

实验教材新学案

高中 化学必修1

GAOZHONG HUAXUE BIXIUYI

丛书主编 周仲明

An illustration of laboratory glassware including a beaker with orange liquid, a flask with yellow liquid, a graduated cylinder with red liquid, and a volumetric flask with blue liquid. The background features a stylized mountain range.

陕西人民出版社

丛 书 主 编	周仲明							
丛书副主编	刘玉涛	周梦佳						
本 册 主 编	李 斌							
副 主 编	吴运来	杜维新						
编 者	李 斌	吴运来	杜维新	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 谦	王京丽	张庆红	焦翠兰	陈红利	李佳健	陈胜涛

前 言

全新的课标理念、丰富的教学资源、多元化的学习方式、生动活泼的课堂氛围、开放式的评价体系……新课标改革的浪潮席卷神州大地,给教师的教学行为和学生的学习方式提出了更高要求。

为了帮助老师和学生领会和落实新课标精神,有利于学生“学习方式的转变”和“教学评价的转变”,把学生从繁重的学业负担中解放出来,为师生提供优秀的、高效的学习辅导资料,我们依托课改实验区的名校优质资源,聘请北京、山东、广东、江苏、浙江等地一线名师和课改专家共同编写了《实验教材新学案》丛书。

本书栏目设置如下:

[情景导入] 在预习的基础上紧扣学习内容,创设新情境,讨论探究,导学诱思,由浅入深。

[要点透析] 对教材主干内容进行详细解读,讲知识、讲概念、讲方法。或是对线索脉络的梳理,或是对概念的阐释与运用,或是对内涵本质的挖掘与联系,或是对记忆、思维技巧的培养和导引。培养学生分析、综合、归纳、比较、评价等能力,为学生进行知识的重组和迁移做准备。突破重点,化解难点,诠释疑点,整合、建构教材主干知识。

[典例活学] 精编新颖而有代表性的例题,配套变式练习,活学活用。为突出其可操作性,强调的是案例举证式、解剖麻雀式的分析点评,方法点拨联系教材要点,形成有机结合,体现实例与点评之间、例题与变式之间的互动,引导学生举一反三。注意培养学生获取新知识的能力、分析和解决问题的能力以及交流合作的能力。

[学力测评] 高度重视同步性,层次分明,梯度训练,题量适中,多样化选题,代表性强。

[拓展阅读] 选文短小精悍,内容丰富有趣,或故事,或优美文章,或游戏活动,或科普,拓展视野,可读性强,供查阅与鉴赏,同时培养学生搜集和处理信息的能力。

[归纳整理] 引导学生归纳本章(单元),系统梳理,宏观概览,自我构建知识网络图表。

[综合创新测评] 以每章主题为立足点,概览各版本题材,以特定知识为切入点,精选精编测试题,注重培养创新思维,使学生化学知识和实践能力得到综合提高。部分试题模拟高考试题形式对所学的知识进行全面检查,在同步学习的同时熟悉高考。

本书栏目设置和习题设计提倡自主学习和合作学习。“学无定法,学必有法”。我们在例题讲解上注重思路分析,注重方法引导,培养类比推理、总结归纳和发散迁移等思维能力,使学生逐步学会思考,学会学习,培养探讨解决实际问题 and 解决新问题的胆识和方法,为学生终身发展打下良好基础。

“实验教材新学案”丛书策划编写组



目 录

第一章 从实验学化学

第一节 化学实验基本方法 (1)

第二节 化学计量在实验中的应用 (8)

第一章综合创新测评 (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)

第二章综合创新测评 (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 (48)

第三节 用途广泛的金属材料 (57)

第三章综合创新测评 (63)

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 (65)

第二节 富集在海水中的元素——氯 (70)

第三节 硫和氮的氧化物 (76)

第四节 氨 硝酸 硫酸 (81)

第四章综合创新测评 (92)

阶段综合测试卷(一) (94)

阶段综合测试卷(二) (97)

参考答案 (100)



第一章 从实验学化学

新课程高中化学以进一步提高学生的科学素养为宗旨,立足于学生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,本章引领同学们关注化学发展,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。

