

第一篇 学科内热点综合专题测试

专题一 氧化还原反应 电化学	(001)
专题二 离子反应及化学反应中的能量变化	(011)
专题三 化学反应速率 化学平衡	(021)
专题四 电解质溶液(强弱电解质、盐类水解、pH)	(032)
专题五 物质的组成与结构	(042)
专题六 重要无机物的性质	(052)
专题七 无机框图及推断题	(061)
专题八 有机物的性质及结构	(071)
专题九 有机推断及合成	(083)
专题十 化学实验	(095)
专题十一 化学·社会·生活	(106)

第二篇 学科内综合模拟测试

学科内综合模拟测试(一)	(116)
学科内综合模拟测试(二)	(128)
学科内综合模拟测试(三)	(139)
学科内综合模拟测试(四)	(151)
学科内综合模拟测试(五)	(162)

第三篇 学科间交叉综合专题测试

专题一 化学与生物的综合	(171)
专题二 化学与物理的综合	(182)
专题三 化学与数学(图象、推理、计算等)的综合	(193)
专题四 化学、生物、物理的综合	(206)

第四篇 理科综合模拟卷

理科综合模拟卷(一)	(217)
理科综合模拟卷(二)	(229)
理科综合模拟卷(三)	(243)
理科综合模拟卷(四)	(255)
理科综合模拟卷(五)	(266)

第一篇

学科内热点综合专题测试

专题一 氧化还原反应 电化学

考点阐释

氧化还原反应的考点主要有：

1. 氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的判断。
2. 计算反应中电子转移的数目。
3. 判断反应是否属于氧化还原反应。
4. 比较氧化剂的氧化性或还原剂的还原性的强弱。
5. 氧化还原反应方程式的配平。
6. 依据质量守恒、原子守恒、电荷守恒等解决一些计算型问题。

电化学考查的主要内容有：

1. 原电池、电解池和电镀池的电极名称及电极反应式。
2. 根据原电池、电解池的电极变化，判断金属活泼性强弱。
3. 根据电解时的电极变化，判断电极材料、电解质种类。
4. 判断酸、碱、盐的水溶液在电解时 pH 的变化趋势。
5. 对几种新型电池的电极反应的认识和书写。
6. 有关电解产物的判断和计算。其中，原电池的工作原理、电解的产物及有关计算是高考命题的热点。

氧化还原反应的知识由于涉及知识面广，很容易与工农业生产、日常生活、科学实验等实际相结合，与此相关的一些新的题型及新的设问方式将会出现。

有关电化学的内容，是历年高考的重中之重，并主要以选择题的形式出现。由于电化学常常涉及到物理学中的串联电路、并联电路以及相关物理量如电流强度、电压、电阻、时间、电量等，即电化学知识是物理和化学的交汇点，展望其将会成为“3+X”综合测试的热点。

试题点拨

氧化还原反应是高考中必考内容之一，而电化学反应的实质就是氧化还原反应，这也是把这两块内容设置为一个专题的主要原因。

该专题试题的设置具有以下一些特点：

1. 知识点考查比较全面。
2. 注重了对学生的思维能力和语言表达能力的考查。
3. 注重了学科间知识的渗透。
4. 体现了理论联系实际、学以致用的思想。

试题全解

可能用到的相对原子质量：H 1 O 16
Cl 35.5 N 14 S 32 Ag 108 Pb 207

第 I 卷(选择题 共 48 分)

一、选择题(本题包括 16 小题，每小题只有一个选项符合题意，每小题 3 分，共 48 分)

- ⇒1. 随着人们生活质量的不断提高，废电池必须集中处理的问题被提上议事日程，其首要原因是 ()
- A. 利用电池外壳金属材料
 - B. 防止电池中汞、镉和铅等重金属离子对土壤和水源的污染。
 - C. 不使电池中渗泄的电解液腐蚀其他物品
 - D. 回收其中石墨电极

解析：本题属人们生活中所熟悉的环保问题。回收废旧电池的首要原因是防止废电池中渗漏的重金属离子对土壤和水源的污染，而对废电池的综合利用是第二位的。故 B 项说法正确。

答案：B

- ⇒2. 下列化工生产中所发生的反应不属于氧化还原反应的是 ()
- A. 用油脂制肥皂
 - B. 用铝土矿制金属铝

备
课
札
记



C. 用氯气和消石灰制漂白粉

D. 用氢气和氮气合成氨

解析:判断氧化还原反应最简单的办法是看反应前后元素有无化合价的变化。A项为酯在碱性条件下的水解,不存在元素化合价的变化;B项铝土矿制金属铝,发生 $\overset{+3}{\text{Al}}-\overset{0}{\text{Al}}$;C

项, $\overset{0}{\text{Cl}_2} \longrightarrow \overset{-1}{\text{CaCl}_2} + \overset{+1}{\text{Ca}(\text{ClO})_2}$;D项, $\overset{0}{\text{N}_2} \longrightarrow \overset{-3}{\text{NH}_3}$,故B、C、D项都属于氧化还原反应。

答案:A

⇒3. 以下现象与电化学理论无关的是……()

- A. 黄铜(铜锌合金)制作的铜锣不易生铜锈
- B. 生铁比软件铁芯(几乎是纯铁)容易生锈
- C. 钝锌与稀硫酸反应时,滴入少量硫酸铜溶液后速率加快
- D. 银质奖牌久置后表面变暗

解析:本题实质上是考查原电池的有关知识。选项A中黄铜是铜锌合金,可以构成原电池,但铜没有锌活泼,被腐蚀的是锌而不是铜,故不易产生铜绿;选项B中生铁是铁碳合金,可以构成原电池而使铁腐蚀生锈,软件铁芯几乎是纯铁,不构成原电池;选项C在含Zn的 H_2SO_4 溶液中加入 CuSO_4 溶液后,发生反应: $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$,反应置换出的铜附着在锌的表面,构成无数微小的原电池,加速了 H_2 的产生;D项中银质奖牌是由较纯的银制作的,不构成原电池,久置后表面变暗是跟空气中的多种物质反应造成的。综合分析,只有D项符合题意。

易错点:因没有意识到C项Zn与 CuSO_4 的反应会形成铜锌原电池,从而错选C项。

答案:D

⇒4. 人体血红蛋白中含有 Fe^{2+} ,如果误食亚硝酸盐,会使人中毒,因为亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 转变为 Fe^{3+} ,生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力。服用维生素C可缓解亚硝酸盐的中毒,这说明维生素C具有……()

- A. 酸性
- B. 碱性
- C. 氧化性
- D. 还原性

解析:本题为一信息给予题,实质上考的是有关氧化还原反应的知识,同时考查学生思维的敏捷性。由题干信息可知,亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 转变为 Fe^{3+} ,生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力。服用维生素C可缓解,说明维生素C可将 Fe^{3+} 重新变为 Fe^{2+} 。即维生素C作还原剂,具有还原性。

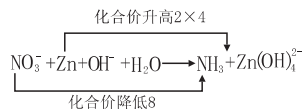
答案:D

⇒5. 将 $\text{NO}_3^- + \text{Zn} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 配平后,离子方程式中 H_2O 的系数是……()

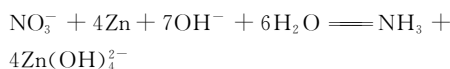
- A. 2
- B. 4
- C. 6
- D. 8

解析:本题是一道氧化还原方程式的配平试

题,此反应中氧化剂是 NO_3^- ,还原剂是Zn,根据化合价升高和降低的总数相等,配平氧化还原反应方程式。



由质量守恒配平各种元素的原子个数得



从配平的化学方程式可以看出, H_2O 的系数为6,故本题答案应为C。

易错点:仅从生成物 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 中有4个 OH^- 而贸然地认为反应物中应有4 H_2O ,从而误选B。

答案:C

⇒6. 下列叙述中,正确的是……()

- A. 元素的单质可由氧化含该元素的化合物来制得
- B. 失电子越多的还原剂,其还原性就越强
- C. 阳离子只能得电子被还原,作氧化剂
- D. 含有最高价元素的化合物一定具有强氧化性

解析:本题考查有关氧化还原反应中的诸多概念及其在化学反应中所发生的变化,解答的方法一般是举出具体的例子来对各选项进行肯定或否定。

A项,元素的单质既可通过氧化含该元素的化合物来制得,如 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ (Cl_2 氧化NaBr),也可通过还原含该元素的化合物来制得(金属),如 $\text{CuO} + \text{H}_2$

$\xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ (H_2 还原CuO),故A项说法正确;还原剂的还原性强弱与失电子的难易程度有关,而与失电子多少无关,如 $\text{Al} \xrightarrow{-3e^-} \text{Al}^{3+}$, $\text{Na} \xrightarrow{-e^-} \text{Na}^+$,但还原性是 $\text{Na} > \text{Al}$,B项说法错误;阳离子可以得电子

被还原,作氧化剂,如 $\text{Cu}^{2+} \xrightarrow[\text{得 } 2e^-]{\text{Fe}} \text{Cu}$,但低价阳离子还可失去电子做还原剂,如 Fe^{2+}

$\xrightarrow[\text{失 } e^-]{\text{Cl}_2} \text{Fe}^{3+}$,故C项错误;含有最高价元素的化合物不一定具有强氧化性,如 H_3PO_4 中P的化合价为最高价(+5价),但 H_3PO_4 却没有强氧化性,故D错。综合分析,答案为A。

