

前言

QIAN YAN

《高中全程复习优化设计》系列丛书本着与时俱进的设计理念,率先推出案例探究式复习法的备考模式。

以往的复习模式大都是以教师讲为主,从复习目标到知识梳理,从重难点解析到典题剖析,依次展开,复习课常常变成新授课。这种模式忽视了学生在备考行为中的主观能动性,备考主体的潜力得不到充分挖掘。案例探究式复习法就是通过案例举证来引导学生做题并发现问题,学生会什么,不会什么,一目了然,平时学习中知识的疏漏和与高考要求的差距就会很明显地凸现出来。然后通过案例剖析和知识梳理来校正知识偏差,通过备考阅览室来补充知识,开拓视野,并进行能力的培养。很显然,案例探究式复习法的复习是有重点、有选择的复习,是有目的、有针对性的复习。

《高中全程复习优化设计》系列丛书经过全新改版后具备如下特点:

案例探究,素质备考 素质教育,首先要有情景创设。案例探究式复习法就是通过大量与社会生产、生活实际及时事热点相结合的案例(题例)及剖析来培养学生动手实践的创造能力和人文素养。备考的关键是知识的贯通,以适应综合考试。通过学科内综合专题知识和双综合提升两个梯级对学科间交叉综合专题知识的强化,培养学生的综合能力,最终实现素质备考的目标。

高考提前,备考提速 从2003年起高考提前到六月份,这样,以前的复习进度安排就不太适应了。本书的基础综合过关版除将章节复习提炼为单元复习外,同时大部分学科还把双综合复习中的知识专题前移至基础综合过关版中,加快了复习进度。双综合提升版语文、数学、英语三大主科分热点专题和综合模拟两部分编写,物理、化学、生物、政治、历史、地理六科按学科内综合热点专题、学科间交叉综合热点专题和综合模拟三部分编写,在强调综合复习的同时,体现复习过程的完整性。

模式创新,功能齐备 本套丛书摆脱了原《高中全程复习优化设计》“1+2”模式的束缚,成功地将《高中全程复习优化设计·高考单元专题复习质量评估》分离出去,采用“1+1”模式编写并自成体系。学生用书侧重于训练和知识方法的引导,提供备考复习的最佳模式;教师用书着重于指导并进行了总复习的组织与规化,使学、讲、练紧密结合,功能齐备。

两个版本,个性设计 目前,正值原人教版统编教材与试验修订教材新旧交替时期,本套丛书数学、物理、化学、生物、历史、地理新旧版内容差异较大的各科均按两个版本编写,这就满足了使用不同教材读者的不同需求。

本书体例设计注重创新,主要有以下栏目组成:

[问题磁场]将典型问题精心设计,创设情景,引发思考。用磁石将“读者”引入设定的“磁场”之中。

[案例探究]根据[问题磁场]栏目中激活的思维,有目的有针对性地进行系统剖析,并培养考生的解题方法与技巧。

[备考阅览室]或**[备考实验室]**紧密配合高考复习要求,提供开放性问题、社会热点问题、经典实验、社会实践



活动及科技前沿新动态等方面备考阅读材料,进一步开拓考生的知识视野。

[高考创新训练]精心选编各类典型试题,凸现创新、综合和实践能力的培养。注重练测,以巩固知识、掌握技巧、形成技能。

《高中全程复习优化设计》系列丛书全新改版,我们热切希望新的设计思想能引领新时期高三备考复习模式的新浪潮。但案例探究式复习法毕竟还是新的模式、新的探索,更需要广大读者的关心与呵护。丛书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 7 月

第一编 单元综合梳理

第一单元 卤素	(001)
第二单元 氧化还原反应	(007)
第三单元 摩尔	(011)
第四单元 化学反应及其能量变化	(014)
第五单元 氧族元素	(019)
第六单元 碱金属	(024)
第七单元 物质结构 元素周期律	(028)
第八单元 晶体结构	(031)
第九单元 氮族元素	(034)
第十单元 碳族元素	(040)
第十一单元 镁 铝 铁	(045)
第十二单元 化学平衡	(050)
第十三单元 电解质溶液	(053)
第十四单元 电化学原理及其应用	(056)
第十五单元 胶体	(061)
第十六单元 烷 烯 炔	(065)
第十七单元 芳香烃 石油 煤	(070)
第十八单元 醇类 苯酚	(074)
第十九单元 醛类 羧酸 酯类	(079)
第二十单元 糖类 蛋白质	(084)

第二编 专题综合强化

第一专题 基本概念	(091)
第二专题 基本理论	(097)
第三专题 非金属元素及其重要化合物	(102)
第四专题 金属元素及其重要化合物	(107)
第五专题 有机化学	(112)
第六专题 化学实验	(119)
第七专题 化学计算	(125)
参考答案	(131)

第一编

单元综合梳理

第一单元 卤素

问题磁场

[案例 1] 标准状况下的 a L H_2 和 Cl_2 的混合气体, 经光照充分反应后, 所得气体恰好使溶液中 b mol $NaOH$ 完全转变成盐, 则 a 、 b 的关系不可能是

- A. $b = a/22.4$ B. $0 < b < a/22.4$
C. $b > a/22.4$ D. $b \geq a/11.2$

[案例 2] 氰 $[(CN)_2]$ 、硫氰 $[(SCN)_2]$ 的化学性质和卤素(X_2)相似, 化学上称为拟卤素。如: $(SCN)_2 + H_2O \rightleftharpoons HSCN + HSCNO$, 它们阴离子的还原性强弱为: $Cl^- < Br^- < CN^- < SCN^- < I^-$,

试写出:

- (1) $(CN)_2$ 与 KOH 溶液反应的化学方程式。
(2) $NaBr$ 和 $KSCN$ 的混合溶液中加入 $(CN)_2$ 反应的化学方程式。

[案例 3] 海洋植物如海带、海藻中含有丰富的碘元素, 碘元素以碘离子的形式存在。实验室里从海藻中提取碘的流程如图 1—1—1。

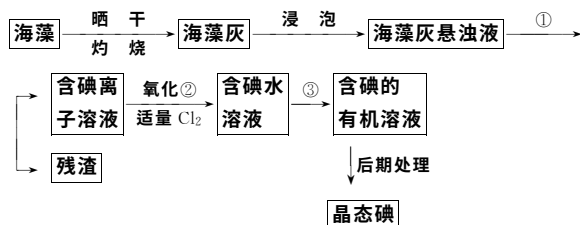


图 1—1—1

(1) 指出提取碘的过程中有关的实验操作名称: ① _____, ③ _____; 写出过程②中有关反应的离子方程式 _____。

(2) 提取碘的过程中, 可供选择的有机试剂是 _____。

- A. 甲苯、酒精 B. 四氯化碳、苯
C. 汽油、乙酸 D. 汽油、甘油

(3) 为使海藻灰中碘离子转化为碘的有机溶液, 实验室里有烧杯、玻璃棒、集气瓶、酒精灯、导管、圆底烧瓶、石棉网以及必要的夹持仪器、物品, 尚缺少的玻璃仪器是 _____。

(4) 从含碘的有机溶液中提取碘和回收有机溶剂, 还需经过蒸馏, 指出如图 1—1—2 所示实验装置中的错误之处:

① _____; ② _____; ③ _____。

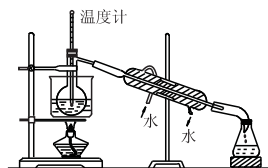


图 1—1—2

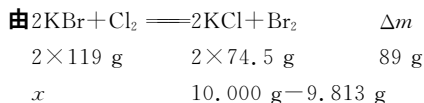
(5) 进行上述蒸馏操作时, 使用水浴的原因是 _____, 最后晶态碘在 _____ 里聚集。

案例探究

[例 1] 将 10.000 g 氯化钠、溴化钾和氯化钙的混合物溶于水, 通入氯气充分反应, 然后把溶液蒸干并灼烧(高温加热), 灼烧后残留物的质量为 9.813 g。若将此残留物再溶于水并加入足量的碳酸钠溶液, 所得的沉淀经干燥后质量为 0.721 g。求原混合物中各化合物的质量。

剖析: 此题为较典型的混合物的计算, 但较简单。由 10.000 g 混合物, 通 Cl_2 , 蒸干溶液并高温灼烧后残留物为 9.813 g, 则可根据质量差计算出 KBr 的质量。残留物与 Na_2CO_3 溶液反应, 产物为 $CaCO_3$, 可根据其质量 0.721 g 计算出 $CaCl_2$ 的质量, $NaCl$ 质量也可随之求出。

设混合物中物质的质量: $NaBr$ 为 x , $CaCl_2$ 为 y 。



得 $x = 0.500 \text{ g}$



得 $y = 0.800 \text{ g}$;

$$m(NaCl) = 10.000 \text{ g} - 0.500 \text{ g} - 0.800 \text{ g} = 8.700 \text{ g}.$$

答案: $m(NaCl) = 8.700 \text{ g}$ $m(KBr) = 0.500 \text{ g}$ $m(CaCl_2) = 0.800 \text{ g}$

[例 2] 现用浓盐酸、 MnO_2 共热制 Cl_2 , 并用 Cl_2 和 $Ca(OH)_2$ 反应

制少量漂白粉。已知反应 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{温度稍高}} \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$ 温度稍高即发生副反应 $6\text{Cl}_2 + 6\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{温度稍高}} 5\text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。甲、乙、丙三人分别设计一个实验装置,如图 1—1—3 所示。

