶(注明名称、浓度)。

说明: 在溶解时放出大量热的物质, 例如浓硫酸的稀释、浓硫酸和浓硝酸混合, 都应把密度较大的浓硫酸沿器壁慢慢注入另一种液体中, 并用玻璃棒不断搅拌。

### 5. 装置气密性的检查

凡是有导气的实验装置, 装配好后均需检查气密性。

#### (1) 简单装置检验气密性的方法



将导气管浸入液面以下, 用双手握住烧瓶, 或用酒精灯微热烧瓶, 烧杯内水中有气泡产生; 双手松开烧瓶, 烧杯内导管中有水柱生成, 且一段时间内水柱高不变, 说明不漏气, 反之说明漏气。

(2) 应依据不同的装置特点设法用不同的方法检查其气密性, 其原理都是使装置形成一个密闭体系, 再使体系内气体产生压强变化, 并以一种现象表现出来。一般采用以下几种方法:

①微热法: 适用于最简单的装置, 进行检验前将一端连接导管并封闭于水中, 用双手或热毛巾捂住容器使气体受热膨胀, 通过观察气泡的产生及倒吸现象来判断装置的气密性。

②液差法: 适用于启普发生器及其简易装置气密性的检查。检查前一定要先关闭止水夹, 从漏斗中加入水, 使内部密封一部分气体, 通过观察形成的液面高度差是否发生变化判断装置的气密性。

(3) 整套装置气密性检查: 为使其产生明显的现象, 用酒精灯对装置中某个可加热的容器微热, 观察插入水中导管口是否有气泡冒出及倒吸现象; 也可对整套装置适当分割, 分段检查气密性。

(4) 装置气密性的检查必须在放入药品之前进行。

## 三、化学试剂的保存与选用及化学实验的安全常识

### 1. 化学试剂的保存

(1) 试剂妥善保存的目的是防止其变质或因挥发而损失, 这些都源于物理、化学性质, 所以, 试剂采用什么保存方法, 关键看它具有什么特殊的性质(如: 潮解、挥发、剧毒、氧化、腐蚀等性质)。具体原则是: “药品状态定口径, 瓶塞取决酸碱性; 受热见光易分解, 存放低温棕色瓶; 特殊试剂特殊放, 互不反应要记清。”

(2) 常用化学试剂的保存方法

名称	特点	保存方法
钠、钾	易与氧气或水反应	贮存在煤油里(锂封存于石蜡中)

氢氧化钠、 氢氧化钾	易潮解、易与 CO <sub>2</sub> 反应, 能腐蚀玻璃	密封保存, 试剂瓶用橡胶塞
白磷	空气中能自燃	贮存在冷水中
浓硝酸、硝酸银、氯水(溴水)、高锰酸钾	见光、受热易分解	保存在棕色瓶中, 置于暗、冷处
液溴	有毒, 易挥发, 能腐蚀橡胶塞	密封保存在有玻璃塞的棕色瓶中, 液面上放少量水(水封)
氨水、浓盐酸	易挥发	密封置于暗、冷处
浓硫酸、碱石灰、无水氯化钙	易吸水	密封保存
氢氟酸	能跟二氧化硅反应而腐蚀玻璃, 有剧毒	保存在塑料瓶中
苯、酒精、汽油等有机溶剂	易燃、易挥发	密封置于暗、冷处, 不可与氧化剂混合贮存, 严禁火种

### 2. 化学试剂的选用

许多实验的成败与试剂的选择有关, 选择试剂时通常要考虑以下几方面的问题:

#### (1) 根据不同实验的实验目的选用试剂

如除去 CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> 中混有的 SO<sub>2</sub> 气体, 通常用 NaOH 溶液; CO<sub>2</sub> 气体中含有杂质 SO<sub>2</sub> 气体, 通常用饱和碳酸氢钠溶液除去; 若要在除去 SO<sub>2</sub> 后检验原混合气体中 CO<sub>2</sub> 的存在时, 则必须选用高锰酸钾酸性溶液或溴水, 验证 SO<sub>2</sub> 是否除净。

#### (2) 酸化试剂的选用

某些溶液的配制或某些反应的发生需要酸性环境, 即需要酸化, 酸化时要考虑的问题有: 酸性的强弱、酸的氧化性与还原性、酸是否具有挥发性、是否会引入新杂质等。例如, KMnO<sub>4</sub> 溶液的酸化应该用硫酸, 不能用盐酸或硝酸; 检验 C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Br 中 Br 元素, 水解结束后应用硝酸酸化, 而不能用盐酸或硫酸; 配制 FeCl<sub>3</sub> 溶液只能用盐酸酸化, 用其他酸会引入杂质。

#### (3) 根据实验仪器选用试剂

若选用 U 形干燥管或球形干燥管干燥气体, 则要选用颗粒状固体干燥剂; 若选用洗气瓶, 一般选用液体干燥剂。



## 3. 化学实验的安全常识

## (1) 常用危险化学品标志



## (2) 实验意外预防

①防爆炸：点燃可燃气体(如  $H_2$ 、 $CO$ 、 $CH_4$ 、 $C_2H_2$ 、 $C_2H_4$ )或用  $CO$ 、 $H_2$  还原  $Fe_2O_3$ 、 $CuO$  之前，要检验气体纯度。