答案:A

⇒7. 图1—1—1中X、Y分别是直流电源的两极,通电后发现a极板质量增加,b极板处有无色无臭气体放出,符合这一情况的是……()



	a 极板	b 极板	X 电极	Z 溶液
A	锌	石墨	负极	CuSO ₄
B	石墨	石墨	负极	NaOH
C	银	铁	正极	AgNO ₃
D	铜	石墨	负极	CuCl ₂

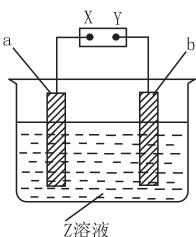
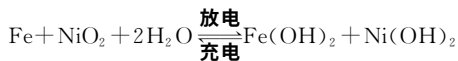


图 1-1-1

解析: 本题的装置外接直流电源, 是电解池。题目通过电解池两极反应现象的描述, 要求做题者选择符合现象的组合, 考查对电解中电极反应的掌握程度, 解题时, 可抓住两极反应现象, 采用逐步淘汰的方法筛选。根据金属阳离子能在阴极得电子被还原而析出并使阴极板质量增重, 可知 a 极为阴极, 则与阴极相连的 X 极为负极, 此时, C 项被排除。在提供的 A、B、D 项的 Z 溶液中, B 中电解 NaOH 溶液实际上是电解水, 其在阴极应得到无色气体 H₂, 与题意不符, 排除。剩下 A、D 项, 其中的 D 项实质上是电解 CuCl₂, 其在 b 极板处应产生黄绿色、有刺激性气味的 Cl₂, 与已知条件不符, 排除。最后确定 A 项符合题意。

答案: A

- ⇒8. 蓄电池在放电时起原电池的作用, 在充电时起电解池的作用。下式是爱迪生蓄电池分别在充电和放电时发生的反应:



下列有关该蓄电池的推断错误的是 … ()

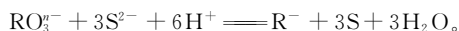
- A. 放电时 Fe 是负极, NiO₂ 是正极
 B. 充电时阴极上的电极反应式是:
 $\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{e}^- = \text{Fe} + 2\text{OH}^-$
 C. 放电时, 电解质溶液中的阴离子向正极方向移动
 D. 蓄电池的电极必须浸入某种碱性电解质溶液中

解析: 根据题意可把蓄电池充电、放电过程和已学过的原电池、电解池的工作原理联系起来。将放电过程视为原电池反应, 负极应发生氧化反应, 正极应发生还原反应。从上述放电反应来看, Fe 化合价升高, 失去电子发生氧化反应, 所以 Fe 为负极, 而 NiO₂ 中, Ni 化合价降低, 得电子发生还原反应, NiO₂ 为正极, 故 A 选项正确; 因 Fe 失去电子, 使

得负极周围的电解液带正电荷, 溶液中的阴离子应流向负极, 所以 C 选项错误; 将充电过程视为电解池反应, 阳极发生氧化反应(失电子反应), 而阴极发生还原反应(得电子反应), B 选项正确; 从题中所给反应式可看出蓄电池的电极必须浸在碱性溶液中, 由此 D 项正确。按题目要求答案为 C。
易错点: 学生容易受思维定势的影响, 想当然地认为阴离子向正极移动, 阳离子向负极移动, 从而认为 C 项说法正确。

答案: C

- ⇒9. 水溶液中 RO₃ⁿ⁻ 与 S²⁻ 在酸化后发生反应:



下列有关推断正确的是 … ()

- A. RO₃ⁿ⁻ 中 R 呈 +6 价
 B. RO₃ⁿ⁻ 中 R 呈 +7 价
 C. R 原子最外层有 5 个电子
 D. R 原子最外层有 7 个电子

解析: 本题是氧化还原反应规律与原子核外电子排布规律的综合运用。从反应后的产物 R⁻ 可知 R 为 -1 价, 即 R 的最低化合价为 -1, 故其原子的最外层应有 7 个电子; 在反应中, 3S²⁻ 共失 6 个电子, 则 R 应得 6 个电子被还原为 R⁻, 即 RO₃ⁿ⁻ 中 R 的化合价应为 +5 价。另外, 也可根据反应前后电荷守恒而得出 n=1, 然后根据化合价规则得出 R 在 RO₃ⁿ⁻ 中的化合价为 +5。综上所述, 本题答案为 D。

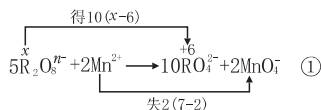
易错点: 误选 C, 原因是得出 R 在 RO₃ⁿ⁻ 中的化合价为 +5 价后, 就误认为原子最外层有 5 个电子。实际上, 非金属元素化合价中的负价是固定的, 而正价往往是可变的, R 为 +5 价, 原子最外层不一定是 5 个电子。

答案: D

- ⇒10. R₂O₈ⁿ⁻ 在一定条件下可以把 Mn²⁺ 氧化为 MnO₄⁻, 若反应后 R₂O₈ⁿ⁻ 变为 RO₄²⁻, 又知反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 5:2, 则 n 值是 … ()

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

解析: 解此题的依据是: 在氧化还原反应中, 氧化剂得到的电子数等于还原剂失去的电子数。依题意, 有



$$\text{则 } 10(x-6) = 2 \times (7-2)$$

$$x = 7$$

再由化合价规则及 R₂O₈ⁿ⁻ 得

$$n = 2 \times 8 - 2 \times 7 = 2,$$

答案: C。

另外, 也可根据一种元素的最高正价只能

备
课
札
记



为+7价,而 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 中的R被还原为 RO_4^{2-} 时,R降低到+6价,故 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 中R的化合价只能为+7,所以 $n=2$,这样可以快速求解。

注意,此题不能根据①式依据电荷守恒求解。因为①式反映的只是氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物之间关系的式子,而不是配平了的离子反应方程式,这一点是与第7题不同的。

答案:C

⇒11. A^{n+} 比 B^{m+} 氧化性强,下列判断正确的是
..... ()

- A. $m\text{A}^{n+} + n\text{B} \rightleftharpoons n\text{B}^{m+} + m\text{A}$
B. $m\text{A}^{n+} + \text{C} \rightleftharpoons m\text{A} + \text{C}^{m+}$, $n\text{B}^{m+} + \text{C} \rightleftharpoons n\text{B} + \text{C}^{m+}$
C. A、B为同周期元素,其最高正价分别为 $+n, +m$,且 $m > n$
D. A、B为同主族元素, $m = n =$ 最高正价, A的原子序数大于B

解析:本题是周期表元素性质递变规律与氧化还原反应规律综合题。 A^{n+} 氧化性强于 B^{m+} ,说明B的金属性强于A。A选项是B置换A,正确;B选项是C分别置换盐溶液中的A和B。其只能说明C的活泼性比A、B都强,但却难以判断A、B的相对活泼性;C选项中,A、B在同周期, $m > n$,说明在周期表中,B在A的右边,金属性弱于A(或 A^{n+} 的氧化性弱于 B^{m+}),与题意不符,错误;D选项中,A、B同主族,且A的原子序数大于B,说明它们在周期表中的位置是A在下,B在上,即A的金属性强于B(或 A^{n+} 的氧化性弱于 B^{m+}),与题意不符,错误,故正确的选项只有A。

答案:A

⇒12. 用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液30 mL,恰好将 $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 的 XO_4^- 还原,则元素X在还原产物中的化合价是..... ()

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

解析:解答此题的关键是知道还原剂 Na_2SO_3 的氧化产物只能是 Na_2SO_4 ,即 $\text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^{+6}$,在S的化合价中,比+4价高的只有+6价。然后根据在氧化还原反应中得失电子总数相等的规律即可找到答案。

设 XO_4^- 在反应中被还原到 n 价。

还原剂 $\text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^{+6}$,失 $2\text{e}^- \times 0.1 \times 0.03 = 6 \times 10^{-3} \text{ 个 e}^-$

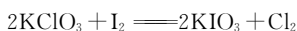
氧化剂 $\text{XO}_4^- \rightarrow \text{X}^n$,得 $(7-n) \times 2 \times 10^{-3} \text{ 个 e}^-$

$6 \times 10^{-3} = (7-n) \times 2 \times 10^{-3}$

$n = +4$

答案:D

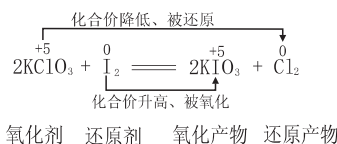
⇒13. 在一定条件下,氯酸钾与碘按下式反应:



下列相应结论不正确的是..... ()

- A. 该反应是置换反应
B. 氧化性: $\text{I}_2 > \text{Cl}_2$
C. 氧化性: $\text{I}_2 < \text{KClO}_3$
D. 氧化性: $\text{KClO}_3 > \text{KIO}_3$

解析:本题通过具体反应来考查学生对氧化还原反应中物质氧化性、还原性强弱的判断。分析所给反应中各元素的化合价变化,如下



由氧化剂的氧化性>氧化产物,还原剂的还原性>还原产物,结合以上反应,可知氧化性: $\text{KClO}_3 > \text{I}_2$, $\text{KClO}_3 > \text{KIO}_3$;还原性: $\text{I}_2 > \text{Cl}_2$,故C、D项正确,B项错误。由于该反应是一种单质和一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物,符合置换反应的概念,A项正确,结合题意,本题的正确答案为B。