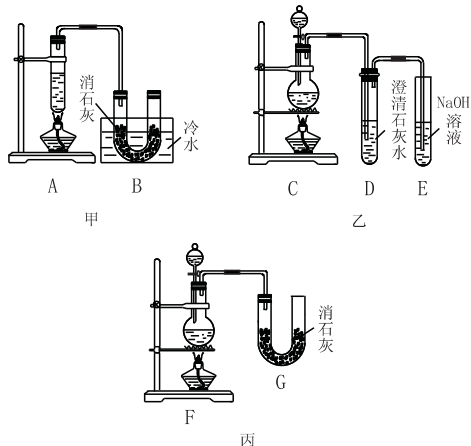


图 1—1—3

(1) 请指出三个装置各自的特点或错误(如没有可不填)

甲 _____,
乙 _____,
丙 _____。

(2) 图中甲由 A、B 两部分组成,乙由 C、D、E 三部分组成,丙由 F、G 组成,从上述甲、乙、丙三套装置中选出合理的部分(按气流从左到右的方向)组装一套较完善的实验装置(填所选部分的编号)_____。

(3) 实验中若用 $12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓盐酸 100 mL 与足量的

MnO_2 反应,最终生成 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 的物质的量总是小于 0.15 mol,其可能的主要原因是_____。

(假定各步反应均无反应物损耗且无副反应发生)

剖析:本题综合性较强,既要熟悉 Cl_2 的制法,又要抓住题给信息应用理论知识采取相应的实验措施。根据题给药品,制取 Cl_2 应选用装置 C 或 F。依据题给信息 Cl_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的反应是放热反应,且温度高时易发生副反应,所以制漂白粉时应采取降温措施。 Cl_2 有毒,又需要进行尾气处理。

答案:(1) 甲:①发生装置错误,②没有尾气吸收装置,③U 型管右端不与大气相通,气体不能流动。

乙:①没有降温装置,②D 应换成 U 型管,改装消石灰。

丙:①没有降温装置,②没有尾气处理装置。

(2) C(F)、B、E

(3) MnO_2 只能氧化浓 HCl ,随着反应进行, $c(\text{Cl}^-)$ 减小,还原性减弱,反应不能继续进行。



备考实验室

1. 氯水

氯水是氯气的水溶液,通常情况下,1 体积水能溶解 2 体积氯气而制得饱和氯水,其中约有 39% 的 Cl_2 与水发生反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$,其余仍以分子形式存在于溶液中,故该反应属于可逆反应,要运用化学平衡,电离平衡的理论,用氧化还原的观点来分析这一反应,全面认识氯水的成分和性质,分析平衡的移动及其应用。

(1) 氯水的成分和性质

成分	表现的性质	反应或应用实例
Cl_2	① 强氧化性 ② 氯水呈浅黄绿色 ③ 加成反应	$\text{Cl}_2 + \text{Mg} \xrightarrow{\quad} \text{MgCl}_2$ $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} \xrightarrow{\quad} 2\text{KCl} + \text{I}_2$ $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \xrightarrow{\quad} 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ $\text{Cl}_2 + \text{CH}_2 \xrightarrow{\quad} \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$
H_2O (多)	水的有关性质	若向氯水中加少量无水 CuSO_4 ,溶液呈蓝色
HClO	① 弱酸性 ② 强氧化性 ③ 不稳定性	$\text{HClO} + \text{OH}^- \xrightarrow{\quad} \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 漂白、杀菌、消毒 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$
H^+	强酸性	$2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\quad} \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
Cl^-	沉淀反应	$\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \xrightarrow{\quad} \text{AgCl} \downarrow$
ClO^- 很少		

说明:由于 HClO 见光易分解,久置的氯水会变为盐酸,其颜色、成分和性质都与新制的氯水不同,故氯水应随用随配,并保存在棕色瓶中。

(2) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 平衡移动的应用

向氯水中加入的物质	浓度变化	平衡移动的方向	应用
可溶性氯化物	$c(\text{Cl}^-)$ 增大	左移	a. 用饱和食盐水除 Cl_2 中的 HCl b. 用排饱和食盐水法收集 Cl_2
盐酸	$c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{Cl}^-)$ 增大	左移	次氯酸与浓盐酸反应制 Cl_2

向氯水中加入的物质	浓度变化	平衡移动的方向	应用
NaOH	$c(\text{H}^+)$ 减小	右移	用 NaOH 溶液吸收多余 Cl_2
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$c(\text{H}^+)$ 减小	右移	制漂白粉
CaCO_3	$c(\text{H}^+)$ 减小	右移	制高 HClO 溶液浓度
光照	$c(\text{HClO})$ 减小	右移	氯水避光保存或现用现配

2. 萃取和分液

(1) 萃取的原理: 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。

(2) 萃取剂须具备的条件:

① 溶质在萃取剂中的溶解度比在原溶剂中大;

② 萃取剂与原溶剂互不相溶;

③ 萃取剂不与被提取的溶质发生反应。

(3) 操作步骤: ① 混合振荡, ② 静置分层, ③ 分液。

(4) 所用仪器: 分液漏斗(必备)、烧杯、铁架台(三角架)等。

(5) 注意事项: 分液时, 打开分液漏斗的上口和活塞, 使下层液体从漏斗颈放出, 当下层液体刚好放完时, 立即关闭活塞, 不能让上层液体流下, 上层液体从分液漏斗上口倒出。萃取应分少量多次, 以便萃取完全。

3. 卤素离子的检验

(1) F^- : 加入浓硫酸, 产生能腐蚀玻璃的气体。

(2) Cl^- : 加入 AgNO_3 , 产生不溶于稀硝酸的白色沉淀。

(3) Br^- : ① 加入 AgNO_3 , 产生不溶于稀硝酸的浅黄色沉淀。

② 加入氯水和 CCl_4 , 振荡、静置, 下层液体呈橙红色。

(4) I^- : ① 加入 AgNO_3 产生不溶于稀硝酸的黄色沉淀。

② 加入氯水或溴水和 CCl_4 , 振荡、静置, 下层液体呈紫红色。

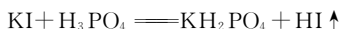
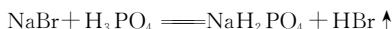
③ 加入氯水或溴水及淀粉溶液, 溶液变蓝色。

说明: 加入稀硝酸的目的是为了排除 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 等离子的干扰。

4. HX 的实验室制法

(1) HF: 原理与制 HCl 相同, 也是用高沸点难挥发的酸制取挥发性的酸, 一般用浓硫酸跟 CaF_2 (萤石) 反应。因 HF 能腐蚀玻璃, 故需在铅制器皿中进行。 $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CaSO}_4 + 2\text{HF} \uparrow$

(2) HBr 和 HI: 因二者还原性较强, 能被浓硫酸所氧化, 故制取 HBr 和 HI 不能用浓硫酸而应用难挥发非氧化性酸跟盐反应, 一般用浓磷酸或 1:1 的硫酸跟 NaBr、KI 反应, 且温度不宜过高。



高考创新训练

► 1. 自来水可以用氯气消毒, 某学生用这种自来水去配制下列物质的溶液, 不会产生明显的药品变质问题的是

① AgNO_3 ② FeCl_3 ③ Na_2SO_3 ④ AlCl_3 ⑤ FeCl_2

⑥ Na_2CO_3 ⑦ NaOH

A. ①②⑥ B. ③④⑦ C. ②④ D. ⑤⑥⑦

► 2. 氯水有漂白作用是通过

A. 分解作用 B. 中和作用

C. 氧化作用 D. 均不是

► 3. 液溴易挥发, 实验室保存时加适量水形成水封, 液面仍充满红棕色的溴蒸气。现将试剂瓶倾斜, 缓缓地向着试管中倾倒, 则可观察到首先被倒入试管中的液体是

A. 液溴

B. 水

C. 溴水

D. 溴蒸气和液溴

► 4. 在一种酸性溶液中可能存在 Fe^{3+} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 I^- 中的一种或几种离子, 向该溶液中加入溴水, 溴单质被还原, 由此可推断溶液中

A. 一定含有 I^- , 不能确定是否含有 Cl^-

B. 可能含有 NO_3^- 、 Cl^- 和 I^-

C. 可能含有 NO_3^-

D. 不含有 Fe^{3+}

► 5. 下列萃取与分液结合进行的操作(以煤油为萃取剂从碘水中萃取碘)中, 错误的是

A. 饱和碘水和煤油加入分液漏斗中后, 塞上口部的塞子, 用手压住分液漏斗口部, 一手握住活塞部分, 把分液漏斗倒转过来, 用力振荡

B. 静置, 待分液漏斗中溶液分层后, 先使分液漏斗内外空气相通(准备放出液体)

C. 打开分液漏斗的活塞, 使全部下层液体沿承接液体的烧杯壁慢慢流出

D. 最后继续打开活塞, 另用容器承接并保存上层液体

► 6. 将 KCl 和 KBr 混合物 13.4 g 溶于水配成 500 mL 溶液, 通入过量的 Cl_2 , 反应后将溶液蒸干, 得固体 11.175 g。则所配溶液中 K^+ 、 Cl^- 、 Br^- 的物质的量浓度之比为