②防暴沸：配制硫酸的水溶液时，要将密度大的浓硫酸缓慢倒入水中；加热液体混合物时要加沸石(或碎瓷片或碎玻璃片)。

③防中毒：制取有毒气体(如  $Cl_2$ 、 $CO$ 、 $SO_2$ 、 $H_2S$ 、 $NO_2$ 、 $NO$ )时，应在通风橱中进行。

④防倒吸：加热法制取并用排水法收集气体或吸收溶解度较大气体时，要注意熄灭酒精灯的顺序或加装安全瓶。

## (3) 实验意外的处理

①水银外洒：用硫磺粉覆盖，打开门窗通风。

②白磷灼伤：先用 5% 的蓝矾溶液清洗，再用 1 g/L  $KMnO_4$  溶液湿敷。

③误食重金属盐：立即服大量的蛋清或牛奶。

④酒精失火：用湿抹布扑灭。

⑤液溴、苯酚滴在手上：立即擦去，再用氨水或酒精擦洗。

⑥浓酸洒在实验台上，先用碳酸钠或碳酸氢钠溶液中和，再用水冲洗干净；沾在皮肤上，应先用干抹布拭去，再用水冲洗，然后用 3%~5% 的碳酸氢钠溶液清洗，最后再用水冲洗；溅在眼睛中，应立即用水冲洗，然后再用 5% 的稀碳酸氢钠溶液淋洗，再请医生处理。

⑦浓碱洒在实验台上，先用稀醋酸中和，再用水冲洗干净；沾在皮肤上，应先用大量水冲洗，再涂上硼酸；溅在眼睛中，用水冲洗后再用硼酸溶液淋洗。

注意：无论酸还是碱溅入眼睛，切不要用手揉；密度小于水的物质、与水反应的物质着火后，不能用水灭火，要用湿布或细沙覆盖灭火。

## 典型示例

【例 1】下列有关实验操作的说法正确的是 ( )

- A. 可用 25 mL 碱式滴定管量取 20.00 mL  $KMnO_4$  溶液  
 B. 用 pH 试纸测定溶液的 pH 时，需先用蒸馏水润湿试纸  
 C. 蒸馏时蒸馏烧瓶中液体的体积不能超过容积的 2/3，液体也不能蒸干

D. 将金属钠在研钵中研成粉末，使钠与水反应的实验更安全

E. 用药匙取用粉末状或小颗粒状固体

F. 用胶头滴管滴加少量液体

G. 给盛有 2/3 体积液体的试管加热

H. 倾倒液体时试剂瓶标签面向手心

I. 将固体加入容量瓶中溶解并稀释至刻度，配制成一定物质的量浓度的溶液

J. 用  $NaOH$  溶液洗涤并灼烧铂丝后，再进行焰色反应

K. 滴定结束时读取滴定管内液体的体积，俯视读数导致读数偏小

【解析】本题考查实验操作知识。应用酸式滴定管盛放  $KMnO_4$  溶液，因为  $KMnO_4$  溶液腐蚀橡胶管，A 不正确；pH 试纸使用时不能润湿，否则使溶液的酸性或碱性减弱，产生误差，B 不正确；C 正确；钠易燃烧，不能研磨，D 不正确；加热试管中的液体时，液体的体积不能超过试管体积的 1/3，故 G 项错误；E、F、H 操作都正确；固体不能直接在容量瓶中溶解，I 项错误；做焰色反应实验时，应用稀盐酸洗涤铂丝，J 项错误；K 项正确。

【答案】C E F H K

【例 2】下列选用的相关仪器符合实验要求的是 ( )

A	B
存放浓硝酸	分离水和乙酸乙酯
C	D
准确量取 9.50 mL 水	实验室制取乙烯

【解析】浓硝酸见光易分解，故用棕色试剂瓶保存，但浓硝酸又能腐蚀橡胶，故试剂瓶必须用玻璃塞，A 选项错误。乙酸乙酯在水中溶解度不大，乙酸乙酯与水分层后，用分液漏斗进行分离是符合实验要求的，B 选项正确。量筒只是一种粗量的量具，其精确度不高，10 mL 量筒仅能精确到 0.1 mL，如果要精确量取溶液，一般应选用滴定管



或移液管,故C选项错误。实验室制备乙烯,须严格控制温度为 $170^{\circ}\text{C}$ ,因此温度计必须选用 $0\sim 200^{\circ}\text{C}$ 量程的,D选项错误。

【答案】B

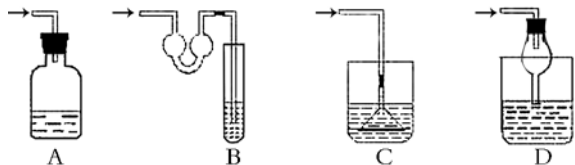
【例3】下列物质与常用危险化学品的类别不对应的是 ( )

- A.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaOH}$ ——腐蚀品
- B.  $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ ——易燃液体
- C.  $\text{CaC}_2$ 、 $\text{Na}$ ——遇湿易燃物品
- D.  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ——氧化剂

【解析】主要考查常用危险化学品的类别, $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ 属易燃气体。

【答案】B

【例4】以下各种尾气吸收装置中,适合于吸收易溶性气体,而且能防止倒吸的是 ( )



【解析】本题主要考查尾气的吸收及防止液体倒吸装置的设计等内容。装置A设计原理错误,气体没有“通路”易发生爆炸;装置C漏斗已伸入液面以下,发生倒吸时不能及时使漏斗与液面脱离,不能达到目的。装置B中的双球及装置D中干燥管的容积大,发生倒吸时引起的液面差大,可使导气管下端及时与液面脱离从而防止了倒吸。