第一节 化学实验基本方法

情景导入

1. 诺贝尔一生刻苦学习和钻研,通过多次实验,他不但发明了硝化甘油炸药,还发明了汽车自动刹车装置、石油连续蒸馏法等,共取得了 355 件专利。

2. 从 1669 年开始,英国人梅猷根据蜡烛燃烧的实验推断空气的成分是复杂的,其后经过一百多年的时间,拉瓦锡在前人的基础上,通过实验发现了空气组成成分有氧气和氮气。

3. 李刚从课本的知识获知,纯净的食盐是一种白色的晶体,不易潮解。但是他发现他家里从超市购买的食盐,倒出来放在容器中,不久就变成了块状的食盐,且食盐的表面有小液珠生成。李刚于是断定,超市里购买的食盐不是纯净的,含有易潮解的物质。

要点透析

一、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. 必须了解危险化学药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。

二、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容易与被提纯物分离。

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、吸收等。

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必要时要洗涤沉淀物(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。

续 表

方法	适用范围	装置图	应用实例	注意事项
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 $\frac{1}{2}$; ④冷凝管中冷却水下进上出
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:不增(提纯过程中不增加新的杂质);不减(不减少欲被提纯的物质);易分离(被提纯物与杂质容易分离);易复原(被提纯物质要容易复原)。

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

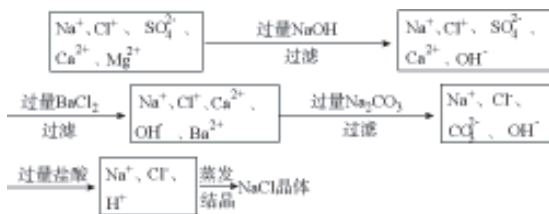
三、粗盐的分离、提纯

一般采用物理方法或化学方法。物理方法常用的是溶解、过滤与蒸发。

1. 粗盐的成分:NaCl,并含有不溶性的泥沙,可溶性的 CaCl_2 、 MgCl_2 以及一些硫酸盐等杂质。

2. 粗盐中可溶性杂质的除去

(1)除杂时加入试剂的顺序及操作



(2)加入不同试剂后,除去的杂质及相应的化学方程式

加入试剂	杂质	化学方程式
NaOH 溶液	MgCl ₂	$\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$
BaCl ₂ 溶液	Na ₂ SO ₄	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$
Na ₂ CO ₃ 溶液	CaCl ₂ 、BaCl ₂	$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$, $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$
盐酸	NaOH、Na ₂ CO ₃	$2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

注意:上述除杂试剂滴加顺序可以是:BaCl₂ → Na₂CO₃ → NaOH → HCl(或 BaCl₂ → NaOH → Na₂CO₃ → HCl),关键是 Na₂CO₃ 溶液必须在 BaCl₂ 溶液的后面滴加,以除去 BaCl₂,稀盐酸必须在最后,除去过量的试剂。

四、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、实验药品与器材

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

五、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 HCO₃⁻, CO₃²⁻, NH₄⁺ 等。②生成沉淀,如 SO₄²⁻, CO₃²⁻, Mg²⁺, Fe³⁺ 等均可能形成相应的沉淀(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:

SO₄²⁻:用盐酸酸化的氯化钡溶液

CO₃²⁻:用稀盐酸和澄清的石灰水

NH₄⁺:用 NaOH 溶液和湿润的红色石蕊试纸

Cl⁻:用硝酸酸化的硝酸银溶液

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。

典例活学

测评点 1 化学实验安全

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:BC

点评:取用药品时的安全注意事项:

1. 不能用手接触药品,不要把鼻孔凑到容器口去闻药品(特别是气体)的气味,不得品尝任何药品的味道。

2. 注意节约药品,应该严格按照实验规定的用量取用药品。如果没有说明用量,一般应该按少量取用,液体 1 mL ~ 2 mL,固体只需盖满试管底部。

3. 实验剩余的药品,既不能放回原瓶,也不要随意丢弃,更不要拿出实验室,要放入指定的容器内。

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

解析:A 项,边眨边洗眼睛的目的是把眼睛中的酸液冲出、冲掉,再让纯水进入眼睛,使酸液不断被稀释、挤出。B 项,硼酸为弱酸,不会对皮肤有伤害作用,能够起到中和碱液的作用。D 项,量筒是一种计量仪器,不能用来配制溶液,而浓硫酸在稀释时放出大量的热,也会影响量筒的精确度甚至使量筒发生炸裂。