A. 3:2:1

B. 1:2:3

C. 1:3:2

D. 2:3:1

► 7. 硫氰化学式为 $(\text{SCN})_2$, 结构式为 $\text{N} \equiv \text{C} - \text{S} - \text{S} - \text{C} \equiv \text{N}$, 其分子及阴离子 (SCN^-) 的性质都与卤素相似。则下列关于硫氰的叙述不正确的是

A. 与水反应可生成两种酸

B. 与 KOH 溶液反应产物之一为 KSCN

C. NaSCN 与 AgSCN 受热均发生分解反应

D. HSCN 浓溶液与 MnO_2 共热可生成 $(\text{SCN})_2$

► 8. 在粗碘中含 ICl 和 IBr , 受热时 ICl 和 IBr 均可升华, 在粗碘中加入一种物质后, 再进行升华可制得精碘, 应加入的物质是

A. H_2O

B. Zn

C. KI

D. KCl

► 9. 向 KI 溶液中加入 AgNO_3 溶液, 直到恰好完全反应。结果反应后溶液的质量恰好等于原 KI 溶液的质量, 则该 AgNO_3 溶液溶质的质量分数为

A. 50%

B. 48.8%

C. 38.2%

D. 72.3%

- 10. 大气或饮水被某种元素污染时,会引起牙齿、骨骼变疏松。这种元素是
A. 汞 B. 氟 C. 碘 D. 氯
- 11. 根据氯水的组成,分析它在下列作用或反应中,是何种成分起主要作用(填分子式):
(1)杀菌、消毒、漂白;
(2)与还原性化合物如: H_2S 、 FeCl_2 、 SO_2 等反应;
(3)与较活泼的金属如 Mg 、 Fe 等反应, 写出将镁粉撒入氯水中反应的化学方程式;
(4)与指示剂作用;
(5)与 Na_2CO_3 反应;
(6)与 AgNO_3 溶液反应
- 12. 实验室可用硫化氢通入碘粉末的悬浊液制取一定浓度的氢碘酸。其主要装置如图 1—1—4。

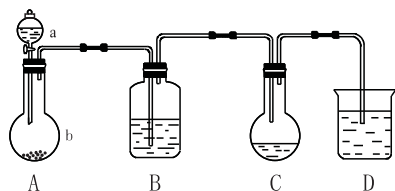


图 1—1—4

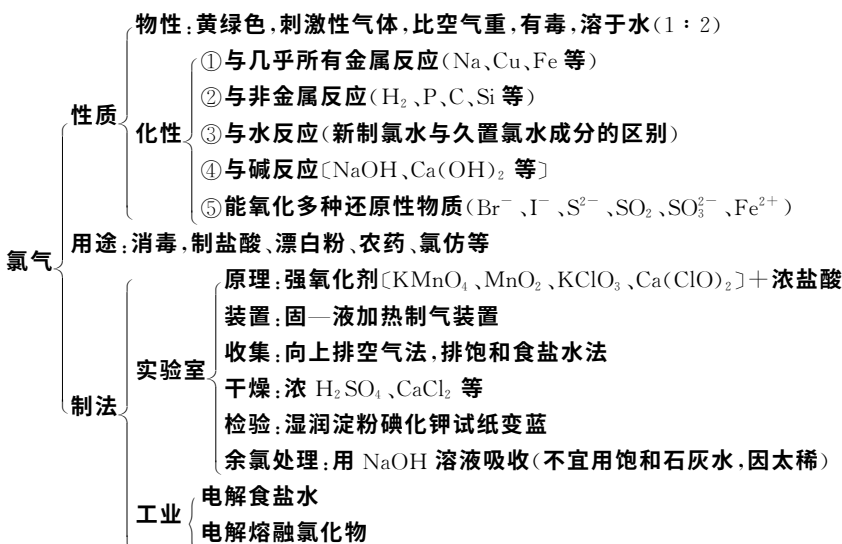
所用的试剂有:稀盐酸;用 otto 法压成的硬方块形 CaS ;碘在水中的悬浊液; NaOH 溶液; NaHS 饱和溶液。

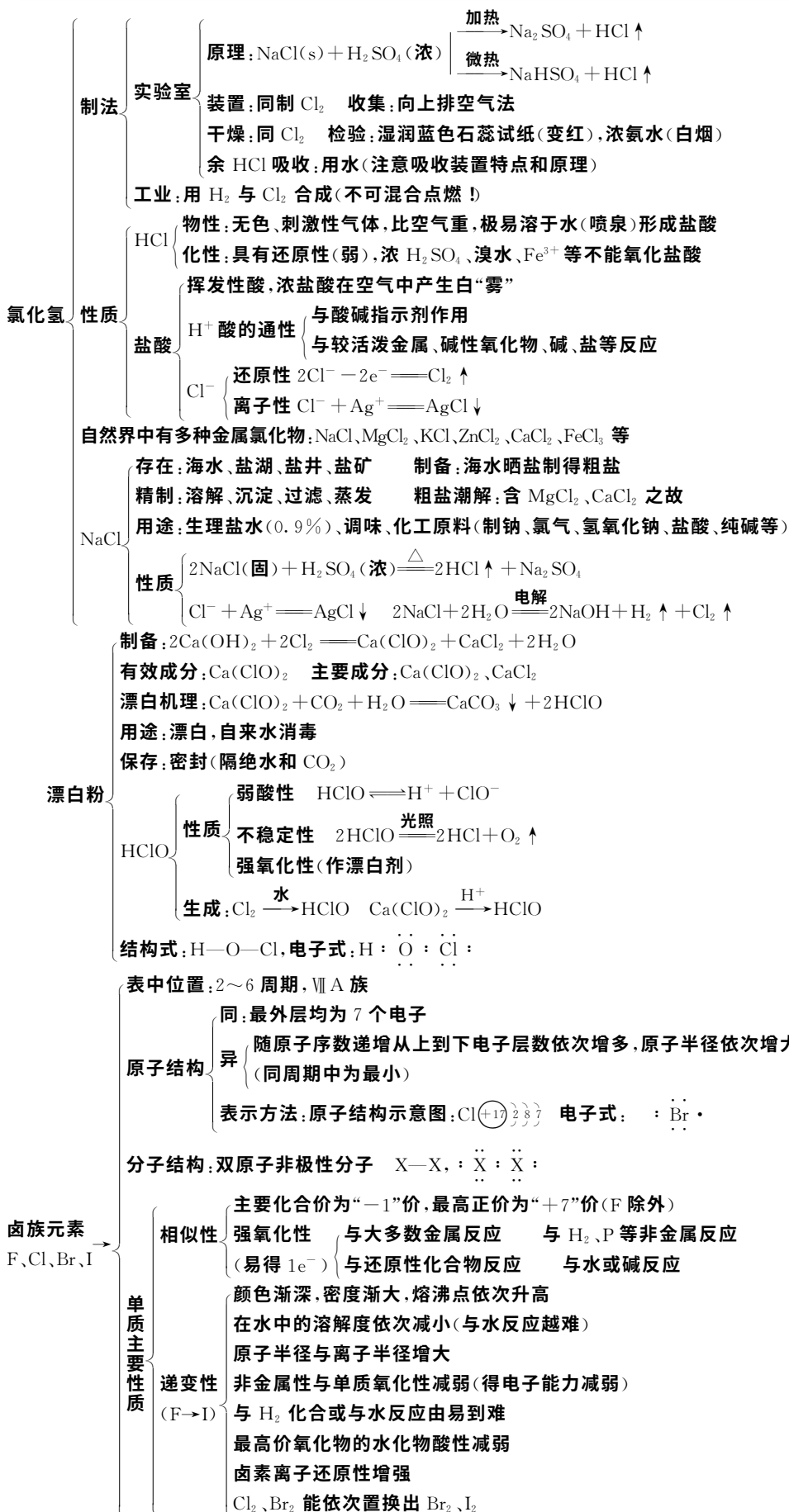
- (1)在仪器中盛有的试剂:A 中的 a, A 中的 b, B, D
(2)在 C 中的反应已完全时应呈现的现象是
(3)D 中的导气管末端是否应插入液面以下,理由是
(4)氢碘酸在溶质的质量分数为 57% 时,可成“恒沸点”溶液,在 $125^\circ\text{C} \sim 127^\circ\text{C}$ 沸腾出的蒸气中仍为 57% 的 HI 。试设计用 C 中液体制取 57% 的氢碘酸的主要方法

(5)氢碘酸在空气中发雾,应保存于封得很严的暗色瓶中,为防止 HI 被氧化,在密封之前最好采用的措施是(发挥你的创见).....。

- 13. 在盛有淀粉 KI 溶液(用硫酸酸化)的试管中,滴加少量 NaClO 溶液会立即看到溶液变蓝色,这是因为 ,反应的离子方程式为。在盛有碘和淀粉混合的蓝色溶液中滴加 Na_2SO_3 溶液,又发现蓝色逐渐消失,这是因为 ,相应的离子方程式为。根据以上两组实验结果,可得出 ClO^- 、 I_2 、 SO_4^{2-} 的氧化性由强到弱的顺序为
- 14. 不同的卤族元素原子间可化合形成一系列的化合物,这类化合物叫卤素互化物。现将 4.66 g BrCl_x 溶于水后,通入足量 SO_2 气体与其反应生成氢溴酸、盐酸和硫酸。再用碱液调至中性后加入过量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,充分反应后滤去沉淀物,再向滤液中加过量的 AgNO_3 溶液,最后得卤化银沉淀 15.46 g。求:
(1)参加反应的 AgNO_3 的物质的量;
(2)确定 BrCl_x 中 x 的值。

