

目 录



第一篇 化学反应中的物质变化和能量变化

第 1 讲 氧化还原反应	(源)
第 2 讲 离子反应	(怨)
第 3 讲 化学反应中的能量变化	(员袁)

第二篇 碱金属 物质的量 卤素

第 4 讲 钠及其重要的化合物	(圆)
第 5 讲 碱金属元素	(圆缘)
第 6 讲 物质的量	(猿)
第 7 讲 气体摩尔体积 阿伏加德罗定律	(猿)
第 8 讲 物质的量浓度	(猿)
第 9 讲 氯气	(源)
第 10 讲 卤族元素	(源缘)
第 11 讲 物质的量应用于化学方程式的计算	(缘)

第三篇 物质结构 氧族元素 碳族元素 氮族元素

第 12 讲 原子结构	(缘)
第 13 讲 元素周期律与元素周期表	(远)
第 14 讲 化学键和晶体结构	(远缘)
第 15 讲 氧族元素	(远)
第 16 讲 二氧化硫	(苑)
第 17 讲 硫酸和硫酸的工业制法	(愿)
第 18 讲 环境保护	(愿缘)
第 19 讲 碳族元素	(愿)
第 20 讲 硅和二氧化硅	(怨)
第 21 讲 氮族元素和氮气	(怨)
第 22 讲 磷 磷酸 磷酸盐	(员)
第 23 讲 氨 铵盐	(员)
第 24 讲 硝酸	(员)

第四篇 化学平衡 电离平衡 几种重要的金属

第 25 讲 化学反应速率	(员)
---------------------	-------

第 四章讲摇化学平衡·····	(四四四)
第 四章讲摇影响化学平衡的条件·····	(四四四)
第 四章讲摇合成氨工业摇化学平衡的计算·····	(四四四)
第 四章讲摇电离平衡·····	(四四四)
第 四章讲摇水的电离和溶液的 酸 碱·····	(四四四)
第 四章讲摇盐类的水解·····	(四四四)
第 四章讲摇酸碱中和滴定·····	(四四四)
第 四章讲摇镁和铝·····	(四四四)
第 四章讲摇铁和铁的化合物·····	(四四四)
第 四章讲摇金属的冶炼·····	(四四四)
第 四章讲摇原电池和电解池·····	(四四四)
第 四章讲摇胶体的性质及其应用·····	(四四四)

第五篇摇有机化学

第 四章讲摇甲烷摇烷烃·····	(四四四)
第 四章讲摇乙烯摇烯烃·····	(四四四)
第 四章讲摇乙炔摇炔烃·····	(四四四)
第 四章讲摇苯摇芳香烃·····	(四四四)
第 四章讲摇石油的分馏·····	(四四四)
第 四章讲摇溴乙烷摇卤代烃·····	(四四四)
第 四章讲摇乙醇摇醇类·····	(四四四)
第 四章讲摇有机物分子式和结构式的确定·····	(四四四)
第 四章讲摇苯酚·····	(四四四)
第 四章讲摇乙醛摇醛类·····	(四四四)
第 四章讲摇乙酸摇羧酸·····	(四四四)
第 四章讲摇葡萄糖摇二糖摇多糖·····	(四四四)
第 四章讲摇油脂摇蛋白质·····	(四四四)
第 四章讲摇合成材料·····	(四四四)

第六篇摇化学实验方案的设计

第 四章讲摇制备实验方案的设计·····	(四四四)
第 四章讲摇性质实验方案的设计·····	(四四四)
第 四章讲摇物质检验方案的设计·····	(四四四)
第 四章讲摇化学实验方案设计的基本要求·····	(四四四)



第一篇

化学反应中的物质变化和能量变化

【考纲诠释导读】

新教材将化学反应中的物质变化和能量变化这一新的教学单元,安排在学习了元素及其化合物知识以后,有利于我们站在某种新的高度对这部分知识的学习,起一个归纳总结综合提高的作用。由于本单元内容在高考中出现的频率较高,故2005年《化学学科考试大纲》将其归纳为“理解”层次,足见其在高考试卷中的作用。



高考热点聚焦

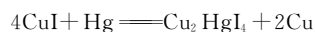
高考重点是什么?

氧化还原反应是高考重点之一。

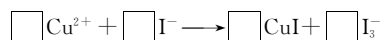
2005年《化学学科考试大纲》中要求“理解氧化和还原、氧化性和还原性、氧化剂和还原剂等概念。能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目,并能配平氧化还原反应方程式。”由于新教材把化学反应中的物质变化和能量变化联系在一起论述,这种编排顺序有利于我们从“质”“能”两方面加深对化学反应本质的理解,即化学反应的过程是反应物分子旧化学键的断裂和生成物新化学键的形成过程。在这一过程中,原子进行重新组合,并且在发生物质变化的同时,必然伴随着能量变化。根据教材这一新的变化,预测今后高考试题的命题必然要涉及本单元内容,预测高考命题可能将反应中物质变化和能量变化结合起来,考查氧化还原反应和反应热等基本概念。试题形式可能以选择题、填空题、计算题形式出现。

本篇知识点及其有关知识点在2004年江苏高考卷中占8分,在上海卷中占10分,在全国理综卷中占12分。

【例1】 实验室为监测空气中汞蒸气的含量,往往悬挂涂有CuI的滤纸,根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量,其反应为:

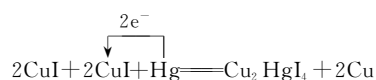


- (1) 上述反应产物 Cu_2HgI_4 中,Cu元素显_____价。
 (2) 以上反应中的氧化剂为_____。当有1 mol CuI参与反应时,转移电子_____mol。
 (3) CuI可由 Cu^{2+} 与 I^- 直接反应制得,请配平下列反应的离子方程式。



【解析】 (1) 反应中Hg是还原剂,在反应产物 Cu_2HgI_4 中按化合物规则知: Cu_2HgI_4 ,铜元素显+1价。

(2) 由反应: $4\text{CuI} + \text{Hg} \longrightarrow \text{Cu}_2\text{HgI}_4 + 2\text{Cu}$ 知CuI是氧化剂,其得失 e^- 的实质为:



易知每当有4 mol CuI参加反应时有2 mol e^- 发生转移,现有1 mol CuI参加反应,故有0.5 mol e^- 发生转移。

(3) 按化合价升降法配平。

【答案】 (1)+1 (2)CuI;0.5

(3) $2\text{Cu}^{2+} + 5\text{I}^- \longrightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_3^-$



高考能力要求

高考怎么考?

本单元主要为理论教材,涉及元素及其化合物有关知识,思考容量大,命题具有开阔性和深层次,多角度,可从“质”的方面切入主题,也可从“能”的方面切入主题,现将本单元在高考中可能出现考点及其题型归纳如下。

热点1 围绕能量变化立意

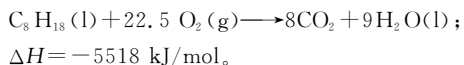
【例2】 已知在25℃,101 kPa下,1 g C_8H_{18} (辛烷)燃烧生成二氧化碳和液态水时放出48.40 kJ热量。表示上述反应的热化学方程式正确的是 ()

- A. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H = -48.40 \text{ kJ/mol}$
 B. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -5518 \text{ kJ/mol}$
 C. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = +5518 \text{ kJ/mol}$
 D. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -48.40 \text{ kJ/mol}$

【解析】 书写热化学方程式一定要注意,吸热反应中 ΔH 为“+”,放热反应 ΔH 为“-”,在热化学方程式中一定要标明反应物和生成物在25℃ 101 kPa时的聚集状态为固体、液体还是气体。为计算简便,选择1 mol C_8H_{18} 作为标准来书写热化学方程式。1 mol C_8H_{18} 完全燃烧放热为:114 g $\times$ 48.40 kJ/g = 5518 kJ,故 C_8H_{18} 燃



烧的热化学方程式为：



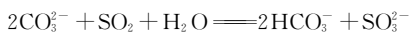
【答案】 B

【点评】 新教材中热化学方程式的书写,与旧教材中热化学方程式有着本质的区别—— ΔH 的符号与单位。

热点2 常规题型——离子反应方程式正误辨析

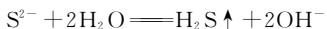
【例3】 能正确表示下列化学反应的离子方程式是 ()

A. 用碳酸钠溶液吸收少量二氧化硫：



B. 金属铝溶于盐酸中： $\text{Al} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Al}^{3+} + \text{H}_2 \uparrow$

C. 硫化钠溶于水中：



D. 碳酸镁溶于硝酸中：



【解析】 H_2SO_3 酸性比 H_2CO_3 强, Na_2CO_3 溶液吸收少量 SO_2 生成 NaHCO_3 而无 CO_2 放出,故 A 正确;B 选项离子方程式电荷不守恒, Na_2S 水解为可逆反应,不能进行到底; MgCO_3 难溶于水,在离子方程式中应写化学式。

【答案】 A

热点3 氧化剂、还原剂辨析

【例4】 在 Cl_2 、 H_2 、 Al 、 CO 、 HCl 、 FeSO_4 、 FeCl_3 、 KMnO_4 、 HNO_3 和浓 H_2SO_4 中常用作氧化剂的是：_____,常用作还原剂的是：_____。

【解析】 价态低易失电子的物质常作还原剂;价态高易得电子的物质常作氧化剂。这里需要指出的是 HCl 是常见的,既可作氧化剂(+1价氢得电子),又可作还原剂(-1价氢失电子)的物质;尽管 Cl_2 和 H_2O 或 NaOH 发生歧化反应,但 Cl_2 是常见的氧化剂而决非常见的还原剂。