易错点:容易受卤素单质间置换反应的影响(如 $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$)而认为 I_2 能置换出 Cl_2 ,故 I_2 在反应中做氧化剂,且氧化性 $\text{I}_2 > \text{Cl}_2$, $\text{I}_2 > \text{KClO}_3$,从而判断出B项正确,C项错误,最终误选C项。

答案:B

⇒14. 在水中加入等物质的量的 Ag^+ 、 Na^+ 、 Pb^{2+} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ,该溶液用惰性电极电解片刻,氧化产物与还原产物的质量比为..... ()

- A. 8 : 1 B. 2 : 27
C. 355 : 108 D. 108 : 35.5

解析:本题考查电解过程中的电极反应。当在水中加入这些离子后, Ag^+ 、 Cl^- 、 Pb^{2+} 、 SO_4^{2-} 这两组离子因不能共存而发生反应: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$, $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 \downarrow$ 。因各离子是等物质的量的,故此时溶液中只有等物质的量的 Na^+ 和 NO_3^- ,电解实际上是电解水,电解过程中阴极反应: $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2 \uparrow$,阳极反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$,其中 O_2 为氧化产物, H_2 为还原产物,二者的质量比为 $\text{O}_2 : \text{H}_2 = 8 : 1$,故答案为A。

易错点:忽略了 Ag^+ 与 Cl^- 反应和 Pb^{2+} 与 SO_4^{2-} 反应,仅仅根据离子的放电顺序而认为 Ag^+ 与 Cl^- 分别在阴、阳两极发生反应,

从而误选 D。

答案:A

- ⇒15. 用铂作电极,保持电流强度不变,持续电解下列溶液一段时间后,在阳极产生的气体的量将有可能发生如图 1—1—2 变化的是 ()

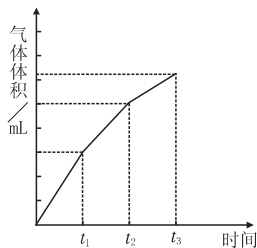


图 1—1—2

- A. KI 溶液 B. NaOH 溶液
C. NaCl 溶液 D. Na₂SO₄ 溶液

解析:本题为一综合题,既考查了电解中的电极反应,又考查了有关化学反应速率的知识,同时还考查了学生识别图象的能力。解答此题的关键有二:一是电解时阳极产生气体,二是要从图象中判断出阳极产生气体的速率逐渐减小(从曲线的斜率不同得出),说明阳极反应的离子的浓度是不断减小的,分析题中各选项,A 中阳极产生的是 I₂ 为固体,排除;B、D 项的实质是电解水,阳极发生反应 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,因水中存在水的电离平衡,故 OH⁻ 的浓度几乎无变化,C 项阳极发生的反应为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$,Cl⁻ 的浓度会随着电极反应的进行而不断减小,使反应速率逐渐减慢,符合题意。

易错点:因不能从曲线斜率的变化分析出产生气体的速率是逐渐减小的结论,而对此题感到茫然。

答案:C

- ⇒16. 某温度下,在体积一定的密闭容器中适量的氨气和氯气恰好完全反应,若反应产物只有氮气和氯化铵固体,则反应前后容器中压强比应接近于 ()
- A. 1 : 11 B. 11 : 1
C. 7 : 11 D. 11 : 7

解析:本题考查了氧化还原方程式的配平及阿伏加德罗定律的推论。解题时,应先根据题干信息完成配平任务,然后再观察反应前后气态物质的物质的量之比,即可找出正确答案。本题的化学反应方程式为: $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$,其中 NH₃、Cl₂、N₂ 为气体,NH₄Cl 为固体,则反应前后气态物质的物质的量之比为(8+3):1=11:1,由阿伏加德罗定律的推论(同温同容下, $\frac{p_1}{p_2} =$

$\frac{n_1}{n_2}$)可知,反应前后容器中的压强比应接近于 11 : 1。

答案:B

第 II 卷(非选择题 共 72 分)

二、(本题包括 1 小题,共 18 分)

- ⇒17. (18 分)图 1—1—3 为电解水的实验装置。闭合开关 S 后,可观察到电压表的示数为 6.0 V,毫安表的示数为 100 mA。(已知每个电子所带电量为 1.6×10^{-19} C)

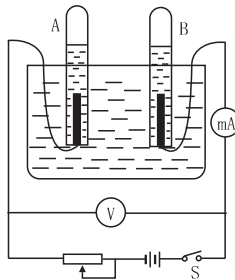


图 1—1—3

- 此时 A 管内生成了_____气,B 管内生成了_____气;
- 电解水的化学反应方程式为_____
- 通电过程中,A 电极的化学反应是_____,B 电极的化学反应是_____。
- 在实验过程中消耗了_____形式的能量,产生了_____形式的能量。
- 通电 10 分钟,A 管中生成了_____ mL 气体(标准状况下)。
- 已知每摩尔水被电解要消耗 280 kJ 能量,10 分钟内增加了_____ J 的化学能。
- 在电解池中产生了_____ J 的内能。
- 为加快电解水的速度,可在水中加入 NaOH 溶液,以增强导电性。除此之外,还可加入_____
- 在某次电解水的实验中加入了少量的 NaOH 溶液,测得了阴、阳两极产生的气体的实验数据如下:

时间/min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
阴极生成气体的体积/cm ³	6	12	20	29	39	49	55	65	75	85
阳极生成气体的体积/cm ³	2	4	7	11	16	21	26	31	36	41

仔细分析以上实验数据,请说出出现以上结果的可能的原因_____。

解析:本题为一综合题,既涉及到化学知识中的电解,又涉及到物理知识中的能量,同

备
课
札
记



时还考查学生对实验结果的分析能力。

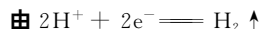
(1)从题中所给示意图可以看出:A管内电极与电源的负极相连,为阴极,水电离出的 H^+ 移向 A 管电极,并在电极上发生反应:
 $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$ 生成 H_2 , B 管内电极与电源正极相连,水电离出的 OH^- 移向 B 管电极,并在电极上发生反应:
 $4OH^- - 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O + O_2 \uparrow$ 生成 O_2 ,总的电解方程式为
 $2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$ 。

(4)本装置为一电解池装置,在电解水的过程中消耗了电能,产生了化学能和内能。

(5)通电 10 分钟时,电路中通过的电量 Q 为:

$$Q = It = 0.1 \text{ A} \times 600 \text{ s} = 60 \text{ C}.$$

$$\text{电子数 } N = \frac{60 \text{ C}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C/个}}$$



$$\frac{2N_A}{1.6 \times 10^{-19}} \quad \frac{1 \text{ mol}}{n(H_2)}$$

$$n(H_2) = 3.11 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

则生成的氢气体积为:

$$V(H_2) = 3.11 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.97 \times 10^{-3} \text{ L} = 6.97 \text{ mL}$$

(6)由 $2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$ 可知,生成 H_2 的物质的量等于电解掉的水的物质的量,即 $3.11 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 。故 10 分钟内增加的化学能为:

$$E_{\text{化}} = 3.11 \times 10^{-4} \times 280.8 \text{ kJ} = 87.3 \text{ J}$$

(7)由能量守恒定律可求得电解池中的内能

$$\begin{aligned} E_{\text{内}} &= E_{\text{电}} - E_{\text{化}} = IUt - E_{\text{化}} \\ &= 0.1 \times 6.0 \times 600 - 87.3 \\ &= 272.7 \text{ (J)} \end{aligned}$$

(8)在电解水时,若在水中加入某些电解质,将会使水中自由移动的离子的浓度增大,从而可加快水的电解速率,但为了不影响电解的结果,还要考虑离子的放电顺序。加入 HCl 、 $NaCl$ 后会在阳极生成 Cl_2 ,而不是 O_2 ;加入 H_2SO_4 或 Na_2SO_4 时,阳极仍生成 O_2 ,阴极得到 H_2 ,不影响实验结果,故应选 A 和 C。

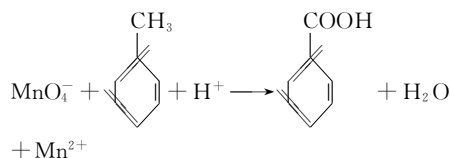
(9)分析实验数据时,由于已知数值是阴、阳两极放出气体的体积,故此时可联想到初中所讲电解水的实验时,曾明确指出电解水所得 H_2 和 O_2 的体积比约为 2:1,分析题中所给实验数据可知,在 1~6 分钟内,阴、阳两极生成的气体体积之比大于 2:1,从第 7 分钟开始,每分钟阴、阳两极生成的气体体积之比约为 2:1。产生此结果的原因只能是 H_2 和 O_2 在水中的溶解度不同所致(O_2 在水中的溶解度大),这是前

6 分钟气体体积比大于 2:1 的主要原因,此后 H_2 和 O_2 的溶解已达到饱和,故从第 7 分钟开始,阴、阳两极的气体体积比大致保持 2:1。

答案:(1) H_2 ; O_2 (2) $2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$ (注意一定要写明反应条件) (3) $4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2 \uparrow$; $4OH^- - 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O + O_2 \uparrow$ (4)电能;化学能和内能 (5)6.97 mL (6)87.3 J (7)272.7 J (8)A、C (9)因为电解 $NaOH$ 溶液时,阳极放出的 O_2 的溶解度大于阴极放出的 H_2 的溶解度,刚开始时放出的 O_2 部分溶于水,使阴、阳两极放出气体的体积比大于 2:1,7 分钟后,各气体溶解已达饱和,从而使放出气体的体积比约为 2:1。