单元归纳







单质主要性质

特性

(F₂ 与水反应生成 HF 和 O₂; 液溴易挥发; Cl₂ 易液化; I₂ 易升华; Cl₂、Br₂、I₂ 易溶于有机溶剂;

I₂ 使淀粉变蓝色

F₂ 可与 Xe、Kr 等反应

化合物主要性质

相似性

(HX 溶液皆显酸性

AgX (不包括 AgF) 都难溶, 都有一定感光性

递变性

HX: 稳定性减弱, 其水溶液酸性增强, HF 为弱酸, HCl、HBr、HI 为强酸, 其还原性依次增强

HXO_4 : 酸性依次减弱 (HClO_4 为最强含氧酸)

X^- :还原性依次增强

特性

(HF 腐蚀玻璃; HClO 有漂白性; AgF 无感光性; CaF_2 难溶于水;

HF 剧毒; HBr、HI 有还原性, 不可用浓 H_2SO_4 与相应盐共热制取

第二单元 氧化还原反应

问题磁场

[案例 1](2001 年全国) 已知在酸性溶液中, 下列物质氧化 KI 时, 自身发生如下变化: $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$; $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$; $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$; $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO}$ 。如果分别用等物质的量的这些物质氧化足量的 KI 时, 得到 I_2 最多的是

- A. Fe^{3+} B. MnO_4^- C. Cl_2 D. HNO_2

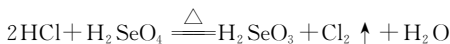
[案例 2](2001 年春招) 三聚氰酸 $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3$ 可用于消除汽车尾气中的氮氧化物(如 NO_2)。当加热至一定温度时, 它发生如下分解: $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{HNCO}$ 。HNCO(异氰酸, 若结构是 $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$) 能和 NO_2 反应生成 N_2 、 CO_2 和 H_2O 。

(1) 写出 HNCO 和 NO_2 反应的化学方程式。分别指明化合物中哪种元素被氧化? 哪种元素被还原? 标出电子转移的方向和数目。

(2) 如按上述反应进行反应, 试计算吸收 1.0 kg NO_2 气体所消耗的三聚氰酸的质量。

案例探究

[例 1] 工业上从含硒的废料中提取硒的方法之一是用硫酸和硝酸钠处理废料, 获得亚硝酸和少量硒酸, 再与盐酸共热, 硒酸被转化为亚硒酸:



通 SO_2 于亚硒酸溶液中, 单质硒即析出。下列叙述正确的是

- A. H_2SeO_4 氧化性强于 Cl_2
 B. H_2SeO_3 氧化性强于 H_2SO_3
 C. SeO_2 的还原性强于 SO_2
 D. 析出 1 mol Se 需 H_2SeO_3 、 SO_2 、 H_2O 各 1 mol

剖析: 依据题意推知, 提取硒的化学过程为:



通入 SO_2 $\rightarrow \text{Se} \downarrow$, 依据有关规律: “氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性, 还原剂的还原性大于还原产物的还原性”推知 A、B 均正确。由于氧化性: $\text{H}_2\text{SeO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_3$, 故也有还原性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{SeO}_3$ 的关系, 其相应酸酐的还原性为: $\text{SO}_2 > \text{SeO}_2$, 故 C 不正确。 H_2SeO_3 与 SO_2 的反应关系应为: $\text{H}_2\text{SeO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Se} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$, 故每生成

1 mol Se 需耗 H_2SeO_3 、 SO_2 、 H_2O 的物质的量分别为 1 mol、2 mol、1 mol, 故 D 错误。

该题的命题意图是考查与氧化产物还原有关的概念、原理、规律及氧化剂还原剂与氧化产物还原产物的定量关系, 属于高考的重要考点之一。

从已往的高考试题看, 该单元主要侧重考查如下内容: 有关概念及其辨析应用(氧化反应、还原反应、氧化剂、还原剂、被氧化、被还原), 电子转移的方向及数目的标出(双线桥), 电子得失或化合价升降守恒关系及其应用(方程式的配平、氧化或还原能力的比较、与之相关的计算及产物推断等)。从题型上看主要有: 概念的正误判断、方程式的配平、指出氧化剂或还原剂、相关计算题、电子转移的方向与数目的标出等。从命题意图上看主要有四: ①考查相关概念的掌握是否灵活; ②简单的配平技巧; ③物质变化过程中守恒关系的运用是否熟练; ④氧化还原反应与生产、与生活、与科技、与能源(电池)、与物理学的联系等。

答案: AB

[例 2] 写出 FeSO_4 溶液在空气中被氧化的离子方程式。

剖析: 该反应过程包含了溶液中 Fe^{2+} 的氧化反应和 O_2 的还原反应。反应式分别为: $4\text{Fe}^{2+} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+}$, $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$, 将二者合并可得: $4\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 4\text{OH}^-$, 考虑到 Fe^{3+} 与 OH^- 按 1:3 结合成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的事实, 该反应式可写成: $12\text{Fe}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 8\text{Fe}^{3+} + 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

通过以上反应, 也给实验室中制备 FeSO_4 溶液及存放 FeSO_4 试剂提出了一系列要求。如配制 FeSO_4 溶液的蒸馏水需先加热沸腾(去溶氧), 待冷却后配制; FeSO_4 溶液不宜久置, 要现用现配; FeSO_4 试剂必须密封存放等, 这些常识, 都是氧化还原原理所启示的。

氧化还原与 STS 关系密切, 如污水中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的除去 [$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$], 钙基固硫 ($\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$), 汽车尾气的处理 (NO 、 $\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2$)、生产的优化设计 [如生产 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$: $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$], 照相化学 (Na_2SO_3 在显影及定影过程中作保护剂)、黑火药爆炸、金属冶炼(还原)、物质的漂白、电学电源、能源、环保……可以说, “氧化还原”的命题情境已与人类社会的方方面面形成一个有机整体, 是广泛联系社会生活的平台。

答案: $12\text{Fe}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 8\text{Fe}^{3+} + 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

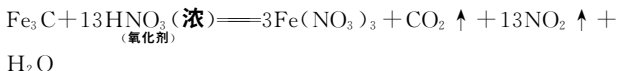
[例 3] 配平 $\text{Fe}_3\text{C} + \text{HNO}_3(\text{浓}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

剖析: (1) 令 Fe_3C 中各元素的化合价均为零价, 计算出化合价升降的数目, 并按化合价升高和降低相等的原则乘上适当的数字, $\text{Fe}_3\text{C} \xrightarrow{0, 0} \xrightarrow{+3, +4} 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}_2$ 化合价升高 $3 \times 3 + 4$

$=13 \times 1$

$\text{HNO}_3 \xrightarrow{+5} \text{NO}_2 \xrightarrow{+4}$ 化合价降低 $1 \times 1 \times 13 = 1 \times 13$

(2) 将上式所乘数字添在有关物质前面, 以确定参加氧化还原反应的物质的系数。



(3) 用观察法调整确定各物质的系数。 $\text{Fe}_3\text{C} + 22\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}_2 \uparrow + 13\text{NO}_2 \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$

此类题在考查方式上还有: 指出氧化剂、还原剂或氧化产物还原产物, 指出反应中 HNO_3 的作用, 标出电子转移的方向与数目, 若有 n mol 电子转移, 可生成气体的总量是多少等。

答案: $\text{Fe}_3\text{C} + 22\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}_2 \uparrow + 13\text{NO}_2 \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$

备考实验室

1. 氧化还原反应的一般规律

(1) 电子守恒规律: 氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数, 表现为被氧化与被还原的元素的化合价升降总数相等。

(2) 性质与价态对应规律: 元素处于最高价时只具有氧化性, 处于最低价态时具有还原性, 处于中间价态时既有氧化性又有还原性。

(3) 强弱传递规律(“前”大于“后”规律): 同一反应中的物质的氧化性: 氧化剂(前) > 氧化产物(后), 还原性: 还原剂(前) > 还原产物(后)。

(4) 反应先后规律: 在浓度相差不大的溶液中, 同时含有几种还原剂(或氧化剂)时, 若加入氧化剂(或还原剂), 则首先与较强的还原剂(或氧化剂)反应。如向 FeBr_2 溶液中通 Cl_2 时, Fe^{2+} 先于 Br^- 被氧化。

(5) 价态不互换位, 也不越位规律: 同种元素不同价态的物质间发生氧化还原反应, 该元素的价态不互换位, 更不越位, 而是“高价 + 低价 $\rightarrow$ 中价”。同种元素处于相邻价态的物质不发生氧化还原反应。

2. 物质的氧化性或还原性相对强弱的判断

(1) 据元素的金属性或非金属性强弱: 元素的金属性越强其单质还原性越强, 其相应阳离子的氧化性越弱; 元素的非金属性越强其单质氧化性越强, 其相应阴离子的还原性越弱。

(2) 据反应条件: 同一种物质与不同的物质反应时, 越易进行的, 该物质的氧化性(或还原性)越强。

(3) 据不同物质对其同一物质氧化(或还原)的程度判断, 如 $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{+3} \text{FeCl}_3$, $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{+2} \text{FeS}$, 则氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

(4) 据具体反应式判断, 氧化性: 氧化剂 > 氧化产物, 反之亦然。

(5) 据电化学反应判断: 如组成原电池时, 还原性强的物质作负极; 离子在电解池中, 一般还原性强的在阳极先放电(失电子), 氧化性强的在阴极先放电(得电子)。

3. 氧化还原方程式的配平

(1) 原则: 电子守恒, 质量守恒

(2) 步骤: 标变价, 列变化, 求总数, 配系数(先配与氧化还原有关的物质的化学计量数, 后配与之无关的物质的化学计量

数), 后检查。

(3) 关键: 准确判断变价元素化合价升降数及其最小公倍数, 从而求得氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的化学计量数。

(4) 技法: ①化合价升降法 ②电子得失守恒法 ③零价法 ④逆向配平法 ⑤拆解配平法 ⑥待定系数配平法 ⑦残缺方程式的补平 ⑧离子方程式的配平 ⑨其他类的特殊配平.....

