

实验教材新学案

高中化学 必修1

李德斌 主编



丛 书 主 编	周仲明								
丛书副主编	刘玉涛	周梦佳							
本 册 主 编	李德斌								
本册副主编	吴福来	杜立新							
编 委	肖永启	李帆高	吴学开	杜宏志	郭飞红	林加明	何传忠	韩胜景	
	李志高	曾国琼	刘顺才	秦修东	张亢雄	林文达	李惠阳	宁 波	
	张争良	李 涌	许彦明	闫雪花	肖荣根	周德宏	李开祥	甘喜武	
	戴金山	李瑞贤	卢 明	杨腊和	王 兵	刘宁波	付燚峰	蔡海宝	
	李梁柱	苏 洁	杜立谦	王京丽	张庆红	焦翠兰	陈红利	李佳健	
	陈胜涛								

实验教材新学案 高中化学 必修 1

丛书主编	周仲明
出版发行	陕西人民出版社(西安北大街 147 号 邮编: 710003)

印 刷	陕西博亚印务有限责任公司
开 本	880mm × 1230mm 16 开 7.5 印张
字 数	275 千字
版 次	2008 年 8 月第 2 版 2008 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 224 - 08150 - 3
定 价	15.00 元

前言 QIANYAN

为了配合我省的高中课程改革,我们聘请山东、广东、江苏、浙江等高中课改实验区的一线教研人员共同编写了《实验教材新学案》丛书。

学会思考,学会学习。本套丛书按照课程标准的要求,结合近年高中课改实验区的经验和成果,以“探究性学习”为核心,以“三维能力建构”为宗旨,精编学习内容,注重能力培养,尽可能兼顾不同学校和不同程度学生的需要。

本书与教材同步,按课前、课中、课后设置栏目,每章前设有“本章导读”“学习目标”,每节设有“助学思考”“要点活学”“探究活动”“三维测评”“拓展阅读”,每章后设有“知识网络”“高考链接”“综合测评”等栏目。

栏目说明:

本章导读 简要概述本章的内容并说明各节间的联系,本章在全书中的地位及与其他各章的关系。

学习目标 课程标准中与本章学习相关的具体内容标准。

助学思考 以填空、选择、探究、问答等多种形式出现,提取教材信息,培养自学能力。

要点活学 对本节学习内容中的疑难点进行讲解和辨析,挖掘要点的内涵本质,突破重点,化解难点,诠释疑点,整合、建构教材主干知识。每个要点的解析后有对应的例题和练习。

探究活动 针对本节内容设计活动,动手实践,动脑思考,重在培养理论联系实际的能力。

三维测评 重视同步性、梯度性、探究性,尽量选编近年课改实验区出现的新题。

拓展阅读 对应本节学习内容,选编科技知识、科学小品文和专题综述报告等。

知识网络 归纳梳理知识点,构建本章知识体系。

高考链接 展示近年高考特别是高中课改实验区高考中和本章相关的原题。

综合测评 针对各章的测试卷。

第一章 从实验学化学

第一节 化学实验基本方法·····	2
第二节 化学计量在实验中的应用·····	9
第一章整合提高·····	18
第一章综合测评卷·····	20

第二章 化学物质及其变化

第一节 物质的分类·····	22
第二节 离子反应·····	27
第三节 氧化还原反应·····	32
第二章整合提高·····	39
第二章综合测评卷·····	41

第三章 金属及其化合物

第一节 金属的化学性质·····	43
第二节 几种重要的金属化合物·····	49
第三节 用途广泛的金属材料·····	58
第三章整合提高·····	62
第三章综合测评卷·····	64

第四章 非金属及其化合物

第一节 无机非金属材料的主角——硅·····	66
第二节 富集在海水中的元素——氯·····	71
第三节 硫和氮的氧化物·····	78

第四节 氨 硝酸 硫酸	84
第四章整合提高	92
第四章综合测评卷	94
本册综合测评卷	96

第一章 从实验学化学



本章导读

新课程高中化学以进一步提高我们的科学素养为宗旨,立足于我们适应现代生活和未来发展的需要,着眼于提高 21 世纪公民的科学素养。化学是一门充满神奇色彩而又实用性很强的科学。实验是学习化学、体验化学和探究化学过程的重要途径。通过本章的学习,我们需要体会、观察、实验、分类、比较等科学研究方法在研究物质性质过程中的应用。化学研究主要用的是实验方法,所以我们需要掌握实验方法及完成化学实验所必需的技能,以适应未来社会对人们化学素养的要求。本章引领我们关注化学发展,认识化学科学对提高人类生活质量和促进社会发展所起的重要作用,感受化学世界的奇妙与和谐。



学习目标

1. 知道化学科学的主要研究对象,了解 20 世纪化学发展的基本特征和 21 世纪化学的发展趋势。查阅 20 世纪化学发展过程中重大事件的资料(或观看录像),与同学交流讨论。
2. 知道化学是在分子层次上认识物质和合成新物质的一门科学;了解物质的组成、结构和性质的关系;认识化学变化的本质。
3. 认识并欣赏化学科学对提高人类生活质量和促进社会发展的重要作用。讨论合成氨、药物合成、合成材料、环境保护等对提高人类生活质量的影响。
4. 体验科学探究的过程,学习运用以实验为基础的实证研究方法。常见离子(SO_4^{2-} 、 Cl^- 等)的检验。
5. 初步学会物质的检验、分离、提纯和溶液配制等实验技能。掌握过滤、蒸发、蒸馏、萃取、分液等实验基本操作及注意事项。了解一定物质的量浓度溶液配制的有关问题。
6. 树立安全意识,能识别化学品安全使用标志,初步形成良好的实验工作习惯。结合事例讨论遵守实验安全守则的重要性。掌握有关实验安全的规范操作。
7. 能够独立或与同学合作完成实验,记录实验现象和数据,完成实验报告,并能主动进行交流。
8. 初步认识实验方案设计、实验条件控制、数据处理等方法在化学学习和科学研究中的应用。
9. 认识摩尔是物质的量的基本单位,能进行简单的化学计算,体会定量研究的方法对研究和学习化学的重要作用。掌握气体摩尔体积与物质的量浓度的有关计算。
10. 结合本章的学习,制作一期相关内容的展板,或举办一期专题报告会。



第一节 化学实验基本方法

助学思考

一、化学实验安全

要做到实验安全,应注意:

1. 遵守_____。
2. 了解_____。
3. 掌握_____。
4. 重视并逐步熟悉_____和_____的处理方法。

二、混合物的分离和提纯

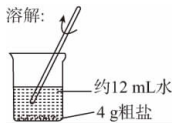
1. 概念

(1) 物质的分离: 将混合物中各物质通过_____或_____,把各成分彼此分开的过程。

(2) 物质的提纯: 把混合物中的杂质除去,以得到纯净的物质的过程。

2. 常见方法

(1) 过滤和蒸发——粗盐的提纯

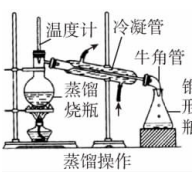
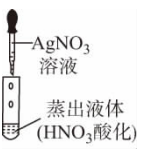
操作步骤	现象
溶解: 	粗盐_____,溶液呈现_____
过滤: 	烧杯中溶液_____,滤纸上有____ _____附着
蒸发: 	水分不断蒸发,有_____逐渐析出

(2) 蒸馏——实验室制取蒸馏水

利用液态混合物中各成分的_____不同,而除去_____
或_____的杂质的方法。

实验目的	实验操作	现象	结论
自来水中离子的检验		出现不溶于稀 HNO ₃ 的_____ _____	自来水中含有_____

续表

实验目的	实验操作	现象	结论
水的提纯		_____中水沸腾,冷凝管中有无色液体凝结,并通过_____流入锥形瓶中	锥形瓶中收集到_____
蒸馏水中杂质离子的检验			蒸馏水中_____ _____

注意 ①温度计水银球应在_____处;

②蒸馏烧瓶中应加_____ (或_____),防止暴沸;