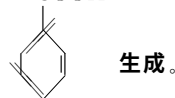
三、(本题包括 2 小题,共 15 分)

⇨ 18. (5 分)高锰酸钾酸性溶液和甲苯反应:

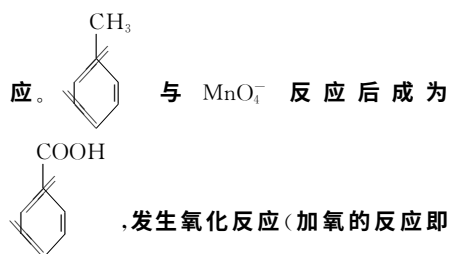


(1)氧化产物是 _____,酸化的目的是 _____。

(2)若有 1 mol Mn^{2+} 生成,则有 _____ mol



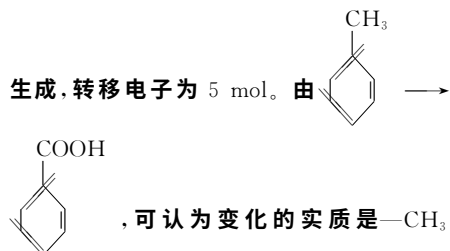
解析:本题为一涉及有机物的氧化还原反



为氧化反应),故氧化产物为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$,酸

化的目的是为了增强 MnO_4^- 的氧化能力(MnO_4^- 在酸性介质中的氧化性最强,在中性和碱性介质中其氧化能力依次减弱)。

由 $MnO_4^- \xrightarrow{+7} Mn^{2+}$ 可知;若有 1 mol Mn^{2+}



备
课
札
记





—COOH; —CH₃ 中碳元素的化合价可看作-3价(其中3个氢原子分别显+1

价), —C—OH 中, 碳元素的化合价可看作+3价(由氧显-2价, 氢显+1价推来),

所以由 → , 碳元素的

化合价升高了6个单位, 若有1 mol

生成, 则电子将转移6 mol。当

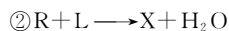
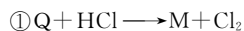
生成1 mol Mn²⁺, 即转移电子为5 mol时,

生成的 为 $\frac{5}{6}$ mol。

答案: (1) ; 增强 MnO₄⁻ 的氧化

能力 (2) $\frac{5}{6}$

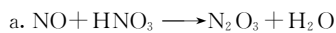
⇒19. (10分) 用字母 L、M、Q、R、X 分别代表五种含不同化合价的氮元素的物质, 并且每种物质中氮元素的化合价只有一种, 又知道物质 L 中的氮元素化合价比物质 M 中氮元素化合价低, 并且在一定条件下它们有如下的相互转化关系(未配平)



试判断: (1) 已知五种物质中有一种是硝酸, 那么硝酸应该是 _____, 判断依据是 _____。

(2) 反应③是在催化剂存在并且加热到一定温度时发生的, 这个反应在工业上有重要的作用, 请据此判断, 若物质 L 是密度比 CO₂ 小的气体, 那么 L 的分子式是 _____。

(3) 某同学写出下面三个不同价态的氮的化合物相互转化的关系(未配平)。



你认为一定不可能成功的实验是 _____ (填编号), 推测的理由是 _____。

解析: 本题考查根据化学反应判断变价元素化合价的高低。由反应①可知, Q 中氮元素的化合价高于 M, 即 Q > M, 而且 Q 的氧化性要强于 Cl₂, 为强氧化剂; 由③可推得 R、L 两种物质中氮元素化合价的高低顺

序为 L > R, 再结合反应②, 利用趋中规则(不同价态的同一元素之间发生氧化还原反应时, 所得产物中该元素的价态介于两者之间), 可推得在 R、L、X 三种物质中, 氮元素的化合价高低顺序为: L > X > R。由题中已知条件: L 中氮元素的化合价低于 M 中氮元素化合价。再结合反应①结论 Q > M, 可推出氮元素在五种物质中化合价的高低顺序为: Q > M > L > X > R, 即 Q 中氮元素化合价最高。由于 HNO₃ 中氮元素化合价为最高正价, 故 Q 必是硝酸无疑。

由(2)中所给信息, 并联想工业上制硝酸时的主要反应——氨的催化氧化。很容易推得 L 的分子式应是 NO。

(3) 问主要考查的是歧化反应的特点(同一价态的元素发生歧化反应, 其所得生成物中该元素的价态一种比反应物高, 一种比反应物低)和趋中规则, 分析 a、b、c 三个反应。a 反应符合趋中规则, b 反应违背趋中反应特点, 因为 NH₃ 及 NO 中氮元素的化合价分别为-3、+2, 它们反应生成产物中氮元素的化合价应介于-3 和 +2 之间, 而 HNO₂ 中氮元素的化合价却为 +3, 故此反应不能发生。c 反应符合歧化反应的特点。

答案: (1) Q; 由反应①、②、③及题中已知条件可推得氮元素在 L、M、Q、R、X 中的价态高低顺序为 Q > M > L > X > R。即 Q 中氮元素的价态最高, 而 HNO₃ 中的氮元素化合价为氮的最高价, 故 Q 为 HNO₃。

(2) NO。

(3) b, 因为反应物 NH₃ 和 NO 中 N 的化合价分别为-3、+2, 根据趋中规则, 它们不可能生成 N 为 +3 价的化合物 HNO₂。

四、(本题包括 2 小题, 共 20 分)

⇒20. (9分) 市场上出售的“热敷袋”其主要成分为铁屑、炭粉、木屑和少量氯化钠、水等。热敷袋启用之前用塑料袋使其与空气隔绝, 启用时打开塑料袋轻轻揉搓就会放出热量, 使用完后, 会发现大量铁锈存在。请回答下列问题。

(1) 热敷袋产生热量的来源是 _____;

(2) 炭粉的主要作用是 _____;

(3) 加入 NaCl 的主要作用是 _____;

(4) 写出生成铁锈的有关方程式(按生成过程分步写, 不可合并成总式) _____。

解析: 本题为一信息给予题, 实质上考的是原电池的有关知识。同时考查学生分析信息, 利用信息解决问题的能力。

从热敷袋使用前与空气隔绝, 启用后却要打开揉搓, 说明有空气参与了热敷袋内的反应。反应后有大量铁锈生成。说明有

备
课
札
记



O_2 参加,而放出的热量应是铁被氧化时释放的。从后用到放出热量时间很短,显然,不是铁的缓慢氧化所能形成的现象,此时,再分析热敷袋中的原料成分,会很容易想到铁的吸氧腐蚀,即热敷袋内发生的是原电池反应,其中铁做负极,炭粉为正极,NaCl 与水构成了电解质溶液。轻轻揉搓的作用是使铁屑与炭粉、氯化钠与水充分接触,以促使原电池反应的发生,热敷袋中主要发生以下反应: $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$, $2H_2O + O_2 + 4e^- = 4OH^-$, $Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2$, $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$, $2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 + 3H_2O$ 。

易错点:不能把题中信息与原电池反应联系起来,从而使本题解答困难。

答案:(1)铁被氧化放出的热量;(2)与铁屑、NaCl 溶液构成原电池,加速铁氧化;(3)NaCl 溶于水,形成电解质溶液;(4) $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$, $Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2$, $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$, $2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 + 3H_2O$

⇒21. (11 分)工业上处理含 $Cr_2O_7^{2-}$ 酸性工业废水用以下方法:①往工业废水中加入适量的 NaCl,搅拌均匀;②用 Fe 为电极进行电解,经过一段时间有 $Cr(OH)_3$ 和 $Fe(OH)_3$ 沉淀产生;③过滤回收沉淀,废水达到排放标准。试回答:

(1)电解时的电极反应:

阳极:_____ 阴极:_____

(2)写出 $Cr_2O_7^{2-}$ 转变成 Cr^{3+} 的离子反应方程式:_____

(3)电解过程中 $Cr(OH)_3$ 、 $Fe(OH)_3$ 沉淀是怎样产生的?

(4)能否将 Fe 电极改成石墨电极?为什么?

