

教与学整体设计 援高中化学 蠹《教与学整体设计》编写组编 郢

(高中水平检测丛书)

教师用书

陽昇苑原惠貴積京怨緣元原員

I 国教 Ⅱ 国教 Ⅲ 化学课 原高中 原教学参考资料 IV 鄞 阮源

中国版本图书馆 悦读数据核字 (圆国原 第 圆猿猿号)

高中化学 必修·人教版
创新教案

出版发行 中国环境科学出版社
(地址: 北京崇文区广渠门内大街 8 号)
网 址: 中国环境科学出版社
电子信箱: 中国环境科学出版社
电 话: 中国环境科学出版社

印	刷	
经	销	各地新华书店
版	次	1981年1月第一版
印	次	1981年1月第一次印刷
开	本	787×1092 1/32 大 32开
印	张	11.5
字	数	1.5万字
书	号	C15.051.01
定	价	0.15元

【版权所有，请勿翻印、转载，违者必究】

目 录

第一章 从实验学化学	(1)
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	(5)
第一章复习与验收	(11)
第二章 化学物质及其变化	(14)
第一节 物质的分类	(14)
第二节 离子反应	(19)
第三节 氧化还原反应	(25)
第二章复习与验收	(29)
第三章 金属及其化合物	(33)
第一节 金属的化学性质	(33)
第二节 几种重要的金属化合物	(37)
第三节 用途广泛的金属材料	(43)
第三章复习与验收	(44)
第四章 非金属及其化合物	(48)
第一节 无机非金属材料的主角——硅	(48)
第二节 富集在海水中的元素——氯	(53)
第三节 硫和氮的氧化物	(57)
第四节 硫酸、硝酸和氨	(63)
第四章复习与验收	(67)

第一章 从实验学化学

一、知识目标

- (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 世纪化学发展趋势。
- (2) 体验科学探究的过程,学习运用以实验为基础的实验研究方法。
- (3) 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。

二、能力目标

初步学会物质的检验、分离、提纯和溶液配制等实验技能。

三、情感目标

树立安全意识,能识别化学用品安全使用标识,初步形成良好的实验工作习惯。

第一节 化学实验基本方法

知识

要点

(一) 化学实验安全

1. 要做到实验安全,应注意以下问题

(1) 遵守实验室规则;(2) 了解安全措施;(3) 掌握正确的操作方法。

2. 化学实验安全知识

(1) 防中毒事故:化学药品可通过呼吸道、消化道、五官以及皮肤的伤口侵入人体而引起中毒。为防止中毒,应注意以下几点:

① 应设有良好的通风设备,使空气畅通。使用、制备有毒气体和有烟雾的实验应在密闭系统或通风橱中进行,外加尾气吸收处理装置。

② 禁止在实验室内饮食和存放食品,餐具不准带进实验室,实验完毕后要用水把手洗净。

③ 皮肤上有伤口时,不能接触有毒物质,否则会经伤口进入人体而造成中毒。

④ 不可品尝药品的味道。

⑤ 误食重金属盐应立即服生蛋白或生牛奶。

(2) 防火事故发生

① 酒精及其他易燃有机物小面积失火,应迅速用湿抹布扑盖。

② 钠、磷等失火宜用沙土扑盖。

③ 会用干粉及泡沫灭火器。

④ 火警电话“119”,急救电话“120”,也可拨“110”求助。

⑤ 因电失火应先切断电源,再实施救火。

(3) 意外事故的处理

① 玻璃割伤等其他“机械类”创伤,应先除去伤口的玻璃等,再用双氧水擦洗消毒,然后敷药包扎。

② 烫伤宜找医生处理。

③ 浓酸撒在实验台上,先用 Na_2CO_3 (或 NaHCO_3) 中和,后用水冲擦干净;沾在皮肤上,宜先用干抹布拭去,再用水冲净;溅在眼中应先用稀 NaHCO_3 淋洗,然后请医生处理。

④ 浓碱撒在实验台上,先用稀醋酸中和,然后用水冲擦干净;沾在皮肤上,宜先用大量水冲洗,再涂上硼酸溶液;溅在眼中,用水洗净后再用硼酸溶液淋洗。

⑤ 液溴滴到手上,要立即擦去,再用酒精或苯擦洗。

⑥ 汞洒落后,应立即撒上硫粉,并打开墙下部的排气扇。

⑦ 磷灼伤,用 CuSO_4 溶液涂抹伤处。

⑧ 苯酚灼伤,先用乙醇洗涤,再用水冲洗。

(4) 常用急救方法

① 若吸入有毒气体,中毒较轻时,可把中毒者移到空气新鲜的地方,保持温暖和安静,必要时可输氧,但不能随便进行人工呼吸;若中毒较重者应立即送医院治疗。

② 若误服毒物,常用的方法是引起呕吐。催吐剂有肥皂水、1% 硫酸铜溶液。误服毒物的急救和治疗一般由医务人员进行。

③ 若有毒物质落在皮肤上,要立即用棉花或纱布擦掉,再用大量水冲洗。

(5) 实验应该安全操作:首先应该严格遵守实验室的有关规章制度。其次在操作中应特别注意防爆炸、防暴沸、防失火、防中毒、防倒吸。另外要注意废液的处理。

(二)混合物的分离和提纯

1. 物质的分离:是把混合物中的各种物质分开的过程,分开以后的各物质应该尽量减少损失,而且是比较纯净的。经常采用的分离方法有:过滤、蒸发、结晶、分馏、萃取、分液、渗析、洗气等。

2. 物质的提纯:是指将某物质中的杂质,采用物理或化学方法除掉的过程。它和分离的主要区别在于除掉后的杂质可以不进行恢复。

(1)物质提纯的原则:不增、不变、易分。

所谓不增,是指在提纯过程中不增加新物质,不变指被提纯的物质性质不能改变,易分指使杂质与被提纯物质容易分开。

3. 物质分离和提纯的常用方法

(1)过滤和蒸发

方法	适用范围	主要仪器	举 例	注意事项
过滤	固体与液体分离	漏斗、烧杯、玻璃棒、铁架台(带铁圈)、滤纸	粗盐提纯时,把粗盐溶于水,经过过滤,把不溶于水的固体杂质除去	①要“一贴二低三靠” ②必要时要洗涤沉淀物(在过滤器中进行) ③定量实验的过滤要“无损”
蒸发	分离溶于溶剂中的溶质	蒸发皿、三角架、酒精灯、玻璃棒	从食盐水溶液中提取食盐晶体	①溶质须不易分解、不易水解、不易被氧气氧化 ②蒸发过程应不断搅拌 ③近干时停止加热,余热蒸干

(2)萃取和分液

萃取	利用溶质在两种互不相溶的溶剂中的溶解度不同,用一种溶剂把溶质从它与另一种溶剂所组成的溶液里提取出来	可在烧杯、试管等中进行,一般在分液漏斗中(为便于萃取后分液)	CCl_4 把溶于水里的 Br_2 萃取出来	①萃取后要再进行分液 ②对萃取剂的要求:与原溶剂互不混溶、不反应;溶质在其中的溶解度比在原溶剂中大;溶质不与萃取剂反应;两溶剂密度差别大 ③萃取后得到的仍是溶液,一般再通过分馏等方法进一步分离
分液	两种互不相溶的液体的分离	分液漏斗(有圆筒形、圆球形、圆锥形)	除溴乙烷中乙醇(先水洗),水、苯的分离,除乙酸乙酯中乙酸(加饱和 Na_2CO_3 洗)	上层液体从上口倒出,下层液体从下口放出

(3)其他方法

结晶 重结晶	混合物中各组分在溶剂中的溶解度随温度变化不同	烧杯及过滤仪器	硝酸钾溶解度随温度变化大,氯化钠溶解度随温度变化小,可用该法从氯化钠和硝酸钾的混合物中提纯硝酸钾	①一般先配较高温度的饱和溶液,然后降温结晶 ②结晶后过滤分离出晶体
升华	混合物中某一成分在一定温度下可直接变为气体,再冷却成固体	酒精灯、大烧杯、圆底烧瓶、铁架台(带铁圈)、石棉网	粗碘中碘与钾、钠、钙、镁的碘化物混杂,利用碘易升华的特性,可将碘与杂质分离	(升华物质的集取方法不作要求)

(2)提纯的方法可归纳为:“杂转纯,杂变沉,化为气,溶剂分。”

杂转纯:将要除去的杂质变为提纯物,这是提纯物质的最佳方案。如除去 Na_2CO_3 中混有的 NaHCO_3 即可将混合物加热使 NaHCO_3 全部转化为 Na_2CO_3 。

杂变沉:加入一种试剂将要除去的杂质变成沉淀,最后用过滤的方法除去沉淀。

化为气:加热或加入一种试剂使杂质变为气体逸出。如食盐水中混有 Na_2CO_3 ,则可加盐酸使 CO_3^{2-} 变 CO_2 逸出。

溶剂分:加入一种试剂将杂质或被提纯物质萃取出来。如用 CCl_4 可将碘从水中萃取出来。

蒸馏分馏	利用沸点不同以分离互溶液体混合物	蒸馏烧瓶、水冷凝管、酒精灯、锥形瓶、牛角管、温度计、铁架台(带铁圈、铁夹)、石棉网等	制取蒸馏水,除去水中杂质。除酒精中水(加生石灰),乙醇和乙酸(先加 NaOH 蒸馏,后加浓 H_2SO_4 蒸馏);石油分馏	①温度计水银球在蒸馏烧瓶支管口处 ②加沸石(碎瓷片) ③注意冷凝管水流方向应下进上出 ④不可蒸干
------	------------------	--	--	---