答案:D

测评点 2 常见的危险化学品

例 2 春运期间,一些易燃、易爆、剧毒、易腐蚀等物品,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

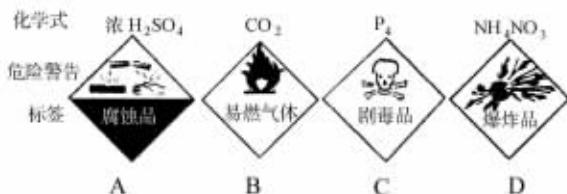
解析:凡是危险化学品,均禁止旅客带上车,依据分析,上述所有化学品,均属于危险化学品。

答案:D

点评:凡是有毒、有腐蚀性、易燃、易爆、强氧化剂等均属于危险化学品。

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。下面所列物质,

贴错了包装标签的是 ()



解析:二氧化碳不能燃烧,可用于灭火。

答案:B

测评点 3 实验基本操作和仪器的选择

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,检验是否缺乏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,液体过滤因缺乏滤纸而无法实现。

答案:C

点评:本题易错原因一是对基本实验操作不够熟练,二是在针对操作选择仪器时思维无序,容易遗漏。可按照仪器连接顺序或实验步骤按顺序列举所用仪器。

变式 3 下列关于托盘天平使用的叙述,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

解析:在托盘天平上称量固体药品,不是潮湿或具有腐蚀性的物质也放在适当的容器内或干净的纸(称为称量纸)上,而不得与天平托盘直接接触,可见选项 C 是不对的。托盘天平只能用于很粗略的称量,精确度只有 0.1 g,因此 D 选项错误。

答案:CD

点评:各种化学仪器的使用方法是不同的。称量仪器有粗量仪器和精量仪器两种。通常粗量仪器有托盘天平和量筒,精确度为0.1;精量仪器有移液管和滴定管,精确度为0.01。

测评点4 物质的分离和提纯

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。选项A可用过滤,B可用蒸发,C可用结晶法,D只能是洗气法。

答案 D

点评 1. 除杂的原则是:除杂务尽,不引入新杂质。

2. 物质的分离和提纯方法通常是物理和化学分离提纯法并用,二者的区别在于:在分离和提纯过程中,应用了化学原理的为化学分离提纯法,否则为物理分离提纯法。

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 <

点评 1. 粗盐提纯中的加速固体溶解的方法有研碎、搅拌和加热。

2. 通过过滤可以除去不溶性杂质。

3. 粗盐提纯过程中,三处用到玻璃棒:一是溶解过程中搅拌以加速溶解;二是加热过程中搅拌使受热均匀,防止液体飞溅;三是结晶后用来转移晶体。

例6 欲从溴水中提取溴,须要进行哪些操作 ()

- A. 萃取分液
- B. 萃取
- C. 分馏
- D. 先萃取分液,后进行分馏

解析 欲从溴水中提取溴单质,由于溴易挥发,故不可直接分馏,而溴在水中溶解度较小,在有机溶剂中溶解度较大,故先加入有机溶剂如四氯化碳等,进行萃取分液,然后将萃取后的溴与四氯化碳溶液进行分馏即可。

答案 D

点评 1. 若一种溶质在两种互不相溶的溶剂里的溶解度差别很大,均可应用萃取分液的方法使之分离。

2. 一般像 Br_2 、 I_2 等微溶于水,易溶于有机溶剂,故一般应用有机溶剂作萃取剂。请注意:与水互溶的有机溶剂,如乙醇等,不能作为溴水、碘水等的萃取剂。

测评点5 离子的检验和物质的鉴别

例7 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 $Ba(NO_3)_2$ HCl
- D. $MgCl_2$ Na_2SO_4 $Ba(OH)_2$ 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,无变化的是 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。

例 8 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

学力测评

一、选择题

- 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
- 下列做法正确的是 ()
A. 用手接触药品
B. 用嘴吹熄酒精灯火焰
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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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 CO_2 中少量的 CO



- D. 除去 N_2 中少量的 O_2 ,可将气体通过灼热的铜丝
10. 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 ()
- 实验使用的主要仪器是分液漏斗
 - 碘在四氯化碳中的溶解度比在水中的溶解度大
 - 碘的四氯化碳溶液呈紫红色
 - 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