【答案】 Cl_2 、 FeCl_3 、 KMnO_4 、 HNO_3 和浓 H_2SO_4 ;
 H_2 、 Al 、 CO 。

热点4 图表综合题

【例5】 氮在自然界里循环过程如图 1-0-1：

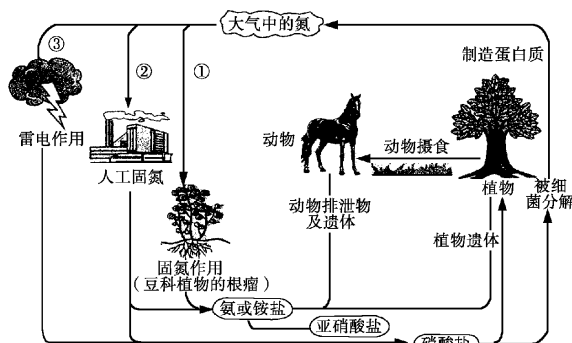


图 1-0-1

回答下列问题：

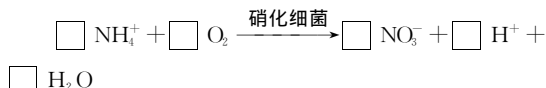
(1) 从氮在自然界里的循环过程图看,空气中的氮转化为化合态的氮有三个途径,用化学方程式表示途径

②和③固氮的过程。

途径②：_____；

途径③：_____。

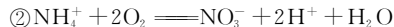
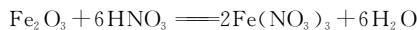
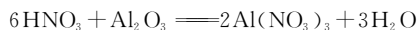
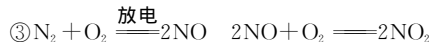
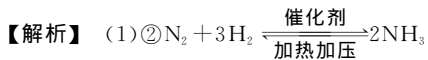
(2) 从氮在自然界中的循环图可看出,进入土壤中的 NH_4^+ 最终转化成为 NO_3^- 这一过程称之为“生物硝化过程”,如果不考虑过程中硝化细菌的增殖,其净反应方程式如下：



①配平上面化学反应方程式。

②将铵态氮中的 1 g 氮转化成硝酸根中的氮需标准状况下氧气多少升？

③要使上述反应向硝化反应的方向进行需采取什么措施？



$$14 \text{ g} \quad 2 \times 22.4 \text{ L}$$

$$1 \text{ g} \quad V(\text{O}_2)$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{1 \text{ g} \times 2 \times 22.4 \text{ L}}{14 \text{ g}} = 3.2 \text{ L}$$

③由于硝化反应生成了 H^+ , 故应加入碱, 促使平衡向正反应方向移动。

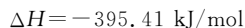
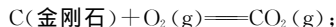
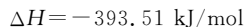
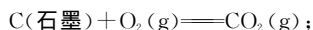


高考考向预测

2 0 0 6 年 将 考 什 么 ？

本单元教材对离子方程式和热化学方程式的书写,以及对有关燃烧热、中和热的计算等技能均有较高的要求。预测 2006 年高考理综卷化学试题中,有可能以选择题的形式考查离子方程式和热化学方程式的书写以及有关概念的辨析。预测对反应热的有关计算必将有所涉及,例如下题。

【例6】 已知 25℃、101 kPa 下,石墨、金刚石燃烧的热化学方程式分别为：



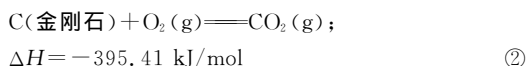
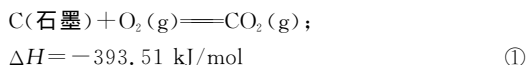
据此判断,下列说法中正确的是 ()

A. 由石墨制备金刚石是吸热反应;等质量时,石墨的能量比金刚石的低

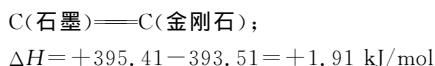


- B. 由石墨制备金刚石是吸热反应;等质量时,石墨的能量比金刚石的高
C. 由石墨制备金刚石是放热反应;等质量时,石墨的能量比金刚石的低
D. 由石墨制备金刚石是放热反应;等质量时,石墨的能量比金刚石的高

【解析】 等质量的石墨和金刚石即等物质的量的金刚石和石墨,由题给热化学方程式:



将①式和②式相减并整理,



即由石墨制备金刚石是吸热反应,此时反应物的能量低于生成物的能量。故 A 选项正确。

【答案】 A

【例 7】 1 g 脂肪 $[(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5]$ 完全燃烧放出 3.7 kJ 的热量。已知脂肪在人体组织中氧化的热化学方程式与它燃烧的热化学方程式相同。

(1) 写出脂肪在人体组织内氧化生成 CO_2 气体和液态水的热化学方程式: _____。

(2) 某成年人工作一小时要消耗 420 kJ 热量,休息时每小时要消耗 376 kJ 热量;假设该成年人每天工作 8 h,其余时间以休息时间计,如果该成年人一天所需的热量以摄入脂肪的量来计算,求他一天至少要摄入多少克脂肪?

【解析】 (1) $(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5(\text{s}) + 81.5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 57\text{CO}_2(\text{g}) + 55\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -3293 \text{ kJ/mol}$

(2) 成年人一天需消耗能量: $420 \text{ kJ/h} \times 8 \text{ h} + 376 \text{ kJ/h} \times 16 \text{ h} = 9376 \text{ kJ}$, 所以该成年人一天需摄取脂肪: $\frac{9376}{3293 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 890 \text{ g/mol} = 2534 \text{ g}$



高考复习建议

如何提高复习效率?

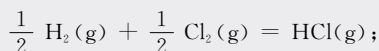
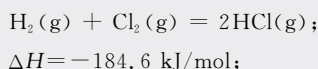
对于本单元的复习,我认为应抓住如下几点:

1. 氧化还原反应是本单元的“纲”,应注意“纲举目张”

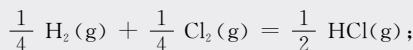
对氧化还原反应有关知识的介绍,新教材是根据学生的认知规律,分步在三册教科书中采取循序渐进的原则来系统地全面予以介绍,这一编排顺序足以说明了氧化还原考点在高考中的重要地位。在复习这一单元时,应抓住氧化还原反应方程式的配平这个“纲”,来带动其他考点这些“目”以达到纲举目张的效果。

2. 正确理解“ ΔH ”,完全解读“kJ/mol”

与旧教材相比较,新教材从化学反应能量变化立意阐述有关反应热概念,体现化学与能源的密切联系,改反应热符号为 ΔH ,以便与高等化学教材(热焓)接轨;以体系为研究对象,变放热反应热值为“-”、吸热反应热值为“+”,使反应物总能量和生成物总能量的大小与反应热效应的关系清晰明了;指出反应热的单位一般用“kJ/mol”表示,对物理量及其单位予以强化和规范。这些都充分体现了编者的现代意识、开放意识和发展意识。实践表明教学效果是好的。然而,教学实践中,不少考生对反应热单位“kJ/mol”的理解和使用表示困惑。例如,对于反应:



$\Delta H = -92.3 \text{ kJ/mol}$,这里的“mol”表示什么物质呢?如果第一个反应中的“mol”表示反应物 $\text{H}_2(\text{g})$ 或 $\text{Cl}_2(\text{g})$;那么第二个反应中的“mol”则表示生成物 $\text{HCl}(\text{g})$,这样的解释尚能让学生理解和接受的话,如进一步将反应写成:



这里的“mol”又是度量什么物质呢?

造成每摩尔物质“错位”和“缺位”的麻烦和困惑的原因,在于反应热单位“kJ/mol”的误读。反应热单位“kJ/mol”的“mol”不度量物质,而是度量反应情况,即 1 mol 反应进度。

那么,什么是反应进度呢?1 mol 反应进度亦称 1 mol 反应,它指特定的组合,这个所谓特定组合随反应的不同而不同,例如,对于 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g}); \Delta H = -184.6 \text{ kJ/mol}$ 1 mol 反应指 1 mol H_2 和 1 mol Cl_2 反应”这一特定组合,而对于 $\frac{1}{4} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{4} \text{Cl}_2(\text{g}) = \frac{1}{2} \text{HCl}(\text{g});$

$\Delta H = -46.15 \text{ kJ/mol}$ 1 mol 反应指“ $\frac{1}{4} \text{H}_2(\text{g})$ 和

$\frac{1}{4} \text{Cl}_2$ 反应”这个特定组合。根据反应进度的概念,下面讨论几个热化学方程式的意义。对于反应: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g}); \Delta H = -184.6 \text{ kJ/mol}$,其意义为:当 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{Cl}_2(\text{g})$ 消耗掉,生成了 2 mol $\text{HCl}(\text{g})$ 即为 1 mol 反应进度,放出热量 184.6 kJ;对于反应:



$\frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{HCl}(\text{g}); \Delta H = -92.3 \text{ kJ/mol}$, 其意义为: 当 $\frac{1}{2} \text{mol}$ $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\frac{1}{2} \text{mol}$ $\text{Cl}_2(\text{g})$ 消耗掉, 生成了 1mol $\text{HCl}(\text{g})$ 即为 1mol 反应进度, 放出热量 92.3 kJ ; 对于反应:

$$\frac{1}{4} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{4} \text{Cl}_2(\text{g}) = \frac{1}{2} \text{HCl}(\text{g});$$

$\Delta H = -46.15 \text{ kJ/mol}$, 其意义为: 当 $\frac{1}{4} \text{mol}$ $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\frac{1}{4} \text{mol}$ $\text{Cl}_2(\text{g})$ 消耗掉, 生成了 $\frac{1}{2} \text{mol}$ $\text{HCl}(\text{g})$ 即为 1mol 反应, 或 1mol 反应进度, 放热 46.15 kJ ; 由上述可知反应热单位 kJ/mol 不度量物质而是度量 1mol 反应这一特定组合。



第 1 讲

氧化还原反应

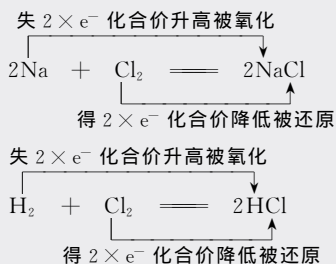


一、考点内容全解

本讲考什么?