③冷凝管水流方向应_____进_____出;

④自来水不可蒸干;

⑤蒸馏烧瓶不能直接加热,应使用_____。

(3) 萃取——从碘水中提取碘

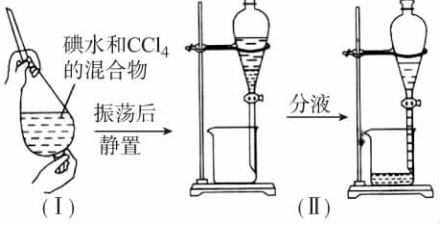
①含义: 利用某物质在两种_____的溶剂中_____不同,使该物质从_____的溶剂转移到_____的溶剂中的方法。

②仪器: _____

③将萃取后两种互不相溶的液体分开的操作,叫做_____。

④注意: 分液时,下层液体从分液漏斗_____放出,上层液体从分液漏斗_____倒出,且应先使_____流出,再倒出_____。

注意 溶质在其中溶解性相对较大的溶剂称为萃取剂。

操作	
现象	振荡静置后,液体分为两层,上层_____,下层呈_____。

三、离子检验的方法和步骤

1. 一般步骤

- (1) 观察其颜色、状态、气味等。
- (2) 配成溶液,观察溶液颜色。
- (3) 加化学试剂,观察有无沉淀或气体生成。

2. 常见离子的检验

(1) SO_4^{2-} 的检验

- ①试剂: _____
- ②现象: 生成 _____
- ③化学方程式: 如 $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$ _____

(2) Cl^- 的检验

- ①试剂: _____
- ②现象: 生成 _____
- ③化学方程式: 如 $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow$ _____

(3) CO_3^{2-} 的检验

- ①试剂: _____
- ②现象: 生成使 _____
- ③化学方程式:
如 $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$ _____
 $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow$ _____

要点活学

★要点1 实验的安全

1. 做化学实验之前,必须认真阅读并牢记实验室安全规则。

2. 必须了解危险化学品在存放和使用时的注意事项;着火和烫伤的处理;化学灼伤的处理;如何防止中毒、意外事故的紧急处理方法等。

3. 实验事故的预防,如可燃气体点燃前先验纯;为防倒吸加一安全瓶;制备气体的实验装置在实验前应先检查气密性;有毒气体在排放之前必先进行尾气处理等。

4. 错误的实验操作可能造成的危害,如浓硫酸在稀释时,错误的操作会导致浓硫酸飞溅伤人;向酒精灯中添加酒精时,错误的操作会导致失火等。

5. 实验室操作的“五防”:

(1) 防爆炸: 点燃可燃性气体(如 H_2 、 CO 、 CH_4 等)或用 CO 、 H_2 还原 Fe_2O_3 、 CuO 之前要检验气体的纯度。

(2) 防暴沸: 用浓硫酸配制硫酸的水溶液或硫酸的酒精溶液时,要将密度大的浓硫酸缓缓倒入水或酒精中;加热混合溶液时要加沸石。

(3) 防失火: 实验室中的可燃物质一定要远离火源。

(4) 防中毒: 制取有毒气体(如 CO)时,应在通风橱中进行。

(5) 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的气体时,要注意熄灯顺序或加装防倒吸装置(如安全瓶等)。

6. 违规操作造成实验事故的处理:

(1) 酒精及有机物燃烧,小面积失火,应迅速用湿布或沙土盖灭;水银洒在桌面上应用硫粉处理后回收。

(2) 玻璃割伤或有创伤时,应先除去伤口的玻璃等杂

物,再用稀双氧水擦洗消毒后敷药包扎;烫伤宜找医生处理。

(3) 酸(碱)流桌,中(和)冲抹;酸(碱)滴桌,抹布抹(后洗抹布);酸(碱)沾肤,拭(专用于浓硫酸)冲涂;酸入眼,洗眨眼,不可揉,送医院;误食重金属盐立即服生蛋白或生牛奶。

(4) 使用、制备有毒气体时,应在通风橱或密闭系统中进行,外加尾气吸收处理装置,若不慎出现有毒气体泄漏,应用蘸有合适药液的湿布掩鼻撤离到安全处;不可尝药品味道。

典例1 在一个实验桌上放着四种化学药品,它们的瓶壁上分别写着白砂糖、小麦面粉、加碘食盐和食用味精。为了进一步确认它们的实物和名称是否相符而进行化学实验,下列做法中不可取的是 ()

- A. 观察比较它们的外观状态
- B. 各取少量分别放在手里试一试
- C. 各取少量分别放在口里品尝一下
- D. 用化学方法进行鉴别

解析 鉴别任何药品时,不管是有毒还是无毒,都不能随便触摸,更不能去品尝。为了确保实验者的人身安全,对任何化学药品,都不能用手直接接触,更不能用口尝其味道。

答案 B C

变式1 进行化学实验必须注意安全,下列说法不正确的是 ()

- A. 不慎将酸溅到眼中,应立即用水冲洗,边洗边眨眼睛
- B. 不慎将浓碱溶液沾到皮肤上,要立即用大量水冲洗,然后涂上硼酸溶液
- C. 实验时,万一酒精灯被打翻引起酒精燃烧,应立即用湿布盖住火焰
- D. 配制硫酸溶液时,可先在量筒中加入一定体积的水,再在搅拌下慢慢加入浓硫酸

典例2 春运期间,一些易燃、易爆、剧毒品、易腐蚀品等,严禁旅客带上车。下列化学品,可允许旅客带上车的有 ()

- ①浓硫酸 ②氰化钾 ③水银 ④TNT 炸药 ⑤汽油 ⑥白磷

- A. ①②④⑤⑥ B. ①②③④
- C. ①②④ D. 没有

解析 凡是危险化学品,均禁止旅客带上车,依据分析,上述所有化学品均属于危险化学品。

答案 D

变式2 对于易燃、易爆、有剧毒的化学物质,往往会在其包装上贴上危险警告标签。下列所列物质,贴错了包装标签的是 ()

化学式	浓 H_2SO_4	CO_2	P_4	NH_4NO_3
危险警告				
标签	腐蚀品	易燃气体	剧毒品	爆炸品
	A	B	C	D



典例3 某实验室仅有如下仪器或用具: 烧杯、铁架台、铁圈、三脚架、漏斗、分液漏斗、石棉网、酒精灯、玻璃棒、量筒、蒸发皿、圆底烧瓶、火柴, 从缺乏仪器的角度看, 不能进行的实验项目是 ()

- A. 蒸发
- B. 萃取
- C. 液体过滤
- D. 升华

解析 本题的考查意图是根据给定的操作选择必用的仪器。应对照每项操作, 检验是否缺少某些或某件必用的仪器, 如蒸发液体所需的仪器有: 蒸发皿、酒精灯、火柴、玻璃棒、铁架台、铁圈或三脚架, 所给仪器充分, 液体过滤因缺少滤纸而无法实现。

答案 C

变式3 下列关于托盘天平的使用叙述, 不正确的是 ()

- A. 称量前先调节托盘天平的零点
- B. 称量时左盘放被称量物, 右盘放砝码
- C. 潮湿的或是有腐蚀性的药品, 必须放在玻璃器皿中称量, 其他固体药品可直接放在托盘上称量
- D. 用托盘天平可以准确称量 0.01 g
- E. 称量完毕, 应把砝码放回砝码盒中

★要点2 物质的分离和提纯

物质的分离: 把混合物的各种成分分开, 分别得到纯净的物质。

物质的提纯: 把物质中所含有的杂质除去, 以得到纯净的物质。

1. 物质的分离和提纯虽然在概念上是有区别的, 但方法一般是相似的。

2. 物质提纯时, 若需加入试剂, 应注意把握以下原则:

- (1) 所选试剂一般不和被提纯的物质反应。
- (2) 不减少被提纯的物质。
- (3) 不引入新的杂质。
- (4) 加入试剂后生成的物质要易与被提纯物分离。

3. 常见的分离和提纯的方法有:

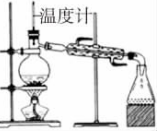
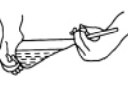
(1) 物理分离提纯法: 过滤、结晶、升华、蒸馏、分馏、液化、萃取、分液、渗析、溶解、盐析等。

(2) 化学分离提纯法: 沉淀、置换、加热、分解、洗气等。

4. 不同方法的选择依据

- (1) 溶解、结晶、过滤: 物质溶解性的差异;
- (2) 蒸馏(或分馏): 物质沸点的不同;
- (3) 萃取: 物质在不同溶剂中的溶解性的差异;
- (4) 层析法: 物质被吸附性能的不同。

5. 常用分离提纯方法的比较

方法	适用范围	装置图	应用实例	注意事项
过滤	从液体中分离不溶性固体		粗盐提纯	①要注意“一贴、二低、三靠”; ②必要时洗涤沉淀物(在过滤器中)
蒸发	分离溶于溶剂中的固体溶质		从食盐的水溶液中提取食盐晶体	①溶质不易分解, 不易被氧气氧化; ②蒸发过程要不断搅拌, 当有大量晶体析出时应停止加热, 用余热蒸干。
蒸馏	分离沸点相差较大的液体混合物		制取蒸馏水	①蒸馏烧瓶中放少量碎瓷片, 防止暴沸; ②温度计水银球的位置应在蒸馏烧瓶支管口处; ③蒸馏烧瓶中所盛放液体不能超过其容积的2/3, 也不能少于1/3; ④冷凝管中冷却水走下上出
萃取	将溶质从一种溶剂转移到另一种溶剂中		用有机溶剂(如四氯化碳)从碘水中萃取碘	①萃取剂和溶剂互不相溶, 与溶剂溶质均不反应; 溶质在萃取剂中溶解度较大; 萃取剂和原溶剂密度相差较大; ②酒精易溶于水, 不能作萃取剂

注意 化学方法提纯和分离物质的“四原则”和“三必须”。

①“四原则”是: 一不增(提纯过程中不增加新的杂质); 二不减(不减少欲被提纯的物质); 三易分离(被提纯物与杂质容易分离); 四易复原(被提纯物质要容易复原)。

②“三必须”是: 一除杂试剂必须过量; 二过量试剂必须除尽(不能因过量试剂带入新杂质); 三除杂途径选最佳。

典例4 下列物质分离和提纯方法属于化学分离提纯法的是 ()

- A. 分离沙子和食盐水溶液
- B. 分离溶于水中的氯化钠
- C. 从氯化钠和硝酸钾的混合物中提纯硝酸钾
- D. 将 O_2 和 CO_2 混合气体通入到 $NaOH$ 溶液中除去 CO_2 气体

解析 物理分离提纯法有过滤、结晶、蒸发、蒸馏、萃取、分液等; 化学分离提纯法有: 沉淀、置换、加热、分解、洗气等。根据选项 A 可用过滤法, B 可用蒸发法, C 可用结晶法, D 只能用洗气法。

答案 D

典例5 在实验室里将粗盐制成精盐, 主要操作步骤之一是蒸发。在加热蒸发溶剂的过程中, 还要进行的动手

操作是(作具体、完整地说明) _____,这样做的主要目的是 _____;熄灭酒精灯停止加热的根据是(填写代号) _____。

- A. 蒸发皿中恰好无水
- B. 蒸发皿中刚刚产生白色固体
- C. 蒸发皿中产生了较多的固体

对黄海水每次取 20 g,严格按照过滤、蒸发、冷却、称量、计算的实验步骤规范操作,连续实验三次,算得平均得固态的盐 a g。该海水中含氯化钠的质量分数为(填“>”“=”“<”) _____ 5a%。

解析 掌握过滤和蒸发等基本操作的要领是解题的关键。对液体加热时,若温度变化不均匀使局部过热,会发生液体暴沸甚至飞溅的现象,对液体不断进行搅拌能避免这种现象的发生。

氯化钠的溶解度受温度影响不大,通过蒸发使氯化钠从溶液中析出,要待出现较多固体(实际上是大部分的水已挥发)时停止加热,利用有关仪器的余热使溶液蒸干。

海水中还含有少量的 CaCl_2 、 MgCl_2 等易溶性的物质,在蒸发时,它们也与 NaCl 一同结晶析出,成为 NaCl 中的杂质。

答案 用玻璃棒不断搅拌液体 防止液滴飞溅 C <

变式 4 (1) 初中已学过粗盐的提纯,所得到的粗盐中往往含有一些可溶性的杂质如 CaCl_2 、 MgCl_2 及一些硫酸盐等,为了将所得的食盐进一步精制,根据一些物质的溶解性表,应加入什么试剂以除去 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} ? 写出有关的化学反应方程式。

(2) 在实际操作中,往往加入的除杂剂是过量的,故要考虑所加试剂的先后顺序。请设计一种除去 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 三种杂质离子的试剂的先后顺序方案及操作步骤。

★要点 3 离子的检验

离子的检验是通过化学方法,根据物质的化学性质,对一种物质或溶液检验出阴阳离子的过程。

(1) 离子的检验是根据物质的性质,使被检验物质与加入的试剂作用,转变为某种已知的物质或产生某种特殊的现象,从而确定该物质(或离子)的存在的一种方法。

(2) 常见特殊现象有: ①生成气体: 如 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 NH_4^+ 等。②生成沉淀如 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等均可形成相应的沉淀(实际上,许多金属阳离子或酸根离子都可生成具有特殊颜色、特殊性质的沉淀,后续章节将学习到)。③显特殊颜色等。

(3) 应掌握几种离子的检验方法:

SO_4^{2-} : 用盐酸酸化的氯化钡

CO_3^{2-} : 用稀盐酸和澄清的石灰水

NH_4^+ : 用 NaOH 溶液和湿的红色石蕊试纸

Cl^- : 用硝酸酸化的硝酸银

(4) 物质(或离子)的检验步骤,要注意实验操作: 一般简答顺序为各取少许溶液→加入试剂→描述现象→得出结论

注意 不许用原瓶操作,不许“指名道姓”,结论来自于现象,在未鉴别出来之前,该物质是未知的。

典例 6 以下四组物质的水溶液,需要对各组内的溶液进行鉴别,其中仅用溶液间的两两混合,就可以完成鉴别任务的是 ()

- A. HCl Na_2CO_3 Na_2SO_4 BaCl_2
- B. BaCl_2 AgNO_3 CaCl_2 HNO_3
- C. NaOH Na_2SO_4 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ HCl
- D. MgCl_2 Na_2SO_4 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ KOH

解析 在 A 项中,两两混合后,能与两种溶液反应产生沉淀的是 BaCl_2 溶液,与之不反应的是盐酸,两种溶液分别是 Na_2CO_3 溶液和 Na_2SO_4 溶液,向两种溶液中分别滴加盐酸,有气体生成的是 Na_2CO_3 溶液,无气体产生的是 Na_2SO_4 溶液。在 B 项中,只能鉴别出 AgNO_3 溶液和 HNO_3 溶液,不能再把 BaCl_2 溶液和 CaCl_2 溶液区分开;在 C 项中,只有 Na_2SO_4 溶液和 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液相混合后产生白色沉淀,该沉淀又不溶于 NaOH 溶液和 HCl 溶液,故不能鉴别;在 D 项中, MgCl_2 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 分别作为滴加试剂与其他物质两两反应时,均会与两种物质产生沉淀,一种无明显现象, Na_2SO_4 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 分别作为滴加试剂与其他物质两两反应时,均会与一种物质产生沉淀,两种物质无明显现象,故无法鉴别。

答案 A

点评 不另加试剂进行物质鉴别的方法

(1) 辨色法: 如 CuSO_4 溶液显蓝色, I_2 的水溶液显黄色或褐色, I_2 的四氯化碳溶液显紫色, NaCl 溶液为无色。

(2) 辨味法: 如酒精、醋、汽油各有不同的气味。

(3) 辨重法: 如同体积的浓硫酸与乙醇,前者质量约为后者的两倍。

(4) 点燃法: 如 H_2 能在空气中燃烧,火焰呈淡蓝色,燃烧产物易凝结成无色液体;一氧化碳能在空气中燃烧,火焰呈蓝色,燃烧产物则不易凝结为液体;氧气能使带火星的木条复燃;二氧化碳气体能使燃烧的木条熄灭。