解析:此题是电极反应、氧化还原反应、水解反应等方面知识的综合题,也是理论联系实际的应用题。

根据电解原理可判断:阳极为非惰性材料 Fe,发生氧化反应 $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$ 。废水呈酸性, $c(H^+)$ 较大,阴极发生还原反应 $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$

在酸性溶液中, $Cr_2O_7^{2-}$ 变成 Cr^{3+} ,其中 Cr 的化合价由 +6 变成 +3,发生还原反应,则还原剂一定是从阳极溶解下来的 Fe^{2+} ,反应时,它本身被氧化成 Fe^{3+} ,据此,可写出溶液中发生的反应为: $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$ 。

本题中,随着电解的不断进行,溶液中的 H^+ 因在阴极放电而不断消耗,从而破坏了水的电离平衡,使溶液中的 OH^- 浓度增大

(或者说使 Fe^{3+} 、 Cr^{3+} 在溶液中的水解程度增大),以至从溶液中析出沉淀 $Cr(OH)_3$ 和 $Fe(OH)_3$ 。

废水中先加入适量的 NaCl,是为了增强溶液的导电性,若 Fe 电极改成石墨惰性电极,由离子在溶液中的放电顺序可知,溶液中的 Cl^- 在阳极放电: $2Cl^- - 2e^- = Cl_2 \uparrow$,溶液中无 Fe^{2+} 作还原剂,也就无法将废水中的 $Cr_2O_7^{2-}$ 还原而除去。

易错点:不能根据题中信息判断出电解时的电极反应,从而无法找出还原 $Cr_2O_7^{2-}$ 的还原剂,致使解答时思路不能展开。

答案:(1) $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$,

$2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$

(2) $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$

(3)随着电解的不断进行,溶液中 H^+ 浓度不断减小, Cr^{3+} 、 Fe^{3+} 在溶液中的水解程度增大,以至从溶液中析出沉淀 $Cr(OH)_3$ 和 $Fe(OH)_3$ 。(或:由于阴极 H^+ 放电,破坏了水的电离平衡,溶液 pH 增大,使 OH^- 与 Fe^{3+} 、 Cr^{3+} 形成 $Cr(OH)_3$ 、 $Fe(OH)_3$ 沉淀)

(4)不能,若用石墨作阳极电极,将会因阳极 Cl^- 发生电极反应而不能产生还原剂 Fe^{2+} ,从而不能将 $Cr_2O_7^{2-}$ 还原。

五、(本题包括 2 小题,共 19 分)

⇒22. (12 分)已知在第 IV A 族元素中, Pb^{+2} 和 Sn^{+4} 的化合物较为稳定。

(1)据此可判断 PbO_2 具有较强的_____性。 $SnCl_2$ 具有较强的_____性。

①写出 PbO_2 溶于浓盐酸的离子方程式。

②写出用 PbO_2 为正极,Pb 为负极, H_2SO_4 溶液为电解质溶液的电池的电极反应式。

③ $SnCl_2$ 与 $FeCl_3$ 溶液混合的离子方程式。

(2)① PbO_2 、 Fe^{3+} 、 Cl_2 、 Sn^{4+} 氧化性由强到弱的顺序是_____。

② Pb^{2+} 、 Cl^- 、 Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 还原性由强到弱的顺序是_____。

解析:本题是学科内的综合题,其根据现行

教材中 Pb^{+2} 和 Sn^{+4} 的化合价较为稳定的叙述,考查学生对物质性质一般规律的推理运用能力,同时考查学生对氧化还原反应和电化学的知识的掌握情况,以及以这些知识为载体进行分析判断和综合应用的能力。

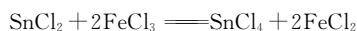
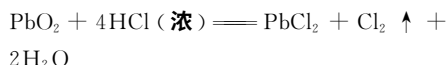
解答此题的关键在于,要知道化学变化的规律,即不稳定状态有向稳定状态变化的

趋势。题中 Pb^{+2} 和 Sn^{+4} 的化合物较为稳定,其隐含之意是 Pb^{+4} 和 Sn^{+2} 的化合物不稳定, Pb^{+2} 和 Sn^{+4} 的化合物在化学反应中将具有转化为 Pb^{+4} 和 Sn^{+2} 化合物的趋势和能力,也就是



说, Pb^{+4} 化合物具有较强的氧化性, Sn^{+2} 化合物具有较强的还原性。当 PbO_2 溶于盐酸时, 就不能简单地理解成只是金属氧化物与酸的反应, 还应考虑到 PbO_2 中 +4 价的 Pb 将被还原为 +2 价的 Pb, 而 HCl 中的 Cl^- 也将被 PbO_2 氧化为 Cl_2 (可联想 MnO_2 与浓盐酸的反应)。同理, 当 SnCl_2 与 FeCl_3 溶液混合时, 将发生氧化还原反应, Sn^{2+} 将被氧化为 Sn^{4+} , 而 Fe^{3+} 也将被还原为 Fe^{2+} , 故它们发生反应的方程式分别为:

$\text{PbO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{SnCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 = \text{SnCl}_4 + 2\text{FeCl}_2$
 写电极反应式时, 因题中已明确告知 PbO_2 为正极, Pb 为负极且 H_2SO_4 溶液为电解质溶液。根据原电池中正极得 e^- , 负极失 e^- 并结合题中信息: Pb^{+2} 的化合价是稳定的, 可写出以下式子:



电极反应式中有 SO_4^{2-} 参与, 是因为 PbSO_4 难溶于水之故。

最后, 依据氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性, 还原剂的还原性强于还原产物的还原性的规律, 结合已有的知识和本题中的化学反应, 得出如下结论:

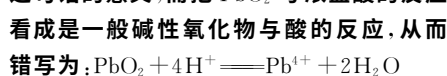
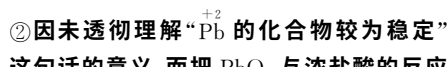
氧化性强弱顺序: $\text{PbO}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{Sn}^{4+}$
 还原性强弱顺序: $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Pb}^{2+}$

易错点: ①本题要求写离子方程式, 学生往往容易因粗心而写为化学方程式。

②因未透彻理解“Pb 的化合物较为稳定”这句话的意义, 而把 PbO_2 与浓盐酸的反应看成是一般碱性氧化物与酸的反应, 从而错写为: $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Pb}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$

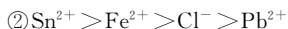
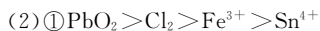
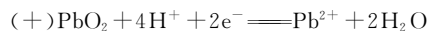
另因不熟悉 PbO_2 为难溶物, 写离子方程式时将其拆成离子形式而导致错误。

③因忽略了 PbSO_4 是不溶物而认为 Pb^{2+} 与 SO_4^{2-} 可共存, 从而把电极反应式错写为:



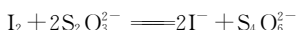
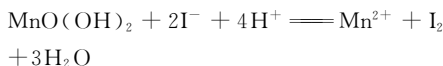
答案: (1) 氧化, 还原

① $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \text{Pb}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 ② $(\text{+}) \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2e^- = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $(\text{-}) \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2e^- = \text{PbSO}_4$



⇒ 23. (7 分) 为了防止水的污染, 环境监测站需要经常测定水中溶氧的情况, 主要方法是: 量取 a mL 水样迅速加入固定剂 MnSO_4 和碱性 KI 溶液 (含 KOH), 完全反应后加入 H_2SO_4 使之生成 I_2 , 再用 b mol $\cdot$ L^{-1} $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定, 消耗 V mL (以淀粉为指示剂)。

有关离子方程式是:



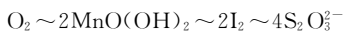
(1) 以上三反应的氧化剂分别是_____。

(2) 水中含氧量的计算式表示为_____ (单位 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)

(3) 如果取 50 mL 水样进行测定, 消耗了 0.004 mol $\cdot$ L^{-1} 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 14 mL, 求出每 L 水中溶解氧的质量是多少?

解析: (1) 分析三反应中各元素反应前后化合价的变化, 可得知以上三反应中的氧化剂分别是: O_2 、 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ 、 I_2 。

(2) 该问题考查有关氧化还原反应的多步计算, 根据题目所给的三个方程式, 可得以下关系式:



$$\begin{array}{ccc} 1 & & 4 \\ x & & \frac{bV}{1000} \text{mol} \end{array}$$

$$x = \frac{bV}{4000} \text{mol}$$

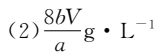
即 a mL 水样中含 O_2 质量为 $\frac{bV}{4000} \times 32 \text{g}$

则 1 L 水样中含氧质量为 $\frac{8bV}{a} \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3) 将题中所给数值代入由 (2) 得出的式子: $\frac{8bV}{a} \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 即可。

亦即 $\frac{8 \times 14 \times 0.004}{50} = 8.96 \times 10^{-3} (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$

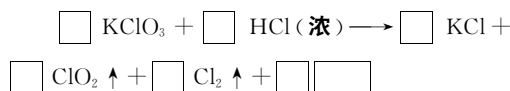
答案: (1) O_2 , $\text{MnO}(\text{OH})_2$, I_2



备
课
札
记

备 选 试 题

KClO_3 和浓盐酸在一定温度下反应会生成绿黄色的易爆物二氧化氯。其变化可表述为



(1)请完成该化学方程式并配平(未知物化学式和系数填入框内);

(2)浓盐酸在反应中显示出来的性质是

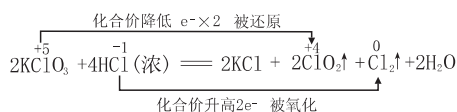
①只有还原性 ②还原性和酸性

③只有氧化性 ④氧化性和酸性

(3)产生 0.1 mol Cl_2 ,则转移的电子的物质的量为 _____ mol;

(4) ClO_2 具有很强的氧化性,因此常被用作消毒剂,其消毒效率(以单位质量得到的电子数表示)是 Cl_2 的 _____ 倍。

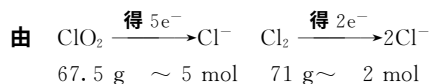
解析:(1)该问是本题的难点,学生经常出现的问题是:用化合价升降法配平化学方程式时,不明白 ClO_2 和 Cl_2 哪一个氧化产物,哪一个还原产物,因而无从下手。该反应是不同价态的同一元素之间的氧化还原反应,所得产物中该元素的化合价应介于反应物的高价和低价之间且还原产物中该元素的化合价不低于氧化产物中该元素的化合价(不相交原则)。据此,可判断出氧化产物为 Cl_2 ,还原产物为 ClO_2 ,而 KCl 中的 Cl^- 既不是氧化所得,也不是还原所得,而是直接来源于盐酸。再根据化学方程式两边元素守恒判断,缺项为 H_2O ,最后,再用化合价升降法配平该化学方程式,得:



(2)由配平的化学方程式可知,参加反应的浓盐酸有一半被氧化,另一半起了酸的作用,故选 ②。

(3)由配平的化学方程式可知,每生成 1 mol Cl_2 ,将转移 2 mol 电子,故产生 0.1 mol Cl_2 转移电子的物质的量应为 0.2 mol。

(4)此问的关键是要弄明白 ClO_2 用作消毒剂时,其反应后的产物中氯元素的化合价。由 Cl_2 消毒时也是利用其强氧化性,且其还原产物只能是 Cl^- (因为 Cl_2 作氧化剂发生还原反应时,其得电子化合价降低,而比 Cl_2 中氯元素化合价低的只有 -1 价的 Cl),故 ClO_2 消毒时,其还原产物也应是稳定的 Cl^- 。



且消毒效率是以单位质量得到的电子数表示的,故 ClO_2 和 Cl_2 的消毒效率可分别表示为:

$\frac{5}{67.5}$ 和 $\frac{2}{71}$, 因 $\frac{5}{67.5} : \frac{2}{71} = 2.63$, 故 ClO_2 的消毒效率约为 Cl_2 的 2.63 倍。

答案:(1) $2\text{KClO}_3 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2)② (3)0.2 (4)2.63

随感录

专题二 离子反应及化学反应中的能量变化

考点阐释

离子反应几乎是每年必考的题型,由于其考查范围广泛,具有一定的综合性且区分度较高,故一直受到高考题的青睐。

有关离子反应知识的命题形式主要有:①离子共存问题;②离子方程式的正误判断;③离子方程式的书写。

离子反应知识命题的发展趋势是:

1. 增加限制条件,如强酸性、无色透明、 $\text{pH}=1$ 、发生氧化还原反应,来判断离子共存或对离子反应进行推断。

2. 定性之中有定量,如由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中……或通过离子反应来进行定量计算。

3. 离子方程式正误判断上,错因大都属于化学式能否拆分、电荷不守恒、产物不合理和漏掉部分反应等。

化学反应中的能量变化属当今高考题中的热点部分,其考查的基本知识点主要有:

1. 书写热化学方程式或判断热化学方程式的正误;

2. 有关反应热的计算;

3. 比较反应热的大小。

由于能源问题已成为社会热点,有关能源的试题也将成为今后命题的重点。预计考查反应热的内容将不断拓宽,难度有所提高,题型也会有新的变化。由于反应热与物理学中的“热”,生物学生态系统中的“能量传递”有密切关系,所以很容易成为“3+X”理科综合命题的热点。

试题点拨

本套试题紧紧围绕以上考点设计,在注重对学生基础知识考查的基础上,更加注重能力立意。

所选试题着重了对学生分析、推理能力的考查,且在题型设计上,力求有所变化,以利于学生开阔视野和展开思维。

试题注意了所学知识与日常生活的联系,同时也注意到了开放性试题的设立,如 23 题。

注重了对学生理解、归纳能力和语言表达能力的考查。

试题全解

可能用到的相对原子质量: $\text{H } 1 \quad \text{C } 12$

$\text{O } 16 \quad \text{Ca } 40$

第 I 卷(选择题 共 48 分)

一、选择题(本题包括 16 小题,每小题只有一个选项符合题意,每小题 3 分,共 48 分)

⇒1. 下列说法不正确的是…………… ()

- A. 化石燃料在任何条件下都能充分燃烧
- B. 化石燃料在燃烧过程中能产生污染环境的 CO 、 SO_2 等有害气体
- C. 直接燃烧煤不如将煤进行深加工后再燃烧的效果好
- D. 固体煤变为气体燃烧后,燃烧效率将更高

解析:化石燃料只有在适当的温度和有氧气存在的条件下才能燃烧,故 A 项错;化石燃料不经处理直接燃烧可产生污染物 CO 、 SO_2 等有害气体。化石燃料(煤)经深加工后变为气体燃料,不仅减少 SO_2 对大气的污染,而且能提高燃烧效率,所以 B、C、D 选项的说法是正确的。

答案:A

⇒2. 下列选项中说明乙醇作为燃料的优点的是…………… ()

- ①燃烧时发生氧化反应②充分燃烧的产物不污染环境③乙醇是一种再生能源④燃烧时放出大量热量

- A. ①②③
- B. ①②④
- C. ①③④
- D. ②③④

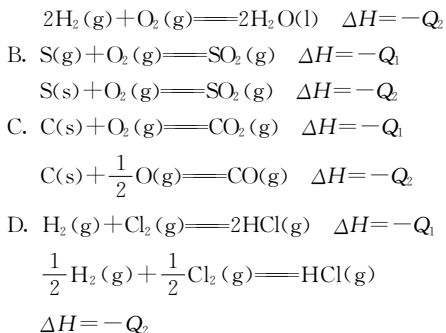
解析:乙醇充分燃烧的产物是 CO_2 和水,不污染环境;乙醇可通过乙烯水合、农作物发酵等多种途径得到,故其是一种可再生资源;因乙醇燃烧时能放出大量热量,故乙醇可用作酒精灯的燃料及野外燃料;由此可知,②③④项说法正确。对于①项,因有机物燃烧都发生氧化反应,故此项不是乙醇燃烧的优点。综上所述,正确选项为 D。此外,此题只要判断出①不是乙醇燃烧的优点,即可用筛选法选出选项 D。

答案:D

⇒3. 在同温同压下,下列各组热化学方程式中, $Q_2 > Q_1$ 的是…………… ()

- A. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$

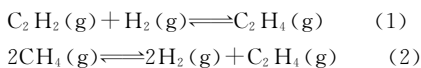
备
课
札
记



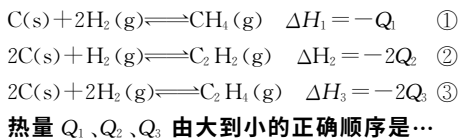
解析:化学反应过程中放出或吸收热量的多少,即反应热的多少与反应物、生成物的种类有关,也与反应物物质的量多少及反应物和生成物的状态有关,还与反应时的外界条件有关。涉及本题的因素主要是中间两种情况。A项由于从气态水到液态水会放热,所以生成液态水比生成气态水放出的热量多,即 $Q_2 > Q_1$; B项由于从固态硫到气态硫要吸热,所以气态硫燃烧放出的热量比固态硫燃烧放出的热量多,即 $Q_1 > Q_2$; C项生成CO放热,而CO与过量O₂反应生成CO₂又要放出热量,所以 $Q_1 > Q_2$ [反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q$, 可看作是 $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$ 与 $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q$ 两反应的和]; D项从反应物和生成物的计量系数可直接看出 $Q_1 = 2Q_2$, 即 $Q_1 > Q_2$ 。综上所述,符合题意的只有A项。

答案:A

⇒4. 下列反应当温度降低时,反应(1)平衡向右移动,反应(2)平衡向左移动。



据此判断以下3个热化学方程式中



热量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 由大到小的正确顺序是…… ()

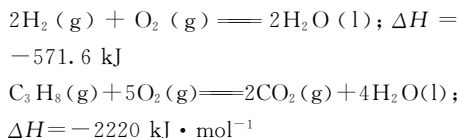
- A. Q_1 、 Q_2 、 Q_3 B. Q_1 、 Q_3 、 Q_2
C. Q_3 、 Q_2 、 Q_1 D. Q_2 、 Q_1 、 Q_3

解析:解答此题的依据是盖斯定律,即不管化学反应是一步完成或分为几步完成,该反应的热效应是相同的。由温度降低时,反应(1)平衡向右移动,反应(2)平衡向左移动,可知:反应(1)是放热反应,即 $\Delta H_{(1)} < 0$; 反应(2)是吸热反应,即 $\Delta H_{(2)} > 0$ 。因为 $③ - ② = (1)$, 所以 $\Delta H_{(1)} = \Delta H_3 - \Delta H_2 = (-2Q_3) - (-2Q_2) < 0$, 即 $2Q_2 - 2Q_3 < 0 \Rightarrow Q_3 > Q_2$ 。因为 $③ - 2 \times ① = (2)$, 所以 $\Delta H_{(2)} = \Delta H_3 -$

$2\Delta H_1 = (-2Q_3) - 2(-Q_1) > 0$, 即 $2Q_1 - 2Q_3 > 0 \Rightarrow Q_1 > Q_3$, 综合以上分析可得: $Q_1 > Q_3 > Q_2$ 。

答案:B

⇒5. 已知下列两个热化学方程式:



实验测知氢气和丙烷的混合气共5 mol, 完全燃烧时放热3847 kJ·mol⁻¹, 则混合气中氢气和丙烷的体积比是…… ()

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

解析:本题是有关热化学方程式的简单计算的考查,混合气燃烧放出的热量应为氢气、丙烷燃烧的热量之和,设混合气中有氢气x mol, 丙烷y mol, 依题意并结合热化学反应方程式,可得下式

$$\begin{cases} x + y = 5 \\ \frac{x}{2} \times 571.6 + y \times 2220 = 3847 \end{cases}$$

解之, $x = 3.75$, $y = 1.25$

即氢气与丙烷的体积比为:

$3.75 : 1.25 = 3 : 1$

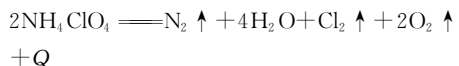
选项B正确。

其实,本题也可用估算法迅速求解。仔细分析题中数据,会得出以下结论:即混合气体的丙烷 $< 2 \text{ mol}$ (因每mol丙烷完全燃烧可放出2220 kJ热量,而混合气共放出的热量为3847 kJ $< 2 \times 2220 \text{ kJ}$ 。故 $V(\text{H}_2) : V(\text{丙烷}) > 3 : 2$ 。

参考题中各选项,可看出符合题意的只有选项B。

答案:B

⇒6. 航天飞机用铝粉与高氯酸铵(NH_4ClO_4)的混合物为固体燃料,点燃时铝粉氧化放热引发高氯酸铵反应,其方程式可表示为:



下列对此反应的叙述中错误的是…… ()

- A. 上属反应属于分解反应
B. 上述反应瞬间产生大量高温气体推动航天飞机飞行
C. 反应从能量变化上说,主要是化学能转变为热能和动能
D. 在反应中高氯酸铵只起氧化剂作用

解析:本题为一信息给予题。从题中所给热化学方程式很容易看出:该反应是分解反应,且反应时产生大量气体并放出大量的热,因其应用于航天飞机的飞行,故它应为飞机飞行时动力的源泉,即A、B、C项说法均正确。高氯酸铵在该反应中既做氧化剂,



又做还原剂,D项错误。

答案:D

- ⇒7. 在烃分子中去掉2个氢原子变成碳碳双键是吸热反应,大约需要 $117 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \sim 125 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的热量,但1,3—环己二烯失去2个氢原子变成苯是放热反应,反应热为 $23.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,以上事实表明……………()
- A. 1,3—环己二烯加氢是吸热反应
B. 苯加氢生成环己烷是吸热反应
C. 1,3—环己二烯比苯稳定
D. 苯比1,3—环己二烯稳定

解析:解答此题的关键是要知道:由稳定物转变成不稳定物是吸热反应,由不稳定物生成稳定物为放热反应。如果一个反应为吸热反应,则其逆反应一定为放热反应。题中“烃分子中去掉2个氢原子变成碳碳双键是吸热反应”的信息说明:烃分子去氢吸热,加氢放热,则1,3—环己二烯加氢与苯加氢生成环己烷均为放热反应,故A、B项叙述错误;“1,3—环己二烯变成苯是放热反应”则苯变成1,3—环己二烯是吸热反应,故苯应比1,3—环己二烯稳定,即D项叙述正确。其实,此题只要纵观各选项,便会发现,C、D选项是完全相反的两个结论,则C、D选项必有一者正确。因本题为单项选择,故答案必产生在C、D间,再联系已有知识:苯比烯烃稳定,便很容易选出正确答案为D项。

答案:D

- ⇒8. 能用 $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$ 表示的化学反应是……………()
- A. 硫酸铜溶液和氢硫酸反应
B. 氢氧化铜和硫化钾溶液反应
C. 氯化铜溶液和硫化钠溶液反应
D. 氢氧化铜和氢硫酸反应

解析:本题考查有关离子方程式的书写规则。离子方程式 $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$ 表示的意义是:可溶性铜盐和可溶性硫化物的反应。在A、B、C、D四个选项中,B项 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 K_2S 不能发生反应,氢氧化铜难溶于水,氢硫酸为弱酸,它们在写离子方程式时,都应用化学式表示,故A、B、D项均错,C项正确。

答案:C

- ⇒9. 下列反应的离子方程式正确的是……………()
- A. 饱和石灰水跟稀硝酸反应:
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
B. 向稀氨水中加入稀盐酸
 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$
C. 碳酸钙溶于醋酸中
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
D. 溴化亚铁溶液中通入过量氯气
 $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$

解析:A项饱和石灰水中, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 处于完全溶解状态。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是强电解质,在溶液中完全电离,不应写成分子形式。A项正确的离子方程式为: $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$; B项正确。C项醋酸是弱电解质,不能用 H^+ 表示,而应用 CH_3COOH 分子式表示。故碳酸钙溶于醋酸的离子方程式应是: $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{CH}_3\text{COO}^-$; D项氯气过量,溴化亚铁(FeBr_2)要全部被氧化,则在离子方程式中 Fe^{2+} 与 Br^- 的离子个数比应符合溴化亚铁化学式中的原子个数比(1:2),其正确的写法应是: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$

易错点:①误认为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 难溶于水而错选A;②未意识到醋酸是弱电解质而误选C;③只考虑了反应物和生成物及守恒关系,而忽略了参加反应的粒子间的量的关系,从而导致错选D。

答案:B

- ⇒10. 下列有关酸式盐反应的离子方程式错误的是……………()
- A. 碳酸氢钙溶液中加入足量氢氧化钠溶液
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
B. 碳酸氢镁溶液中加入足量氢氧化钙溶液
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 4\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
C. 碳酸氢铵溶液中加入足量氢氧化钙溶液
 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
D. 碳酸钠溶于水
 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

解析:离子反应方程式可以从本质上反映溶液中离子浓度的变化,而离子反应的方向总是向着浓度最大程度的改变的方向进行。书写离子方程式时一定要遵循质量守恒、电荷守恒、电子得失相等,离子配比与参加反应的物质的量相符等原则。

A项中, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度大于 CaCO_3 , B项中 MgCO_3 的溶解度比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 大,故反应分别向着生成 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的方向进行,故A、B项离子方程式正确。C项中,除了有难溶物 CaCO_3 生成外,碳酸氢铵中的 NH_4^+ 也会与 OH^- 反应生成 NH_3 ,但由于 NH_3 是易溶于水的气体,如果既未特别指出也未注明加热条件,则在溶液中反应生成的 NH_3 一般以 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的形式表示。故C式的离子方程式应写为: $\text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$

备
课
札
记



$\text{—NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \downarrow$; D 项表示 CO_3^{2-} 在溶液中的水解反应, 由于 CO_3^{2-} 的水解反应是分步进行的, 且以第一步水解为主, 故 D 项正确。

答案: C

⇒ 11. 在一种能使 pH 试纸变红的溶液中, 下列各组离子因发生氧化还原反应而不能共存的是 ()

- ① Na^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-
② Na^+ 、 Mg^{2+} 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-}
③ K^+ 、 Mg^{2+} 、 S^{2-} 、 SO_4^{2-}
④ Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
⑤ Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Br^- 、 SO_4^{2-}
⑥ Fe^{3+} 、 K^+ 、 SCN^- 、 Cl^-

- A. ①②③④ B. ①②④
C. ②③④⑤ D. 全部

解析: 溶液能使 pH 试纸变红, 说明该溶液呈酸性, 即溶液中存在大量的 H^+ 。①中, Fe^{2+} 、 NO_3^- 在 H^+ 存在下, 将因发生氧化还原反应而不能共存; ②中 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 在碱性溶液中可共存, 但在酸性溶液中, 即 H^+ 存在下, 会发生氧化还原反应而生成 S 沉淀, $2\text{S}^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 故不能共存; ③中 S^{2-} 将与 H^+ 反应: $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 而不能共存; ④中 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 H^+ 反应: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 即因发生氧化还原反应而不能共存; ⑤中因 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$, 且 BaSO_4 不溶于酸, 故不能共存; ⑥中因发生 $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- = [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 而不能共存。综合以上分析, 因氧化还原反应而不能共存的离子组有①②④, 故答案为 B。

易错点: 容易忽略题干中“因氧化还原反应而不能共存”的条件而只是判断能否共存, 从而错选 D。

答案: B

⇒ 12. 下列各组离子, 在指定的环境中一定能大量共存的是 ()

- A. pH=7 的溶液中: Al^{3+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-
B. 能使 pH 试纸变深蓝色的溶液中: S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 SO_4^{2-}
C. 加入铝粉放出 H_2 的溶液中: Cl^- 、 AlO_2^- 、 I^- 、 NO_3^-
D. 由水电离出 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

解析: 本题考查指定条件下的离子共存问题。选项 A 的溶液呈中性, 但其中的 Al^{3+} 和 HCO_3^- 因发生双水解反应而不能大量共存: $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$; B 项中的溶液呈碱性, 碱性溶液中 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 和 SO_4^{2-} 可相安无事; C

项中溶液可能是强酸性溶液, 也可能是强碱性溶液。在强碱性溶液中, Cl^- 、 AlO_2^- 、 I^- 、 NO_3^- 可和平共处, 但在强酸性溶液中, H^+ 与 AlO_2^- 不能大量共存, H^+ 、 I^- 、 NO_3^- 因发生氧化还原反应而不能大量共存; D 项中的溶液可能是 pH=1 的强酸性溶液, 也可能是 pH=13 的强碱性溶液, 在酸性溶液中, Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 可以大量共存, 但在碱性溶液中, OH^- 与 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 不能大量共存。故不合题意。综上所述, 符合题意的选项为 B。

答案: B

⇒ 13. 下列各组中的离子能在溶液中大量共存, 且向溶液中加入 NaOH 溶液时产生白色沉淀, 加入盐酸时放出气体的一组是……

- ()
A. OH^- 、 Ba^{2+} 、 NO_3^- 、 K^+
B. Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cu^{2+} 、 Cl^-
C. HCO_3^- 、 Cl^- 、 Na^+ 、 Ba^{2+}
D. Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Br^- 、 NO_3^-

解析: 选项 A 加入 NaOH 或盐酸均无明显现象; B 项加入 NaOH 溶液产生蓝色沉淀: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ 加入盐酸无气体产生; C 项加入 NaOH 溶液产生白色沉淀: $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 加入盐酸放出气体: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$; D 项加入 NaOH 溶液产生红褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, 加入盐酸无气体产生。综合分析, 正确的选项应为 C。