二 例题精析

【例1】 分离和提纯是十分普遍的两种化学工艺,如冶金工业上对矿物的处理、制药业对有效药物成分的提取、高纯硅的纯化、工业污水及尾气中有害成分或有成分成分的分离等等,这里面都涉及分离与提纯。你了解混合物的分离方法有哪些吗?各种方法的适用条件分别是什么?试举例说明。

【解析】 通常情况下,可用加热升华的方法直接分离两固体混合物,该法适用于分离易升华的固体(如 I_2)与热稳定性好的固体的混合物。固液分离的方法是过滤,也可与溶解、结晶相联合分离易溶性固体与难溶性固体的混合物。互不相溶的液体混合物易用分液的方法分离,而互溶的液体混合物则适用于蒸馏的分离方法。胶体与溶液的混合体系应用渗析的方法分离。 KNO_3 与 $NaCl$ 的混合物易用溶解结晶的方法分离。另外,皂化产物、蛋白质还可利用盐析的方法分离、提纯。总之,混合物分离的方法有多种,教师应指导学生根据混合物中各成分的特点选择合理实用的方法。

【答案】 见问题分析。

【例2】 下列有关使用托盘天平的叙述,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. 潮湿的或具有腐蚀性的药品,必须放在玻璃器皿里称量,其他固体药品可直接放在天平托盘上称量
- D. 用托盘天平可以准确称量至 0.01 g
- E. 称量完毕,应把砝码放回砝码盒中

【解析】 本题考查化学实验的基本技能。分析试题,比较托盘天平使用的基本技能,可知托盘天平只能用于粗略的称量,能称准到 0.1 g,而不能称准到 0.01 g。对于无腐蚀性和不易潮解的固体药品应放在白纸上称量,而不能将它们直接放在托盘上称量。托盘天平在使用时要放平、调零,左“物”右“码”等。

【答案】 CD

【例3】 提纯含有少量硝酸钡杂质的硝酸钾溶液,可以使用的方法为 ()

- A. 加入过量碳酸钠溶液,过滤,除去沉淀,溶液中补加适量硝酸
- B. 加入过量硫酸钾溶液,过滤,除去沉淀,溶液中补加适量硝酸

C. 加入过量硫酸钠溶液,过滤,除去沉淀,溶液中补加适量硝酸

D. 加入过量碳酸钾溶液,过滤,除去沉淀,溶液中补加适量硝酸

【解析】 物质分离和提纯过程中需注意三个关键问题:

(1) 被提纯物质的量尽可能不减少,即不可“玉石俱焚”。

(2) 不得引入新的杂质,即不可“前门驱虎,后门进狼”。

(3) 要易于分离、复原,即不可“难舍难分”。

为了使杂质除尽,加入的试剂不能用“适量”而应“过量”。但过量的试剂必须在后续操作中便于除去。

杂质离子为 Ba^{2+} ,可用 CO_3^{2-} 或 SO_4^{2-} ,使之形成沉淀除去,但为了不引入新杂质,需用 K^+ 盐,过量的 K_2CO_3 或 K_2SO_4 也应在后续步骤中除去。

【答案】 D

【例4】 为了除去粗盐中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、泥沙,可将粗盐溶于水,然后进行下列五项操作:①过滤 ②加过量 NaOH 溶液 ③加适量盐酸 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. ④①②⑤③
- C. ②⑤④①③
- D. ⑤②④①③

【解析】 本题考查溶液中离子除杂的顺序。除了明白运用离子之间的反应(如用 CO_3^{2-} 沉淀 Ca^{2+} 、用 OH^- 沉淀 Mg^{2+} 、用 Ba^{2+} 沉淀 SO_4^{2-})来除杂外,还要明确两个原则:(1)每次所加沉淀试剂均过量是为了确保杂质离子全部除尽;(2)过量试剂要设法除去,且不引进新的杂质离子。在不违背上述原则的前提下,操作顺序可能不止一种。因此, Na_2CO_3 必在 NaOH、 $BaCl_2$ 之后加入,最后加盐酸除去过量 Na_2CO_3 。

【答案】 CD

【例5】 下列各组混合物能用分液漏斗直接分离的是 ()

- A. 柴油与汽油
- B. 汽油与水
- C. 溴与水
- D. 水与乙醇

【解析】 本题考查分液法分离物质的适用范围,此法适用于互不相溶的有明显分界面的两种液体。柴油与汽油都是有机物,能互溶不分层,因此不能用分液法;汽油与水互不相溶,汽油在水的上层,可直接用分液漏斗分离;溴在水中也是可以溶解而形成溴水的,乙醇与水可以

互溶,都不能用分液的方法分离。

【答案】 B

三 巩固练习

1. 最早运用天平作为研究化学工具的科学家是 (B)

- A. 法国科学家拉瓦锡
B. 瑞典化学舍勒
C. 美国化学家普里斯特里
D. 英国科学家卡文迪许

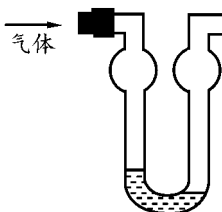
2. 1998 年诺贝尔化学奖授予科恩 (美) 和波普尔 (英) 以表彰他们在理论化学领域作出的重大贡献。他们的工作使实验和理论能够共同协力探讨分子体系的性质,引起整个化学领域正在经历一场革命的变化。下列说法正确的是 (A)

- A. 化学不再是纯实验科学
B. 化学不再需要实验
C. 化学不做实验,就什么都不知道
D. 未来化学的方向还是经验化

3. 进行化学实验必须注意安全,下列说法不正确的是 (B)

- A. 酒精灯在桌上歪倒失火后,立即用湿布盖灭
B. 金属钠着火,用泡沫灭火器扑灭
C. 如果苯酚溶液沾到皮肤上,应立即用酒精洗
D. 不慎将酸溅到眼中,应立即用水冲洗,边洗边眨眼睛

4. 双球洗气管是一种多用途仪器,常用于去除杂质、气体干燥、气体吸收 (能防止倒吸) 等实验操作。右图是用水吸收下列某气体时的情形,根据下面附表判断由左方进入的被吸收气体是 (B)



- A. Cl_2 B. HCl
C. H_2S D. CO_2

附:四种气体的溶解度表 (室温下)。

气体	Cl_2	HCl	H_2S	CO_2
1 体积水约能吸收气体体积数	2	500	2.6	1

【解析】 由实验图示可知从左方进入的被吸收气体极易溶于水,只有 HCl 满足题意。

5. 某同学想用实验证明高锰酸钾溶液的紫红色是 MnO_4^- 离子的颜色,而不是 K^+ 离子的颜色,他设计的下列实验步骤中没有意义的是 (A)

- A. 将高锰酸钾晶体加热分解,所得固体质量减少
B. 观察氯化钾溶液没有颜色,表明溶液中 K^+ 无色
C. 在氯化钾溶液中加入适量锌粉振荡,静置后未见明显变化,表明锌与 K^+ 无反应
D. 在高锰酸钾溶液中加入适量锌粉振荡,静置后见紫红色褪去,表明 MnO_4^- 离子为紫红色

6. 某学生用天平称量固体时将样品和砝码错放位置,待天平平衡时,称得样品质量为 10.5 克 (1 克以下用游码),如按正确称法,此样品质量应为 (C)

- A. 10.5 克 B. 10.0 克 C. 9.5 克 D. 11.0 克

7. 下表给出 X、Y 两种化合物在不同溶剂中,两个温度下的溶解度数据,分析利用重结晶法提纯 X 时,在哪种溶剂中回收率最高 (已知 X 为 70 g, Y 为 15 g)。 (D)

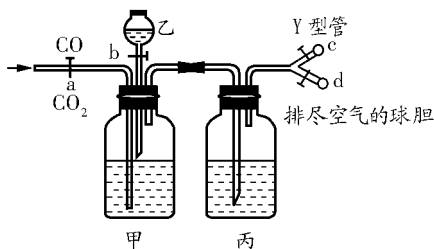
	20℃ 时溶解度 (g)		100℃ 时溶解度 (g)	
溶剂序号	X	Y	X	Y
A	20	5	90	30
B	15	1	70	10
C	5	15	75	25
D	10	12	80	20

8. (1) 在进行沉淀反应的实验时,如何认定沉淀已经完全? 在上层清液中 (或取少量上层清液置于小试管中),滴加沉淀剂,如果不再产生沉淀,说明沉淀完全。

(2) 中学化学实验中,在过滤器上洗涤沉淀的操作是向漏斗里注入蒸馏水,使水面没过沉淀物,等水流完后,重复操作数次。

【解析】 本题考查了关于沉淀、过滤的实验基本操作,重点考查对实验现象的观察、操作能力和表达能力。

9. 下图的实验装置用来分离 CO_2 和 CO 气体并干燥。图中 a 为止水夹, b 为分液漏斗的活塞,通过 Y 型管和止水夹分别接 c、d 两球胆,现装置内的空气已排尽。为使实验成功,甲、乙、丙分别盛放的溶液是 (C)



- A. NaHCO_3 饱和溶液 12 mol · L⁻¹ 盐酸 18.4 mol · L⁻¹ H_2SO_4
B. Na_2CO_3 饱和溶液 2 mol · L⁻¹ H_2SO_4 NaOH 饱和溶液
C. NaOH 饱和溶液 2 mol · L⁻¹ H_2SO_4 18.4 mol · L⁻¹ H_2SO_4
D. 18.4 mol · L⁻¹ H_2SO_4 NaOH 饱和溶液 18.4 mol · L⁻¹ H_2SO_4