【答案】BD

【例5】下图的装置中,干燥烧瓶内盛有某种气体,烧杯和滴管内盛放某种溶液。挤压滴管的胶头,下列与实验事实不相符的是 ( )

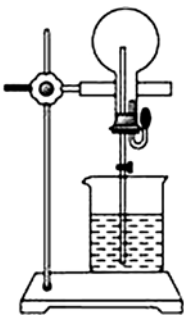
- A.  $\text{CO}_2$ ( $\text{NaHCO}_3$ 溶液)/无色喷泉
- B.  $\text{NH}_3$ ( $\text{H}_2\text{O}$ 含酚酞)/红色喷泉
- C.  $\text{H}_2\text{S}$ ( $\text{CuSO}_4$ 溶液)/黑色喷泉
- D.  $\text{HCl}$ ( $\text{AgNO}_3$ 溶液)/白色喷泉

【解析】 $\text{CO}_2$ 不易溶于 $\text{NaHCO}_3$ 溶液中,也不与 $\text{NaHCO}_3$ 反应,不会形成喷泉,A错误; $\text{NH}_3$ 易溶于水,生成氨水,氨水可使酚酞溶液变红色,可以形成红色喷泉,B正确; $\text{H}_2\text{S}$ 与 $\text{CuSO}_4$ 反应生成黑色 $\text{CuS}$ ,可形成黑色喷泉,C正确; $\text{HCl}$ 可与 $\text{AgNO}_3$ 反应生成 $\text{AgCl}$ ,可形成白色喷泉,D正确。

【答案】A

【例6】可用下图装置制取(必要时可加热)、净化、收集的气体是 ( )

- A. 铜和稀硝酸制一氧化氮
- B. 氯化钠与浓硫酸制氯化氢



- C. 锌和稀硫酸制氢气
- D. 硫化亚铁与稀硫酸制硫化氢

【解析】本题是一道气体的净化和收集的实验题。A选项错误,一氧化氮气体不能用排空气法收集,因为 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 。B选项正确,用本实验装置制取气体需要加热,且所得气体的密度比空气的密度大,能用排气法收集,并且能用浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 干燥。C项氢气密度比空气小,D项硫化氢气体不能用浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 干燥,C、D都不正确。

【答案】B

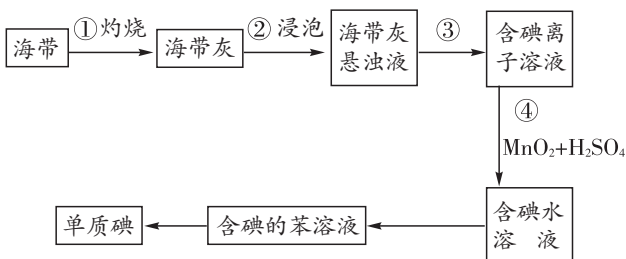
【例7】设计学生实验要注意安全、无污染、现象明显。根据启普发生器原理,可用底部有小孔的试管制简易的气体发生器(在试管底部加少许石棉绒或玻璃棉)(见右图)。若关闭K,不能使反应停止,可将试管从烧杯中取出(会有部分气体逸散)。下列气体的制取宜使用该装置的是 ( )

- A. 用二氧化锰(粉末)与双氧水制氧气
- B. 用锌粒与稀硫酸制氢气
- C. 用硫化亚铁(块状)与盐酸制硫化氢
- D. 用碳酸钙(块状)与稀硫酸制二氧化碳

【解析】因 $\text{MnO}_2$ 为粉末状固体,易散落到烧杯中,使反应失去控制,不能停止,A错;用锌粒与稀硫酸反应制取 $\text{H}_2$ ,若装置从烧杯中取出会导致 $\text{H}_2$ 逸散在空气中,不会造成污染,B正确;若装置从烧杯中取出会导致硫化氢气体逸散在空气中造成污染,C错;制取 $\text{CO}_2$ 气体不能用稀硫酸,D错。

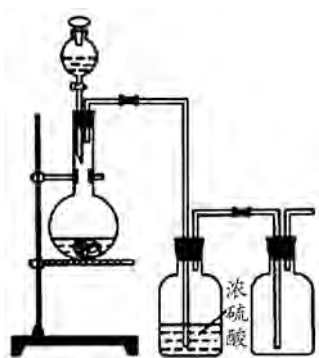
【答案】B

【例8】海带中含有丰富的碘。为了从海带中提取碘,某研究性学习小组设计并进行了以下实验:



请填写下列空白:

(1)步骤①灼烧海带时,除需要三脚架外,还需要用到





的实验仪器是\_\_\_\_\_ (从下列仪器中选取出所需的仪器, 用标号字母填写在空白处)。

- A. 烧杯      B. 坩埚      C. 表面皿  
D. 泥三角      E. 酒精灯      F. 干燥器

(2) 步骤③的实验操作名称是\_\_\_\_\_；步骤⑥的目的是从含碘苯溶液中分离出单质碘和回收苯, 该步骤的实验操作名称是\_\_\_\_\_。

(3) 步骤④反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

(4) 步骤⑤中, 某学生选择用苯来提取碘的理由是\_\_\_\_\_。

(5) 请设计一种检验提取碘后的水溶液中是否还含有单质碘的简单方法: \_\_\_\_\_。

**【解析】**本实验的基本思路是: 从海水中提取含 I<sup>-</sup> 的碘化物(通过灼烧、浸泡等方法), 再用氧化剂(MnO<sub>2</sub>)氧化 I<sup>-</sup> 得到 I<sub>2</sub>, 最后用萃取剂(苯)从水溶液中萃取 I<sub>2</sub>。萃取剂选择有两个条件: ①与原来的溶剂(水)互不相溶; ②被萃取物质在萃取剂中溶解度较大。