1. 氧化还原反应的概念

从化合价改变的角度考察氧化还原反应:



从电子转移的角度, 我们可给出氧化还原反应的概念:

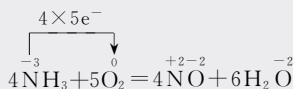
(1) 凡是有电子转移(电子的得失或共用电子对的偏移)的化学反应是氧化还原反应。

(2) 氧化还原反应的特征: 反应前后元素的化合价发生变化。其本质为反应过程中有电子得失(或共用电子对偏移), 且得失电子数相等。

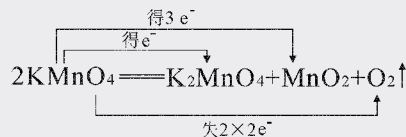
(3) 得到电子的物质叫氧化剂, 失去电子的物质叫还原剂。在氧化还原反应中氧化剂被还原, 还原剂被氧化。

2. 氧化还原反应的类型

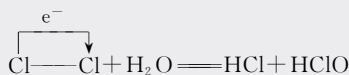
(1) 分子间氧化还原反应: 电子的转移发生在两种不同物质的分子之间。例如:



(2) 分子内氧化还原反应: 电子的转移发生同一分子内的不同原子之间。例如:



(3) 自身氧化还原反应: 又称歧化反应, 电子的转移发生在同一分子里的同种价态、同种原子间。例如:



【例 1】 下列反应不属于氧化还原反应的是:

- A. $3\text{CuS} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 3\text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- B. $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaAlO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} = 8\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$
- D. $\text{IBr} + \text{H}_2\text{O} = \text{HBr} + \text{HIO}$

【解析】 氧化还原反应的特征是反应前后元素的化合价发生变化。据此可知本题选项 C、D 中反应前后各元素的化合价均未改变。故正确选项为 C、D。

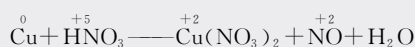
【答案】 C、D

3. 氧化还原反应方程式的配平

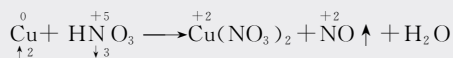
(1) 配平的理论根据: 化合价升降总数相等。

(2) 配平步骤: 下面以 Cu 和稀 HNO_3 反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 NO 和 H_2O 为例来说明配平的一般步骤。

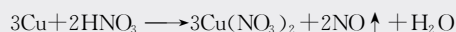
① 列式: 先写出反应物和生成物, 并标出有关元素的化合价。



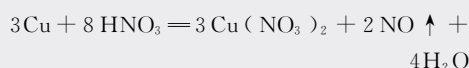
②标价:化合价升高则在该元素下面标上“↑”,化合价降低则在该元素下面标上“↓”并标明下降和上升的价数;



③交叉:确定氧化剂和还原剂化学式前的化学计量数,再确定相应产物的化学计量数。



④核对:核对两边各元素的原子个数、确定其他物质的化学计量数。



(3)缺项配平:一般先确定氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的化学计量数,再通过比较反应物与生成物,确定缺项(一般为 H_2O 、 H^+ 或 OH^-),最后观察配平。

【例 2】 已知硫酸锰(MnSO_4)和过硫酸钾($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)两种盐溶液在银离子催化下可发生氧化还原反应,生成高锰酸钾、硫酸钾和硫酸。

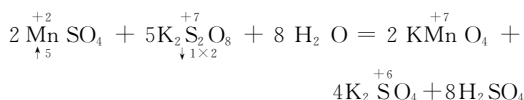
(1)请写出并配平上述反应的化学方程式。

(2)此反应的还原剂是_____,它的氧化产物是_____。

(3)此反应的离子反应方程式可表示为:

(4)若该反应所用的硫酸锰改为氯化锰,当它跟过量的过硫酸钾反应时,除有高锰酸钾、硫酸钾、硫酸生成外,其他的生成物还有_____。

【解析】 (1)依照上述配平步骤可写出:



(2)根据“氧化剂—降、得、还—还原产物,还原剂—升、失、氧—氧化产物”可知 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 为氧化剂, MnSO_4 为还原剂,对应产物 KMnO_4 为氧化产物。

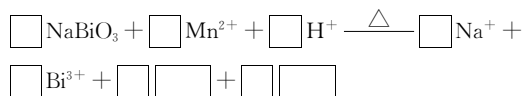
(3) KMnO_4 、 MnSO_4 、 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 K_2SO_4 皆为易溶于水的强电解质,在离子方程式中写离子符号。

(4) $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 易将 Cl^- 氧化成 Cl_2 。

【答案】 (1) $2\text{MnSO}_4 + 5\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Ag}^+} 2\text{KMnO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$ (2) MnSO_4 KMnO_4

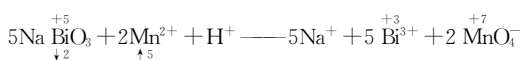
(3) $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Ag}^+} 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$ (4) Cl_2 (答 HClO 或 HClO_3 也正确)

【例 3】 将 NaBiO_3 固体(黄色,微溶)加入 MnSO_4 和 H_2SO_4 的混合溶液里,加热,溶液显紫色(Bi^{3+} 无色)。配平该反应的离子方程式:



【解析】 本题是例 2(1)的另一种考查形式——缺项配平,即方程式中有一种或几种物质没有给出,需要通过观察、分析,确定所缺项为何种物质。就本题而言,用观察法难以确定缺项物质,可先确定氧化剂和还原剂的化学计量数。

溶液呈紫色说明有 MnO_4^- 生成。化合价分析如下:



根据原子守恒可知生成物有 H_2O 故可写出答案。

【答案】 $5\text{NaBiO}_3 + 2\text{Mn}^{2+} + 14\text{H}^+ = 5\text{Na}^+ + 5\text{Bi}^{3+} + 2\text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O}$

【例 4】 一定条件下硝酸铵受热分解的未配平化学方程式为 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 在反应中被氧化与被还原的氮原子之比为 ()

A. 1:1 B. 5:4 C. 5:3 D. 3:5

【解析】 本题是例 2 所考查知识点的另一种变式:特殊氧化还原反应方程式配平方法:



由得失 e^- 相等有: 5NH_4^+ 失 $3\text{e}^- \times 5 = 3\text{NO}_3^-$ 得 $5\text{e}^- \times 3$, 可配平上述方程式:



故知:C 选项正确。

【答案】 C

4. 氧化还原反应的有关计算

(1)计算类型:有关氧化剂还原剂物质的量的计算;氧化产物和还原产物物质的量之比的计算;有关参加氧化还原反应和参加非氧化还原反应某指定物质的物质的量的计算。

(2)计算根据:氧化还原反应中得失电子守恒。

【例 5】 3.84 g Cu 与适量的未知浓度的硝酸反应,当铜全部溶解完毕后,在标准状况下共收集到 2.24 L 气体,求反应中消耗 HNO_3 物质的量。

【解析】 因为 $n(\text{反应中消耗 HNO}_3) = n(\text{参加氧化还原反应 HNO}_3) + n(\text{参加非氧化还原反应 HNO}_3)$

而 $n(\text{参加非氧化还原反应 HNO}_3)$

$$= \frac{3.84 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.12 \text{ mol}$$

又因为 1 mol HNO_3 被还原生成 1 mol NO_x ($x=1$ 或 $x=2$)

$\therefore n(\text{参加氧化还原 HNO}_3)$

$$= \frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$$

反应中共消耗 HNO_3 物质的量为:

$$0.1 \text{ mol} + 0.12 \text{ mol} = 0.22 \text{ mol}$$

【答案】 0.22 mol



【例 6】0.03 mol 铜完全溶于硝酸,产生氮的氧化物(NO 、 NO_2 、 N_2O_4)混合气体共 0.05 mol。该混合气体的平均相对分子质量可能是 ()

A. 30 B. 46 C. 50 D. 66

【解析】用极端假设法解答。

(1)当产物中只有 NO 和 NO_2 时平均相对的质量有最小值。由氧化剂得电子和还原剂失电子守恒知:

$$n(\text{NO}) \times 3 + [0.05 - n(\text{NO})] \times 1 = 2 \times 0.03$$

$$\text{解之 } n(\text{NO}) = 0.005 \text{ mol } n(\text{NO}_2) = 0.045 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) = 0.005 : 0.045 = 1 : 9$$

$$\bar{M} = \frac{1}{10} \times 30 + \frac{9}{10} \times 46 = 44.4$$

(2)当产物中只有 NO_2 和 N_2O_4 时其平均相对分子质量有最大值。由电子守恒知:

$$n(\text{NO}_2) \times 1 + [0.05 - n(\text{NO}_2)] \times 2 = 0.03 \times 2$$

$$n(\text{NO}_2) = 0.04 \text{ mol } n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.01 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_2) : n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.04 : 0.01 = 4 : 1$$

$$\bar{M} = \frac{4}{5} \times 46 + \frac{1}{5} \times 92 = 55.2$$

【答案】B、C

【延伸技巧】尽管本题用常规方法无法来解,但只要抓住氧化还原反应中得失电子相等这一计算根据,则可化难为易。这是解答有关氧化还原反应计算的理论根据。

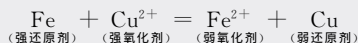


二、能力提升技巧

考试技巧在哪里?