二、综合题

11. 写出下列各溶液长久放置变质的原因。
- (1)石灰水 _____
 - (2)NaOH 溶液 _____
 - (3) SO_2 水溶液 _____
 - (4) $FeSO_4$ 溶液 _____
12. 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 _____。
13. 除去 H_2O 中少量 I_2 的实验研究。
- (1)该实验选用的试剂为 _____。
 - A. 酒精 B. CCl_4
 - (2)在进行分液时有以下操作：①未打开分液漏斗的玻璃塞；②未将分液漏斗支管下口贴紧接收容器内壁；③打开分液漏斗的旋钮后未及时关闭。请指出上述不当操作可能造成的结果。
 - (3)水中的 I_2 已被提取 ,那么溶有 I_2 的 CCl_4 溶液能否随意倒掉？
 - (4)学生提出以下方案对 CCl_4 及 I_2 进行回收处理 ,请判断哪些方法可行？
- 加水；
 - 加 NaOH 溶液；
 - 加 Na_2CO_3 溶液；
 - 加 $AgNO_3$ 溶液；
 - 加新制氯水或溴水
- _____。
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 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 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)。

- 左盘重 ,样品轻
- 左盘轻 ,砝码重
- 右盘重 ,砝码轻
- 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 ,可观察到有 _____ 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 $BaCl_2$ 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 $AgNO_3$ 溶液 ,可观察到有 _____ 生成 ,证明溶液中有 _____ 离子。

15. 已知化合物甲和乙都不溶于水 ,甲可溶于质量分数大于或等于 98% 的硫酸 ,而乙不溶。现有一份甲和乙的混合物样品 ,通过实验进行分离 ,可得到固体甲。(实验中使用的过滤器是用于过滤强酸性液体的耐酸过滤器。)请填写表中空格 ,完成由上述混合物得到固体甲的实验设计。

序号	实验步骤	简述实验操作(不必叙述如何组装实验装置)
①	溶解	将混合物放入烧杯中 ,加入 98% H_2SO_4 ,充分搅拌直到固体不再溶解。
②		
③	析出沉淀	将滤液沿烧杯壁慢慢倒入足量水中 ,并不断搅拌 ,直至析出全部固体。
④		
⑤	洗涤沉淀	
⑥	检验沉淀是否洗净	取新得到的洗出液少许 ,滴入用盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液 ,若没有白色浑浊出现 ,则说明沉淀已洗净 ,若有白色浑浊出现 ,则说明沉淀没有洗净。

拓展阅读

海水变淡水

地球并不缺水,但世界上到处在闹水荒,虽然海洋里的水取之不竭,但由于海水含盐量约达3.5%,很咸,既不能饮用,也不能用于工农业生产。人们发现,把盐水冷冻到0℃以下,就会析出不含盐的冰。南极海洋中的冰山融化以后,可以得到淡水。目前,日本把冻结装置放在海水中,使它结冰,生产出淡水。但用冻结法从海水中生产淡水的成本很高。化学家研制出一种能将海水变成淡水的淡化膜,这种膜的孔非常细小,只允许水分子通过,这样就可以把水与盐分离开。当然这需要很好的技术条件和雄厚的资金。最有前途、简便的方法,就是利用太阳能对海水的蒸馏作用,科学家们正在积极探讨、研制集中太阳光及收集水蒸气的装置。

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、干粉灭火器、沙子、石棉、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。

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	H_2SO_4 和 NaHCO_3	非油类、电器
泡沫式	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 NaHCO_3	油类
CO_2 灭火器	液态 CO_2	电器、小范围油类、忌火的化学品
四氯化碳灭火器	液态四氯化碳	电器、汽油、丙酮,不能用于钾、钠、电石、 CS_2
干粉灭火器	NaHCO_3 等,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

情景导入

1. 单个分子、原子都是很小的粒子,它们的质量非常小。从实际应用出发,一方面参加化学反应的分子、原子要按照化学方程式里的分子、原子的数目比进行反应;另一方面因参加反应的物质的单个粒子难以称量,必须是粒子的集体才好称量。

2. 摩尔一词来源于拉丁文 moles,原意为大量和堆集。最早出现在20世纪40年代~50年代欧美的化学教科书中作为克分子的符号。1916年,化学家 E. A. Guggenheim 将摩尔称之为“化学家的物质的量”,并阐述了它的含义。当时,大多数化学家赞同使用摩尔。1971年,第14届国际计量大会上,正式批准了摩尔作为“物质的量”的单位,它是国际单位制的第七个基本单位。第14届国际计量大会批准的摩尔定义为:

(1)摩尔是一系统的物质的量,该系统所含的基本单元数与 $0.012 \text{ kg}^{12}\text{C}$ 的原子数目相等。

(2)在使用摩尔时,基本单元应予指明,可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子,或这些粒子的特定组合。

要点透析

一、基本概念理解突破

1. 物质的量

(1)为什么要引入“物质的量”这一物理量？

点拨：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)物质的量和摩尔有何关系？

点拨：摩尔是表示物质的量的单位，每摩尔物质含有阿伏加德罗常数个粒子。

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加德罗常数个“C”原子；构成冰的基本单元是水分子，则每摩尔冰含有阿伏加德罗常数个“H₂O”分子；构成氯化钠晶体的基本单元是 Na⁺ 和 Cl⁻，则每摩尔氯化钠晶体含有阿伏加德罗常数个 Na⁺ 和阿伏加德罗常数个 Cl⁻。

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 O₂ 表示 1 摩尔氧分子，1 mol H⁺ 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？

点拨：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 ¹²C 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 ¹²C 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 ¹² C	$1 \text{ mol } ^{12}\text{C}$	约含有 6.02×10^{23} 个 ¹² C 原子

(4)阿伏加德罗常数是一个数吗？

点拨：①阿伏加德罗常数不是一个数，而是有单位的，其单位是 mol⁻¹。

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，我们可以利用阿伏加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^{23} 个 C；1 mol H₂ 中有 6.02×10^{23} 个 H₂，有 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个 H；

1 mol CO₂ 中有 6.02×10^{23} 个 CO₂；1 mol H⁺ 中有 6.02×10^{23} 个 H⁺；

1 mol OH⁻ 中有 6.02×10^{23} 个 OH⁻；1 mol e⁻ 中有 6.02×10^{23} 个 e⁻。

(5)物质的量、阿伏加德罗常数与粒子数之间有何关系？

点拨：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加德罗常数的比值。

如 3.01×10^{23} 个 CO₂ 分子中所含的 O 原子数目。

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

1 mol CO₂ 中含有 2 mol O 原子

所以含 O 原子数目为

$$0.5 \times 6.02 \times 10^{23} \times 2 = 6.02 \times 10^{23} \text{ 个}$$

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：g·mol⁻¹ 或 kg·mol⁻¹。

(1)①原子、简单离子的摩尔质量以 g·mol⁻¹ 为单位时，在数值上等于其相对原子质量。如 M(Na) = 23 g·mol⁻¹，M(Na⁺) = 23 g·mol⁻¹。

②多原子组成的单质或化合物的摩尔质量以 g·mol⁻¹ 为单位时，在数值上等于其相对分子质量。如 M(N₂) = 28 g·mol⁻¹，M(H₂SO₄) = 98 g·mol⁻¹。

③原子团的摩尔质量以 g·mol⁻¹ 为单位时，在数值上等于其式量。如 M(NH₄⁺) = 18 g·mol⁻¹，M(MnO₄⁻) = 119 g·mol⁻¹。

(2)物质的量、阿伏加德罗常数、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 mol^{-1} 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 ② 先求 M , 后求 M_r	M 的单位取 g/mol 时, m 的单位取 g ; M 的单位取 kg/mol 时, m 的单位取 kg
$m \xrightarrow{\div M} \frac{m}{M} \xrightarrow{\times N_A} \frac{m}{M} \times N_A$ $n \xrightarrow{\times N_A} n \times N_A \xrightarrow{\div N_A} \frac{n \times N_A}{N_A}$	① 在 m 、 M 、 N_A 和 N 中, 已经任意三项求第四项 ② 以 n 恒等列代数方程式解决较复杂的问题	① 重视 n 在 m 和 N 之间的桥梁作用 ② 与 N 有关的问题莫忽视微粒的组成和种类

注: 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 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	g 或 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?

点拨 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?

点拨 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?