4. 影响物质氧化(或还原)性强弱的外在因素

(1) 浓度: 如氧化性: 浓 $\text{H}_2\text{SO}_4 >$ 稀 H_2SO_4 ; 还原性: 浓盐酸 > 稀盐酸。

(2) 温度: 如温度升高, 浓 H_2SO_4 、浓 HNO_3 的氧化性增强。

(3) 酸度: 如 KMnO_4 在酸性条件下氧化性比中性条件下强。

高考创新训练

► 1. 下列反应中, 通入的气体物质只作氧化剂的是.....

- ① SO_2 通入氢硫酸中
- ② Cl_2 通入烧碱溶液中
- ③ CO_2 通入 Na_2O_2 中
- ④ HCl 通入 KMnO_4/H^+ 溶液中
- ⑤ 少量 Cl_2 通入 FeBr_2 溶液中
- ⑥ CH_4 通入裂解炉中
- ⑦ NO_2 通入水中
- ⑧ CO 通过赤热的 CuO 粉末

A. ①⑤ B. ②⑦⑧ C. ③ D. ④⑧

► 2. 向 50 mL $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液中加入足量的铜片并加热, 充分反应后, 被还原的 H_2SO_4 的物质的量.....

- A. 小于 0.45 mol
- B. 等于 0.45 mol
- C. 在 0.45 mol 和 0.90 mol 之间
- D. 大于 0.90 mol

► 3. 由相同条件下的三个反应: $2\text{A}^- + \text{B}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{B}^- + \text{A}_2$, $2\text{C}^- + \text{A}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{A}^- + \text{C}_2$, $2\text{B}^- + \text{D}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{D}^- + \text{B}_2$ 。可以判断...

- A. 氧化性: $\text{A}_2 > \text{B}_2 > \text{C}_2 > \text{D}_2$
- B. 还原性: $\text{C}^- > \text{A}^- > \text{B}^- > \text{D}^-$
- C. $2\text{A}^- + \text{D}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{D}^- + \text{A}_2$ 该反应可以进行
- D. $2\text{C}^- + \text{B}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{B}^- + \text{C}_2$ 该反应不能进行

► 4. 煤中含有少量硫, 如果在煤中混有适量的生石灰, 则煤在燃烧过程中可减少 SO_2 的排放, 下列方程式或关系式能合理解释其原因的是.....

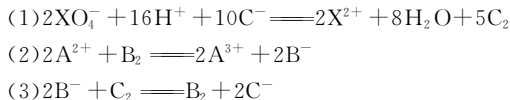
- A. $\text{S} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{CaO}} \text{CaS}$
- B. $\text{S} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{CaO}} \text{CaSO}_3 \xrightarrow{\text{O}_2} \text{CaSO}_4$
- C. $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{SO}_2$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \xrightarrow{\quad} \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- D. $2\text{S} + 2\text{CaO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{CaS} + \text{O}_2 \uparrow$

► 5. 已知如下反应: ① $2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Br}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, ② $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 。有关上述

反应的结论,正确的是

- A. 上述两个反应是矛盾的
B. 氧化性: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{Br}_2 > \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀})$
C. 物质氧化性或还原性的强弱与反应条件有关
D. 氧化性: $\text{Br}_2 > \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀})$

► 6. 根据下列几个反应判断:



氧化性由强到弱的顺序,正确的是

- A. XO_4^- 、 C_2 、 B_2 、 A^{3+} B. A^{2+} 、 B_2 、 C_2 、 X^{2+}
C. XO_4^- 、 A^{3+} 、 B_2 、 C_2 D. XO_4^- 、 C_2 、 B_2 、 A^{2+}

► 7. $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 离子在一定条件下可以把 Mn^{2+} 离子氧化为 MnO_4^- , 若反应后 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 离子变成 RO_4^{2-} 离子。又知反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 5:2, 则 n 的值是

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

► 8. 将两种硫酸盐按一定比例共熔, 可制得化合物 X, X 溶于水可电离出 K^+ 、 Cr^{3+} 、 SO_4^{2-} , 若将 2.83 g X 中 Cr^{3+} 全部氧化成 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 后, 溶液中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 可以和过量的 KI 溶液反应, 得到 3.81 g 单质碘, 若向溶有 2.83 g X 的溶液中加入过量 BaCl_2 溶液, 可得 4.66 g 白色沉淀, 由此推断 X 化学式

- ① $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$
② $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
③ $2\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
④ $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
⑤ $\text{K}_3\text{Cr}(\text{SO}_4)_3$
⑥ $\text{KCr}_3(\text{SO}_4)_3$

- A. ①③ B. ②④ C. ①④ D. ⑤⑥

► 9. 过氧化氢与硫酸酸化的高锰酸钾溶液进行反应生成硫酸钾、硫酸锰、水和氧气。如果过氧化氢中的氧原子是示踪原子(^{18}O), 当反应完成后, 含有示踪原子的物质是

- A. 氧气 B. 水 C. 硫酸锰 D. 硫酸钾

► 10. 在硫酸铜溶液中加入碘化钾溶液, 可见有白色沉淀生成, 溶液的颜色则由蓝色变为棕黄色, 经分析证明白色沉淀是碘化亚铜。表示这个氧化还原反应的离子方程式是

- A. $\text{Cu}^{2+} + 3\text{I}^- \rightleftharpoons \text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$
B. $\text{Cu}^{2+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+ + \text{I}_2$
C. $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Cu}^+ + \text{I}_2$
D. $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$

► 11. 氰(CN)₂、硫氰(SCN)₂ 的化学性质与卤素(X_2)很相似, 化学上称为拟卤素[如: $(\text{SCN})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSCN} + \text{HSCNO}$]。其阴离子还原性强弱的顺序为: $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{CN}^- < \text{SCN}^- < \text{I}^-$ 。试写出

(1) $(\text{CN})_2$ 与 KOH 溶液反应的离子方程式

(2) NaBr 和 KSCN 的混合溶液中加入 $(\text{CN})_2$, 写出离子方程式

► 12. 2001 年 11 月 1 日, 一场交通事故致使一罐车上的 11 t 剧毒药剂 NaCN (常人致死量为 0.3 g) 泄入洛阳境内的洛河中, 当地军民在 3 小时内河中下游建起两道堤坝, 并分 3 个点向洛河中播撒石灰、漂白粉, 以防止被污染的河水进入市区。请回答下列问题。

(1) HCN 也有剧毒, 其水溶液呈弱酸性, 由此知 NaCN 溶液的 pH ____ 7。(填 $>$ 、 $=$ 、 $<$)

(2) NaClO 及 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 等在碱性条件下可将 CN^- 氧化成 CO_3^{2-} 和 N_2 , 其离子方程式为

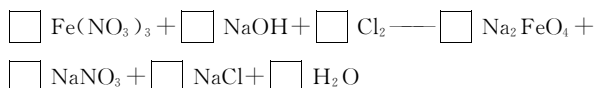
(3) 在酸性条件下, ClO^- 也能将 CN^- 氧化, 但实际处理废水时却不在酸性条件下进行(上例中同时加石灰), 为什么?