(5) 加热法: Na_2CO_3 固体加热后无变化; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 固体加热后由蓝色变为白色; NaHCO_3 固体加热后,还残留白色固体,但有产物凝结为无色液体; NH_4HCO_3 加热后无固体残留。

(6) 两两混合法: 利用溶液之间两两反应的现象不同进行鉴别,如本题中 HCl 、 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 BaCl_2 的鉴别。

变式 5 能将分别含有 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Na^+ 等离子的五种溶液一次性鉴别开来的试剂是 ()

- A. 稀盐酸
- B. NaOH 溶液
- C. 稀氨水
- D. 稀硫酸



典例7 下列说法正确的是 ()

- A. 某溶液中加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (硝酸钡) 后产生白色沉淀, 则原溶液中一定含有 SO_4^{2-}
 B. 某溶液滴入几滴 AgNO_3 溶液, 产生白色沉淀说明一定是氯化物的溶液
 C. 将盛满 H_2 的小试管取出, 管口向上靠近酒精灯火焰, 检验 H_2 的纯度
 D. 将带火星的木条靠近导管口, 木条复燃, 说明有 O_2 生成

解析 在检验 SO_4^{2-} 时一定要先加盐酸酸化, 以除去 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 等的干扰; 检验 Cl^- 时, 先加 HNO_3 酸化, 除去 CO_3^{2-} 等的干扰。

根据物质的溶解性表 BaSO_4 、 BaCO_3 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ (磷酸钡) 均为白色沉淀; AgCl 、 Ag_2CO_3 均为白色沉淀, Ag_2SO_4 微溶, 微溶物在大量生成时也产生沉淀, 所以 A、B 两项均不正确; C 项 H_2 比空气轻, 移动盛 H_2 的试管时, 管口要向下倾斜, 防止 H_2 逸出; D 项正确。

答案 D

★要点4 掌握实验程序和实验规范

掌握实验程序: 实验名称→实验目的→实验药品与装置→实验操作步骤→实验结果。要求做到: 实验前做好预习, 熟悉实验的内容, 制定实验的方案, 了解安全操作事项, 检查实验的仪器和药品; 实验时要认真观察与记录、分析实验现象并得出结论。要认识到良好的实验习惯是实验顺利进行和实验取得成功的保证。

实验规范

1. 规范操作, 养成良好的实验室动手习惯。
2. 规范书写实验报告, 每次实验结束要养成书写实验报告的习惯。

附: 实验报告的书写格式一般如下:

一、实验内容:

二、实验目的:

三、实验用品与器材:

四、实验装置图:

五、实验步骤、现象、结论及化学方程式:

实验步骤	实验现象	有关化学方程式	结论

六、问题和讨论:

探究活动

探究分析

化学试剂通常有固体试剂、液体试剂两种, 这两种试剂的取用有何不同?

甲生: 固体试剂可用药匙取用, 液体试剂可直接从试剂瓶中倒取。

乙生: 取用方法相似, 均可从试剂瓶中倒取。

丙生: 固体试剂可分为粉末状(或小颗粒状)固体、块状(或条状)固体, 其取用方法是不同的, 而液体试剂在取用时, 量多和量少是不同的。

探究结论

以上几种说法, 丙生相对正确, 但不全面。①固体药品的取用: 粉末状或小颗粒状固体用药匙或 V 形纸槽取用, 条状或块状固体用镊子取用。注意不能垂直将块状固体药品投入试管中。②液体药品的取用: 较多量液体可直接从试剂瓶中倒取, 少量时可用胶头滴管取用, 取一定体积的液体时可用量筒或移液管量取。

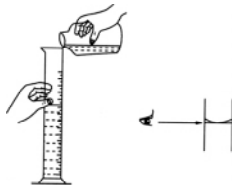
注意 a. 试剂瓶标签应向手心, 瓶口应紧贴容器口, 倾倒完毕立即盖上瓶塞。b. 使用滴管时不能将液体吸入胶头, 滴液时尖嘴不能靠容器壁, 必须专管专用。c. 量取液体读数时的视线、刻度、液面最低点应处于同一水平线上。如图(I)(II)(III)所示:



(I) 向试管中送入固体粉末或小颗粒固体



(II) 液体的倾倒



(III) 液体量取

三维测评

基础达标

1. 量取 7 mL 的水, 需要选取的量筒是 ()
 A. 5 mL B. 10 mL C. 50 mL D. 100 mL

2. 下列做法正确的是 ()
 A. 用手接触药品
 B. 用嘴吹灭酒精灯火焰

- C. 实验后,剩余的药品不能放回原瓶,也不能随便丢弃
D. 将带有溶液的滴管平放在实验台上
3. 某学生用托盘天平称量 5.1 g(1 g 以下用游码) 食盐,称后发现将砝码与食盐的位置放反了,该学生称量的食盐的真实质量应该为 ()
A. 4.9 g B. 5.0 g C. 5.1 g D. 5.3 g
4. 下列混合物的分离方法不可行的是 ()
A. 互溶的液态混合物可用分液方法分离
B. 互不相溶的液态混合物可用分液方法分离
C. 沸点不同的液态混合物可用蒸馏方法分离
D. 可溶于水的固体与难溶于水的固体形成的混合物可用溶解、过滤、蒸发的方法分离
5. 下列两种液体,可用分液漏斗分离的是 ()
A. 酒精和水 B. 液溴和汽油
C. 水和四氯化碳 D. 碘水和溴水
6. 实验室里进行过滤和蒸发操作时,都要用到的仪器是 ()
A. 烧杯 B. 玻璃棒
C. 蒸发皿 D. 酒精灯
7. 经过两次过滤,滤液仍然混浊,造成过滤操作失败的原因是 ()
①滤纸破损; ②过滤时漏斗里的液面高于滤纸的液面;
③仪器不干净; ④过滤时,滤纸的边缘高于漏斗口
A. ①③ B. ②④
C. ①②③ D. ①②③④
8. 使用酒精灯时,错误的操作是 ()
A. 用火柴点燃酒精灯
B. 用燃着的酒精灯去点燃另一盏酒精灯
C. 用酒精灯外焰给物质加热
D. 熄灭酒精灯火焰时,用灯帽盖灭
9. 下列各溶液长久放置变质的原因
(1) 石灰水 _____
(2) NaOH 溶液 _____
(3) SO₂ 水溶液 _____
(4) FeSO₄ 溶液 _____
10. 过滤操作中要做到“一贴、二低、三靠”。“一贴”是: _____
“二低”是: _____;
“三靠”是: _____。这样操作的目的是为了 _____。