【解析】 甲中试剂用于吸收 CO_2 排除 A、D 两选项;乙中试剂用于“还原”回 CO_2 ;丙中试剂用于干燥两气体,排除 B 选项。

***** 第二节 化学计量在实验中的应用 *****

知识

要点

(一) 物质的量的单位——摩尔

1. 定义

(1) 物质的量: 是国际单位制中的七个基本物理量之一, 这种物理量是以阿伏加德罗常数为计量单位表示物质粒子数多少的物理量。物质的量的符号为 n 。

(2) 摩尔: 摩尔是作为计量原子、离子、分子等微观粒子的“物质的量”的单位。摩尔简称摩, 符号为 mol 。

2. 摩尔基准的确定及阿伏加德罗常数

(1) 摩尔基准的确定: 国际上统一规定以 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 中所含有的碳原子数约为 6.02×10^{23} 个, 如果在一定量的粒子集体中所含有的粒子数与 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 中所含有的碳原子数相同, 我们就说它为 1 mol 。

(2) 阿伏加德罗常数: 1 mol 的任何粒子的个数都约为 6.02×10^{23} 个, 这个近似值 ($6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) 叫做阿伏加德罗常数, 符号为 N_A 。

阿伏加德罗常数 (N_A) 是一个十分庞大的数值, 至今已经由实验测得相当精确的数值, 使用时通常取其近似值 6.02×10^{23} 。

3. 物质的量 (n)、阿伏加德罗常数与粒子数 (符号为 N) 之间存在着下述关系:

$$\text{物质的量} = \frac{\text{粒子数}(\text{个})}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{N}{N_A}$$

(二) 摩尔质量和气体摩尔体积

1. 摩尔质量

(1) 定义: 1 mol 任何物质所具有的质量叫做这种物质的摩尔质量, 其数值上等于该物质的相对原子质量或相对分子质量。摩尔质量的单位是: g/mol 或 克/摩 , 符号为 M 。

(2) 物质的量 (n)、物质的质量 (m) 和物质的摩尔质量 (M) 之间存在如下关系:

$$\text{物质的摩尔质量} = \frac{\text{物质的质量}}{\text{物质的量}} \quad \text{即} \quad M = \frac{m}{n} \quad \text{或} \quad n = \frac{m}{M}$$

2. 气体的摩尔体积

(1) 影响物质体积的三个因素: A. 粒子数的多少; B. 粒子间的距离; C. 粒子本身的大小。

① 相同物质的量 (如 1 mol) 的不同固态物质具有不同的体积。

② 相同物质的量 (如 1 mol) 的不同液态物质具有不同的体积。

③ 在标准状况下, 1 mol 的任何气体所占的体积都约是 22.4 L 。

(2) 定义: 单位物质的量气体所占的体积叫做气体摩

尔体积。气体摩尔体积的常用单位有 L/mol 、 m^3/mol 等, 其符号为 V_m 。

在标准状况 (273 K 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) 下, 气体的摩尔体积约为 22.4 L/mol 。

(3) 物质的量 (n)、气体摩尔体积 (V_m) 之间存在如下关系:

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{V}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \quad (\text{在标准状况下}) \quad (\text{在标准状况下})$$

(4) 阿伏加德罗定律及应用

① 定义: 在同温同压下, 同体积的任何气体都含有相同数目的分子, 这就是阿伏加德罗定律。

② 阿伏加德罗定律的应用

同温、同压下: $V_1/V_2 = n_1/n_2$

同温、同容下: $P_1/P_2 = n_1/n_2$

同温、同压下: $\rho_1/\rho_2 = M_1/M_2$

同温、同压同容下: $m_1/m_2 = M_1/M_2$

同温、同压下, 等质量的任何气体: $V_1/V_2 = M_2/M_1$

附: (1) 关于气体摩尔体积的计算:

① 气体的体积 (标准状况下) $V = 22.4 n (\text{L})$

② 气体的密度 (标准状况下) $\rho = m/V = M(\text{g/mol}) / \text{气体摩尔体积}(22.4 \text{ L/mol})$

③ 气体 A 对气体 B 的相对密度 (同温、同压): $D(\text{相对密度}) = \rho_A/\rho_B = M_A/M_B$

(2) 气体密度 (ρ) 和相对密度 (D) 的计算

① 标准状况: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{M \text{ g/mol}}{22.4 \text{ L/mol}}$

② 非标准状况: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{MP}{RT}$

③ 气体的相对密度: $D = \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{M_A}{M_B}$

(3) 求气体式量 (相对分子质量) 的几种方法

① 已知标准状况时气体密度 ρ : $M = 22.4 \rho$ 。

② 已知非标准状况下气体温度、压强、密度: $M = \frac{\rho RT}{P}$

③ 已知两种气体的相对密度 D : $M_A = D M_B$ 。

④ 混合气体的平均式量 ($n_1, n_2, \dots$ 表示混合物中各组分的物质的量; $V_1, V_2, \dots$ 表示混合物中各组分的体积; $M_1, M_2, \dots$ 表示混合物中各组分的式量。)

$$\begin{aligned} \overline{M} &= \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}} = \frac{M_1 n_1 + M_2 n_2 + \dots + M_i n_i}{n_{\text{总}}} \\ &= M_1 n_1 \% + M_2 n_2 \% + \dots + M_i n_i \% \\ &= M_1 V_1 \% + M_2 V_2 \% + \dots + M_i V_i \% \end{aligned}$$

(三)物质的量在化学实验中的应用

1. 物质的量浓度

(1)定义:以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,叫做溶质 B 的物质的量浓度,物质的量浓度的符号为 c_B ,常用单位为 mol/L 或 mol/ m^3 。

(2)物质的量(n)、物质的量浓度(c_B)、溶液的体积(V)之间的关系:

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

(3)物质的量浓度(c)与溶质的质量分数(w)之间的换算关系:

$$c(\text{mol/L}) = \frac{1000 \cdot \rho \cdot \omega\%}{M(\text{溶质})}$$

2. 配制一定物质的量浓度的溶液

配制物质的量浓度溶液时,必须用容量瓶,要掌握容量瓶的使用方法。

配制物质的量浓度溶液步骤如下:

(1)计算:计算配制的溶液所需溶质的质量(固体溶质)或体积(液体溶质、浓溶液);

(2)称量(或量取):用天平称量固体溶质(或用量筒量取液体体积);

(3)溶解:把称好的溶质放入烧杯中,加适量蒸馏水溶解,搅拌;

(4)转移:待溶液静置到室温,倒入容量瓶中(配多少毫升的溶液选用多少毫升容量瓶);

(5)洗涤:洗涤烧杯 2~3 次,把每次洗涤的洗涤液一并倒入容量瓶中(洗液及原配溶液不能超过所配溶液体积);

(6)定容:往容量瓶中加水直至液面接近刻度线 1~2 厘米处,改用胶头滴管加水到瓶颈刻度地方,使溶液的凹面正好和刻度相平。把瓶盖盖好,反复摇匀。

3. 溶液的稀释和混合

(1)稀释:溶质在稀释前后其物质的量不变。

$c_1 V_1 = c_2 V_2$ (c_1 、 c_2 为稀释前后的摩尔浓度, V_1 、 V_2 为稀释前后溶液的体积)

(2)混合:不同浓度的溶液,溶质相同,其物质的量在混合前后不变。

$c_1 V_1 + c_2 V_2 = c_{\text{后}} V_{\text{后}}$ ($c_{\text{后}}$ ——混合后溶液的物质的量浓度; $V_{\text{后}}$ ——混合后的溶液的体积)

【注意】(1)区分物质的量和物质的质量:前者是衡量物质所含粒子数多少的一个物理量,其单位是摩尔,有明确的物理含义,是一个专有名词,后者指的是物质的实际质量。

(2)区分摩尔质量与相对原子质量或式量。如水的式量是 18,水的摩尔质量是 18 g/mol。

(3)气体摩尔体积 22.4 L/mol 是适用于标准状况下的气体。

二 例题 精析

(一)物质的量的单位——摩尔

【例 1】 9.03×10^{23} 个氨分子含 _____ 摩氮原子, _____ 摩氢原子, _____ 摩质子, _____ 个电子。

【解析】 解此题思路是用“物质的量”作桥梁,通过阿伏加德罗常数来过渡。

(1)首先要求氨分子的物质的量,即 $9.03 \times 10^{23} \div 6.02 \times 10^{23} = 1.5$ (摩) (2)氨分子的化学式是 NH_3 , 一个 NH_3 分子是由一个氮原子和三个氢原子构成,则 1 mol NH_3 应由 1 mol N 和 3 mol H 构成。即 1.5 mol NH_3 含 1.5 mol N、4.5 mol H。(3)1 mol NH_3 含 10 mol 质子、10 mol 电子,则 1.5 mol NH_3 含 15 mol 质子、15 mol 电子。(4)1 mol 电子含 6.02×10^{23} 个电子,则 15 mol 电子含 $15 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个电子。

【答案】 1.5, 4.5, 15, $15 \times 6.02 \times 10^{23}$ 。

【例 2】 N_A 代表阿伏加德罗常数,下列说法正确的是 _____ ()

A. 2.3 g 钠由原子变成离子时,失去的电子数为 $0.1 N_A$

B. $0.2 N_A$ 个硫酸分子与 19.6 g 磷酸含有相同的氧原子数

C. 28 g 氮气所含的原子数为 N_A

D. N_A 个氧分子与 N_A 个氢分子的质量比为 8:1

【解析】 本题体现的是以摩尔为中心的计算, N_A 与摩尔的关系并由此延伸到粒子个数、物质的质量,应熟练掌握它们的换算关系。

A 选项中钠为 +1 价, 2.3 g 钠为 0.1 mol 钠原子,失去电子数为 $0.1 N_A$ 。正确;