氧化剂氧化能力及还原剂还原能力强弱的判断

1. 根据方程式判断



氧化能力: $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$

还原能力: $\text{Fe} > \text{Cu}$

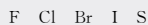
2. 根据活动顺序判断

(1)金属活动性顺序(常见元素)



原子还原性逐渐减弱,对应阳离子氧化性逐渐增强

(2)非金属活动性顺序(常见元素)



原子(或单质)氧化性逐渐减弱,对应阴离子还原性逐渐增强

3. 根据氧化产物的价态高低判断

当变价的还原剂在相似的条件作用下作用于不同的氧化剂时,可根据氧化产物价态的高低来判断氧化剂氧化性的强弱。



可以判断氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

【例 7】根据反应式:① $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$;

② $\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Br}^- + 2\text{Fe}^{3+}$, 可以判断离子的还原性从强到弱的顺序是 ()

A. Br^- 、 Fe^{2+} 、 I^- B. I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^-

C. Br^- 、 I^- 、 Fe^{2+} D. Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^-

【解析】确定各反应中的还原剂(①为 I^- ; ②为 Fe^{2+})和还原产物(①为 Fe^{2+} ; ②为 Br^-), 根据规律, 还原性: 还原剂 > 还原产物, 故有 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$, $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, 故答案为 B。

【答案】B

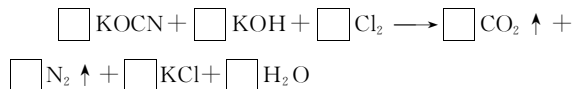
【例 8】在氯化法处理含 CN^- 的废水过程中, 液氯在酸性条件下可以将氰化物氧化成氰酸盐(其毒性仅为氰化物的千分之一), 氰酸盐进一步被氧化为无毒物质。

(1)某厂废水中含 KCN , 其浓度为 650 mg/L。现用氯化法处理, 发生如下反应(其中 N 均为 -3 价):



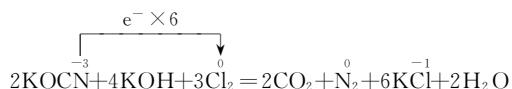
被氧化的元素是_____。

(2)投入过量液氯, 可将氰酸盐进一步氧化为氮气。配平下列化学方程式, 并标出电子转移方向和数目:

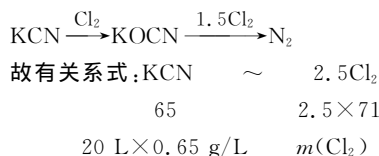


(3)若处理上述废水 20 L, 使 KCN 完全转化为无毒物质至少需液氯_____g。

【解析】由题给条件在 KCN 、 KOCN 中 N 为 -3 价可求出 KCN 中碳元素为 +2 价, KOCN 中碳元素为 +4 价。据此可知在 (1) 问中 KCN 中碳元素被氧化。第 (2) 问解答如下:

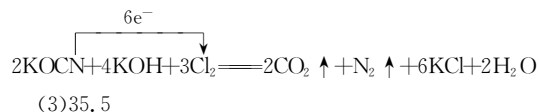


(3)由 (1) 和 (2) 反应化学方程式可知:



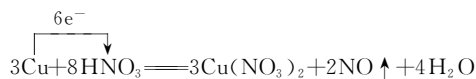
$$m(\text{Cl}_2) = 35.5 \text{ g}。$$

【答案】(1)碳(或 C) (2)

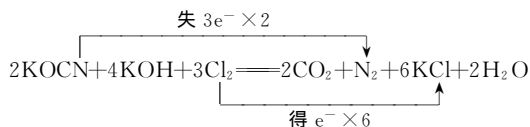


【解题技巧】氧化还原反应中电子转移的方向和总数有两种表示方法。

(1)单线桥法: 表示电子转移的过程; 例如:



(2)双线桥法: 表示电子转移的结果:



三、基础能力测试

基础分你拿全了吗？

1. 在 Cl_2 、 HCl 、 FeSO_4 、 HNO_3 几种物质中,既常作氧化剂又常作还原剂的是 ()

- A. Cl_2 和 HCl B. HCl
C. HNO_3 和 Cl_2 D. FeSO_4

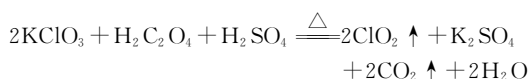
2. ClO_2 是一种广谱型的消毒剂,根据世界环保联盟的要求, ClO_2 将逐渐取代 Cl_2 成为生产自来水的消毒剂。工业上 ClO_2 常用 NaClO_3 和 Na_2SO_3 溶液混合并加 H_2SO_4 酸化后反应制得,在以上反应中 NaClO_3 和 Na_2SO_3 的物质的量之比为 ()

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

3. 苹果汁是人们喜爱的饮料。由于此饮料中含有 Fe^{2+} ,现榨的苹果汁在空气中会由淡绿色变成棕黄色。若榨汁时加入维生素 C,可有效防止这种现象的发生。这说明维生素 C 具有 ()

- A. 氧化性 B. 还原性
C. 碱性 D. 酸性

4. ClO_2 是一种消毒杀菌效率高、二次污染小的水处理剂。实验室可以通过以下反应制得 ClO_2 :



下列说法正确的是 ()

- A. KClO_3 在反应中得到电子
B. ClO_2 是氧化产物
C. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 在反应中被氧化
D. 1 mol KClO_3 参加反应有 2 mol 电子转移

5. $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 在一定条件下能把 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- ,若反应后 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 变成 RO_4^{2-} ,又知反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 5:2,则 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 中 R 元素的化合价为 ()

- A. +5 B. +6 C. +7 D. +8

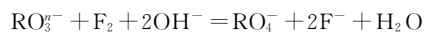
6. 从矿物学资料查得,一定条件下自然界存在如下反应: $14\text{CuSO}_4 + 5\text{FeS}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 7\text{Cu}_2\text{S} + 5\text{FeSO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4$,下列说法正确的是 ()

- A. Cu_2S 既是氧化产物又是还原产物
B. 5 mol FeS_2 发生反应,有 10 mol 电子转移
C. 产物中的 SO_4^{2-} 有一部分是氧化产物
D. FeS_2 只作还原剂

7. 下列说法正确的是 ()

- A. H^+ 的氧化性比 Cu^{2+} 强
B. CO_2 既有氧化性又有还原性
C. H_2O 既可作氧化剂又可作还原剂
D. I^- 的还原性比 Br^- 强

8. 在一定条件下, RO_3^- 和氟气可发生如下反应:



从而可知在 RO_3^- 中,元素 R 的化合价是 ()

- A. +4 B. +5 C. +6 D. +7

9. 已知在酸性溶液中,下列物质氧化 KI 时,自身发生如下变化: $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$; $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$;

$\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$; $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$ 。如果分别用等物质的量的这些物质氧化足量的 KI ,得到 I_2 最多的是 ()

- A. Fe^{3+} B. MnO_4^- C. Cl_2 D. HNO_3

10. R、X、Y 和 Z 四种元素,在化学反应中化合价均为 +2,且 X^{2+} 与单质 R 不反应; $\text{X}^{2+} + \text{Z} = \text{X} + \text{Z}^{2+}$; $\text{Y} + \text{Z}^{2+} = \text{Y}^{2+} + \text{Z}$ 。这四种离子被还原成单质时表现的氧化性强弱为 ()

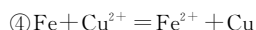
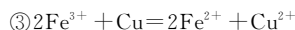
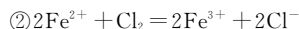
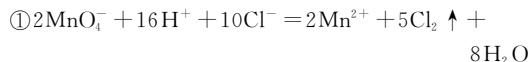
- A. $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$
B. $\text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+}$
C. $\text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{X}^{2+}$
D. $\text{Z}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+}$



四、潜能挑战测试

力争上重点大学!

11. 根据下列离子方程式



可推断 MnO_4^- 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cl_2 的氧化性由强到弱的顺序为_____。

12. 实验室有如下试剂: KClO_3 、 NaClO 、 MnO_2 、 Na_2O_2 、 H_2O_2 、 KMnO_4 和蒸馏水,现在选用它们制取氧气。(用化学方程式表示)

方法一:_____;

方法二:_____;

方法三:_____;

方法四:_____;

若制得相同质量的氧气,上述各反应中电子转移数目之比为:_____。

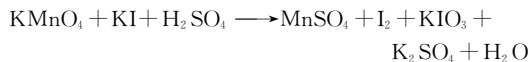
13. 将 32.64 g 铜与 140 mL 一定浓度的硝酸反应,铜完全溶解产生的 NO 和 NO_2 混合气体在标准状况下的体积为 11.2 L。请回答:

(1) NO 的体积为_____L, NO_2 的体积为_____L。

(2) 待产生的气体全部释放后,向溶液中加入 V mL a mol/L 的 NaOH 溶液,恰好使溶液中的 Cu^{2+} 全部转化成沉淀,则原硝酸溶液的浓度为_____mol/L。

(3) 欲使铜与硝酸反应生成的气体在 NaOH 溶液中全部转化为 NaNO_3 ,至少需要 30% 的双氧水_____g。

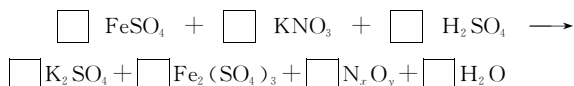
14. 某化学反应的反应物和产物如下:





- (1) 该反应的氧化剂是_____。
- (2) 如果该反应方程式中 I_2 和 KIO_3 的化学计量数都是 5
- ① $KMnO_4$ 的化学计量数是_____；
- ② 在下面的化学式上标出电子转移的方向和数目
 $KMnO_4 + KI + H_2SO_4 \longrightarrow$
- (3) 如果没有对该方程式中的某些化学计量数作限定, 可能的配平化学计量数有许多组。原因是_____。

15. 在热的稀硫酸溶液中溶解了 11.4 g $FeSO_4$ 。当加入 50 mL 0.5 mol/L KNO_3 溶液后, 其中的 Fe^{2+} 全部转化成 Fe^{3+} , KNO_3 也反应完全, 并有 N_xO_y 氮氧化物气体逸出。



- (1) 推算出 $x = \underline{\hspace{1cm}}$, $y = \underline{\hspace{1cm}}$ 。
- (2) 配平该化学方程式(化学计量数填写在上式方框内)。
- (3) 反应中氧化剂为_____。
- (4) 用短线和箭头标出电子转移的方向和总数。



五、标答与提示

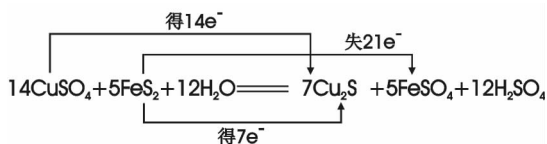
名师为你解难!