**【答案】**(1) BDE

(2) 过滤 蒸馏

(3)  $2\text{I}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) 苯与水互不相溶; 碘在苯中的溶解度比在水中大

(5) 取适量提取碘后的水溶液于试管中, 加入几滴淀粉试液; 观察是否出现蓝色(如果变蓝, 说明还有单质碘)

### 拓展提高

1. 下列做法正确的是 ( )

- A. 将浓硝酸保存在无色玻璃瓶中  
B. 用镊子取出白磷并置于水中切割  
C. 把氯酸钾制氧气后的残渣倒入垃圾桶  
D. 氢气还原氧化铜实验先加热再通氢气


2. 下列实验操作中, 先后顺序正确的是 ( )

A. 稀释浓硫酸时, 先在烧杯中加入一定体积的浓硫酸, 后注入蒸馏水

B. 为测定硫酸铜晶体的结晶水含量, 称样时, 先称取一定量的晶体, 后放入坩埚中

C. 配制溶液时, 若加水超过容量瓶刻度, 应用胶头滴管将多余溶液吸出

D. 在制取干燥纯净的氯气时, 先使氯气通过水(或饱和食盐水), 后通过浓硫酸

3. 图标  所警示的是 ( )

- A. 当心火灾——氧化物  
B. 当心火灾——易燃物质  
C. 当心爆炸——自燃物质  
D. 当心爆炸——爆炸性物质

4. 下图是气体制取装置, 下列能用此装置制取气体并能“随开随用、随关随停”的是 ( )

A. 大理石和稀硫酸制取二氧化碳

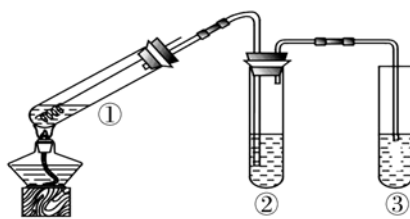
B. 锌粒和稀硫酸制氢气

C. 浓盐酸和二氧化锰制取氯气

气

D. 电石和水制取乙炔

5. 用下图所示实验装置(夹持仪器已略去)探究铜丝与过量浓硫酸的反应。下列实验不合理的是 ( )



A. 上下移动①中铜丝可控制 SO<sub>2</sub> 的量

B. ②中用品红溶液验证 SO<sub>2</sub> 的生成

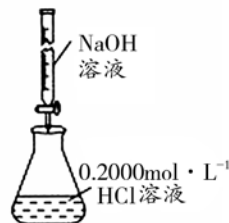
C. ③中选用 NaOH 溶液吸收多余的 SO<sub>2</sub>

D. 为确认 CuSO<sub>4</sub> 生成, 向①中加水, 观察颜色

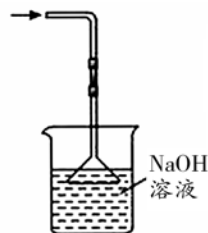
6. 下列实验装置(固定装置略去)和操作正确的是 ( )



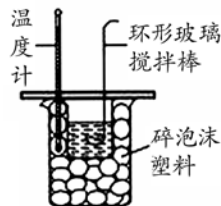
A. 分离 CCl<sub>4</sub> 和水



B. 酸碱中和滴定



C. 吸收 HCl 尾气

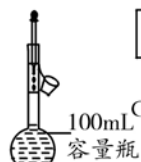


D. 中和热的测定

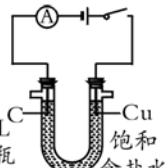
7. 下列实验操作或装置符合实验要求的是 ( )



A. 量取 15.00 mL NaOH 溶液



B. 定容



C. 电解制 Cl<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>



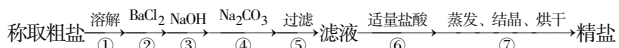
D. 高温煅烧石灰石



8. 下列实验操作或对实验事实的叙述正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)

- ①用稀  $\text{HNO}_3$  清洗做过银镜反应实验的试管。
- ②配制浓硫酸和浓硝酸的混合酸时, 将浓硫酸沿器壁慢慢加入到浓硝酸中, 并不断搅拌。
- ③用碱式滴定管量取 20.00 mL 0.1000 mol/L 的  $\text{KMnO}_4$  溶液。
- ④用托盘天平称取 10.50g 干燥的  $\text{NaCl}$  固体。
- ⑤不慎将苯酚溶液沾到皮肤上, 立即用酒精清洗。
- ⑥用瓷坩埚高温加热熔融  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体。
- ⑦向沸腾的  $\text{NaOH}$  稀溶液中滴加  $\text{FeCl}_3$  饱和溶液, 以制备  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体。
- ⑧配制  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液时, 加入少量的稀硫酸。

9. 为除去粗盐中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  以及泥沙等杂质, 某同学设计了一种制备精盐的实验方案, 步骤如下(用于沉淀的试剂稍过量):



- (1) 判断  $\text{BaCl}_2$  已过量的方法\_\_\_\_\_。
- (2) 第④步中, 相关的离子方程式\_\_\_\_\_。
- (3) 若先用盐酸调 pH 值再过滤, 将对实验结果产生影响, 其原因\_\_\_\_\_。
- (4) 为检验精盐纯度, 需配制 250 mL 0.2 mol/L  $\text{NaCl}$ (精盐) 溶液, 右图是该同学转移溶液的示意图。图中的错误是\_\_\_\_\_。