B 选项中 19.6 g 磷酸即为 $0.2 N_A$ 个磷酸分子 ($19.6 \text{ g} \div 98 \text{ g/mol} = 0.2 \text{ mol}$), 等物质的量的硫酸 (H_2SO_4) 与磷酸 (H_3PO_4) 含有相同的氧原子数。正确;

C 选项中 28 g 氮气 (N_2) 即为 1 摩氮分子 ($28 \text{ g} \div 28 \text{ g/mol} = 1 \text{ mol}$), $\therefore$ 含 $2 N_A$ 个氮原子, 错误;

D 选项中 N_A 个氧分子质量为 32 g, N_A 个氢分子质量为 2 g, 则其质量比为 16:1。错误。

【答案】 AB

【例 3】 森林是大自然的清洁剂,一公顷森林一昼夜可吸收 930 kg 二氧化碳气体,呼出 735 kg 氧气,即在标准状况下吸收 _____ L 二氧化碳,合 _____ 个二氧化碳分子;呼出 _____ L 的氧气,合 _____ 个氧分子。

【解析】 930 kg CO_2 在标准状况的体积为: $(930 \text{ 000 g} \div 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 22.4 \text{ L/mol} = 473 \text{ 445 L}$, 合 $(930 \text{ 000 g} \div 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个/mol} = 1.27 \times 10^{28}$ 个;

735 kg O_2 在标准状况下的体积为: $(735 \text{ 000 g} \div 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 22.4 \text{ L/mol} = 514 \text{ 500 L}$, 合 $(735 \text{ 000 g} \div 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个/mol} = 1.38 \times 10^{28}$ 个。

$\text{mol}^{-1}) \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个/mol} = 1.38 \times 10^{28} \text{ 个}$

【答案】 473 445, 1.27×10^{28} ; 514 500 L, 1.38×10^{28}

【例 4】 如果 $a \text{ g}$ 某气体中含有的分子数为 b , 则 $c \text{ g}$ 该气体在标准状况下占有的体积应表示为 (式中 N_A 为阿伏加德罗常数) ()

- A. $(22.4bc/aN_A) \text{ L}$ B. $(22.4ab/cN_A) \text{ L}$
C. $(22.4ac/bN_A) \text{ L}$ D. $(22.4b/acN_A) \text{ L}$

【解析】 这是一道考查物质的量概念的选择題, 正确的解题思路是从 $a \text{ g}$ 气体中含有的分子数为 b 入手, 用 b 除以阿伏加德罗常数 N_A 求出 $a \text{ g}$ 气体的物质的量, 再乘以气体摩尔体积, 求出 $a \text{ g}$ 气体在标准状况下占有的体积 V_1 , 即 $V_1 = b/N_A \times 22.4 \text{ L}$ 。然后, 列比例式求出 $c \text{ g}$ 该气体在标准状况下占有的体积 V_2 , 即 $a/c = (22.4b/N_A) \text{ L}/V_2$, $V_2 = (22.4bc/aN_A) \text{ L}$ 。

【答案】 A

【例 5】 在标准状况下, CO 和 CO_2 的混合气体共 39.2 L, 质量为 61 g。则两种气体的物质的量之和为 _____ mol, 其中 CO_2 为 _____ mol, CO 占总体积的 _____。

【解析】 (1) 任何气体在标准状况下的摩尔体积都是 22.4 L/mol, 所以, 題中两气体的物质的量之和为:

$$\frac{39.2}{22.4} = 1.75 \text{ (mol)}$$

(2) 设混合气体中 CO 为 $x \text{ mol}$, CO_2 为 $y \text{ mol}$

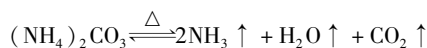
$$\text{则有: } \begin{cases} x + y = 1.75 \\ 28x + 44y = 61 \end{cases}$$

解得: $x = 1 \text{ mol}$, $y = 0.75 \text{ mol}$

(3) CO 的体积分数即为摩尔分数, 即: $\frac{1}{1.75} \times 100\% = 57.1\%$

【答案】 1.75 mol, 0.75 mol, 57.1%。

【例 6】 在 150℃ 时, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 分解的方程式为:



若完全分解, 产生的气态混合物的密度是相同条件下氢气的密度的 ()

- A. 96 倍 B. 48 倍
C. 12 倍 D. 10 倍

【解析】 (1) 在分解温度时, 生成物 H_2O 为气态。

(2) 若 A、B 均为气体, 它们在相同条件下的密度比, 等于它们的摩尔质量之比 (即相对分子质量之比)。

(3) 该气态混合物为 NH_3 、 CO_2 和 H_2O 的混合物。应先求出它的平均分子量, 平均分子量等于各组分的分子量与其摩尔分数乘积之和。即为:

$$\bar{M} = 17 \times \frac{1}{2} + 44 \times \frac{1}{4} + 18 \times \frac{1}{4} = 24$$

所以混合气体与氢气的密度比为:

$$\frac{d(\text{混})}{d(\text{H}_2)} = \frac{24}{2} = 12$$

【答案】 C

(二) 物质的量在化学实验中的应用

【例 7】 在 4℃ 时向 100 mL 水中溶解了 22.4 L HCl 气体 (标准状态下测得) 后形成的溶液。下列说法中正确的是 ()

- A. 该溶液物质的量浓度为 10 mol/L
B. 该溶液物质的量浓度因溶液的密度未知而无法求得
C. 该溶液中溶质的质量分数因溶液的密度未知而无法求得
D. 所得的溶液的体积为 22.5 L

【解析】 解此类題的秘诀就在于从定义出发找源头。气体与液体混合体积不能简单相加, 液体与液体混合, 如果给出密度也不能简单相加! 溶液的体积不等于溶剂的体积。本題的溶质的质量与溶剂的质量可求得: 36.5 g, 100 g, 所以可求出质量分数。选项 A: 溶液的体积不能简单等于 0.1 L, 便可推知该溶液物质的量浓度不应等于 10 mol/L。选项 D: 溶液的体积不能是溶质与溶剂的简单相加, 即不等于 22.5 L。

【答案】 B

【例 8】 要配制浓度约为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液 100 mL, 下面操作正确的是 _____ (填代号)

- A. 称取 8 g NaOH 固体, 放入 250 mL 烧杯中, 用 100 mL 量筒量取 100 mL 蒸馏水, 加入烧杯中, 同时不断搅拌至固体溶解
B. 称取 8 g NaOH 固体, 放入 100 mL 量筒中, 边搅拌, 便慢慢加入蒸馏水, 待固体完全溶解后用蒸馏水稀释至 100 mL
C. 称取 8 g NaOH 固体, 放入 100 mL 容量瓶中, 加入适量蒸馏水, 振荡容量瓶使固体溶解, 再加水到刻度, 盖好瓶塞, 反复摇匀
D. 用 100 mL 量筒量取 40 mL $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液, 倒入 250 mL 烧杯中, 再用同一量筒取 60 mL 蒸馏水, 不断搅拌下, 慢慢倒入烧杯

【解析】 此題是有关物质的量浓度的配制, 不少考生马上联想到容量瓶、烧杯、玻璃棒、滴管等仪器, 因而先查选项中有无容量瓶, 由此否定 A、B、D 选项, 认为 C 是正确答案。若能注意到所配制的浓度为“约”, 并掌握浓溶液稀释的计算和配制技能, 则会发现 A、D 应属可选之列。而 B、C 中将 NaOH 固体直接放入量筒、容量瓶中溶解的操作都是错误的。

【答案】 AD

【例 9】 请你利用实验室的固体氯化钠试剂, 配制 500 mL 0.4 mol/L 的 NaCl 溶液。(需要哪些仪器、操作步骤如何?)

【解析】 用固体溶质配制一定物质的量浓度的溶液, 则必须用到容量瓶, 根据配制要求, 应选择 500 mL 容量瓶。溶液的组成为溶质和溶剂, 由溶液体积及溶质的

物质的量浓度可知溶质的物质的量: $n(\text{NaCl}) = 0.5 \text{ L} \times 0.4 \text{ mol/L} = 0.2 \text{ mol}$, 进一步可知所需溶质质量: $m(\text{NaCl}) = 0.2 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g/mol} = 11.7 \text{ g}$ 。因为最终溶液的浓度未知, 所以溶剂的质量无法求得; 但最终溶液总体积为 500 mL , 只需将溶质 NaCl 溶解后配成 500 mL 即可。

【答案】 ①计算: 所需固体氯化钠的质量: $m(\text{NaCl}) = 0.5 \text{ L} \times 0.4 \text{ mol/L} \times 58.5 \text{ g/mol} = 11.7 \text{ g}$ 。

②用托盘天平称取固体氯化钠 11.7 g 。

③将固体氯化钠放入烧杯中, 并加入少量的蒸馏水用玻璃棒搅拌使之溶解。

④将氯化钠溶液用玻璃棒引流转移入容量瓶中。

⑤洗涤烧杯和玻璃棒两次, 洗涤液一并转入容量瓶中, 振荡。

⑥然后直接向容量瓶中加水到液面接近刻度 $1 \sim 2 \text{ cm}$ 处; 改用胶头滴管加水到瓶颈刻度处, 使溶液凹液面正好与刻度线相切。

⑦把容量瓶塞好, 上下颠倒, 反复摇匀。

⑧装入干燥的试剂瓶中, 贴上标签, 注明名称、浓度、体积。

【例 10】 1774 年, 英国科学家 Franklin 在皇家学会上宣读论文时提到: “把 4.9 cm^3 油脂放到水面上, 立即使水面平静下来, 并令人吃惊的蔓延开去, 使 $2.0 \times 10^3 \text{ m}^2$ 水面看起来像玻璃那样光滑”。