点拨 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 L/mol 和 m^3/mol , 在标准状况下, $V_m = 22.4 \text{ L/mol}$, 可以说 22.4 L/mol 是在特定的条件下的气体摩尔体积。

二、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 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的状况。例如 1 mol H_2O 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 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 25 101 kPa 下氢气的体积时不能应用 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

三、阿伏加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, 这就是阿伏加德罗定律。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。

阿伏加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 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$ (特例:在 0, 101 kPa 时,1 mol 气体的体积为 22.4 L)。

2. 同温同体积下,气体的压强之比等于其物质的量之比,即 $\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。

3. 同温同压下,相同体积的任何气体的质量之比,等于其摩尔质量或密度之比,即 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$ 。

4. 同温同压下,任何气体的密度之比等于其摩尔质量之比,即 $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$ 。

5. 同温、同压、同质量下,两种气体与其摩尔质量成反比: $V_1/V_2 = M_2/M_1$ 。

注意:以上推论在应用时必须注意适用的条件和对象;公式不要死记硬背,应在理解的基础上加以运用。

四、气体的密度

气体密度(ρ)和相对密度(D):

1. 标准状况 $\rho = m/V = M_g \cdot \text{mol}^{-1} / 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. 非标准状况 $\rho = m/V$

3. 气体的相对密度: $D = \rho_A / \rho_B = M_A / M_B$, 即气体的相对密度等于两种气体的摩尔质量之比。

五、物质的量浓度的概念

物质的量浓度是用单位体积溶液里所含溶质 B 的物质的量来表示溶液组成的物理量。

$$\text{表达式 } c_B = \frac{n_B}{V}$$

单位 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$

1. 单位体积通常表示为 1 L 或 1 m^3 , 且该单位体积是溶液的体积,而不是溶剂的体积。

2. 其单位可由表达式推出并记忆。对于上述数学表达式,知道其中任意两个量,则可以求出第三个量,如

$$V = \frac{n_B}{c_B} \quad n_B = c_B \cdot V$$

3. 从一定物质的量浓度的溶液中取出任意体积的溶液,其浓度不变,但所含溶质的物质的量或质量因体积的不同而不同。

4. “B”在这里表示任意的溶质,B 的组成可以是分子,如 HCl、 H_2SO_4 、 HNO_3 等;可以是离子,如 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 等;还可以是由阴、阳离子组成的结构单位,如 NaCl、 Na_2SO_4 等。要特别注意:a. 某些物质溶于水后,与水反应生成新物质,此溶液中的溶质一般是指新物质。例如 Na、 Na_2O 、 Na_2O_2 溶于水后,溶质为 NaOH。b. 含结晶水的物质溶于水后,其溶质不是指结晶水合物。例如将 25 g 胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)溶于水后形成 100 mL 溶液,其浓度为 1 mol/L,其意义是指 1 L 溶液中含有 1 mol CuSO_4 ,而不是 1 mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。c. NH_3 、 Cl_2 等物质溶于水后溶质成分复杂,求算浓度时,仍以溶解前的 NH_3 、 Cl_2 为溶质。

5. 溶质的量无论是以哪种物理量给出的,都要转换成物质的量表示,如 $n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ 等。

六、关于物质的量浓度的计算

1. 溶液中各量间的关系

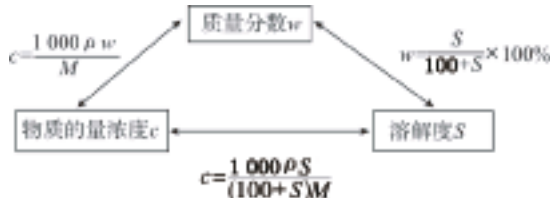
$$\text{溶液的物质的量浓度} \xrightarrow[\div V]{\times V} \text{溶质的物质的量} \xrightarrow[\times c_B]{\div c_B} \text{溶}$$

$$\text{液的体积} \xrightarrow[\div \rho]{\times \rho} \text{溶液的质量}$$

2. 物质的量浓度和溶质的质量分数的区别与联系

	物质的量浓度	溶质的质量分数
溶质的单位	mol	g
溶液的单位	L	g
公式	物质的量浓度(c_B) = $\frac{\text{溶质的物质的量}(n_B)}{\text{溶液的体积}(V)}$	溶质的质量分数 = $\frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$
特点	体积相同,物质的量浓度也相同的任何溶液中,所含溶质的物质的量相同,但溶质的质量不一定相同	质量相同,溶质的质量分数也相同的任何溶液中,所含溶质的质量相同,但溶质的物质的量不一定相同
物质的量浓度与溶液中溶质质量分数的换算关系	物质的量浓度(c_B) = $\frac{\text{溶质的质量分数}(w) \times \text{溶液的密度}(\rho) \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}}{\text{溶质的摩尔质量}(M)}$ (上式中密度的单位为 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 摩尔质量的单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	