### 答案

1.【解析】浓  $\text{HNO}_3$  见光易分解, 需保存在棕色玻璃瓶中。白磷在空气中易自燃, 需保存在水中, 切割等操作也最好在水中进行。 $\text{KClO}_3$  分解时  $\text{MnO}_2$  做催化剂并没有消耗, 可以回收利用; 同时,  $\text{KClO}_3$  是强氧化剂, 若少量未完全分解而直接倒入垃圾桶, 可能引起危险。 $\text{H}_2$  还原  $\text{CuO}$  实验中要先通入  $\text{H}_2$ , 待排尽装置中的空气后再加热。

【答案】B

2.【解析】A. 稀释浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  时应先在烧杯里加水, 再缓慢倒入浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  并不断搅拌; B. 测定  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  的结晶水含量, 应先用天平称量空坩埚的质量, 再加入晶体称量; C. 操作错误, 只能重新配制; D. 制取干燥纯净的  $\text{Cl}_2$  时, 先使  $\text{Cl}_2$  通过水(或饱和食盐水)可除去其中混有的  $\text{HCl}$ 。

【答案】D

3.【解析】本题考查对常见图标识别的知识。根据图标可判断应为“当心火灾”, 其所对应的物质为“易燃物质”。

【答案】B

4. B

5.【解析】要确认  $\text{CuSO}_4$  生成需将①倒入装有适量水的烧杯中观察颜色, 因为反应后①中仍含有大量剩余的浓硫酸。

【答案】D

6.【解析】B 项中  $\text{NaOH}$  溶液应该用碱式滴定管; C 项漏斗伸入太深, 不能有效防倒吸; D 项温度计应放于反应液中。

【答案】A

7.【解析】B 项中胶头滴管不能伸入到容量瓶中; C 项中铜作阳极, 不会产生氯气; D 项中瓷坩埚成分中含有  $\text{SiO}_2$  可与  $\text{CaCO}_3$  等碱性物质在高温下反应, 酒精灯火焰温度在  $500^\circ\text{C}$  左右, 达不到高温条件。

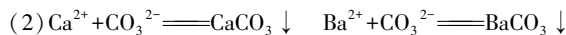
【答案】A

8.【解析】本题综合考查有关实验的安全性操作、仪器的精度及误差分析等内容。 $\text{KMnO}_4$  具有强氧化性, 可氧化橡胶管, 故不能用碱式滴定管量取  $\text{KMnO}_4$  溶液; 托盘天平的最小分度值为 0.1g, 不能准确称量至 0.01g 的样品; 瓷坩埚成分中含有  $\text{SiO}_2$  可与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  等碱性物质在高温下反应; 由胶体的制备原理可知, 应向沸水中加入  $\text{FeCl}_3$  饱和溶液制备胶体, 而向碱液中加入  $\text{FeCl}_3$  时只会生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀。

【答案】①②⑤⑧

9.【解析】加入  $\text{BaCl}_2$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  等沉淀剂后, 产生  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  沉淀, 还有过量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaOH}$ , 需加入  $\text{HCl}$  使  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaOH}$  转变成  $\text{NaCl}$ 。但如果先加  $\text{HCl}$  再过滤,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  都可能溶解, 造成产品纯度不高。

【答案】(1) 取第②步后的上层清液 1~2 滴于点滴板上, 再滴入 1~2 滴  $\text{BaCl}_2$  溶液, 若溶液未变浑浊, 则表明  $\text{BaCl}_2$  已过量



(3) 在此酸度条件下, 会有部分沉淀溶解, 从而影响制得精盐的纯度。

(4) 未用玻璃棒引流 未采用 250 mL 容量瓶

## 第 2 讲 物质的制备、分离、提纯与检验

### 复习要点

#### 一、物质的制备

##### 1. 常见单质、化合物的制备

##### (1) 电解法

电解熔融盐制备金属活动性强的金属, 如:  $\text{Na}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Al}$ ; 电解饱和食盐水制备  $\text{H}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{NaOH}$ ; 电解精炼铜。

##### (2) 氧化还原法



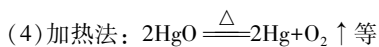


②利用还原剂  $H_2$ 、 $Al$ 、 $C$ 、 $CO$  等还原金属氧化物、卤化物制备  $W$ 、 $Cr$ 、 $Cu$ 、 $Zn$ 、 $Si$  等单质。