能力提高

11. 下列操作方法不可行的是 ()
A. 用过滤法除去盐中少量的砂
B. 用萃取法分离出碘水中的碘
C. 用点燃的方法除去 CO₂ 中少量的 CO
D. 除去 N₂ 中少量的 O₂,可将气体通过灼热的铜丝
12. 用四氯化碳萃取碘的饱和水溶液中的碘,下列说法不正确的是 ()
A. 实验使用的主要仪器是分液漏斗
B. 碘在四氯化碳中的溶解度比在水中的溶解度大
C. 碘的四氯化碳溶液呈紫红色
D. 分液时,水从分液漏斗下口流出,碘的四氯化碳溶液从漏斗上口倒出
13. 以下有两个装置,请依次说出如何进行气密性检查。
①检查方法: _____。
②制取干燥 H₂ 进行相关实验的装置。
示意图中 A 是简易的氢气发生器, B 是大小适宜的圆底烧瓶, C 是装有干燥剂的 U 形管, a 是旋转活塞, D 是装有还原铁粉的反应管, E 是装有酚酞试液的试管。试检查 A、B、C 的气密性。
-
- 有关氢气的实验
- 检查方法: _____。
14. 草木灰中富含钾盐,主要成分是碳酸钾,还含有少量氯化钾和硫酸钾。现从草木灰中提取钾盐,并用实验检验其中的 CO₃²⁻、SO₄²⁻ 和 Cl⁻。
(1) 从草木灰中提取钾盐的实验操作顺序如下: ①称量样品, ②溶解沉降, ③ _____, ④ _____, ⑤冷却结晶。
(2) 用托盘天平(指针向上的)称量样品时,若指针偏向右边,则表示 _____(填选项的标号)。
A. 左盘重,样品轻 B. 左盘轻,砝码重
C. 右盘重,砝码轻 D. 右盘轻,样品重
(3) 在进行②、③、④操作时,都要用到玻璃棒,其作用分别是: ② _____; ③ _____; ④ _____。
(4) 将制得的少量晶体放入试管,加蒸馏水溶解并把溶液分成三份,分装在 3 支试管里。
①在第一支试管里加入稀盐酸,可观察到 _____ 生成,证明溶液中有 _____ 离子。
②在第二支试管里加入足量稀盐酸后,再加入 BaCl₂ 溶液,可观察到有 _____ 生成,证明溶液中有 _____ 离子。
③在第三支试管里加入足量稀硝酸后,再加入 AgNO₃ 溶液,可观察到有 _____ 生成,证明溶液中有 _____ 离子。
15. 海藻中含有丰富的碘元素(以 I⁻ 形式存在)。实验室中提取碘的流程
- ```

 海藻 → 灼烧 → 海藻灰 → 浸泡 → 悬浊液 → ① → 含 I- 的溶液 → ② (适量 Cl2) → 含 I- 的溶液

```
- 含 I<sup>-</sup> 的溶液 → ③ → 碘的有机溶液 → 晶体碘
- (1) 实验操作③的名称是 \_\_\_\_\_, 所用主要仪器名称



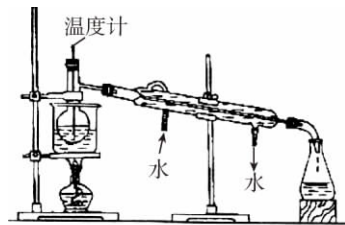
为\_\_\_\_\_。

(2) 提取碘的过程中,可供选择的有机试剂是\_\_\_\_\_  
(填序号)。

- A. 酒精(沸点  $78^{\circ}\text{C}$ )  
B. 四氯化碳(沸点  $77^{\circ}\text{C}$ )  
C. 氯化钠溶液  
D. 苯(沸点  $80^{\circ}\text{C}$ )

(3) 为使从含碘有机溶液中提取碘并回收溶剂顺利进行,采用水浴加热蒸馏(如下图所示)。请指出图中实验装置中错误之处(有几处填几处,下列空白可不填满,也可补充)。①\_\_\_\_\_②\_\_\_\_\_③\_\_\_\_\_

④\_\_\_\_\_



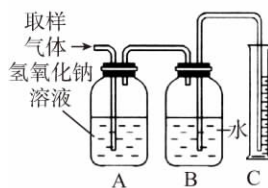
实验室中提取碘

(4) 实验中使用水浴加热的原因是\_\_\_\_\_,最后晶体碘聚集在\_\_\_\_\_(填仪器名称)中。

#### 开放探究

16. 据报道,全国数以万计的高校、中学的化学实验室每天都排放着成分复杂的污染物。为此某学校化学研究小组

拟进行如下实验,以粗略测试刚做完实验的实验室(甲)空气中全部酸性气体的含量。



步骤:(1) 取样:实验在另一间没有污染的实验室(乙)进行,请你设计取出适量化学实验室(甲)空气中样品的方法:\_\_\_\_\_。

(2) 按图所示装置将取得的气体进行实验,问:

- ①图中装置A和装置C分别有什么作用?  
②若酸性气体中含有二氧化硫,请写出其在A装置中的反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。

(3) 计算:若取样气体为100 mL,装置C读数约99.0 mL,则实验室(甲)空气中总酸性气体含量约为\_\_\_\_\_%。

(4) ①一般空气中含有二氧化碳的体积分数约为0.03%,此样品中由实验室废气产生的酸性气体为多少?

②请提出你在进行化学实验时,减少实验室对人类生存环境污染的一种做法:\_\_\_\_\_。

## 拓展阅读

### 实验室防火灾

化学药品中有很多是易燃物,在使用时若不注意可能酿成火灾。所以,对易燃物:①必须妥善保管,放在专柜中,远离火源。易燃品、强氧化剂、钾、钠、钙等强还原剂要妥善保管;②使用易挥发可燃物如乙醇、乙醚、汽油等应防止蒸气逸散,添加易燃品一定要远离火源;③进行加热或燃烧实验时要严格操作规程和仪器选用,如蒸馏时要用冷凝器等;④易燃物质用后若有剩余,绝不能随意丢弃,如残留的金属钠应用乙醇处理,白磷应放在冷水中浸泡等。

另外,实验室必须配备各种灭火器材(酸碱灭火器、四氯化碳灭火器、粉末灭火器、沙子、石棉布、水桶等)并装有消防龙头。实验室电器要经常检修,防止电火花、短路、超负载等引发火灾。

在使用酒精灯时,一定要注意:①不能用燃着的酒精灯去点燃另一盏酒精灯;②不能用嘴吹灭酒精灯;③不能向燃着的酒精灯中添加酒精;④灯壶内的酒精不能超过容积的2/3等。

如果不慎在实验室发生火灾,应立即采取以下措施:

①防止火势扩展:移走可燃物,切断电源,停止通风。②扑灭火源:酒精等有机溶剂泼洒在桌面上着火燃烧,用湿布、石棉或沙子盖灭,火势大可以用灭火器扑灭。小范围的有机物、钾、钠、白磷等化学物质着火可用沙盖灭。③常用灭火器的种类和使用范围见下表:

| 类型                | 药液成分                                            | 适用灭火对象                             |
|-------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|
| 酸碱式               | $\text{H}_2\text{SO}_4$ 和 $\text{NaHCO}_3$      | 非油类、电器                             |
| 泡沫式               | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 $\text{NaHCO}_3$ | 油类                                 |
| $\text{CO}_2$ 灭火器 | 液态 $\text{CO}_2$                                | 电器、小范围油类、忌火的化学品                    |
| 四氯化碳              | 液态四氯化碳                                          | 电器、汽油、丙酮。不能用于钾、钠、电石、 $\text{CS}_2$ |
| 干粉灭火器             | $\text{NaHCO}_3$ 等类,适量润滑剂、防潮剂                   | 油类、可燃气体、精密仪器、图书文件等                 |

## 第二节 化学计量在实验中的应用

### 助学思考

#### 一、物质的量的单位——摩尔

##### 1. 物质的量

(1) 概念: 表示含有\_\_\_\_\_的集合体, 符号为\_\_\_\_\_。

(2) 描述对象: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、离子、原子团、电子、质子、中子等\_\_\_\_\_。

(3) 单位: \_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_。

##### 2. 摩尔

(1) 标准: 含有\_\_\_\_\_个粒子的任何粒子集体计量为1摩尔。

(2) 符号: \_\_\_\_\_

##### 3. 阿伏伽德罗常数

\_\_\_\_\_叫做阿伏伽德罗常数, 它是个物理量, 符号为\_\_\_\_\_, 单位为\_\_\_\_\_。

4. 物质的量、阿伏伽德罗常数与粒子数( $N$ )的关系  $n = \frac{N}{N_A}$  或  $N = n \cdot N_A$

#### 二、摩尔质量

##### 1. 摩尔质量

(1) 概念: 单位\_\_\_\_\_的物质所具有的质量。

(2) 符号及单位: 符号为\_\_\_\_\_, 单位为\_\_\_\_\_。

2. 物质的量( $n$ )、质量( $m$ )和摩尔质量( $M$ )的关系  $n = \frac{m}{M}$  或  $m = n \cdot M$  或  $M = \frac{m}{n}$ 。

3. 1 mol 粒子的质量与该粒子的相对原子质量或相对分子质量的关系是什么?