(1) 已知油脂在水面上为单分子层, 假设油脂的摩尔质量为 M , 每个油脂分子的横截面积为 $A \text{ cm}^2$, 取该油脂 $m \text{ g}$, 配成体积为 $V_m \text{ mL}$ 的苯溶液, 将该溶液滴加到表面积为 $S \text{ cm}^2$ 的水中, 若每滴溶液的体积为 $V_d \text{ mL}$, 当滴入第 d 滴油脂苯溶液时, 油脂的苯溶液恰好在水面上不再扩散, 则阿伏加德罗常数 N_A 的表达式为 $N_A =$ _____。

(2) 水面上铺一层油 (常用十六醇、十八醇, 只有单分子厚), 在缺水地区的实际意义是 _____。

【解析】 根据题意, 每个油脂分子的横截面积为 $A \text{ cm}^2$, 水的表面积为 $S \text{ cm}^2$, 可知油脂分子的个数为 $N = S/A$; 滴入第 d 滴油脂苯溶液时, 油脂的苯溶液恰好在水面上不再扩散, 故扩散的油脂的苯溶液的总质量为 $V = V_d \times (d-1)$, 又因将质量为 $m \text{ g}$ 的油脂配制成体积为 $V_m \text{ mL}$ 的苯溶液, 所以 $V \text{ mL}$ 该油脂的苯溶液的质量为 $[m \cdot V_d(d-1)/V_m]$; 所以 $S/A = [m \cdot V_d(d-1)/V_m] / M \cdot V_m$, 故 $N_A = V_m S M / [m A V_d(d-1)]$ 。

【答案】 (1) $N_A = V_m S M / [m A V_d(d-1)]$

(2) 减少水分的蒸发

三 巩固练习

(一) 物质的量的单位——摩尔

1. 0.5 mol 氢气含有 (BC)

A. 0.5 个氢分子 B. 6.02×10^{23} 个氢原子

C. 3.01×10^{23} 个氢分子 D. 3.01×10^{23} 个电子

2. 已知孔雀石具有唯一的最简结构, 其化学式为 $a\text{CuCO}_3 \cdot b\text{Cu}(\text{OH})_2$ (a, b 为正数, 且 $a \leq 2, b \leq 2$)。若将一定量的该物质加盐酸恰好完全溶解, 已知耗用 HCl 的物质的量与产生 CO_2 的物质的量之比为 $4:1$, 则 a, b 的值分别为 (A)

A. $a=1, b=1$

B. $a=2, b=2$

C. $a=2, b=1$

D. $a=1, b=2$

3. 向含 $a \text{ mol Ca}(\text{OH})_2$ 的澄清石灰水 (未饱和) 中通入 $b \text{ mol CO}_2$, 充分反应后, 下列判断正确的是 (CD)

A. 当 $a \geq b$ 时, 产生 $a \text{ mol}$ 沉淀

B. 当 $a \leq b$ 时, 产生 $b \text{ mol}$ 沉淀

C. 当 $a < b < 2a$ 时, 产生 $(2a-b) \text{ mol}$ 沉淀

D. 当 $2a < b$ 时, 溶液仍澄清

4. 在天平的两个托盘上, 分别放有盛冷水和盐酸的烧杯 (水和盐酸均过量), 天平指针指在中间, 现向盛冷水的烧杯中放入 0.5 mol 钠, 向盛盐酸的烧杯中放入 0.5 mol 镁, 待反应完全后天平指针 (A)

A. 不发生偏转

B. 向盛水的烧杯一边偏转

C. 向盛盐酸的烧杯一边偏转

D. 无法判断

5. PCl_5 在密闭容器中有反应: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 。 $t_1^\circ\text{C}$ 时 PCl_5 的分解率为 48.567% , $t_2^\circ\text{C}$ 时分解率为 97.034% 。则 $t_2^\circ\text{C}$ 时反应体系的物质的量是 $t_1^\circ\text{C}$ 时反应体系的多少倍 (B)

A. 0.4 B. 1.3

C. 1.6 D. 1.9

6. 右图中横坐标表示完全燃烧时耗用可燃气体的物质的量 $n(\text{X})$, 纵坐标表示消耗 O_2 的物质的量 $n(\text{O}_2)$, A、B 是两种可燃性气体, C 是 A、B 的混合气体, 则 C 中 $n(\text{A}):n(\text{B})$ 为 (A)

A. $2:1$

B. $1:2$

C. $1:1$

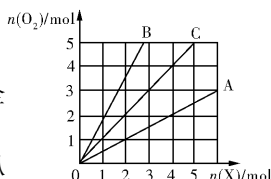
D. 任意比

【提示】 首先排除任意比。由图可知: 1 mol A 耗用 0.5 mol O_2 , 1 mol B 耗用 2 mol O_2 ; 若 A、B 以 $1:1$ 混合, 则 1 mol C 耗用 1.25 mol O_2 , 而图中 1 mol C 耗用 1 mol O_2 , 可见 A、B 混合物中, $n(\text{A}):n(\text{B}) > 1:1$ 。观察备选项可知答案。

7. 有五瓶溶液分别是① 10 mL 0.60 mol/L NaOH 水溶液 ② 20 mL 0.50 mol/L 硫酸水溶液 ③ 30 mL 0.40 mol/L HCl 溶液 ④ 40 mL 0.30 mol/L CH_3COOH 水溶液 ⑤ 50 mL 0.20 mol/L 蔗糖水溶液。以上各瓶溶液所含离子、分子总数的大小顺序是 (D)

A. ① > ② > ③ > ④ > ⑤

B. ② > ① > ③ > ④ > ⑤



C. $② > ③ > ④ > ① > ⑤$

D. $⑤ > ④ > ③ > ② > ①$

【解析】 本题注意题中要求比较“所含离子、分子总数”的大小，应考虑溶液中水分子的存在，观察可知各溶液中水分子数目占粒子总数目的比例很大，因此“所含离子、分子总数”主要取决于水分子的多少。显然溶液体积越大，水分子越多。

8. 以 N_A 表示阿伏加德罗常数，下列说法中正确的是

(B)

A. 53 g 碳酸钠中含 N_A 个 CO_3^{2-}

B. 0.1 mol OH^- 含 N_A 个电子

C. 124 g 白磷(P_4)中含 N_A 个原子

D. 标准状况下 11.2 L 臭氧(O_3)中含 N_A 个氧原子

【解析】 本题是 2003 年上海市高考题的改编题。考查物质的量的单位——摩尔(mol)，气体摩尔体积、阿伏加德罗常数的含义。掌握物质的量与粒子(原子、分子、离子等)数目、气体体积(标准状况下)之间的相互关系。

53 g Na_2CO_3 物质的量为 0.5 mol，应含有 0.5 N_A 个 CO_3^{2-} ，0.1 mol OH^- 含有 0.1 mol $\times 10 = 1$ mol 电子，故含有 N_A 个电子，124 g 白磷(P_4)中应含 4 N_A 个原子，标准状况下 11.2 L O_3 中 O 原子个数为： $(11.2 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol}) \times 3 = 1.5 N_A$ 。

9. 在两个容积相同的容器中，一个盛有 HCl 气体，另一个盛有 H_2 和 Cl_2 的混合气体。在同温同压下，两容器内的气体一定具有相同的

(A)

A. 原子数

B. 密度

C. 质量

D. 质子数

10. 某物质 R 是人类生命不可缺少的物质。已知 R 的摩尔质量为 $150 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，其中含碳元素 40%，含氢元素 6.7%，其余为氧元素。则 R 的化学式为

(B)

A. $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$

B. $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$

C. $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$

D. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

11. 在反应 $\text{X} + 2\text{Y} = \text{R} + 2\text{M}$ 中，已知 R、M 的摩尔质量之比为 22:9。当 1.6 g X 与 Y 完全反应后，生成 4.4 g R，则在此反应中 Y、M 的质量之比为

(A)

A 16:9

B 23:9

C 32:9

D 46:9

【解析】 为便于计算，我们做如下变通：设 R、M 的摩尔质量各为 44 g/mol、18 g/mol，4.4 g R 相当于 0.1 mol R，由 $\text{X} + 2\text{Y} = \text{R} + 2\text{M}$ 知 M 的质量为 $0.2 \times 18 = 3.6 \text{ g}$ ，根据质量守恒定律知：参加反应的 Y 的质量为 $4.4 + 3.6 - 1.6 = 6.4 \text{ g}$ 。故 Y、M 的质量比为 6.4:3.6 = 16:9，选 A。

12. “9.11 事件”发生不久，在美国又出现了炭疽热病，此病是一种由炭疽热杆菌引起的急性传染病，致死率高达 25% 至 60%。治疗炭疽热病的常用抗生素为环丙沙星，其化学式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{FN}_3\text{O}_3$ ，它的相对分子质量是 331，其中氧元素的质量分数是 14.5% (保留一位

小数)

13.4 毫升 O_2 和 3 毫升 N_xH_y ($y > x$) 混合气体在 120°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下点燃完全反应后，恢复到原温度和压强时，测得反应后 N_2 、 O_2 、 H_2O (气) 混合气体密度减小 3/10。

(1) 反应的化学方程式为 $4\text{N}_x\text{H}_y + y\text{O}_2 = 2x\text{N}_2 + 2y\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 推算 N_xH_y 的分子式：