► 13. (1) 工业上可用浓氨水检查氯气管道是否漏气, 两种气体接触有白烟产生(由此判断是否有 Cl_2 漏出), 同时产生一种无毒、无可燃性、不污染大气的气体, 有关反应的化学方程式是

该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为

(2) Na_2FeO_4 是水处理过程中使用的一种新型净水剂, 它的氧化性比高锰酸钾更强, 本身在反应中被还原为 Fe^{3+} 。

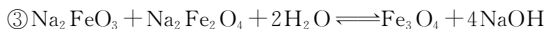
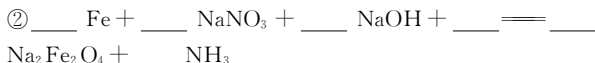
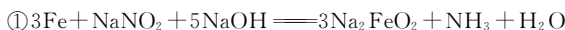
① 配平制取 Na_2FeO_4 的化学方程式



反应中 ____ 元素被氧化, 转移电子总数为

② 铁酸钠之所以能净水, 除了能消毒杀菌外, 另一个原因是

► 14. 为了防止生锈, 可对铁制品表面进行“发蓝”处理: 把铁制品浸入热的 NaNO_2 、 NaNO_3 、 NaOH 混合溶液中, 使它的表面氧化生成一层致密的 Fe_3O_4 氧化膜(Fe_3O_4 可看作 Fe_2O_3 和 FeO 的复合氧化物), 所发生的反应可表示如下:



(1) 请配平反应②的化学方程式。

(2) Na_2FeO_2 称亚铁酸钠, $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$ 的名称是

(3) 若上述热的混合溶液中 NaOH 的含量太少, 氧化膜的厚度就太薄, 其原因可能是 ____; 若 NaOH 的含量太多, 则氧化膜的厚度也太薄, 其原因可能是 ____。

► 15. 化学需氧量(COD)是水体质量的控制项目之一, 它是量度水中还原性污染物的主要指标。COD 是指用强氧化剂(我国采用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)处理一定量水样时所消耗的氧化剂的量, 并换算成以 O_2 作为氧化剂时, 1 L 水样所消耗 O_2 的质量($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。

现有某废水样品 20.00 mL, 加入 10.00 mL $0.04000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液, 并加入适量酸和催化剂, 加热反应 2 小时。在指示剂存在下用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ 溶液滴定多余的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 共用去 $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ 溶液 12.00 mL。

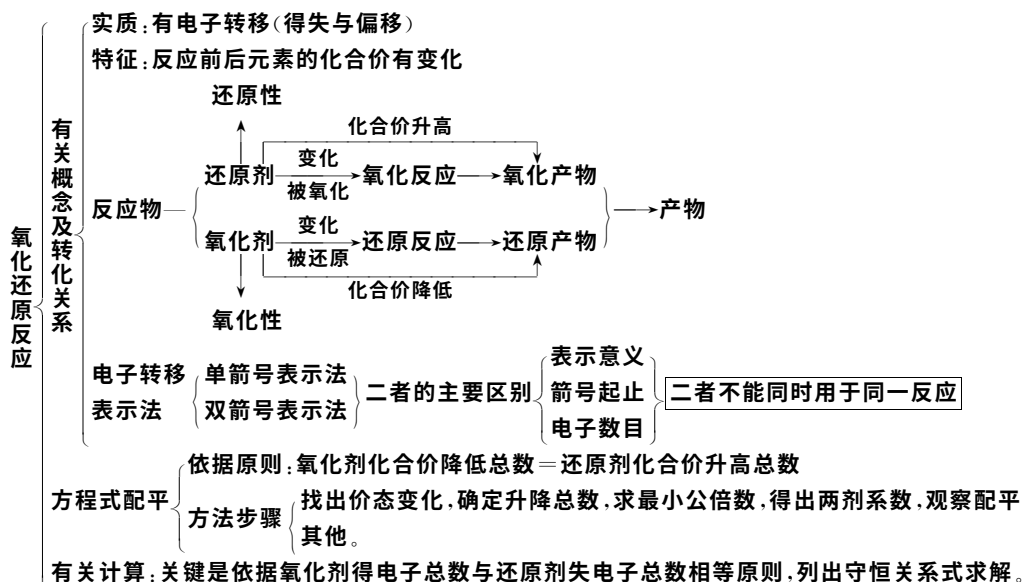
(1) 已知 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 在酸性溶液中作氧化剂时, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原成 Cr^{3+} , Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} 。

写出 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 与 $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ 在 H_2SO_4 存在下发生反应的化学方程式。

(2) 计算 20.00 mL 废水所消耗的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的物质的量。

(3) 计算该废水水样的 COD。

单元归纳



复习札记

第三单元 摩 尔

问题磁场

[案例1] 某 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 V mL 中含 a g Al^{3+} , 取出 $V/4$ mL 溶液稀释成 $4V$ mL 后, SO_4^{2-} 的物质的量浓度为 $(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

- A. $\frac{125}{54V}$ B. $\frac{125a}{36V}$ C. $\frac{125a}{18V}$ D. $\frac{125a}{V}$

[案例2] 硫酸银的溶解度较小, 25°C 时, 每 100 g 水仅溶解 0.836 g。

(1) 25°C 时, 在烧杯中加入 6.24 g 硫酸银固体, 加 200 g 水, 经充分溶解后, 所得饱和溶液的体积为 200 mL。计算溶液中 Ag^+ 的物质的量浓度。

(2) 若在上述烧杯中加入 50 mL $0.0268 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ BaCl_2 溶液, 充分搅拌, 溶液中 Ag^+ 的物质的量浓度是多少?

(3) 在(1)题的烧杯中需加入多少升 $0.0268 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ BaCl_2 溶液才能使原溶液中 Ag^+ 浓度降低至 $0.0200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$?

案例探究

[例1] 实验室要配制 1 L 含 $0.17 \text{ mol K}_2\text{SO}_4$ 、 0.16 mol KCl 、 0.5 mol NaCl 的溶液。现因无 K_2SO_4 , 只有 Na_2SO_4 、 KCl 、 NaCl , 如何配制所需溶液? 简述操作步骤。

剖析: $\text{K}^+ \sim \text{KCl}$

$(0.17 \times 2 + 0.16) \text{ mol} \quad 0.5 \text{ mol}$

所需 KCl 的质量为: $0.5 \text{ mol} \times 74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 37.3 \text{ g}$

$\text{SO}_4^{2-} \sim \text{Na}_2\text{SO}_4 \sim 2\text{Na}^+$

$0.17 \text{ mol} \quad 0.17 \text{ mol} \quad 0.34 \text{ mol}$

所需 Na_2SO_4 的质量为: $0.17 \text{ mol} \times 142 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 24.1 \text{ g}$

所需 NaCl 的质量为: $(0.50 - 0.17 \times 2) \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 9.4 \text{ g}$ 。

答案: 需 37.3 g KCl 、24.1 g Na_2SO_4 和 9.4 g NaCl 。用天平称取 37.3 g KCl 、24.1 g Na_2SO_4 和 9.4 g NaCl 放入一个烧杯中, 加入适量蒸馏水, 搅拌, 使之全部溶解, 转移到 1 L 容量瓶中, 用蒸馏水洗涤烧杯两次, 把洗涤液全部注入容量瓶里, 轻轻振荡容量瓶, 使溶液充分混合。然后缓缓地吧蒸馏水直接注入容量瓶直到液面接近刻度 $1 \text{ cm} \sim 2 \text{ cm}$ 处。改用胶头滴管加水至溶液的凹液面正好与刻度相切。塞上塞子, 摇匀。

[例2] (1) 已知硫酸溶液的浓度越大密度也越大。40% 的 H_2SO_4 和 50% 的 H_2SO_4 等质量混合后, 所得溶液溶质的质量分数 _____ (大于、小于、等于) 45%; 如果是等体积混合, 混合以后所得溶液溶质的质量分数 _____ (大于、小于、等于) 45%。

(2) 已知 98% 的浓 H_2SO_4 的物质的量浓度为 $18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 试判断 49% 的 H_2SO_4 溶液的物质的量浓度 _____ $9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (填大于、小于、等于), 通过计算说明依据。

剖析: (1) 设两种浓度 H_2SO_4 的质量均为 m , 则混合后溶液的质量分数为: $\frac{m \times 40\% + m \times 50\%}{m + m} = 45\%$;

设 40% H_2SO_4 溶液的密度为 ρ_1 , 50% 的 H_2SO_4 溶液的密度为 ρ_2 , 由题意 $\rho_2 > \rho_1$, 当二者等体积混合时, 设其体积各为 V , 则混合后的质量分数为:

$$\begin{aligned} & \frac{V \times \rho_1 \times 40\% + V \times \rho_2 \times 50\%}{V \times \rho_1 + V \times \rho_2} \\ &= \frac{40\% \rho_1 + 50\% \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{45\% (\rho_1 + \rho_2)}{\rho_1 + \rho_2} + \frac{5\% (\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1 + \rho_2} \\ &= 45\% + \frac{5\% (\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1 + \rho_2} \end{aligned}$$

因为 $\rho_2 > \rho_1$, 所以 $\frac{5\% (\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1 + \rho_2} > 0$, 所以混合液的质量分数大于 45%。

(2) 设 98%、49% 的 H_2SO_4 的密度分别为 ρ_1 、 ρ_2 , 则 $c_1 = \frac{1000 \rho_1 \times 98\%}{98} = 10 \rho_1$, $c_2 = \frac{1000 \rho_2 \times 49\%}{98} = 5 \rho_2$

因 H_2SO_4 浓度越大, 密度越大, 即 $\rho_1 > \rho_2$, 故 $\frac{1}{2} \times 10 \rho_1 >$

$5 \rho_2$, 即 $c_2 < \frac{1}{2} c_1 = 9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

答案: (1) 等于; 大于 (2) 小于

备考实验室

1. 混合气体平均相对分子质量的求法

混合气体本来无相对分子质量可言, 但对组成一定的混合气体来说, 可以根据其各组分的组成和相对分子质量来计算所谓的平均相对分子质量。它在数值上等于混合气体的平均摩尔质量, 其表达式为:

$$(1) \bar{M} = \frac{m(\text{总})}{n(\text{总})} \quad m(\text{总})、n(\text{总}) \text{ 分别为混合物的总质量、总物质的量。}$$