③非金属单质常用氧化阴离子法制取。如制  $Br_2$ 、 $I_2$  等。

(3)复分解反应：如制  $HCl$ 、 $H_2S$ 、 $SO_2$ 、 $CO_2$  等

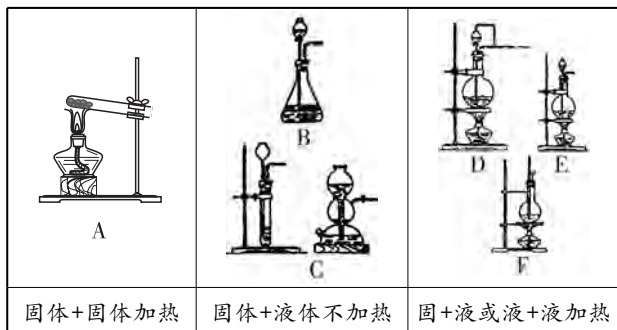


## 2. 常见气体的制备

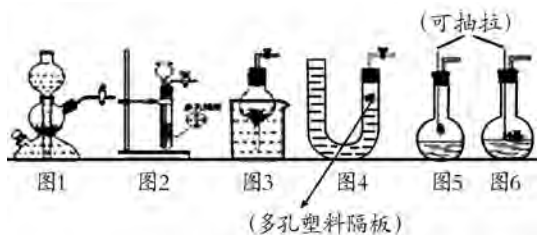
应掌握  $O_2$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $Cl_2$ 、 $HCl$ 、 $SO_2$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 、 $H_2S$ 、 $NH_3$ 、 $C_2H_2$ 、 $C_2H_4$  等 12 种气体的实验室制法。其中包括药品选择、反应原理、仪器装置、操作要点、净化干燥、收集、检验、尾气处理等一系列的基本知识和基本操作技能。

### (1) 气体的发生装置

一般根据反应物状态和反应条件设计气体发生装置，通常气体的发生装置有如下几种(见下图)



启普发生器及改良可制备气体有： $H_2S$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$  等气体。



### (2) 气体的净化和干燥常用装置和试剂

气体的净化、干燥装置一般常用的有洗气瓶、干燥管、U形管以及双通加热管几种。如下图所示：



洗气瓶(图c)一般装入液体除杂试剂。除杂试剂应通过化学反应将杂质吸收或将杂质气体转化为所制取的气体。常见除杂试剂有：

①强碱溶液：如  $NaOH$  溶液可吸收  $CO_2$ 、 $SO_2$ 、 $Cl_2$ 、 $NO_2$  等呈酸性的气体。

②饱和的酸式盐溶液，可将杂质气体吸收转化，如饱和  $NaHCO_3$  溶液能除去  $CO_2$  中混有的  $HCl$ 、 $SO_2$  等气体；饱和  $NaHSO_3$  溶液能除去  $SO_2$  中混有的  $HCl$  气体；饱和  $NaHS$

溶液能除去  $H_2S$  中混有的  $HCl$  气体。

③浓  $H_2SO_4$ ：利用它的吸水性，可除去  $H_2$ 、 $SO_2$ 、 $HCl$ 、 $CO$ 、 $NO_2$ 、 $CH_4$  等气体中混有的水蒸气。由于浓  $H_2SO_4$  有强氧化性，不能用来干燥具有强还原性气体：如  $H_2S$ 、 $HBr$ 、 $HI$  等。浓  $H_2SO_4$  有酸性，不能干燥碱性气体。

④酸性  $KMnO_4$  溶液：利用它的强氧化性，可以除去具有还原性的气体，如除去混在  $CO_2$  气体中的  $SO_2$ 、 $H_2S$  等。

干燥管、U形管(图b)一般装入固体的干燥剂(颗粒状)。常见的固体干燥剂有：

①酸性干燥剂，如  $P_2O_5$ 、硅胶等用来干燥酸性气体。

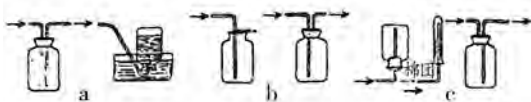
②碱性干燥剂，如  $CaO$ 、碱石灰、固体  $NaOH$  等，用来干燥碱性气体。

③中性干燥剂，如  $CaCl_2$  既能干燥碱性气体又能干燥酸性气体(但  $CaCl_2$  不能干燥  $NH_3$ ，因易形成  $CaCl_2 \cdot 8NH_3$  氨合物)。

另外还常用固体的无水  $CuSO_4$  装入干燥管中，通过颜色变化检验水蒸气的存在。用  $Na_2O_2$  固体也可将  $CO_2$ 、 $H_2O$  (气) 转化为  $O_2$ 。

双通加热管(图a)一般装入固体除杂剂，除杂试剂和混合气体中的某一组分反应。如  $N_2$  中  $O_2$  用灼热  $Cu$  除去。

### (3) 常见气体的收集装置



根据气体的密度、溶解性、稳定性可将气体的收集方法分为三种：

①排水集气法，如图a，若有些气体虽在水中有一定的溶解性或与水微弱反应，也可通过向水中加入电解质，抑制与水反应，如用排饱和食盐水的方法收集浓度较高的  $Cl_2$ 。