1. B(点拨: HCl 中 +1 价氢可得电子 -1 价氯可失电子)
2. B(点拨: 1 mol Na_2SO_3 转化为 Na_2SO_4 失 2 mol e^- , 因此必有 2 mol $NaClO_3$ 得 2 mol e^-)
3. B(点拨: 防止 Fe^{2+} 氧化而加入维生素 C, 说明其有还原性)

4. A、C(点拨: 在反应: $2KClO_3 + H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow 2ClO_2 \uparrow + K_2SO_4 + 2CO_2 \uparrow + 2H_2O$ 中, $KClO_3$ 为氧化剂, 得到电子被还原成 ClO_2 , $H_2C_2O_4$ 为还原剂失去电子被氧化, CO_2 是氧化产物; 1 mol $KClO_3$ 参加反应只有 1 mol 电子发生转移。)

5. C[点拨: 由 $n(R_2O_8^{n-}) : n(Mn^{2+}) = 5 : 2$ 可知 $R_2O_8^{n-}$ 中 2 个 R 原子得 2 个 e^- 还原到 RO_4^{2-} 中 +6 价 R 元素即知 $R_2O_8^{n-}$ 中 R 元素显 +7 价]

6. C(点拨: 由电子转移方向和总数:



知 Cu_2S 只是还原产物, 故 A 错。由上述方程式知 5 mol FeS_2 恰好和 14 mol $CuSO_4$ 反应电子转移总数为 21 mol, 所以 B 错, $FeSO_4$ 中部分 SO_4^{2-} 是由 FeS_2 中 S 元素失电子被氧化而生成的是氧化产物, C 正确, 在反

应中 FeS_2 既作氧化剂又作还原剂, 所以 D 不正确。)

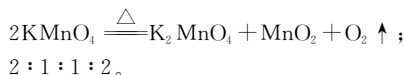
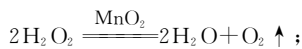
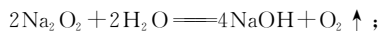
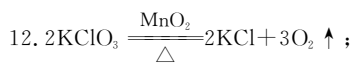
7. CD(点拨: CO_2 中 +4 价碳只能得电子不能失电子, 由 H_2O 中氢氧元素化合价即可得出结论)

8. B(点拨: 利用电荷守恒可知 RO_3^{n-} 中 $n=1$ 则可知 RO_3^- 中 R 元素显 +5 价)

9. B(点拨: 由每摩尔氧化剂得电子多则氧化 KI 的量则多, 可知 1 mol MnO_4^- 可得 5 mol e^- 即得结论)

10. A(点拨: 将已知条件: $X^{2+} + Z = X + Z^{2+}$
 $Y + Z^{2+} = Y^{2+} + Z$ 变为: $Hg^{2+} + Cu = Cu^{2+} + Hg$
 $Cu^{2+} + Fe = Fe^{2+} + Cu$ 即可由抽象到具体得出结论)

11. $MnO_4^- > Cl_2 > Fe^{3+} > Cu^{2+} > Fe^{2+}$



13. (1) 设 NO 、 NO_2 的体积分别为 V_1 L 和 V_2 L,

则有: $V_1 + V_2 = 11.2$ L ①

由氧化还原反应中, 得失电子数目相等可列方程:

$$\frac{32.64 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = \frac{V_1}{22.4} \times 3 + \frac{V_2}{22.4} \times 1 \quad ②$$

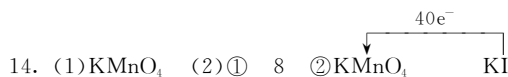
解①②联立方程, 得 $V_1 = 5.8$ L, $V_2 = 5.4$ L

(2) 表现酸性的 HNO_3 的物质的量等于加入 $NaOH$ 的物质的量为: $a \times V \times 10^{-3}$ mol, 因为 1 mol HNO_3 作氧化剂, 则被还原成 1 mol NO 或 1 mol NO_2 , 故作氧化剂的 HNO_3 的物质的量为 $\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.5$ mol

$$\text{所以 } c(HNO_3) = \frac{(a \times V \times 10^{-3} + 0.5)}{0.14} \text{ mol/L}$$

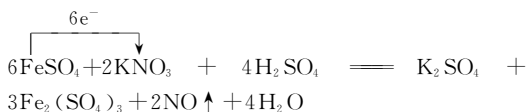
(3) 在整个变化中 N 元素化合价不变, 设需要 30% 的 H_2O_2 m g, 由氧化还原反应中得失电子数目相等, 有:

$$\frac{32.64 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = \frac{m \times 30\%}{34} \times 2 \text{ 解之得 } m = 57.8 \text{ g}$$



(3) 该反应式含两种氧化物, 两者的比例和氧化剂的用量都可以发生变化。

15. (1) 1; 1; (2) 6; 2; 4; 1; 3; 2; 4; (3) KNO_3 ; (4)





第2讲 离子反应



一、考点内容全解

本讲考什么？

2005年《化学学科考试大纲》要求理解离子反应的概念,掌握离子反应发生的条件,会判断离子在溶液中能否大量共存。

完全解读上述考试说明中所涉及的考点,我们应掌握如下知识点:

1. 离子反应

凡是有离子参加或离子生成的反应叫离子反应。

2. 离子反应方程式

用实际参加反应的离子的符号来表示离子反应的式子叫离子方程式。

3. 离子方程式表示的意义

离子方程式表示同一类型的所有的离子反应。如 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ 表示可溶性的钙盐和可溶性的碳酸盐在溶液中进行的一类反应。

4. 溶液中常见的离子反应包括两种类型

(1)复分解反应:从离子反应的角度来看复分解反应发生的条件是:离子反应总是向着离子数目减少的方向进行。例如生成沉淀,放出气体,生成难电离的物质的反应方向,均是离子数目减少的方向。

(2)在溶液中进行的氧化还原反应:取决于氧化剂和还原剂的相对强弱,氧化剂和还原剂越强,离子反应越完全。

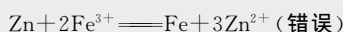
5. 离子方程式书写规则

(1)凡是易溶于水的强电解质,在离子方程式中一律写离子符号,弱电解质、沉淀、气体和单质一律写化学式。书写离子符号的必要条件是:强电解质,充分条件是易溶于水。例如: BaSO_4 ,虽然具备了写离子符号的必要条件——强电解质,但不具备充分条件——易溶于水。故 BaSO_4 不能写离子符号; CH_3COOH 虽然易溶于水,但它不具备必要条件——强电解质。故 CH_3COOH 在离子方程式中只能写分子式而不能写离子符号。只有像 NaCl 、 HCl 、 NH_4Cl 等这一类易溶于水的强电解质,在书写离子方程式时才写离子符号。

(2)离子方程式必须遵循质量守恒、电荷守恒。

①必须遵循质量守恒定律。

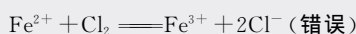
如:过量锌与 FeCl_3 溶液反应:



正确的是: $3\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe} + 3\text{Zn}^{2+}$

②必须遵循电荷守恒。

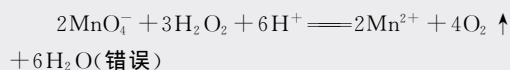
如:氯气通入 FeCl_2 溶液中:



正确的是: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

③氧化还原反应还必须遵循得失电子守恒。

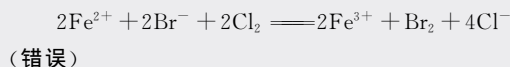
如:在双氧水(H_2O_2)中加入酸性 KMnO_4 溶液:



正确的是: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

④必须遵循定组成定律。

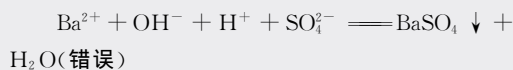
如:过量的氯气通入溴化亚铁溶液:



正确的是:



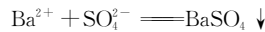
如: $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和稀 H_2SO_4 混合:



正确的是: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【例1】下列离子方程式书写正确的为 ()

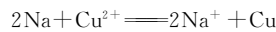
A. 氯化钡溶液与稀硫酸混合



B. 铁与盐酸反应 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 \uparrow$

C. 铜与硫酸锌反应 $\text{Cu} + \text{Zn}^{2+} = \text{Zn} + \text{Cu}^{2+}$

D. 钠与硫酸铜溶液反应

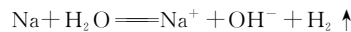


【解析】铁与盐酸反应生成 Fe^{2+} ;铜与硫酸锌不反应;钠与硫酸铜反应生成硫酸钠、氢气、氢氧化铜,故 B、C、D 均不对。

【答案】A

【例2】下列离子方程式正确的是 ()

A. 钠与水反应



B. 氯气与氯化亚铁反应

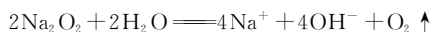




C. 铝与硝酸铜反应



D. 过氧化钠与水反应

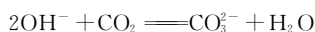


【解析】 A 违背质量守恒和电荷守恒; B、C 违背电荷守恒和得失电子守恒。

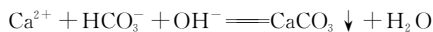
【答案】 D

【例 3】 下列离子方程式书写正确的是 ()