#### 三、气体摩尔体积

1. 探究气体的体积与物质的量的关系

(1) 电解水产生气体的体积关系

关系

①装置(如图):

②现象: 两极均产生气体, 阳极为\_\_\_\_\_, 阴极为\_\_\_\_\_, 二者的体积比为\_\_\_\_\_。

(2) 电解水产生气体的物质的量关系

1.8 g  $H_2O$  电解, 产生氧气的质量为\_\_\_\_\_g, 物质的量为\_\_\_\_\_mol, 产生氢气的质量为\_\_\_\_\_g, 物质的量为\_\_\_\_\_mol。二者物质的量之比为\_\_\_\_\_。

(3) 气体的体积与物质的量的关系

在同温同压下, 气体的体积之比等于\_\_\_\_\_之比。

2. 1 mol 不同状态物质的体积比较

| 状态 | 物质                                | 密度                                                                                      | 1 mol 该物质的质量 | 1 mol 该物质的体积        | 结论                                      |
|----|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------|
| 气态 | $O_2$                             | $1.429 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ( $0^\circ \text{C}$ , $101 \text{ kPa}$ (标准状况))  | _____ g      | _____ L             | 相同条件下, 1 mol 气体的体积_____, 在标准状况下约为_____L |
|    | $H_2$                             | $0.0899 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ( $0^\circ \text{C}$ , $101 \text{ kPa}$ (标准状况)) | 2.016 g      | _____ L             |                                         |
| 固态 | Fe                                | $7.86 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ( $20^\circ \text{C}$ )                           | 56 g         | _____ $\text{cm}^3$ | 相同条件下, 1 mol 固体的体积_____                 |
|    | Al                                | $2.70 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ( $20^\circ \text{C}$ )                           | _____ g      | _____ $\text{cm}^3$ |                                         |
| 液态 | $H_2O$                            | $0.998 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$                                                  | 18 g         | _____ $\text{cm}^3$ | 相同条件下, 1 mol 液体的体积_____                 |
|    | $H_2SO_4$ ( $20^\circ \text{C}$ ) | $1.83 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$                                                   | _____ g      | _____ $\text{cm}^3$ |                                         |

##### 3. 物质体积的影响因素

物质体积的大小取决于构成这种物质的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

##### (1) 固态或液态物质

固态或液态物质, 粒子之间的距离\_\_\_\_\_, 1 mol 固态或液态物质的体积主要决定于\_\_\_\_\_。

##### (2) 气态物质

①气态物质\_\_\_\_\_远大于粒子\_\_\_\_\_, 1 mol 气体的体积主要取决于\_\_\_\_\_。

②相同的温度和压强下, 相同\_\_\_\_\_的任何气体都含有相同\_\_\_\_\_的粒子。

##### 4. 气体摩尔体积

(1) 概念: 单位物质的量的\_\_\_\_\_所占的\_\_\_\_\_。

(2) 符号及单位: 符号为\_\_\_\_\_, 常用单位有\_\_\_\_\_(或\_\_\_\_\_)和\_\_\_\_\_(或\_\_\_\_\_)。

##### (3) 气体摩尔体积的数值

气体摩尔体积的数值决定于气体所处的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_, 例如标准状况下, 气体摩尔体积约为\_\_\_\_\_(较常用);  $25^\circ \text{C}$  和  $101 \text{ kPa}$  的条件下, 气体摩尔体积约为  $24.8 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) 物质的量( $n$ )、气体体积( $V$ )和气体摩尔体积( $V_m$ )的关系: \_\_\_\_\_。

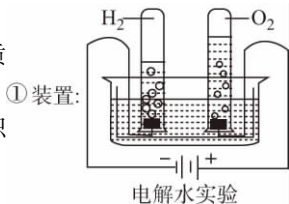
#### 四、物质的量浓度

1. 概念: \_\_\_\_\_溶液里所含溶质 B 的\_\_\_\_\_。

2. 符号及单位: 符号为\_\_\_\_\_, 常用的单位为\_\_\_\_\_(或\_\_\_\_\_)。

3. 表达式为: \_\_\_\_\_。

4. 溶质的质量、物质的量、物质的量浓度之间的关系:





$$m_B \xrightarrow{\div M} \xrightarrow{\div V} \xrightarrow{\times V} \xrightarrow{\times M}$$

5. 从一定物质的量浓度的溶液中取出任意体积的溶液,其浓度会发生变化吗? \_\_\_\_\_

### 五、一定物质的量浓度溶液的配制

1. 主要仪器: \_\_\_\_\_、容量瓶、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。

2. 配制步骤

根据下列实验步骤配制 100 mL 0.100 mol · L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液。

(1) 计算: 配制 100 mL 0.100 mol · L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液所需碳酸钠固体的质量为 \_\_\_\_\_ g。

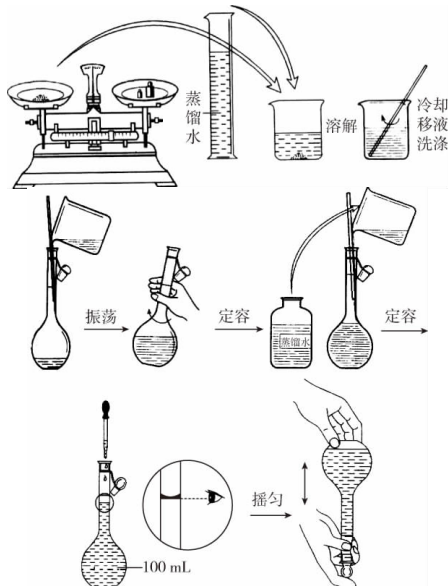
(2) 称量: 用 \_\_\_\_\_ 准确称取碳酸钠固体(1.1 g)。

(3) 溶解: 将碳酸钠固体放入 100 mL \_\_\_\_\_ 中,用适量的蒸馏水溶解,冷却至 \_\_\_\_\_。

(4) 移液: 将烧杯中的溶液用 \_\_\_\_\_ 小心地引流到 100 mL 的容量瓶中(注意: 不要让溶液洒到容量瓶外),用蒸馏水洗涤烧杯内壁 \_\_\_\_\_ 次,并将每次洗涤的溶液都 \_\_\_\_\_。

(5) 定容: 缓缓地将蒸馏水注入到容量瓶中,直到容量瓶中的液面接近容量瓶颈刻度线 \_\_\_\_\_ 处。改用 \_\_\_\_\_ 滴加蒸馏水到 \_\_\_\_\_ 正好与 \_\_\_\_\_ 相切,再将容量瓶盖好,反复上下颠倒,摇匀。

**提示** 如果加水定容时超过了刻度线,或者转移溶液时将溶液流到容量瓶外少许,均应重新配制。



## 要点活学

### ★要点1 基本概念理解突破

#### 1. 物质的量

##### (1) “物质的量”的引入

在日常生活、生产和科学研究中,人们常用千克等来计

量质量;用立方米、升等来计量体积。在化学反应中微观粒子却以一定个数比进行反应。为把微观粒子与宏观物质的质量、体积等联系起来就必须引入新的物理量——物质的量,这样就在可称量的物质与微观粒子之间架起了桥梁。此外,引入“物质的量”这一物理量后,拓宽了对化学方程式意义的认识,也使根据化学方程式的计算大为简便。

①“物质的量”四个字是一个整体概念,不能拆开。如不能说成“物质质量”“物质的质量”等。

②“物质的量”的符号为  $n$ 。

③物质的量是七个基本的物理量之一,同“长度、时间”等一样。

#### (2) 物质的量和摩尔的关系

摩尔是表示物质的量的单位,每摩尔物质含有阿伏伽德罗常数个粒子。

①“摩尔”是一个单位,是“物质的量”这个物理量的单位,就像“米”是“长度”的单位一样。它的符号是 mol,简称摩。②摩尔量度的对象是粒子,而这里的“粒子”是指构成物质的“基本单元”,这个基本单元可以是原子、分子、离子、电子、中子、质子等单一粒子,也可以是这些粒子的特定组合。