计算的根据是(用文字叙述)，即(用含 x 、 y 的代数式表示) 反应前后质量守恒，同温同压下气体密度与气体

体积成反比 $\frac{7}{\frac{3x}{2} + \frac{3y}{2} + 4 - \frac{3y}{4}} = 1 - \frac{3}{10}$ ，解此方程得 $x = 2$ ， $y = 4$ 时符合题意，所以 N_xH_y 的分子式为 N_2H_4 。

(二) 物质的量在化学实验中的应用

1. 酒瓶的标签上有 55°C 的字样，它表示

(C)

A. 该酒在 55°C 的条件下酿造

B. 该酒的沸点为 55°C

C. 该酒中含乙醇 55 mL/100 mL

D. 该酒中含乙醇 55 g/100 g

2. 将标准状况下的 $V \text{ L}$ HCl (气) 溶于 1000 g 水中，得到的盐酸密度为 $\rho \text{ g/cm}^3$ ，则该盐酸的物质的量浓度为

(A)

A. $\frac{1000V\rho}{22400 + 36.5V} \text{ mol/L}$

B. $\frac{V\rho}{22400} \text{ mol/L}$

C. $\frac{V\rho}{22400 + 36.5} \text{ mol/L}$

D. $\frac{V}{22.4} \text{ mol/L}$

3. $V \text{ mL}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中含 $a \text{ g}$ SO_4^{2-} ，若把此溶液取一半加水稀释至 $2V \text{ mL}$ ，则稀释后溶液中 Al^{3+} 的物质的量浓度为

(D)

A. $\frac{a}{576V} \text{ mol/L}$

B. $\frac{125a}{36V} \text{ mol/L}$

C. $\frac{250a}{36V} \text{ mol/L}$

D. $\frac{125a}{72V} \text{ mol/L}$

4. 在无土栽培中需用浓度为 0.5 mol/L NH_4Cl 、 0.16 mol/L KCl 、 0.24 mol/L K_2SO_4 的培养液，若用 KCl 、 NH_4Cl 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 三种物质来配制 1.00 L 上述营养液，所需三种盐的物质的量正确的是

(D)

A. 0.4 mol、0.5 mol、0.12 mol

B. 0.66 mol、0.5 mol、0.24 mol

C. 0.64 mol、0.5 mol、0.24 mol

D. 0.64 mol、0.02 mol、0.24 mol

5. 浓度为 $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的某金属阳离子 M^{n+} 的溶液 10.00 mL，与 $0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液 12.50 mL 完全反应，生成沉淀，则 n 等于

(A)

A. 1

B. 2

C. 3

D. 4

6. 等体积的 Na_2SO_4 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 三种溶液分别与等体积、等浓度的 BaCl_2 溶液完全反应，则三种溶液的物质的量浓度之比为

(C)

A. 1:2:3 B. 3:2:1 C. 6:3:2 D. 2:3:6

7. 甲乙两烧杯分别加入等体积等物质的量浓度的硫酸溶液,向甲杯中加入 M 克镁,向乙杯中加入 M 克锌,完全反应后,一烧杯中仍有金属未溶解,则甲、乙烧杯中原来的硫酸的物质的量 X 值

A. $\frac{M}{24} < X < \frac{M}{65}$ B. $X = \frac{M}{24}$
C. $\frac{M}{24} > X \geq \frac{M}{65}$ D. $\frac{M}{65} > X \geq \frac{M}{24}$

8. 有一在空气中暴露过的 KOH 固体,含 H_2O 2.8% (质量分数,下同),含 K_2CO_3 7.2%。取 1 g 该样品投入到 25 mL 2 mol/L 盐酸中,中和多余的盐酸又用去 1.07 mol/L 的 KOH 溶液 30.8 mL,蒸发中和后的溶液,所得固体的质量为

A. 3.73 g B. 4.00 g
C. 4.50 g D. 7.45 g

9. 表示溶液中浓度的方法通常有两种:溶液中溶质的质量分数(%)和物质的量浓度(n),因此在配制溶液时,根据不同的需要,有不同的配制方法(请完成填空)。

(1)用 10% (密度为 1.01 g/cm³) 的氢氧化钠溶液配制成 27.5 g 2% 的氢氧化钠溶液。

①计算:需 5.5 g 10% (密度为 1.01 g/cm³) 的氢氧化钠溶液,其体积为 5.4 mL,需加 22 mL 水($\rho_{\text{水}} = 1 \text{ g/cm}^3$)进行稀释。

②量取:用 10 mL 量筒取 10% 氢氧化钠,量取时视线要跟量筒 凹液面的最低处 保持水平,然后倒入烧杯里,用 50 mL 量筒量取蒸馏水也注入烧杯里。

③溶解:用 玻璃棒 将上述溶液搅拌均匀,即得 27.5 g 2% 的氢氧化钠溶液。

(2)用 98% (密度为 1.84 g/cm³) 的浓硫酸稀释成 3 mol/L 的稀硫酸 100 mL,回答下列问题:

①需要取浓硫酸 16.3 mL;

②配制操作可分解成如下几步,以下正确的操作顺序是 ADECBHGF (DEACBHGF)。

A. 向容量瓶中注入少量蒸馏水,检查是否漏水
B. 用少量蒸馏水洗涤烧杯及玻璃棒,将溶液注入容量瓶,并重复操作两次
C. 用已冷却的稀硫酸注入已检查不漏水的容量瓶中
D. 根据计算,用量筒量取一定体积的浓硫酸

E. 将浓硫酸沿烧杯壁慢慢注入盛有蒸馏水的小烧杯中,并不断用玻璃棒搅拌

F. 盖上容量瓶塞子,振荡,摇匀

G. 用胶头滴管滴加蒸馏水,使溶液凹面恰好与刻度相切

H. 继续往容量瓶中小心地加蒸馏水,使液面接近刻度线

(3)实验室需配制 1 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液和 1 mol · L⁻¹ 的 H₂SO₄ 溶液各 100 mL。

①要配制 NaOH 溶液,在用托盘天平称取 NaOH 固体时,天平读数为 C。(填代号)

A. 4.0 g B. 4.00 g C. >4.0 g

②在配制 NaOH 溶液和 H₂SO₄ 溶液的各步操作中,有明显不同的是 AB。

A. 称量或量取 B. 溶解
C. 移液、洗涤 D. 定容

10. 50 mL 密度为 1.84 g/cm³、质量分数为 98% 的浓 H₂SO₄,其物质的量浓度为 18.5 mol/L;若将 50 mL 该浓 H₂SO₄ 稀释成密度为 1.47 g/cm³ 的溶液 100 mL,需水 55 mL($\rho_{\text{水}} = 1 \text{ g/cm}^3$),稀释后溶液的质量分数为 61.3%,物质的量浓度为 9.2 mol/L。

11. 测定人呼出气体中 CO₂ 的含量时,将 100 mL 呼出的气体通入 50.0 mL Ba(OH)₂ 溶液中,使其完全吸收,过滤后取 20.0 mL 澄清溶液,用 0.100 mol/L 盐酸滴定,当耗掉 20.4 mL 盐酸时,恰好完全反应。另取 20.0 mL 原 Ba(OH)₂ 溶液,用同种盐酸滴定耗去 36.4 mL 盐酸时,恰好完全反应。试计算人呼出气体中 CO₂ 的体积分数(气体体积均在标准状况下测定)。

【答案】 44.8%

12. 取 50.0 mL Na₂CO₃ 和 Na₂SO₄ 的混合溶液,加入过量 BaCl₂ 溶液后得到 14.51 g 白色沉淀,用过量稀硝酸处理后沉淀量减少到 4.66 g,并有气体放出。试计算:

(1)原混合液中 Na₂CO₃ 和 Na₂SO₄ 的物质的量浓度;

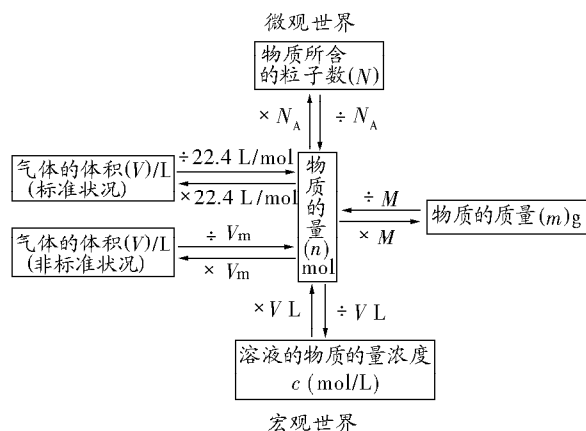
(2)产生的气体在标准状况下的体积。

【答案】 (1) $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2)1.12 L

第一章复习与验收

知识

网络



本章

测试卷

1. 化学反应 $aA + bB \rightleftharpoons dD + eE$, 已知 40 克 A 和 21 克 B 恰好完全反应生成 28 克 D, 则 B、E 两种物质的摩尔质量之比是 (D)

- A. $\frac{7}{d} : \frac{10}{a}$ B. $\frac{10}{d} : \frac{7}{a}$
C. $\frac{11}{e} : \frac{7}{b}$ D. $\frac{7}{b} : \frac{11}{e}$

2. 某学生设计四种制备气体的方案: ①钠与水反应制取 H_2 ; ②大理石和稀 H_2SO_4 反应制取 CO_2 ; ③锌粒和稀 H_2SO_4 反应制取 H_2 。不宜采用的方法是 (B)

- A. ①②③ B. ①② C. ②③ D. ①③

3. 完全溶解 28.4 g 碳酸铜和氢氧化铜的混合物需要消耗 $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的盐酸 500 mL。若灼烧相同质量的上述混合物, 能得到氧化铜的质量为 (C)