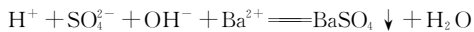
A. 向苛性钠溶液中通入足量二氧化碳



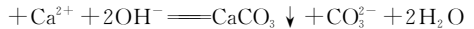
B. 向碳酸氢钙溶液中滴加少量氢氧化钾溶液



C. 向硫酸氢钠溶液中滴加氢氧化钡溶液至中性



D. 向碳酸氢钠溶液中滴加足量澄清石灰水



【解析】 NaOH 与足量 CO_2 反应的产物为 NaHCO_3 , A 选项不对。硫酸氢钠与氢氧化钡反应呈中性时,二者之间的物质的量之比为 2:1,反应的离子方程式为: $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,故 C 选项不对。碳酸氢钠与足量澄清石灰水反应时,二者的物质的量之比为 1:1,反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

【答案】 B

6. 最新《考试大纲》要求

正确书写离子反应方程式,依据题目所给信息,运用书写规则,书写典型反应的离子方程式或结合具体化学反应,依据书写规则判断离子方程式的书写正误。对上述考试大纲完全解读如下。

【例 4】 写出下列实验操作过程中所发生反应的离子方程式,并指出实验现象

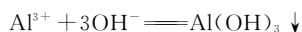
(1)向盛有 AlCl_3 溶液的试管中滴加 2~3 滴 NaOH 溶液并振荡试管

(2)向盛有 NaOH 溶液的试管中滴加 2~3 滴 AlCl_3 溶液并振荡试管

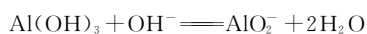
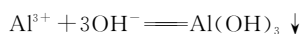
(3)向盛有 NaOH 溶液的试管中滴加 AlCl_3 溶液,边滴边振荡直至过量

【解析】 反应物的用量和滴加试剂顺序与生成物有关,一般说来开始滴加时,滴加的物质是少量的,接受滴加的物质是过量的。

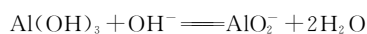
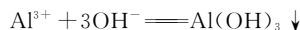
【答案】 (1)生成白色絮状沉淀



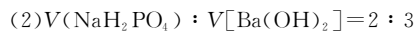
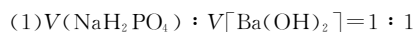
(2)先生成白色絮状沉淀后沉淀溶解



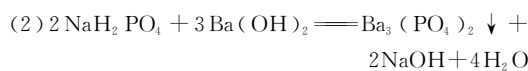
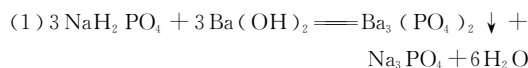
(3)先生成白色絮状沉淀,后沉淀溶解,溶液变澄清,澄清溶液又变浑浊。



【例 5】 按下列体积比混合写出相同物质的量浓度的 NaH_2PO_4 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合的离子反应方程式



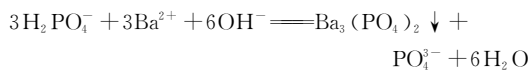
【解析】 先按体积比写出 NaH_2PO_4 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应化学方程式:



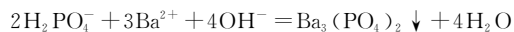
然后再改写成离子方程式就比较容易了,这是一种化繁为简的方法。

【答案】 由题给条件将两者体积比换算为物质的量之比为:

(1) $n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) : n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 1 : 1$ 时,两者恰好发生中和反应,故离子方程式为:



(2) 当 $n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) : n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 2 : 3$ 时,碱过量,中和反应离子方程式为:



二、能力提升技巧

考试技巧在哪里?

离子共存问题是高考中的常见题型,是每年常规高考题型,今后命题的发展趋势(1)增加限制条件,如:强酸性、无色透明、碱性、 $\text{pH}=1$ 、甲基橙试液呈红色、发生氧化还原反应等;(2)定性中有定量,如:由水电离出 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ 解答这类题目的技巧在于认真审题,确定附加条件所限制的离子共存范围或条件。

1. 溶液中离子大量共存判断方法

判断离子在溶液中是否大量共存,也存在一个“量”的问题,这是因为能够发生反应的少量离子是可以共存的。例如 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$,而水中存在极少量 H^+ 和 OH^- 。故我们讨论溶液中离子共存是指大量离子而言。

因为离子反应总是向着离子数目减少的方向进行,因此离子能否大量共存的判断标准也是这一标准。离子间哪些反应总是向离子数目减少的方向进行的呢?



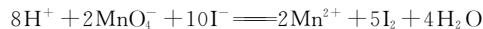
- (1)生成沉淀,气体,难电离的物质。
 (2)能发生双水解的离子。
 (3)能发生氧化还原反应的离子。
 (4)生成微溶物如 Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 不能大量共存,这是因为在 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 大量存在的情况下:

$$\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{CaSO}_4 \downarrow$$

【例 6】 下列各组中的离子能在 $\text{pH}=1$ 的无色溶液中大量共存的是 ()

- A. K^+ 、 Na^+ 、 I^- 、 MnO_4^-
 B. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}
 C. K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
 D. Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 Br^-

【解析】 对于 A,因发生氧化还原反应:



而不能大量共存;

对于 C,因发生复分解反应:



而不能大量共存;

对于 D, Fe^{3+} 溶液呈黄色。

【答案】 B

2. 溶液中氧化还原反应涉及的“量”

在溶液中氧化性的离子如: Fe^{3+} 、 MnO_4^- 、 Cu^{2+} 、 H^+ 等和还原性的离子如: S^{2-} 、 I^- 、 Fe^{2+} 、 SO_3^{2-} 发生氧化还原反应时往往与“量”有关。

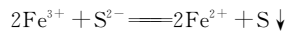
【例 7】 指出下列实验现象并写出离子方程式。

(1)向盛有 FeCl_3 溶液的试管中滴入 1~2 滴 Na_2S 溶液。

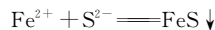
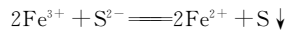
(2)向盛有 Na_2S 溶液的试管中滴入 1~2 滴 FeCl_3 溶液。

【解析】 Fe^{3+} 是较强氧化剂, S^{2-} 是强还原剂,因此在溶液中发生氧化还原反应,但由于量的不同还可能发生复分解反应。

【答案】 (1)溶液变浑浊:



(2)溶液先变浑浊,随即出现黑色沉淀。



三、基础能力测试

基础分你拿全了吗?

1. 在 $\text{pH}=1$ 的无色溶液中能大量共存的离子组是 ()

- A. NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
 B. Ba^{2+} 、 K^+ 、 OH^- 、 NO_3^-
 C. Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

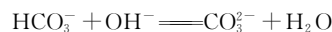
D. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 AlO_2^-

2. 下列各组离子,在强碱性溶液中可以大量共存的是 ()

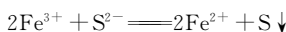
- A. I^- 、 AlO_2^- 、 Cl^- 、 S^{2-}
 B. Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 Ba^{2+}
 C. Br^- 、 S^{2-} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}
 D. SO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-

3. 下列离子方程式书写正确的是 ()

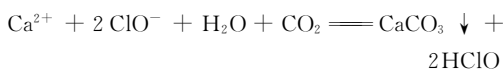
A. 碳酸氢钙溶液中加入过量的氢氧化钠溶液



B. 氯化铁溶液中通入硫化氢气体



C. 次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳

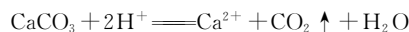


D. 氯化亚铁溶液中加入硝酸

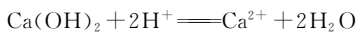


4. 下列反应的离子方程式正确的是 ()

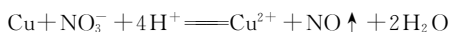
A. 碳酸钙与醋酸



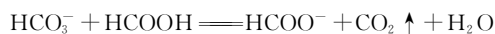
B. 澄清石灰水中加入盐酸



C. 铜片加入稀硝酸中

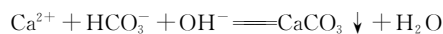


D. 小苏打溶液和甲酸混合



5. 下列反应的离子方程式书写正确的是 ()

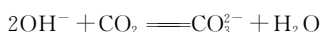
A. 向饱和碳酸氢钙溶液中加入饱和氢氧化钙溶液



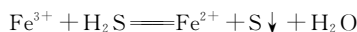
B. 金属铝溶于氢氧化钠溶液



C. 用氢氧化钠溶液吸收二氧化碳



D. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的酸性溶液中通入足量硫化氢

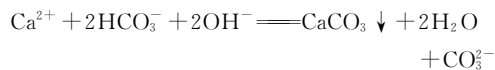


6. 下列离子在溶液中因发生氧化还原反应而不能大量共存的是 ()

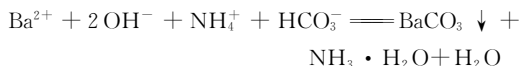
- A. H_3O^+ 、 NO_3^- 、 Fe^{2+} 、 Na^+
 B. Ag^+ 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 K^+
 C. K^+ 、 Ba^{2+} 、 OH^- 、 SO_4^{2-}
 D. Cu^{2+} 、 NH_4^+ 、 Br^- 、 OH^-

7. 下列反应的离子方程式错误的是 ()

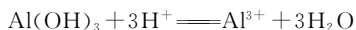
A. 向碳酸氢钙溶液中加入过量氢氧化钠



B. 等体积等物质的量浓度的氢氧化钡溶液与碳酸氢铵溶液混合



C. 氢氧化铝与足量盐酸反应



D. 过量 CO_2 通入氢氧化钠溶液中



四、潜能挑战测试

力争上重点大学!