例如:构成金刚石的基本单元是碳原子,则每摩尔金刚石含有阿伏伽德罗常数个“C”原子;构成冰的基本单元是水分子,则每摩尔冰含有阿伏伽德罗常数个“H<sub>2</sub>O”分子;构成氯化钠晶体的基本单元是 Na<sup>+</sup> 和 Cl<sup>-</sup>,则每摩尔氯化钠晶体含有阿伏伽德罗常数个 Na<sup>+</sup> 和阿伏伽德罗常数个 Cl<sup>-</sup>。

**说明** ①摩尔概念只适用于微观粒子,不适用于宏观物体。不能说“1 mol 铁钉”“1 mol 汽车”,因“物质的量”所计量的对象是微观粒子,而不是宏观物体。

②使用摩尔时必须用化学式指明粒子的种类,如 1 mol O 表示 1 摩尔氧原子;1 mol O<sub>2</sub> 表示 1 摩尔氧分子;1 mol H<sup>+</sup> 表示 1 摩尔氢离子。

#### (3) 摩尔的标准是什么? 为什么采用这样的标准?

摩尔的标准是如果在一定量的粒子集体中所含有的粒子数与 0.012 kg <sup>12</sup>C 所含有的碳原子数相同,该粒子的物质的量就是 1 mol。而元素相对原子质量的定义,是以 <sup>12</sup>C 原子的实际质量的 1/12 作为规定标准,由于两个标准的统一性,就将绝对质量和相对质量统一起来,从而将可称量的宏观物质与微观粒子的数目联系起来。即

| 质量                       | 物质的量                  | 粒子数                                              |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| 0.012 kg <sup>12</sup> C | 1 mol <sup>12</sup> C | 约含有 6.02 × 10 <sup>23</sup> 个 <sup>12</sup> C 原子 |

#### (4) 阿伏伽德罗常数

①阿伏伽德罗常数不是一个数,而是有单位的,其单位是 mol<sup>-1</sup>。

②1 mol 任何物质中都含有相同数目的粒子的结论,对于气体、液体和固体都是正确的。因此,我们可以利用阿伏伽德罗常数个粒子的集体,作为将可称量物质同微观粒子之间相互联系的桥梁,例如:

1 mol C 中有 6.02 × 10<sup>23</sup> 个 C; 1 mol H<sub>2</sub> 中有 6.02 × 10<sup>23</sup> 个 H<sub>2</sub>, 有 2 × 6.02 × 10<sup>23</sup> 个 H;

1 mol  $\text{CO}_2$  中有  $6.02 \times 10^{23}$  个  $\text{CO}_2$ ; 1 mol  $\text{H}^+$  中有  $6.02 \times 10^{23}$  个  $\text{H}^+$ ;

1 mol  $\text{OH}^-$  中有  $6.02 \times 10^{23}$  个  $\text{OH}^-$ ; 1 mol  $\text{e}^-$  中有  $6.02 \times 10^{23}$  个  $\text{e}^-$ 。

(5) 物质的量、阿伏伽德罗常数与粒子数之间有何关系?

数学表达式  $n = \frac{N}{N_A}$  ( $N$ ——某一粒子集体中的粒子数);

或  $N = n \cdot N_A$ ; 或  $N_A = \frac{N}{n}$ 。从这个式子中, 我们可以看出, 物质的量是粒子数与阿伏伽德罗常数的比值。

如:  $3.01 \times 10^{23}$  个  $\text{CO}_2$  分子中所含的 O 原子数目。

解析  $n(\text{CO}_2) = \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$

1 mol  $\text{CO}_2$  中含有 2 mol O 原子

所以含 O 原子数目为  $0.5 \times 6.02 \times 10^{23} \times 2 = 6.02 \times 10^{23}$  个

## 2. 摩尔质量

摩尔质量是指单位物质的量的物质具有的质量。符号:  $M$ ; 单位:  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  或  $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(1) ①原子、简单离子的摩尔质量以  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  为单位时, 在数值上等于其相对原子质量。如  $M(\text{Na}) = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{Na}^+) = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②多原子组成的单质或化合物的摩尔质量以  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  为单位时, 在数值上等于其相对分子质量。如  $M(\text{N}_2) = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

③原子团的摩尔质量以  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  为单位时, 在数值上等于其式量。如  $M(\text{NH}_4^+) = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{MnO}_4^-) = 119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 物质的量、阿伏伽德罗常数、质量和粒子数目之间的关系

| 计算关系式(公式)                                                                                                    | 主要应用                                                               | 注意事项                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $n = \frac{N}{N_A}$                                                                                          | 在 $n$ 、 $N$ 和 $N_A$ 中, 已知任意两项求第三项                                  | ① $N_A$ 有单位: $\text{mol}^{-1}$<br>②求 $n$ 或 $N$ 时, 概念性问题用 $N_A$ ; 数字性问题用 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ |
| $M = \frac{m}{n}$                                                                                            | ①在 $M$ 、 $n$ 和 $m$ 中, 已知任意两项求第三项<br>②先求 $M$ , 后求 $M_r$             | $M$ 的单位取 $\text{g/mol}$ 时, $m$ 的单位取 $\text{g}$ ; $M$ 的单位取 $\text{kg/mol}$ 时, $m$ 的单位取 $\text{kg}$              |
| $m \xrightarrow{\div M} n \xrightarrow{\times N_A} N$<br>$m \xleftarrow{\times M} n \xleftarrow{\div N_A} N$ | ①在 $m$ 、 $M$ 、 $N_A$ 和 $N$ 中, 已知任意三项求第四项<br>②以 $n$ 恒等列代数方程求解较复杂的问题 | ①重视 $n$ 在 $m$ 和 $N$ 之间的桥梁作用<br>②与 $N$ 有关的问题莫忽视微粒的组成和种类                                                         |

注意  $M_r$  为相对分子质量。

## 3. 物质的质量、摩尔质量、相对分子质量(或相对原子质量)的区别与联系

|    | 物质的相对分子(原子)质量                                                                           | 物质的质量                    | 摩尔质量                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 区别 | 数值特征<br>以一个碳-12 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 作为标准, 其他分子(或原子)的质量与它相比较所得的数值, 固定不变                 | 质量的数值是任意的                | 对于给定物质, 其摩尔质量数值是固定不变的            |
| 单位 | 1                                                                                       | $\text{g}$ 或 $\text{kg}$ | $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| 联系 | 单位物质的量的物质所具有的质量叫摩尔质量, 以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位时, 它在数值上等于该物质的相对分子质量或相对原子质量 |                          |                                  |

注意 解决有关概念辨析的问题时, 要注意摩尔质量的单位, 选择题中常设置“……的摩尔质量是……g”等错误选项。

## 4. 气体摩尔体积

(1) 决定物质体积的因素有哪些? 1 mol 固体、液体物质的体积为什么不相同?

决定物质体积的因素主要有: ①粒子数多少; ②粒子间的距离; ③粒子本身大小。

1 mol 固体、液体物质的体积不同的原因是: 对固体和液体来说, 粒子之间距离较小, 相对于粒子本身体积来说可以忽略不计, 所以其体积主要决定于粒子的多少和粒子本身大小, 不同的粒子由于(本身体积)大小不同, 所以 1 mol 固体和液体的体积也不相同。

(2) 决定气体体积的因素主要是什么? 为什么温度、压强一定时, 1 mol 气体的体积相等?

决定气体体积大小的因素为气体分子间平均距离比分子直径大得多, 因此, 气体体积主要决定于粒子数目的多少和粒子间的距离。当气体的物质的量(粒子数)一定时, 决定气体体积大小的主要因素是粒子间平均距离的大小。

影响气体分子间平均距离大小的因素有温度和压强, 温度越高, 体积越大, 压强越大, 体积越小。当温度和压强一定时, 气体分子间的平均距离大小几乎是一个定值, 故粒子数一定时, 其体积是一定值。

(3) “气体摩尔体积”与“1 mol”气体在标准状况下所占的体积都是“22.4 L”有什么关系?