②向上排空气集气法，如图b。

③向下排空气集气法，如图c。

### (4) 常见尾气处理装置及方法

具有毒性或污染性的尾气必须进行处理，处理方式根据尾气的性质选择适合的装置。

①在水中溶解性不大的气体(图一)。

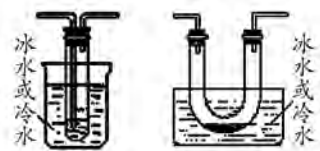
②燃烧或袋装法(图二、图三)。

③在水中溶解性很大的气体：防倒吸(图四~图九)。





## (5) 冷却反应装置



## (6) 常见气体的制备

气体	反应原理	发生装置	除杂试剂	干燥剂	收集方法	检验方法
O <sub>2</sub>	$2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$	固+固 加热	无	无	向上排空气、排水	使带火星的木条复燃
H <sub>2</sub>	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$	固+液 不加热	无	碱石灰	向下排空气	点燃
CO <sub>2</sub>	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	固+液 不加热	饱和 NaHCO <sub>3</sub>	浓 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	向上排空气	使澄清石灰水变浑浊
Cl <sub>2</sub>	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	固+液 加热	饱和食盐水	无水 CaCl <sub>2</sub>	向上排空气、排饱和食盐水	湿润的蓝色石蕊试纸变红或湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝
NH <sub>3</sub>	$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	固+固 加热	无	碱石灰	向下排空气	使湿润的红色石蕊试纸变蓝
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	液+液 加热	碱石灰	碱石灰 无水 CaCl <sub>2</sub>	排水	使溴水褪色
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow$	固+液 不加热	无	碱石灰 无水 CaCl <sub>2</sub>	排水	使溴水褪色
H <sub>2</sub> S	$\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$	固+液 不加热	无	无水 CaCl <sub>2</sub>	向上排空气	CuSO <sub>4</sub> 溶液等
SO <sub>2</sub>	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	固+液 不加热	无	浓 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	向上排空气	品红褪色
NO	$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	固+液 微热	无	碱石灰 无水 CaCl <sub>2</sub>	排水	遇空气变红棕色
NO <sub>2</sub>	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	固+液 不加热	无	无	向上排空气	颜色
HCl	$\text{NaCl}(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$ $\text{NaCl}(\text{固}) + \text{NaHSO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl} \uparrow$	固+液 微热	无	无水 CaCl <sub>2</sub>	向上排气	通入硝酸银和稀硝酸的混合液, 产生白色沉淀

## 二、物质的分离和提纯

## 1. 分离和提纯一般应遵循“四原则”和“三必须”

## (1) “四原则”

一不增(提纯过程中不增加新的杂质); 二不减(不减少被提纯的物质); 三易分离(被提纯物质与杂质容易分





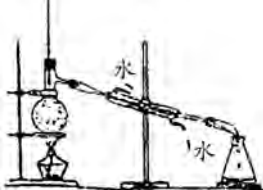



离); 四易复原(被提纯物质要易复原)。

## (2) “三必须”

一除杂试剂必须过量; 二过量试剂必须除尽(因为过量试剂带入新的杂质); 三选最佳除杂途径。



## 2. 常见物理分离、提纯方法

操作名称	适用范围和实例	装置	操作名称	适用范围和实例	装置
过滤 (沉淀洗涤)	固体(不溶)—液体分离。 例: 除去粗盐中的泥沙。		洗气	气—气分离(杂质气体与试剂反应)例: 用饱和食盐水除去 $\text{Cl}_2$ 气中的 $\text{HCl}$ 杂质, 用溴水除去 $\text{CH}_4$ 中的 $\text{C}_2\text{H}_2$ 等	
蒸发结晶 (重结晶)	固体—液体分离。 例: 食盐溶液的蒸发结晶。利用物质在同一溶剂中溶解度不同, 进行固体—固体(均溶)分离。 例: $\text{KNO}_3$ , $\text{NaCl}$ 的结晶分离。		渗析	胶粒与溶液中的溶质分离。例: 用渗析的方法除去淀粉胶体中的 $\text{NaCl}$ 。	
蒸馏 分馏	分离沸点不同的液体混合物。 例: 从石油中分馏出各馏分; 从乙醇、乙酸、浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 混合液中蒸馏出乙酸乙酯; 酒精中除水等。		加热	杂质发生反应。例: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 中含有 $\text{NaHCO}_3$ 杂质。 $\text{MnO}_2$ 中混有炭粉杂质可用加热法除去。	
萃取	萃取是利用溶质在互不相溶的溶剂里的溶解度不同, 用一种溶剂把溶质从它与另一种溶剂所组成的溶液中提取出来的方法。		升华	分离易升华的物质。 例: 碘、茶的提纯。	
分液	将两种互不相溶的液体分开。 例: 用 $\text{CCl}_4$ 将碘从碘水中萃取出来后, 再分液分离。		盐析	将胶体从混合物中分离出来。例: 硬脂酸钠溶液中加入食盐细粒; 鸡蛋白溶液中加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液。	

## 3. 常见化学分离、提纯方法

## (1) 一般原则

不能引入新杂质; 提纯后的成分不变; 实验过程和操作方法简单易行。

## (2) 基本方法

①加热法: 混合物中混有热稳定性差的物质时, 可直接加热, 使热稳定性差的物质分解气化而分离出来。例如: 食盐中混有氯化铵, 纯碱中混有小苏打等均可直接加热除去杂质。

②沉淀法: 在被提纯的物质中加入某种试剂使其与杂质反应, 生成沉淀过滤除去。注意不能引入新杂质, 如  $\text{NaCl}$  溶液里混有少量的  $\text{MgCl}_2$  杂质, 可加入过量的  $\text{NaOH}$

溶液, 使  $\text{Mg}^{2+}$  离子转化为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀(但引入新的杂质  $\text{OH}^-$ ), 过滤除去  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 然后加入适量盐酸, 调节  $\text{pH}$  为中性。

③气体法: 根据物质中所含杂质的性质加入合适的试剂, 让杂质转化为气体除去。如  $\text{KCl}$  中混有少量  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 可加适量盐酸除去。

④转化法: 不能通过一次反应达到分离目的时, 要经过转化为其他物质才能分离, 然后将转化物质恢复为原物质。如分离  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Al}^{3+}$  时, 可加入过量  $\text{NaOH}$  溶液, 生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和  $\text{NaAlO}_2$ , 过滤后, 分别再加盐酸重新生成  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Al}^{3+}$ 。注意转化过程中尽量减少被分离物质的损失, 而