8. (1) 向 NaHSO_4 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至中性, 请写出发生反应的离子方程式: _____。

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

9. 某强碱性溶液中含有的离子是 K^+ 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 AlO_2^- 、 SO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 中的某几种离子, 现进行如下实验:

① 取少量的溶液用硝酸酸化后, 加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 无沉淀生成。② 另取少量溶液加入盐酸, 其现象是: 一段时间保持原样后, 开始产生沉淀并逐渐增多, 沉淀量基本不变后产生一种气体, 最后沉淀逐渐减少至消失。

则原溶液中肯定存在的离子是 _____, 肯定不存在的离子是 _____。

已知一定量的原溶液中加入 5 mL 0.2 mol/L 盐酸时, 沉淀会完全消失, 加入足量的硝酸银溶液可得到沉淀 0.187 g, 则原溶液中是否含有 Cl^- ? 答: _____。

10. 某河道两旁有甲乙两厂, 它们排放的工业废水中, 共含 K^+ 、 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 六种离子:

甲厂的废水明显呈碱性, 故甲厂废水中所含的三种离子是 _____、_____、_____。

乙厂的废水中含有另外三种离子。如果加一定量 _____ (选填: 活性炭、硫酸亚铁、铁粉), 可以回收其中的金属 _____ (填写金属元素符号)。

另一种设想是将甲厂和乙厂的废水按适当的比例混合, 可以使废水中的 _____ (填写离子符号) 转化为沉淀。经过滤后的废水主要含 _____, 可用来浇灌农田。

11. 某溶液中含有 Ba^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 Mg^{2+} 等四种金属阳离子, 现欲将这四种阳离子逐一沉淀下来。某学生设计了如下四种方案。所选试剂及顺序如下:

甲方案: Na_2SO_4 溶液、稀盐酸、 H_2S 、 NaOH 溶液

乙方案: 稀盐酸、 Na_2SO_4 溶液、 H_2S 、 NaOH 溶液

丙方案: NaCl 溶液、 Na_2SO_4 溶液、 NaOH 溶液、 Na_2S 溶液

丁方案: Na_2S 溶液、 Na_2SO_4 溶液、 NaCl 溶液、

NaOH 溶液

试回答:

(1) 你认为可行的方案是 _____ 方案, 反应的离子方程式有: _____。

(2) 方案 _____ 不可行的原因是: _____。

方案 _____ 不可行的原因是: _____。

方案 _____ 不可行的原因是: _____。

12. 在含有 n mol FeBr_2 的溶液中通入 x mol Cl_2 , 试解答下列问题:

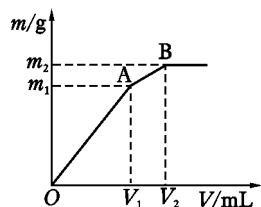
(1) 当 $x \leq 0.5n$ mol 时, 这一反应的离子方程式是: _____。

(2) 当 $x \geq 1.5n$ mol 时, 这一反应的离子方程式是: _____。

(3) 当 $x = n$ mol 时, 这一反应的离子方程式是: _____。

13. 向含 0.02 mol Al^{3+}

的明矾溶液中逐滴加入 0.2 mol/L 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液时, 测得产生沉淀的质量 m 和逐滴加入的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积 V 的关系如图 2-1 所示:



(1) 写出两个阶段 OA、AB 反应的离子方程式。OA 段: _____; AB 段: _____。

图 2-1

(2) 计算出 A 点、B 点所对应的 m 和 V , 填在下面横线上。

$V_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$; $V_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, $m_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



五、标答与提示

名师为你解难!

1. A(点拨: 解题时应注意: ① $\text{pH}=1$ 溶液呈酸性, 故 OH^- 与 AlO_2^- 不能存在, ② Cu^{2+} 为蓝色)

2. AC(点拨: NH_4^+ 和 HCO_3^- 均不能存在于碱性溶液中)

3. D[点拨: A 选项中有 CaCO_3 生成, B 选项中 H_2S 应写分子式, C 选项中生成物为 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$]

4. D(点拨: A 中醋酸应写分子式, B 中澄清石灰水应写离子符号, C 中离子方程式电荷不守恒)

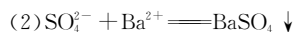
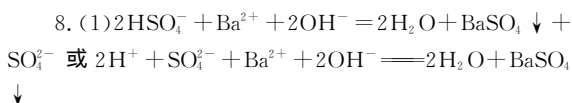
5. AC(点拨: B、D 两选项中离子方程式电荷不守恒)

6. A(点拨: NO_3^- 在酸性条件下和 Fe^{2+} 因发生氧化还原反应而不能共存; C、D 选项中离子因发生沉淀反应而不能共存)

7. D(点拨: 过量 CO_2 通入 NaOH 溶液中生成物为



NaHCO₃)

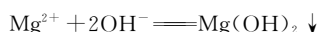
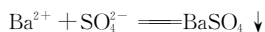
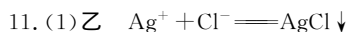


9. AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 SiO_3^{2-} 、 Al^{3+} ；有 Cl^-

由①知不存在 SO_4^{2-} 、 SiO_3^{2-} ；由②知：产生沉淀说明存在 AlO_2^- （排除 Al^{3+} 、 NH_4^+ 存在），产生气体说明存在 CO_3^{2-} 。进一步推知溶液一定含有一种较高浓度的阳离子，只能为 K^+ 。

已知 $n(\text{Cl}^-) = n(\text{HCl}) = 5 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.2 \text{ mol/L} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，生成 $n(\text{AgCl}) = \frac{0.187 \text{ g}}{143.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.3 \times 10^{-3} \text{ mol} > n(\text{Cl}^-)$ ，故原溶液中一定含有 Cl^- 。

10. OH^- 、 Cl^- 、 K^+ ；Fe 粉；Ag； Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 OH^- ； KNO_3



(2) 甲：先加 SO_4^{2-} 会产生 BaSO_4 、 Ag_2SO_4 沉淀

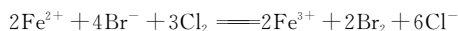
丙：加 NaOH 溶液会同时生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀；

丁：加 Na_2S 会同时生成 CuS 、 Ag_2S 沉淀。

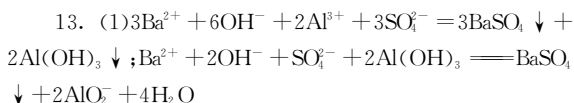
12. (1) 当 $x \leq 0.5n$ 时，即少量 Cl_2 与 FeBr_2 反应：



(2) 当 $x \geq 1.5n$ 时，即 $n(\text{Cl}_2) : n(\text{FeBr}_2) \geq 3 : 2$ ，即 Cl_2 过量恰好将 FeBr_2 完全氧化：



(3) 当 $n(\text{Cl}_2) = n(\text{FeBr}_2)$ 时：



(2) 150 mL；8.55 g；220 mL；9.32 g

点拨：OA 段反应式为： $2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$ （ Al^{3+} 恰好完全沉淀）；OB 段总反应式为： $2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 4\text{Ba}(\text{OH})_2 = 2\text{KAlO}_2 + 4\text{BaSO}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ （ SO_4^{2-} 恰好完全沉淀，沉淀的质量达到最大值）。依上述方程式不难计算 m 、 V 的值。



第 3 讲

化学反应中的能量变化



一、考点内容全解

本讲考什么？

1. 化学反应中能量变化包括哪些考点？

最新《考试大纲》规定，“热化学方程式”的意义表示方法属于理解层次。新教材为什么要深化热化学方程式的意义及其表示方法呢？这是因为化学反应方程式只能表示化学反应中的物质变化而不能表明化学反应中的能量变化。对反应热的理解应从化学反应实质的高度来分析：任何化学反应，为什么总是伴随着能量的变化呢？这是因为任何化学反应的本质——旧化学键的断裂和新化学键的形成。故热化学反应方程式既能表示化学反应中的物质变化，又能表示化学变化中的能量变化。

2. 怎样书写热化学反应方程式？

(1) 热化学方程式：表明反应放出或吸收的热量，的化学方程式叫做热化学方程式。

(2) 需注明反应的温度和压强，因反应的温度

和压强不同其 ΔH 也不同。但中学所用的 ΔH 的数据一般都是在 101 kPa 和 25 °C 时的数据，因此可不特别注明，但需注明 ΔH 的“+”与“-”。

ΔH 称之为“热焓”，不能简单地理解为反应热，焓具容量性质， ΔH 的大小与物质的量成正比。为深入理解 ΔH 的“+”与“-”，现简要介绍两个术语。体系：指研究的对象——化学反应；环境：体系以外的物质世界。体系向环境放热，体系的能量减少故放热反应的 ΔH 为“-”，体系化学变化需要环境向其提供能量，体系的能量增加了，故吸热反应的 ΔH 为“+”，总之谈 ΔH 的“+”与“-”我们是站在“体系”的立场上来看待环境的。

(3) 要注明反应物和生成物的状态。因为物质呈现哪一种聚集状态与它们所具有的能量有关。

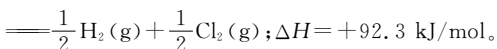
(4) 与化学方程式不同，热化学方程式物质前的化学计量数不表示分子个数，因此它可以是整数也可以是分数，对于相同物质的反应，当化学计量数不同时，其 ΔH 也不同。



【例 1】已知： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$;
 $\Delta H = -184.6 \text{ kJ/mol}$, 则反应 $\text{HCl}(\text{g}) = \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) +$
 $\frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g})$ 的 ΔH 为 ()

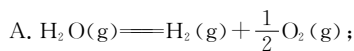
- A. $+184.6 \text{ kJ/mol}$ B. -92.3 kJ/mol
 C. -369.2 kJ/mol D. $+92.3 \text{ kJ/mol}$

【解析】正反应 $\Delta H < 0$, 则逆反应 $\Delta H > 0$, 因 ΔH 的大小与化学计量数有关, 故热化学反应方程式 $\text{HCl}(\text{g})$

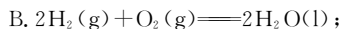


【答案】D

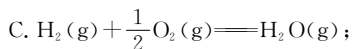
【例 2】已知在 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$, 298 K 条件下, 2 mol 氢气燃烧生成水蒸气放出 484 kJ 热量, 下列热化学方程式正确的是 ()