单位物质的量的气体所占的体积叫做气体摩尔体积。气体摩尔体积的符号为  $V_m$ ,  $V_m = \frac{V}{n}$ ,  $V_m$  常用的单位有  $\text{L/mol}$  和  $\text{m}^3/\text{mol}$ , 在标准状况下,  $V_m = 22.4 \text{ L/mol}$ , 可以说 22.4  $\text{L/mol}$  是在特定的条件下的气体摩尔体积。

典例 1 关于  $5\text{P}_2\text{O}_5$  的描述正确的是 ( )

- A. 5 个五氧化二磷原子  
B. 10 个磷原子和 25 个氧原子  
C. 五氧化二磷分子由氧元素和磷元素构成  
D. 5 个五氧化二磷分子, 每个分子含有 5 个氧原子和 2 个磷原子

解析 化学式是用元素符号来表示物质组成的式子, 它表明了物质是由哪几种元素组成的, 各元素的质量比或



原子个数之比。5个五氧化二磷分子,B的描述层次不清,分子由原子组成。

答案 D

变式1 下列说法中,不正确的是 ( )

- A. 1 mol 任何物质都含有  $6.02 \times 10^{23}$  个原子
- B.  $0.012 \text{ kg}^{12}\text{C}$  含有  $6.02 \times 10^{23}$  个碳原子
- C. 阿伏伽德罗常数的“集体”就是 1 mol
- D. 使用摩尔这一单位时必须指明微粒的名称

典例2 将 8 g NaOH 溶于多少克水中,才能使每 10 个水分子溶有一个钠离子?

解析 正确使用公式  $n = \frac{m}{M}$  求出  $n(\text{Na}^+)$ 。物质的量是用来描述微观粒子多少的物理量,只不过它在表示粒子多少时不是以“个”为单位,而是以一堆粒子的集体“摩尔”为单位。所以微观粒子的个数之比,等于其物质的量之比,即可求  $n(\text{H}_2\text{O})$ 。

1 mol NaOH 溶于水,电离出 1 mol  $\text{Na}^+$  和 1 mol  $\text{OH}^-$ ,每 10 个水分子溶有一个  $\text{Na}^+$ ,即  $n(\text{Na}^+) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 10$ ,而  $n(\text{Na}^+) = n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})}$ ,从而求出  $m(\text{H}_2\text{O})$ 。

$$n(\text{Na}^+) = n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{8 \text{ g}}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}^+) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 10$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 10n(\text{Na}^+) = 10 \times 0.2 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = 36 \text{ g}$$

答案 36

变式2 49 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的物质的量是 \_\_\_\_\_; 1.5 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的质量是 \_\_\_\_\_ g, 其中含有 \_\_\_\_\_ mol H, 含有 \_\_\_\_\_ g O。

典例3 用  $N_A$  代表阿伏伽德罗常数,下列说法正确的是 ( )

- A. 0.5 mol Al 与足量盐酸反应失去电子数为  $N_A$
- B. 标准状况下, 11.2 L  $\text{H}_2\text{O}$  所含的分子数为  $0.5N_A$
- C. 0.1 mol  $\text{CH}_4$  所含的电子数为  $N_A$
- D. 46 g  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  的混合物含有的分子数为  $N_A$

解析 A 项, Al 与盐酸反应产物为  $\text{AlCl}_3$ , 失去电子数应为  $1.5N_A$ ; B 项, 标准状况下  $\text{H}_2\text{O}$  非气态; C 项, 一个  $\text{CH}_4$  分子中含 10 个电子, 正确; D 项,  $\text{NO}_2$  与  $\text{N}_2\text{O}_4$  的比例不定, 46 g  $\text{NO}_2$  与  $\text{N}_2\text{O}_4$  的混合物含有的分子数介于  $0.5N_A$  与  $N_A$  之间。

答案 C

变式3 下列说法中正确的是 ( )

- A. 1 mol  $\text{O}_2$  中含有  $6.02 \times 10^{23}$  个 O
- B. 1 mol 氧含有  $6.02 \times 10^{23}$   $\text{O}_2$
- C. 1 mol  $\text{CaCl}_2$  里含有 3 mol 离子
- D. 1 mol  $\text{H}^+$  中含有的  $\text{H}^+$  数为  $N_A$

★要点2 标准状况下有关气体摩尔体积的计算

1. 标准状况下气体摩尔体积的理解

(1) 标准状况是指  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  的状况。例如: 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  在标准状况下的体积是 22.4 L 是错误的。

(2) 气体的摩尔体积  $V_m$  的单位是  $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 适用于标准状况下任何气体, 包括混合气体。

(4) 并不一定只有在标准状况下 1 mol 气体的体积才是

22.4 L, 在非标准状况下, 1 mol 气体也有可能是 22.4 L。

2. 标准状况下气体体积的计算

(1) 体积(V)与物质的量的关系

$$n(\text{mol}) = \frac{V(\text{L})}{22.4(\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})}$$

(2) 体积(V)与气体质量(m)的关系

$$\frac{V(\text{L})}{22.4(\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})} = \frac{m}{M}$$

(3) 体积(V)与微粒数(N)的关系

$$\frac{V(\text{L})}{22.4(\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})} = \frac{N}{N_A}$$

注意 进行有关计算或判断时常出现的错误: ①忽视物质在标准状况下的状态是否是气态。如  $\text{SO}_3$  在标准状况下为固态, 计算该条件下的体积时就不能应用  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。②忽视气体所处的状态是不是标准状况。如计算  $25^\circ\text{C}$ , 101 kPa 下氢气的体积时不能应用  $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

典例4 下列说法中正确的是 ( )

- A. 1 mol  $\text{O}_2$  和 1 mol  $\text{N}_2$  所占的体积都约为 22.4 L
- B.  $\text{H}_2$  的气体摩尔体积约为 22.4 L
- C. 在标准状况下, 1 mol  $\text{H}_2$  和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  所占的体积都约为 22.4 L
- D. 在标准状况下, 22.4 L 由  $\text{N}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  组成的混合气体中所含的 N 的物质的量约为 2 mol

解析 本题主要考查对气体摩尔体积的理解和应用能力。A 中没有明确温度和压强, 无法比较、确定气体的体积; B 中气体摩尔体积的单位不是“L”, 而是“ $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”或“ $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ”; C 中在标准状况下水为固态, 1 mol 冰的体积远远小于 22.4 L; D 中该气体的物质的量约为 1 mol, 再结合  $\text{N}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  的分子组成可知, N 的物质的量约为 2 mol。

答案 D

点评 按气体摩尔体积的“四要素”, 即状态(气体)、状况(条件: 温度、压强)、定量(1 mol)、数值(体积)进行分析。

变式4 设阿伏伽德罗常数为  $N_A$ , 标准状况下  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$  的混合气体  $m \text{ g}$ , 含有  $b$  个分子, 则  $n \text{ g}$  该混合气体在相同状况下所占的体积(L) 应是 ( )

$$\text{A. } \frac{22.4nb}{mN_A} \quad \text{B. } \frac{22.4mb}{nN_A} \quad \text{C. } \frac{22.4N_A}{mb} \quad \text{D. } \frac{nbN_A}{22.4m}$$

★要点3 阿伏伽德罗定律及其推论的应用

在相同的温度和压强下, 相同体积的任何气体含有相同数目的分子, 这就是阿伏伽德罗定律。这是个很重要的气体定律, 为了便于记忆, 可以把这个定律用“三同定一同”这五个字来概括, 每有三同, 必有第四同。

阿伏伽德罗定律是指同温同压下, 相同体积的任何气体都含有相同数目的粒子, 即  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ , 据此可以推论如下:

1. 同温同压下, 气体的体积之比等于其物质的量之比, 即

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (\text{特例: 在 } 0^\circ\text{C}, 101 \text{ kPa 时, 1 mol 气体的体积为 } 22.4 \text{ L})$$