且转化物质要易恢复为原物质。(Fe<sup>3+</sup>形成Fe(OH)<sub>3</sub>, pH范围1.9~3.7, Al<sup>3+</sup>形成Al(OH)<sub>3</sub>, pH范围3.3~5.2)

⑤酸碱法:被提纯物质不与酸碱反应,而杂质可与酸碱发生反应,用酸碱作除杂试剂。例如:用盐酸除去SiO<sub>2</sub>中的石灰石,用氢氧化钠溶液除去铁粉中的铝粉等。

⑥氧化还原法:加入合适物质,使杂质发生氧化还原反应转化为被提纯物质。如将氯水滴入混有FeCl<sub>2</sub>的FeCl<sub>3</sub>溶液中,除去FeCl<sub>2</sub>杂质;再如将过量铁粉加入混有FeCl<sub>3</sub>的FeCl<sub>2</sub>溶液中,振荡过滤,可除去FeCl<sub>3</sub>杂质。

⑦电解法:利用电解原理来分离、提纯物质。如电解精炼铜,将粗铜作阳极,精铜作阴极,电解液为含铜离子的溶液,通直流电,粗铜中铜及比铜活泼的杂质金属失电子,在阴极只有铜离子得电子析出,从而提纯了铜。

#### 4.有机物的分离和提纯

有机物的提纯要依据被提纯物质的性质,采用物理方法和化学方法除去杂质。一般是加入某种试剂,与杂质反应,生成易溶于水的物质,再用分液的方法除去杂质。如除去乙酸乙酯中混有的乙酸和乙醇,应在混合物中加入饱和的碳酸钠溶液,杂质乙酸与碳酸钠反应,生成了易溶于水的乙酸钠(同时降低乙酸乙酯的溶解度),充分搅拌后,

用分液漏斗分液,可得纯净的乙酸乙酯。

### 三、物质的检验

#### 1.物质的检验通常有鉴别、鉴定、推断

鉴别:是利用不同物质的性质差异,通过实验,将它区别开来。

鉴定:是根据物质的特性,通过实验,检验出该物质的成分,确定它是否为这种物质。

推断:根据已知实验及现象、分析判断,确定被检的是什么物质,并指出可能存在什么,不可能存在什么。

#### 2.物质检验的基本步骤

##### (1)对样品进行外观观察

试样外观,即被检验物质的状态、颜色、气味等。对试样的外观进行观察,可以得到一些具有参考价值的现象、结论,以帮助在进行物质检验中的判断,缩小检验范围。

##### (2)取样准备

对被检验的物质,一般是取其适量进行检验。以免造成不必要的浪费。对取出的样品,若为固体,一般要将其溶于水配成溶液,再进行检验。

##### (3)检验

若检验的是已配好的溶液,每次均应取少量进行检验,绝对不能将检验试剂(或试纸)直接加到全部待测液中。

### 3.物质的检验

#### (1)阳离子的检验

离子	检验试剂	实验现象	离子方程式
H <sup>+</sup>	石蕊试液	溶液变红	无
Na <sup>+</sup>	焰色反应	火焰呈黄色	无
Fe <sup>2+</sup>	①NaOH溶液 ②KSCN溶液、氯水	①先生成白色沉淀,很快变为灰绿色,最后变为红褐色 ②加KSCN溶液不变色,加氯水后变血红色	①Fe <sup>2+</sup> +2OH <sup>-</sup> ====Fe(OH) <sub>2</sub> ↓ 4Fe(OH) <sub>2</sub> +2H <sub>2</sub> O+O <sub>2</sub> ====4Fe(OH) <sub>3</sub> ②2Fe <sup>2+</sup> +Cl <sub>2</sub> ====2Fe <sup>3+</sup> +2Cl <sup>-</sup> Fe <sup>3+</sup> +3SCN <sup>-</sup> ====Fe(SCN) <sub>3</sub>
Fe <sup>3+</sup>	①NaOH溶液 ②KSCN溶液	①出现红褐色沉淀 ②溶液呈血红色	①Fe <sup>3+</sup> +3OH <sup>-</sup> ====Fe(OH) <sub>3</sub> ↓ ②Fe <sup>3+</sup> +3SCN <sup>-</sup> ====Fe(SCN) <sub>3</sub>
Cu <sup>2+</sup>	NaOH溶液	蓝色沉淀	Cu <sup>2+</sup> +2OH <sup>-</sup> ====Cu(OH) <sub>2</sub> ↓
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	与NaOH溶液混合加热,产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体	无色有刺激性气味的气体,试纸变蓝	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> +OH <sup>-</sup> $\xrightarrow{\Delta}$ NH <sub>3</sub> ↑+H <sub>2</sub> O
Mg <sup>2+</sup>	加过量NaOH溶液	有白色沉淀生成	Mg <sup>2+</sup> +2OH <sup>-</sup> ====Mg(OH) <sub>2</sub> ↓
Al <sup>3+</sup>	①NaOH溶液 ②氨水	①生成的白色沉淀,继续加NaOH溶液,沉淀溶解 ②生成白色沉淀后,继续加氨水沉淀不溶解	①Al <sup>3+</sup> +3OH <sup>-</sup> ====Al(OH) <sub>3</sub> ↓ Al(OH) <sub>3</sub> +OH <sup>-</sup> ====AlO <sub>2</sub> <sup>-</sup> +2H <sub>2</sub> O ②Al <sup>3+</sup> +3NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O====Al(OH) <sub>3</sub> ↓+3NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>