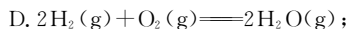
$$\Delta H = +242 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -484 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = +242 \text{ kJ/mol}$$

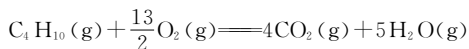


$$\Delta H = +484 \text{ kJ/mol}$$

【解析】书写热化学方程式应注意以下几点: 一是物质的化学计量数与 ΔH 的大小相对应; 二是物质的聚集状态与 ΔH 的大小相对应; 三是 ΔH 的“+”“-”要与吸热反应和放热反应相对应。B 选项方程式中 H_2O 的存在状态不对。C、D 选项 ΔH 的“+”“-”应用错误。

【答案】A

【例 3】一定条件下, 充分燃烧一定量的丁烷放出热量为 161.9 kJ , 经测定完全吸收生成的二氧化碳需消耗 5 mol/L 的 KOH 溶液 100 mL , 恰好生成正盐。



则此条件下热化学方程式的 ΔH 为 ()

- A. $+2590.4 \text{ kJ/mol}$ B. -2590.4 kJ/mol
 C. $+1295.2 \text{ kJ}$ D. -2590.4 kJ

【解析】由 $\text{CO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 知
 $n(\text{CO}_2) = \frac{1}{2}n(\text{KOH}) = \frac{1}{2} \times 5 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} =$
 0.25 mol $1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}$ 完全燃烧生成 4 mol CO_2 易知 ΔH
 $= -161.9 \text{ kJ/mol} \times \frac{4}{0.25} = -2590.4 \text{ kJ/mol}.$

【答案】B

【例 4】反应热 ΔH 等于生成物分子形成时所释放的总能量 ($b \text{ kJ/mol}$) 与反应物分子断裂时所吸收的总能量 ($a \text{ kJ/mol}$) 之差的绝对值 (如图 3-1 所示)

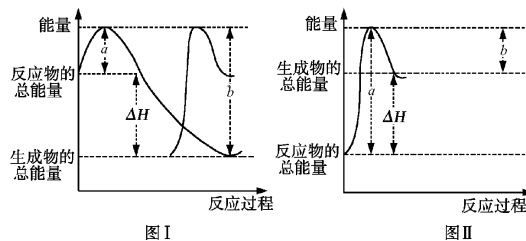


图 3-1

分析上图回答图 I 所表示的反应是吸热反应还是放热反应? ΔH 是“+”还是“-”?

图 II 所表示的反应是吸热反应还是放热反应? ΔH 是“+”还是“-”?

【解析】由图 I 知反应物的总能量高于生成物的总能量, 则反应的 $\Delta H < 0$ 为放热反应, 由图 II 知生成物的总能量大于反应物的总能量, 则反应的 $\Delta H > 0$ 为吸热反应。

【答案】放热反应; -; 吸热反应; +

3. 新教材将反应热与能量、能源相结合, 体现了与时俱进的理念

能源的利用, 其实就是能量的转化过程。能量及其转化是物理、化学、生物学科中的一个重要内容, 是理科综合试题的知识载体之一, 灵活运用能量间的相互转化关系是解决该类问题的关键。能量间的转化关系如图 3-2:

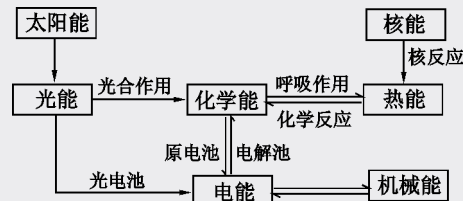


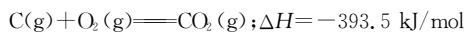
图 3-2

【例 5】近 20 年来, 对以氢气作为未来的动力燃烧氢能源的研究获得了迅速发展, 像电一样, 氢是一种需要依靠其他能源如石油、煤、原子能等能量来制取的所谓“二级能源”, 而存在于自然界的可以提供现成形式能量的能源称为一级能源, 如煤、石油、太阳能和原子能等。

(1) 为了有效发展民用氢能源, 首先必须制得廉价的氢气, 下列可供开发又较经济且资源可持续利用的制氢气的方法是 ()

- A. 电解水 B. 锌和稀硫酸反应
 C. 光解海水 D. 以石油、天然气为原料

(2) 氢气燃烧时耗氧量小, 发热量大。已知, 热化学方程式为:



试通过计算说明等质量的氢气和碳燃烧时产生热



量的比值是_____。

(3)氢能源有可能实现能源的贮存,也有可能实现经济、高效的输送。研究表明在过渡金属型氢化物(又称间充氢化物)中,氢原子填充在金属的晶格间隙之间,其组成不固定,通常是非整比化学计量物的,如:LaH_{2.76}、TiH_{1.73}、CeH_{2.69}、ZrH_{1.98}、PrH_{2.85}、TaH_{0.78}。已知标准状况下,1体积的钯粉大约可吸附896体积的氢气(钯粉的密度为10.64 g/cm³,相对原子质量为106.4),试写出钯(Pd)的氢化物的化学式_____。

【解析】(1)光解水法:利用特殊催化剂,模拟生物光合作用制取氢气,是较经济且资源可持续利用的制氢方法。

(2)由热化学方程式可知,相同质量的氢气和碳完全燃烧时放出的热量之比:

$$\frac{285.8 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ g}}{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{1 \text{ g}}{12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = 4.36 : 1$$

$$\begin{aligned} (3) \text{由题意可知,} 1 \text{ cm}^3 \text{ 钯粉可吸收 } 896 \text{ cm}^3 \text{ 的氢气,} \\ N(\text{Pd}) : N(\text{H}) \\ = \frac{1 \text{ cm}^3 \times 10.64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{106.4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{0.896 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \\ = 1 : 0.8 \end{aligned}$$

故钯的氢化物的化学式为 PdH_{0.8}

【答案】(1)C (2)4.36 : 1 (3)PdH_{0.8}



二、能力提升技巧

考试技巧在哪里?

从新教材高考试卷来看,化学反应中能量变化的试题通常以选择题出现的形式较多,而从内容上看这类题目通常具有小综合的特点,鉴于此我们必须按最新《考试大纲》的规定加深对燃烧热、中和热的理解,才能在考试中做到游刃有余。

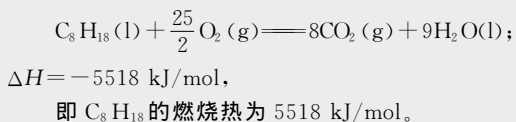
1. 燃烧热

(1)概念:在101 kPa时,1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量,叫做该物质的燃烧热。燃烧热的单位一般用 kJ/mol 表示。

注意:完全燃烧,是指物质中下列元素完全转变成对应的物质:C→CO₂,H→H₂O,S→SO₂等。

(2)表示的意义:例如C的燃烧热为393.5 kJ/mol,表示在101 kPa时,1 mol C完全燃烧放出393.5 kJ的热量。

(3)书写热化学方程式:燃烧热是以1 mol 物质完全燃烧所放出的热量来定义的,因此在书写它的热化学方程式时,应以燃烧1 mol 物质为标准来配平其余物质的化学计量数。例如:



(4)燃烧热的计算:可燃物燃烧反应放出的热量的计算方法为 $Q_{\text{放}} = n(\text{可燃物}) \times \Delta H$,

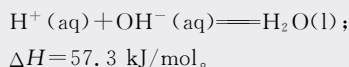
式中: $Q_{\text{放}}$ 为可燃物燃烧反应放出的热量; n 为可燃物的物质的量; ΔH 为可燃物的燃烧热。

2. 中和热

(1)概念:在稀溶液中,酸跟碱发生中和反应而生成1 mol H₂O,这时的反应热叫中和热。

(2)理解时应注意:①稀溶液是指溶于大量水的离子。②中和热不包括离子在水溶液中的生成热、物质的溶解热、电解质电离的吸热所伴随的热效应。③中和反应的实质是H⁺和OH⁻化合生成H₂O,若反应过程中有其他物质生成,这部分反应热也不在中和热内。

(3)中和反应的热化学方程式可表示为:



【例6】为了开发氢能源,已研究实现了天然气的化学转化制氢工艺,其反应式为:CH₄(g)+2H₂O=CO₂(g)+4H₂;ΔH=+165 kJ/mol

(1)该反应常温下能否发生?为什么?

(2)如果你是一位氢能源研制者,想要使该反应发生,通常可采用哪两种途径?

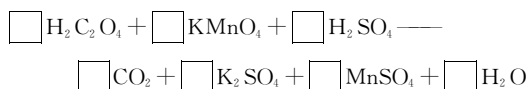
【解析】(1)由CH₄(g)+2H₂O=CO₂(g)+4H₂(g);ΔH=+165 kJ/mol,知该反应的正反应是吸热反应,故在室温下该反应不能发生。

(2)因天然气价廉易得,可利用天然气作燃料使其转化制氢;研制开发适宜催化剂。

【答案】(1)不能;该反应为吸热反应;

(2)一是加热(使一部分CH₄完全燃烧提供必要能量使上述反应发生);二是使用适宜的催化剂。

【例7】(1)配平下列氧化还原反应方程式:



当KMnO₄消耗0.05 mol时,产生的CO₂的体积为_____ (标准状况)。

(2)家用液化气中主要成分之一是丁烷。当10 kg 丁烷完全燃烧并生成二氧化碳和液态水时,放出热量5×10⁵ kJ。试写出丁烷燃烧反应的热化学方程式:_____

已知1 mol 液态水汽化时需要吸收44 kJ 热量,则1 mol 丁烷完全燃烧产生气态水时放出的热为_____ kJ。

【解析】(1)H₂C₂O₄分子式中,C元素的化合价可按无机酸计算化合价的方法推算。化合价= $\frac{2 \times 4 - 2}{2} = 3$,即为+3价。

(2)写热化学方程式要在完整的化学方程式的基础上增加两项要求。①注明各物质的聚集状态;②标出热