(2) $\bar{M} = \sum_i M_i n_i\%$ M_i 为组分的摩尔质量, $n_i\%$ 为组分的物质的量(或体积)分数, $\sum_i$ 为加和。

(3) $\bar{M} = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots}$ 式中 $n_1、n_2 \dots$ 分别表示混合物中各组分的物质的量, $M_1、M_2 \dots$ 分别表示混合物中各组分的摩尔质量。

(4) $\bar{M} = D M_x$ D 为相对某物质(式量为 M_x) 的相对密度。

计算 $\bar{M}$ 的形式主要有: 按一定物质的量混合、按一定物质的量之比混合、按一定体积混合、按一定体积比混合、按一定的

质量混合,按一定质量比混合求 $\bar{M}$;已知标况下混合气体的密度求 $\bar{M}$;已知混合气体对某气体的相对密度求 $\bar{M}$;已知标准状况下混合气体的总体积和质量求 $\bar{M}$ 等等。但应特别注意:由质量分数(或质量比)求 $\bar{M}$ 时,必须将其换算成物质的量分数方可代入;反过来,若由 $\bar{M}$ 及成分的式量,根据十字交叉法求出的比,也只能是物质的量比。

2. 阿伏加德罗定律和在一定前提条件下的推论

在同温同压下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子,即 $V_1/V_2 = N_1/N_2$ 。

推论 1:同温同压下,气体的体积之比等于其物质的量之比,即 $V_1/V_2 = n_1/n_2$ (特例:在 0°C , 1 atm 时, 1 mol 气体体积为 22.4 L)。

推论 2:同温同体积下,气体的压强比等于物质的量之比,即 $P_1/P_2 = n_1/n_2$ 。

推论 3:同温同压下,同体积的任何气体的质量之比,等于摩尔质量之比,等于其密度比,即 $m_1/m_2 = M_1/M_2 = \rho_1/\rho_2$ 。

推论 4:同温同压下,同质量的气体体积比等于摩尔质量之反比,即 $V_1/V_2 = M_2/M_1$ 。

推论 5:同温同压下,任何气体的密度之比等于摩尔质量之比,即 $\rho_1/\rho_2 = M_1/M_2$ 。

推论 6:同温同体积下,等质量的气体,它们的压强比等于其摩尔质量的倒数比,即 $P_1/P_2 = M_2/M_1$ 。

推论 7:同温同压下,对于摩尔质量相同的气体,其质量与分子个数成正比,即 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{N_1}{N_2}$ 。

注意:(1)使用推论时要注意前提条件。

(2)阿伏加德罗定律要深刻理解方能以不变应万变,对推论,不可死记硬背。

(3)对内容及推论可由克拉伯龙方程 $PV = nRT$ (R 为常数)及变形 $PM = \rho RT$ 推出。

(4)推论(1)、(2)常结合质量守恒定律应用于化学方程式的计算。

3. 判断一定量物质所含粒子数目的多少

从高考试题来看,此类题目多为选择题。其主要特点有两个:一是已知阿伏加德罗常数为 N_A ,判断一定量的物质所含的某种粒子数目的多少。题目在注重对有关计算关系考查的同时,又隐含对某些概念理解的考查。其解题的方法思路是:在正确理解有关概念的基础上,将各物质的质量、气体的体积、溶液的浓度等转化为指定粒子的物质的量(摩尔)进行判断。二是对于一定量的多种物质通过计算确定某种粒子数目多少的顺序,其解题的方法思路是,先统一标准,即求出各自的物质的量,然后根据要求确定顺序。

4. 有关物质的量浓度的计算

(1)已知 V 、 c 求 m (溶质)

(2)已知: $c_1V_1 \xrightarrow{\text{起反应}} c_2V_2$ 求 V_2

(3)稀释定律:同一种溶质不同体积溶液

$c_1V_1 = c_2V_2$ [即稀释前后 n (溶质)守恒] 同样也适用于蒸发溶剂

(4) $w \xrightarrow{\rho \cdot M} c$ $c = \frac{1000\text{mL} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \rho \cdot w}{M}$ $w = \frac{c \cdot 1\text{ L} \cdot M}{1000\text{mL} \cdot \rho} \times 100\%$

(5)气体溶于水的物质的量浓度和质量分数的计算

气体溶于水,所得溶液的体积跟水的体积不相同,此时必须依据所得溶液的质量和密度来求溶液的体积。

(6)两种不同浓度含相同溶质的溶液混合:

$$\left. \begin{array}{l} c_1V_1\rho_1 \\ c_2V_2\rho_2 \end{array} \right\} \xrightarrow{\rho} c = \frac{1000(c_1V_1 + c_2V_2)}{V_1\rho_1 + V_2\rho_2} \quad (\text{体积不能简单相加})$$

(7)由体积比浓度求物质的量浓度

$1:4$ 的 H_2SO_4 (98% 密度为 $1.84\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) 的密度为 $\rho\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

$$c = \frac{4 \times 1.84 \times 98\% \div 98}{(1 + 4 \times 1.84) \div D} \times 1000 = 8.80\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

物质的量浓度的计算,公式简单,种类繁多,题型比较复杂。计算的关键是:①分析该溶液的“形成”过程;②正确判断溶液中溶质究竟为何物质;③能够准确计算出溶液的体积。抓住了关键,无论题目如何变化,均能迅速突破。



高考创新训练

► 1. ^{12}C 原子的质量为 $b\text{ g}$, A 原子的质量为 $a\text{ g}$, 阿伏加德罗常数的数值为 N_A , 则 A 的相对原子质量为

A. $\frac{12a}{b}$ B. $N_A a$ C. $\frac{12b}{a}$ D. $12N_A a$

► 2. 在一个密闭容器中盛有 11 g X 气体(X 的摩尔质量为 $44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) 时, 压强为 $1 \times 10^4\text{ Pa}$ 。如果在相同温度下, 把更多的气体 X 充入容器, 使容器内压强增至 $5 \times 10^4\text{ Pa}$, 这时容器内气体 X 的分子数约为

A. 3.3×10^{25} B. 3.3×10^{24}
C. 7.5×10^{23} D. 7.5×10^{22}

► 3. 质量相同的下列气体, 分别放在同体积的密闭容器内, 同温下压强最大的是

A. H_2 B. CH_4 C. O_2 D. Cl_2

► 4. 关于同温同压下等体积的 CO_2 和 CO 的叙述: ①质量相等 ②密度相等 ③所含分子个数相等 ④所含碳原子个数相等。其中正确的是

A. ①②③④ B. ②③④ C. ③④ D. ③

► 5. 标况下, 在臭氧发生器中装入 100 mL O_2 , 最后的体积在标况下变为 95 mL 。则最终状态时混合气体的密度(标况)是

A. $1.3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $1.5\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $1.7\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $1.9\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

► 6. 下列叙述中正确的是

① 1 mol 任何气体体积并不是常量, 其体积由压强和温度共同确定 ② 22.4 L H_2 和 44.8 L He 所含的原子数一定不相等 ③ 1 mol 苯在标况下的体积约为 22.4 L ④ 在标况下, 0.5 mol 气体 A 与 0.5 mol 气体 B 混合后, 其体积约为 22.4 L ⑤ 1 mol Cl_2 约含有 6.02×10^{23} 个氯原子 ⑥ Cl_2 的摩尔质量就是 Cl_2 的相对分子质量 ⑦ 标况下 1 g N_2 和 1 g CO 含有相同数目的原子

A. ②③ B. ④⑤ C. ①⑦ D. ①⑥

► 7. 标况下, 将盛满下列有关气体的烧瓶倒置于水槽中, 若不考虑烧瓶内物质的扩散影响, 在足够长时间后, 所得烧瓶内溶液的物质的量浓度关系为

① HCl (纯) ② HCl (混有空气) ③ NH_3 (纯) ④ NH_3 (混有空气)

气)⑤NO₂(纯)⑥NO₂(混有空气)

A. ①>② B. ③=④ C. ⑤>⑥ D. ⑤<⑥

- 8. 在某温度时,一定量的元素A的气态氢化物(AH₃),在一定体积的密闭容器中完全分解成两种气体单质,此时压强增加了75%,则A单质的化学式为.....

A. A₂ B. A₃ C. A₄ D. A₅

- 9. 露置的苛性钾经分析含水7.62%、K₂CO₃2.38%、KOH90%。若将此样品1g加入1mol·L⁻¹盐酸46.00mL,过量的酸用1.070mol·L⁻¹KOH中和至中性,蒸发中和它的溶液可得固体.....

A. 4.00g B. 3.43g C. 4.50g D. 无法计算

- 10. 已知在一定温度和压强下,测得10L O₂的质量为16g,则在相同条件下,11.2L气体可能是.....

A. 密度为2.2g·L⁻¹的CO₂
B. 物质的量为0.5mol的H₂
C. 质量为35.84g的SO₂
D. 质量为14g的N₂

- 11. (1)实验桌上有:50mL的量筒,一个盛满100mL、1.02mol·L⁻¹的H₂SO₄的容量瓶,一支有刻度的胶头滴管、一瓶98%(ρ=1.84g·cm⁻³)的H₂SO₄、一瓶蒸馏水,试用所给仪器和试剂配制1.01mol·L⁻¹的H₂SO₄溶液(最简单方法)

(2)在配制一定量的溶液时,若取用5mL浓盐酸,常用10mL量筒而不使用100mL量筒,其目的是减少误差。请说明若使用100mL量筒,造成误差较大的两个主要因素是.....