3. 物质的量浓度、质量分数、溶解度之间的换算



4. 溶液的混合和稀释

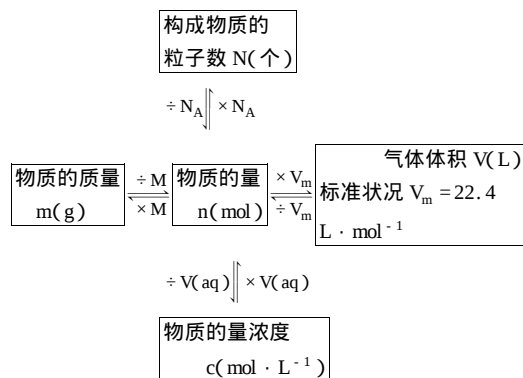
(1) 混合前后, 溶质的质量和总物质的量不变。

即 $c_{\text{总}} V_{\text{总}} = c_1 V_1 + c_2 V_2$ 和 $c_1 V_1$ 和 $c_2 V_2$ 分别是混合前溶液的物质的量浓度和体积, $c_{\text{总}} V_{\text{总}}$ 是混合后溶液的物质的量浓度和体积)

(2) 稀释前后, 溶质的质量和总物质的量不变, 即 $c(\text{浓溶液}) \cdot V(\text{浓溶液}) = c(\text{稀溶液}) \cdot V(\text{稀溶液})$ 。

注意 若题目不作特殊要求, 可认为混合后溶液总体积为原两溶液体积之和, 否则应根据 $V_{\text{混}} = \frac{m_{\text{混}}}{\rho_{\text{混}}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{\rho_{\text{混}}}$ 来计算。

七、单位间的转换计算



八、容量瓶

1. 容量瓶的用途

容量瓶常用于准确配制一定体积的溶液, 常用规格及标注内容如下图。



2. 容量瓶的构造

容量瓶是细颈、梨形的平底玻璃瓶, 瓶口配有磨口玻璃塞或塑料塞。

在指定温度下, 当液体的凹液面与容量瓶瓶颈的

环形刻度线相切时, 溶液体积恰好与瓶上标注的体积相等。

3. 容量瓶的查漏

往瓶内加入一定量水, 塞好瓶塞。用食指摁住瓶塞, 另一只手托住瓶底, 把瓶倒过来, 观察瓶塞周围是否有水漏出。如果不漏水, 将瓶正立并将瓶塞旋转 180° 后塞紧, 仍把瓶倒过来。再检查是否漏水。

4. 容量瓶的使用

(1) 只用于配制溶液, 容量瓶中不能将固体或浓溶液直接溶解或稀释, 容量瓶也不能作为反应容器, 不能长期贮存溶液;

(2) 溶液注入容量瓶前需恢复到常温, 因为溶质在烧杯内稀释或溶解时会吸热或放热, 而容量瓶必须在常温下使用;

(3) 用容量瓶不能配制任意体积的一定物质的量浓度的溶液, 这是因为容量瓶的规格是固定的, 配制溶液时可根据所需溶液的体积选择合适的容量瓶。

(4) 使用前, 除洗涤外, 还应检验容量瓶是否漏水;

(5) 向容量瓶中注入液体时, 应沿细玻璃棒注入, 以防注入操作时液体流出而损失;

(6) 容量瓶上只有一个刻度线, 读数时, 要使视线、容量瓶刻度线和瓶内凹液面的最低点相切。

注意: 容量瓶只有一个刻度, 故选取容量瓶的规格应与所配溶液的体积相等, 如果不等, 应该选择略大且有这种规格的容量瓶, 如配制 450 mL 某浓度的溶液应选取 500 mL 的容量瓶。

典例活学

测评点 1 原子、分子和相对质量

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。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 6.02×10^{23} 个原子
- B. $0.012 \text{ kg}^{12}\text{C}$ 含有 6.02×10^{23} 个碳原子
- C. 阿伏加德罗常数的“集体”就是 1 mol