- A. 40 g B. 30 g C. 20 g D. 16 g

4. 18 世纪人们认为水能变成土, 1768 年科学家拉瓦锡对此进行研究。他将一定量的蒸馏水加入特殊的蒸馏器, 反复加热蒸馏 101 天, 发现蒸馏器内产生少量沉淀, 称得整个蒸馏装置的总质量没变、水的质量也没变、沉淀的质量等于蒸馏器减少的质量。对于这项研究的说法错误的是 (B)

- A. 精确称量是科学研究的重要方法
B. 水在长时间加热后能转变为土
C. 物质变化过程中总质量守恒
D. 沉淀物来自于蒸馏器本身
5. 进行化学实验, 必须注意安全, 下列说法不正确

的是 (填写标号) (D)

- 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. 如果苯酚浓液沾到皮肤上, 应立即用酒精洗

D. 配制硫酸溶液时, 可先在量筒内加入一定体积的水, 再在搅拌下慢慢加入浓硫酸

6. 实验室里需 480 mL 1.0 mol/L NaOH 溶液, 若用固体 NaOH 配制, 则应取 NaOH 的质量为 (B)

- A. 19.2 g B. 20.0 g
C. 29.6 g D. 39.2 g

【解析】480 mL 1.0 mol/L NaOH 溶液有 19.2 g NaOH(s), 但实验室中没有 480 mL 容量瓶。有 500 mL 容量瓶, 故应称取 NaOH 固体 20.0 g。

7. 同温同压下, 1 体积氮气和 3 体积氢气化合成 2 体积氨气。已知氮气和氢气都由最简单分子构成, 推断它们都是双原子分子和氨的化学式的主要依据是 (B)

①阿伏加德罗定律; ②质量守恒定律; ③原子或分子数只能为整数; ④化合价规则

- A. ①③ B. ①②③
C. ①②④ D. ①②③④

8. 有一真空瓶的质量为 m_1 g, 该瓶充入氧气后总质量为 m_2 g, 在相同状况下, 若充入某气体 A 后, 总质量为 m_3 g, 则此 A 的摩尔质量为 (B)

- A. $(m_3/m_1) \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $[(m_3 - m_1)/(m_2 - m_1)] \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $(m_2/m_1) \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $[(m_2 - m_1)/(m_3 - m_1)] \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

9. 化学研究过程中有人提出“相对密度”这一说法: 在同温同压下, 气体 A 对气体 B 的相对密度一定等于气体 A 的摩尔质量与气体 B 的摩尔质量的比值。

某物质 A 在一定条件下加热分解, 产物都是气体。

分解方程式为 $2A \xrightarrow{\Delta} B + 2C + 2D$ 。测得生成的混合气体对氢气的相对密度为 d , 则 A 的相对分子质量为 (B)

- A. $7d$ B. $5d$ C. $2.5d$ D. $2d$

10. 20°C 时, 饱和 KCl 溶液的密度为 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 物质的量浓度为 $4.0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$, 则下列说法中不正确的是 (D)

- A. 25°C 时, 饱和 KCl 溶液的浓度大于 $4.0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$
B. 此溶液中 KCl 的质量分数为 $\frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%$
C. 20°C 时, 密度小于 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的 KCl 溶液是不

饱和溶液

D. 将此溶液蒸发部分水,再恢复到 20°C 时,溶液密度一定大于 $1.174\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

11. (1) 使用胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 配制 0.1 mol/L 的硫酸铜溶液,正确的操作是 B

A. 将胆矾加热除去结晶水后,称取 16 g 溶解在 1 L 水中

B. 称取 25 g 胆矾溶于水,然后将此溶液稀释至 1 L

C. 称取 25 g 胆矾溶解在 1 L 水里

D. 将 16 g 胆矾溶于水,然后将此溶液稀释至 1 L

(2) 配制 $250\text{ mL } 0.5\text{ mol/L NaOH}$ 溶液,在下列仪器中:

A. 托盘天平 B. 量筒 C. 烧杯 D. 玻璃棒 E. 漏斗 F. 500 mL 容量瓶 G. 药匙 H. 250 mL 容量瓶

I. 胶头滴管 J. 坩埚

需要用到的仪器有 A B C D G H I。

12. 欲配制 $500\text{ mL } 0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的碳酸钠溶液,回答下列问题:

(1) 通过计算可知,应用托盘天平称取 10.6 g 碳酸钠。

(2) 称量的操作顺序为(填序号) BADGECF。

A. 调天平零点 B. 游码回零 C. 向小烧杯中加入碳酸钠 D. 称量空烧杯 E. 向右盘加砝码并把游码移到所需位置 F. 将砝码回盒 G. 记录称量结果

(3) 若砝码和药品位置放颠倒(假设称量时未用烧杯),天平平衡时,实际称得碳酸钠的质量是 9.4 g 。

(4) 下列操作使所配溶液的浓度偏高的是 B。

A. 若称取 $28.6\text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 进行配制

B. 称量时用了生锈的砝码

C. 往容量瓶转移溶液时,有少量液体溅出

D. 碳酸钠中含有不溶性杂质

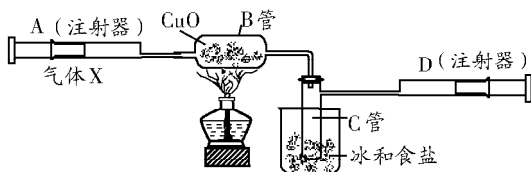
E. 未洗涤溶解碳酸钠的烧杯

F. 定容时,仰视刻度线

G. 小烧杯洗净后未干燥即用来称量

H. 容量瓶未干燥即用来配制溶液

13. 下图所示的实验装置可用来测定含两种元素的某种气体 X 的分子式。



在注射器 A 中装有 240 mL 气体 X 慢慢通过不含空气并装有红热的氧化铜的玻璃管 B,使之完全反应,得到下面的实验结果:

实验前 B 管重 20.32 g ,实验后 B 管重 20.00 g ,B 管中的黑色粉末变成红色粉末。

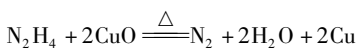
在 C 管中收集到的无色液体是水;在注射器 D 中收集的气体是氮气。试回答下列问题:

(1) X 气体是由 氮 和 氢 元素组成的。

(2) 若 240 mL X 气体完全反应后,收集到的氮气质量是 0.28 g 。根据实验时温度和压强计算 1 mol X 气体的体积是 24000 mL ,则 X 的摩尔质量是 32 g/mol 。

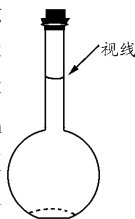
(3) 通过计算,确定 X 的分子式为 N_2H_4 。

(4) 写出 B 中发生反应的化学方程式(X 在该条件下不发生分解反应)



14. 实验室配制 $500\text{ mL } 0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液,有如下操作步骤:

①把称量好的 NaCl 晶体放入小烧杯中,加适量蒸馏水配成溶液;②把①所得溶液小心转入 500 mL 容量瓶中;③继续向容量瓶加蒸馏水至液面距刻度 $2\text{ cm} \sim 3\text{ cm}$ 处,改用胶头滴管小心滴加蒸馏水至溶液凹面底部与刻度线相切;④用少量蒸馏水洗烧杯和玻璃棒 $2 \sim 3$ 次,每次洗涤的液体都小心转入容量瓶,并轻轻摇匀;⑤将容量瓶塞塞紧,充分摇匀。



请填写下列空白:

A. 操作步骤的正确顺序为(填序号) ①②④③⑤。

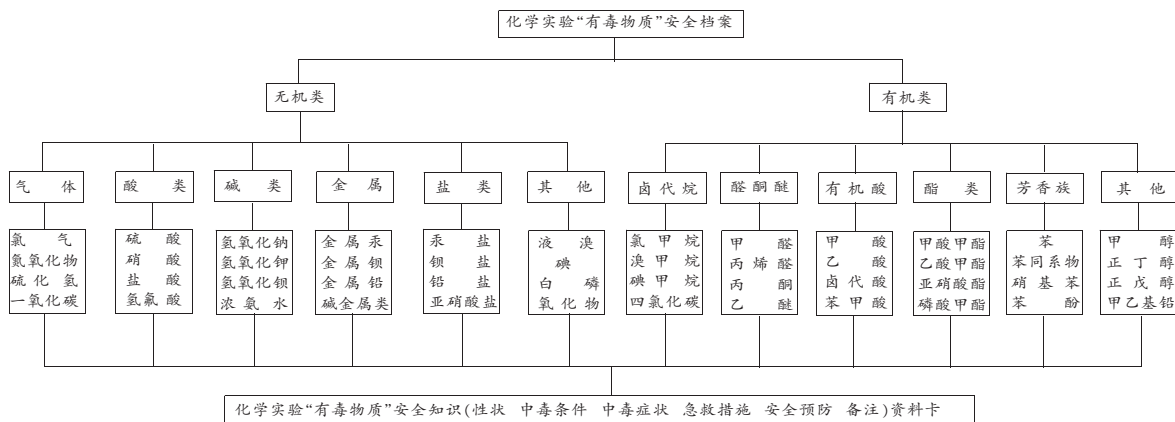
B. 本实验用到的基本实验仪器有: 天平、药匙、烧杯、玻璃棒、 500 mL 容量瓶、胶头滴管。