- 12. (1)m g碳酸钠晶体(Na₂CO₃·10H₂O),溶于V mL水中,测得所得溶液的密度为ρ g·mL⁻¹,则溶液溶质的质量分数为.....,溶液物质的量浓度为.....

(2)在标准状况下,1体积水溶解500体积HCl气体,得到密度为1.19g·cm⁻³的盐酸。则盐酸中HCl的质量分数为.....,盐酸的物质的量浓度为.....

- 13. 已知某饱和NaCl溶液的体积为V mL,密度为ρ g·cm⁻³,质量分数为ω,物质的量浓度为c mol·L⁻¹,溶液中含NaCl的质量为m g

(1)用m、V表示溶液溶质的物质的量浓度:.....;
(2)用ω、ρ表示溶液溶质的物质的量浓度:.....;
(3)用c、ρ表示溶液溶质的质量分数:.....;
(4)用ω表示该温度下NaCl的溶解度:.....。

- 14. 实验室配制0.1mol·L⁻¹的BaCl₂溶液分两个阶段进行,第一阶段:用托盘天平称取5.2g无水BaCl₂晶体。第二阶段:溶解配制成0.1mol·L⁻¹的BaCl₂溶液。第一阶段操作有如下几步:A.将游码拨至0.2g处,B.将游码拨至“0”处,C.在天平的两边托盘上各放一张干净等质量的滤纸,调节天平两边螺丝使天平平衡,D.取走药品,将砝码放回砝码盒内,E.往左盘上逐步添加晶体至天平平衡,F.在右盘上放置5g砝码。

(1)其正确的操作顺序是(填序号):B→()→()→A→()→()→()

(2)当(E)操作中,只缺少量晶体时,其操作方法是:.....

(3)第二阶段操作,应先将5.2g BaCl₂加适量蒸馏水溶解,溶解过程中使用的主要仪器有.....,然后将溶液转入.....中,再经.....,后即可得到0.1mol·L⁻¹ BaCl₂溶液。

(4)下列操作使配制的BaCl₂溶液浓度偏低的有.....

A. 如果将砝码放在左盘上,BaCl₂放在右盘上进行称量
B. 如果选用的容量瓶内有少量蒸馏水
C. 如果定容摇匀后,液面下降,又加水至刻度
D. 如果整个配制过程中,容量瓶不振荡

(5)100mL容量瓶中盛有100mL 0.1010mol·L⁻¹的BaCl₂溶液,现欲将其稀释成浓度为0.100mol·L⁻¹的BaCl₂溶液,供选用的仪器有:10mL量筒、1mL移液管(可准确移取0.1~1.00mL溶液)、酸式滴定管、胶头滴管。其简单的操作步骤是:.....



单元归纳

1. 基本概念

(1)物质的量:是表示含有一定数目粒子集体的物理量。

(2)摩尔:摩尔是物质的量的单位,每摩尔物质含有阿伏加德罗常数个粒子。

(3)阿伏加德罗常数:0.012kg ¹²C中所含的原子数。

(4)摩尔质量:单位物质的量的物质所具有的质量。

(5)气体摩尔体积:单位物质的量气体所占的体积。

(6)标准状况:温度为0℃、压强为101KPa时的状况。

(7)物质的量浓度: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。

2. 基本定律

阿伏加德罗定律:在相同温度、相同压强时,相同体积的任何气体,都含有相同数目的分子。

3. 基本公式

$$(1) n = \frac{N}{N_A} \quad (2) n = \frac{m}{M} \quad (3) n(\text{气}) = \frac{V(\text{标})}{V_m}$$

$$(4) \text{物质的量浓度的定义式: } c_B = \frac{n}{V}$$

(5)物质的量浓度与质量分数的转化关系式:

$$c_B(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) = \frac{1000(\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}) \times \rho(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times \omega(\text{B})}{M(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})}$$

$$(6) M(\text{浓})V(\text{浓}) = M(\text{稀})V(\text{稀})$$

4. 基本操作

物质的量浓度溶液的配制

主要仪器:烧杯、玻璃棒、容量瓶、胶头滴管

操作步骤:①计算②称量或量取③溶解④转移⑤洗涤⑥定容⑦装瓶贴签

5. 物质的量及有关概念间关系

物质的粒子数



物质的质量 ↔ 物质的量(mol) ↔ 标况下气体体积

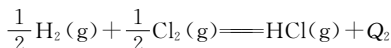
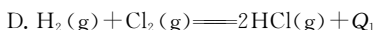
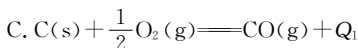
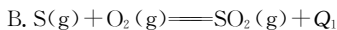
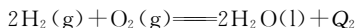
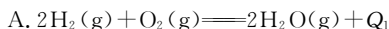


物质的量浓度

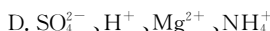
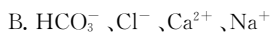
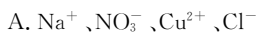
第四单元 化学反应及其能量变化

问题磁场

[案例 1] 在同温同压下, 下列放热反应放出热量 $Q_2 > Q_1$ 的是



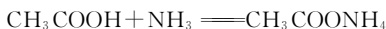
[案例 2] 在同一溶液中可以共存, 加入 OH^- 有沉淀生成, 加入 H^+ 有气体放出的一组是



案例探究

[例 1] 能正确表示下列反应的离子方程式是_____。

(1) (1997 年全国) ① 氨气通入醋酸溶液中

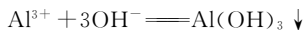


② 澄清的石灰水跟盐酸反应 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$

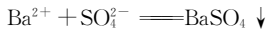
③ 碳酸钡溶于醋酸 $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

④ 金属钠跟水反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

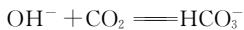
(2) (1997 年上海) ⑤ 在氯化铝溶液中加入过量氨水



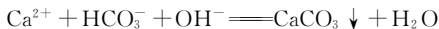
⑥ 在硫酸铜溶液中加入过量氢氧化钡溶液



⑦ 在澄清石灰水中通入过量二氧化碳



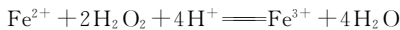
⑧ 在碳酸氢钙溶液中加入过量氢氧化钠



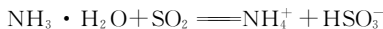
(3) (1998 年全国) ⑨ 次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳



⑩ 硫酸亚铁溶液中加入过氧化氢溶液



⑪ 用氨水吸收少量二氧化碳



⑫ 硝酸铁溶液中加入过量氨水



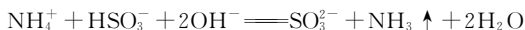
(4) (1998 年上海) ⑬ 过量氯气通入溴化亚铁溶液中



⑭ 过量二氧化碳通入偏铝酸钠溶液中



⑮ 在溶液中亚硫酸氢铵与等物质的量的氢氧化钠混合



⑯ 碳酸氢镁溶液中加入过量石灰水 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{MgCO}_3 \downarrow$

剖析: 要正确快捷地解答该类题目, 必须熟记以下离子方程式的书写规律:

(1) 强酸、强碱和易溶于水的盐改写成离子形式, 难溶物质、难电离物质、易挥发物质、单质、氧化物、非电解质等均写成化学式。

(2) 微溶物作为反应物, 若是澄清溶液写离子符号, 若是悬浊液写化学式。微溶物作为生成物, 一般写化学式(标 $\downarrow$ 号)。

(3) 氨水作为反应物写 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 作为生成物, 若有加热条件或浓度很大时, 可写 $\text{NH}_3 \uparrow$ 。

(4) 固体与固体间的反应不能写离子方程式, 浓 H_2SO_4 、浓 H_3PO_4 与固体的反应不能写离子方程式。

(5) 离子方程式要做到原子个数配平, 电荷配平。

(6) 一些特殊的反应[如有酸式盐参加或生成的反应, 两种或两种以上的离子被一种物质氧化或还原, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 按不同比的反应等]要考虑并满足反应物物质的量的比值。

(7) 多元弱酸酸式酸根离子, 在离子方程式中不能拆开写。

依据以上规律分析得知: ②④⑦⑫⑬⑭正确。

答案: ②④⑦⑫⑬⑭

[例 2] (1) 向 NaHSO_4 溶液中, 逐滴的加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至呈中性, 请写出发生反应的离子方程式_____。

(2) 在以上溶液中, 继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 请写出此步反应的离子方程式_____。

剖析: (1) 由于 $\text{NaHSO}_4 \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$; 所以当向 NaHSO_4 溶液中, 逐滴的加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液时, H^+ 要与 OH^- 反应生成难电离的物质水, 同时 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 反应生成 BaSO_4 沉淀; 但题目要求反应至呈中性, 就是要求加入的 OH^- 恰好把 NaHSO_4 中的 H^+ 完全中和, 而不以 Ba^{2+} 是否把 SO_4^{2-} 沉淀完全作为目的。因此对应的化学反应方程式为: $2\text{NaHSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$; 对应的离子方程式为: $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 由于以上反应体系中 2 个 H^+ 对应 2 个 SO_4^{2-} , 而上述反应只消耗了一个 SO_4^{2-} , 所以继续加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 时发生的反应为: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$

答案: (1) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$