C. 某同学观察液面的情况如右图所示,对所配溶液浓度有何影响? 偏高 (“偏高”“偏低”或“无影响”)。

D. 若出现如下情况,对所配溶液浓度将有何影响:没有进行操作步骤④, 偏低;加蒸馏水时不慎超过了刻度, 偏低。

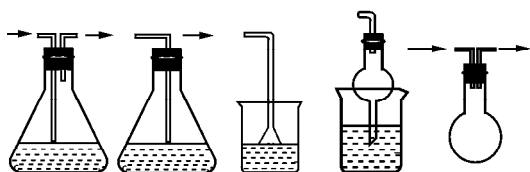
E. 若实验过程中出现如下情况应如何处理? 加蒸馏水时不慎超过了刻度, 宣告实验失败重做。向容量瓶中转移溶液时(实验步骤②)不慎有液滴掉在容量瓶外面, 宣告实验失败重做。

三 拓展 阅读

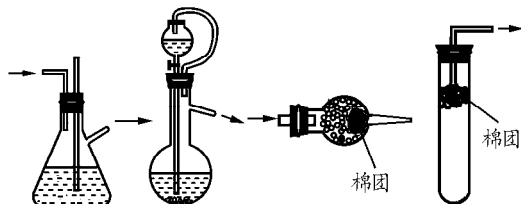


常见实验安全装置有以下几种：

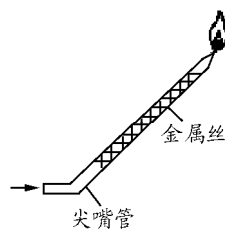
1. 防倒吸安全装置



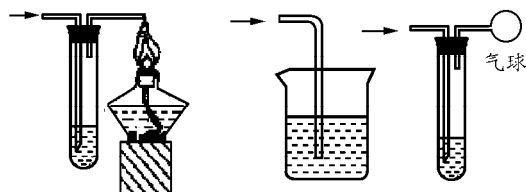
2. 防堵塞安全装置



3. 防倒火安全装置



4. 防污染安全装置



第二章 化学物质及其变化

一、知识目标

(1) 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;认识化学反应的本质。

(2) 知道胶体是一种常见的分散系。

(3) 知道酸、碱、盐在溶液中能发生电离,通过实验事实认识离子反应及其发生的条件,了解常见离子的检验方法。

(4) 根据实验事实了解氧化还原反应的本质是电子的转移。

二、能力目标

(1) 能根据物质的组成和性质对物质进行分类。

(2) 能举例说明生产、生活中常见的氧化还原反应。

(3) 体验科学探究的过程,学习运用以实验为基础的实验研究方法。

三、情感目标

在理解电子得失、氧化和还原的相互依存和相互对立的关系上,树立对立统一等辩证唯物主义观点。

第一节 物质的分类

知识

要点

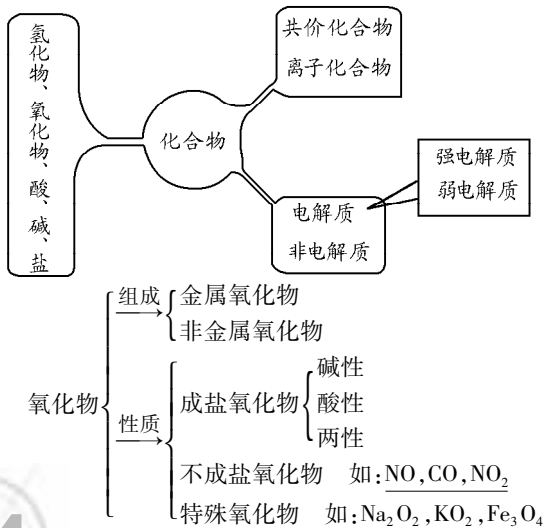
(一) 简单分类法及其应用

1. 物质分类的方法

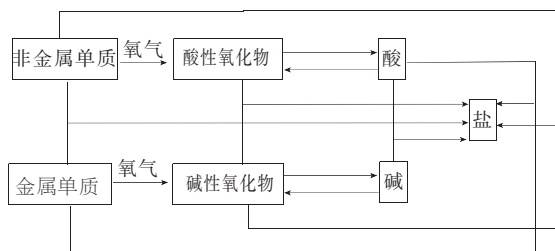
(1) 纯净物与混合物的区别

纯净物	混合物
①有固定的组成和结构 ②有一定的熔、沸点 ③保持一种物质的性质	无固定组成和结构 无一定的熔、沸点 保持原有物质各自的化学性质

(2) 物质分类的多种角度



2. 单质、氧化物、酸、碱和盐之间的相互关系



(二) 分散系及其分类

1. 分散系

(1) 定义:一种(或几种)物质以粒子形式分散到另一种物质里所形成的混合物。

(2) 组成: $\begin{cases} \text{分散质} & \text{—— 被分散成粒子的物质} \\ \text{分散剂} & \text{—— 粒子分散在其中的物质} \end{cases}$

(3) 分类:

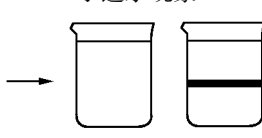
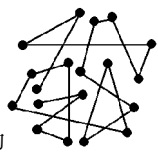
分散系	溶液	胶体	悬(乳)浊液
分散系粒子的直径	< 1 nm	1 ~ 100 nm	> 100 nm
分散质粒子的组成	小分子或离子	大分子或分子集合体	许多分子的集合体
外观	均一、透明	大多均一、透明	不均一、不透明
实例	食盐水、糖水	淀粉胶体、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	泥水

2. 胶体

(1) 胶体的本质特征:分散质粒子的直径在1 ~ 100 nm 之间。胶体是以分散质粒子大小为特征的,它只是物质的一种存在形式,如 NaCl 溶于水形成溶液,如果分散在酒精中可形成胶体。可见,同种分散质在不同的分散

剂中可以得到不同的分散系。

(2) 胶体的性质

现象	定义	解释	应用
丁达尔现象 	光束通过胶体时,形成光亮的通路的现象	胶体分散质的粒子比溶液中溶质的粒子大,使光波发生散射	区别溶液和胶体
布朗运动 	在超显微镜下可观察到胶体粒子在做不停的、无秩序的运动,叫做布朗运动	水分子从各个方向撞击胶体粒子,而每一瞬间胶体粒子在不同方向受的力是不相同的	——
电泳现象	在外加电场的作用下,胶体粒子在分散剂里向电极做定向移动的现象	胶体粒子具有相对较大的表面积,能吸附离子而带电荷	分离蛋白质、氨基酸;血清电泳用于诊断疾病;电泳电镀
聚沉	中和胶体粒子所带的电荷,使胶体粒子聚集长大,形成颗粒较大的沉淀从分散剂里析出的过程	胶体粒子带电,加电解质或带相反电荷的胶体,中和了胶体粒子所带的电荷,从而使分散质聚集成较大的粒子,在重力作用下沉淀析出	制豆腐、果冻等

(3) 胶体的分类

类型	分散剂状态	实例
固溶胶	固态	有色玻璃、烟水晶
液溶胶	液态	淀粉溶液、Fe(OH) ₃ 胶体
气溶胶	气态	烟、云雾

(4) 净化胶体的方法——渗析法

将胶体放入半透膜袋里,再将此袋放入水中,胶粒不能透过半透膜,而分子、离子可以透过半透膜,从而使杂质分子或离子进入水中而除去。

分散系	溶液	胶体	悬(乳)浊液
能否透过滤纸	能	能	一般不能
能否透过半透膜	能	不能	不能

(5) 胶体的应用

土壤的保肥作用、制豆腐的化学原理、江河入海口处形成三角洲、明矾净水等。

【注意】 (1) 胶体中的分散质——可以是单个分子或离子或分子集合体。例如:Fe(OH)₃胶体中胶粒是有许多个Fe(OH)₃聚集而成;淀粉胶体胶粒就是一个淀粉分子。

(2) 胶体稳定存在的原因及胶体的聚沉:

① 胶体粒子具有相对较大的表面积,能吸附离子而带电荷,所以胶体粒子带电。同种胶体粒子带同种电荷,互相排斥而稳定存在。

② 一般说来,金属的氢氧化物、金属氧化物的胶体粒子带正电荷;非金属氧化物、金属硫化物、硅酸胶体的胶

体粒子带负电荷。

③ 加热、加电解质或带相反电荷的胶体,可使胶体发生聚沉。与胶粒所带电荷相反的离子所带的电荷越多,越易使胶体聚沉。

(3) 胶体聚沉后一般情况下都生成沉淀,但有些胶体聚沉后,胶体粒子和分散剂凝聚在一起,成为不流动的冻状物,这类物质叫凝胶。常见的重要的凝胶:①豆腐——重要的植物蛋白质;②硅胶——硅酸胶体聚沉,在空气中失水成为含水4%的SiO₂,其表面积大,因而吸附性强,常用做干燥剂、吸附剂及催化剂载体。

(4) 是否所有胶体都能发生电泳现象?

电泳现象是由于胶体能带有电荷,在外加电场作用下能向阳极或阴极移动。而有些胶体如淀粉溶液,胶粒为中性分子,无电泳现象。

(5) 蔗糖溶于水形成的分散系是溶液,为什么生物课的渗透实验中,蔗糖分子却不能通过半透膜?

不同的半透膜,如羊皮纸、动物膀胱膜、玻璃等,其细孔的直径是不同的,也就是说,不同的半透膜,其通透性是不一样的。显然,笼统地讲半透膜能使离子或分子通过,而不能使胶体粒子通过是不恰当的。同时也应将胶体的渗析与生物体的渗透加以区别。

二 例题 精析

(一) 简单分类法及其应用

【例1】 化学是一门在分子、原子或离子层次上研究物质的组成、结构、性质、相互变化及其变化过程中能