易错点: 忽略题干中“加入 NaOH 溶液产生白色沉淀, 加入盐酸放出气体”的条件或忽略其中之一而错选它项。

答案: C

⇒ 14. 下列离子方程式或化学方程式正确的是

- ()
A. SO_2 气体缓慢地通入 Na_2O_2 粉末中
 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2$
B. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中加入氢碘酸
 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
C. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 中加入盐酸
 $3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
D. 在溶液中亚硫酸氢铵与等物质的量的氢氧化钠混合
 $\text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

解析: A 项 SO_2 与 Na_2O_2 粉末反应时, 因 Na_2SO_3 具有较强的还原性, 能同时被 O_2 氧化, 故反应最终的产物是 Na_2SO_4 , 其反应方程式为: $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$; B 项 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与 HI 溶液反应时, 除了氢氧

化铁被溶解外,因 Fe^{3+} 具有氧化性, I^- 具有较强的还原性,二者将会发生氧化还原反应,故 B 项离子方程式的正确写法应是: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;C 项加入盐酸后, $\text{Fe}(\text{NO}_2)_2$ 中的 NO_2^- 便有了强氧化性,会把 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ,故 C 项正确;D 项是亚硫酸氢铵与氢氧化钠以等物质的量反应,化学方程式为: $2\text{NH}_4\text{HSO}_3 + 2\text{NaOH} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$,其离子方程式为: $\text{HSO}_3^- + \text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$,故 D 项错误。

易错点:容易受反应: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 的影响而进行机械类比,从而错选 A、B。其实,某些客观事物之间既有相似的一面,又有差异的一面。相似的一面是类比的客观基础,而差异的一面则对类比起限制作用,类比方法推断的结论很可能正是两个对象的差异点而导致错误。所以,类比方法的推论带有或然性。如果在解题过程中无视两类对象共同的本质属性,而只是罗列一些看起来相同的现象或一般属性就去类比,必然陷入机械类比的错误之中。

答案:C

- ⇒15. 将足量 CO_2 通入 KOH 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的混合稀溶液中,生成沉淀的物质的量(n)和通入 CO_2 体积(V)的关系正确的是 …………… ()

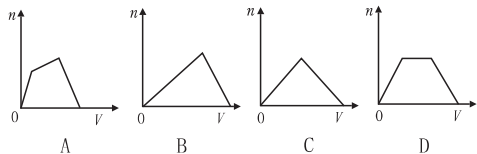


图 1—2—1

解析:本题属于反应的进程题。从化学原理分析,反应应分为三个阶段:第一阶段是发生反应: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;第二阶段是 $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, (若认为有下列反应发生: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$,由于有 OH^- 的存在,则有反应 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 随之发生,这就相当于 CaCO_3 没有溶解);第三阶段是 CaCO_3 的溶解过程,发生的反应是: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$,对照题中示意图,D 项符合题意。

易错点:解题时,没有意识到溶液中 KOH 的作用,而是认为 CaCO_3 达到最大值时,会随着 CO_2 的通入而随之溶解。从而错选 B 项或 C 项。

答案:D

- ⇒16. 对在下列现象中或装置中进行的能量转化形式,说法正确的是 …………… ()

- A. 原电池工作时,只消耗化学能,在能量转化过程中,能量不守恒
B. 内燃机工作时,只增加机械能,在能量转化过程中,能量不守恒
C. 在电解、电镀过程中只耗电,故能量也不守恒
D. 在植物的光合作用中,将太阳能转化为化学能,能量守恒

解析:本题为有关能量的跨学科综合题。原电池是一种在工作时将化学能转化为电能的装置;内燃机是一种在工作时将化学能转化为机械能的装置;电解、电镀的过程中,电能转化为化学能。但无论能量之间如何转化,均遵循总能量守恒的规律,故选项 A、B、C 说法错误。

答案:D

第 II 卷(非选择题 共 72 分)

二、(本题包括 2 小题,共 12 分)

- ⇒17. (6 分)自来水中含有 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 Fe^{3+} 等多种离子或它们组成的可溶性盐。依据学过的化学反应原理并考虑其可行性,对下面问题给出比较合理的解答。

新买的铝锅、铝壶用来烧水时,内壁被水淹没的地方会变成黑色。这层黑色物质是 _____,黑色物质产生的原因是 _____,该黑色物质对人 _____(填“有利”或“有害”)。

解析:此题考查应用化学思维方法和化学知识解释日常生活中实际现象的能力。由题中信息“铝锅、铝壶内壁被水淹没的地方会变成黑色”可知,这层黑色物质的形成既与铝有关,又与水中的某些成分有关。而分析题中所提供的水中所含的各种离子,可知能与铝单质反应的只有 Fe^{3+} ,故此黑色物质必与 Fe^{3+} 有关,再结合学生已有的化学知识: $3\text{Fe}^{3+} + \text{Al} = \text{Al}^{3+} + 3\text{Fe}^{2+}$, $3\text{Fe}^{2+} + 2\text{Al} = 3\text{Fe} + 2\text{Al}^{3+}$,因被铝还原出的单质铁粉不是晶体,故附着在铝锅内壁上时呈黑色(可联想 CO 还原 Fe_2O_3 的实验中所得的黑色铁单质粉末)。由于铁是人体必须的一种元素,故该物质对人体有利(这也是铁制炊具比铝制炊具有利于人体健康的原因)。

易错点:思维不灵活,考虑时思维限制在 Al 是否和水反应上,却不能依据题中条件开阔思路,从而使解题受阻。

答案:铁 铝把水中的 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 再进一步还原为铁 有利

备
课
札
记



⇒18. (6分)由氢气和氧气反应生成 1 mol 水蒸气放热 241.8 kJ, 写出该反应的热化学方程式_____。

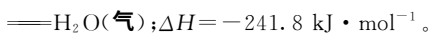
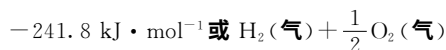
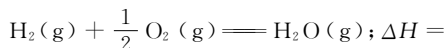
若 1 g 水蒸气转化成液态水放热 2.444 kJ,

则反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的

$\Delta H =$ _____。

氢气的燃烧热为_____。

解析:已知生成一定量的物质放出的热量,写其热化学方程式比较简单,但书写时要注意标明反应物和生成物的聚集状态,同时还需注明 ΔH 的“+”与“-”(放热为“-”,吸热为“+”)。另外,热化学方程式中各物质的化学计量数要与热量的数值相对应。据此,由氢气和氧气反应生成 1 mol 水蒸气的热化学方程式可写为:



由题意可知,1 g 水蒸气转化为液态水放热 2.444 kJ,则 1 mol 水蒸气(即 18 g)转化为液态水放热 $2.444 \text{ kJ} \times 18 = 43.992 \text{ kJ}$,再结合以上热化学方程式可知, H_2 、 O_2 反应生成 1 mol 液态水放热: $241.8 \text{ kJ} + 43.992 \text{ kJ} = 285.8 \text{ kJ}$,即该反应的 $\Delta H = -285.8 \text{ kJ}$

回答第三问时,首先要搞清楚燃烧热的定义(即 1 mol 物质完全燃烧生成稳定氧化物时所放出的热量),因氢气燃烧生成的液态水为稳定氧化物,由 1 mol H_2 完全燃烧生成液态水放出的热量,可知氢气的燃烧热为 $285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}(\text{O}_2) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

三、(本题包括 1 小题,共 15 分)

⇒19. (15 分)50 mL 0.5 mol · L⁻¹ 盐酸与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液在如图 1—2—2 所示的装置中进行中和反应。通过测定反应过程中所放出的热量可计算中和热。请回答下列问题:

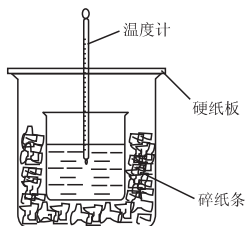


图 1—2—2

(1)从实验装置上看,图中尚缺少的一种玻璃用品是_____。

(2)烧杯间填满碎纸条的作用是_____。

(3)大烧杯上如不盖硬纸板,求得的中和热数值_____ (填“偏大”“偏小”“无影响”)。

(4)实验中改用 60 mL 0.50 mol · L⁻¹ 盐酸跟 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ NaOH 溶液进行反应,与上述实验相比,所放出的热量_____ (填“相等”或“不相等”)。所求中和热_____ (填“相等”或“不相等”),简述理由_____。

(5)用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行上述实验,测得中和热的数值会_____;用 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ NaOH 溶液进行上述实验,测得的中和热的数值会_____ (均填“偏大”“偏小”“无影响”)。

解析:此题考查学生对中和热的概念及中和热测定实验的理解。在稀溶液中,酸跟碱发生中和反应生成 1 mol H_2O 时的反应热叫做中和热。酸与碱发生中和反应放出的热量为: $Q = (m_{\text{酸}} + m_{\text{碱}}) \cdot c \cdot (t_{\text{终}} - t_{\text{始}})$,其中 c 为比热容,为一固定数值($4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$)。

本实验中,50 mL 0.50 mol · L⁻¹ 的盐酸与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 反应,只能生成 0.025 mol 的水,则生成 1 mol 水时放出的热量即中和热应为:

$$\Delta H = - \frac{(m_{\text{酸}} + m_{\text{碱}}) \cdot c (t_{\text{终}} - t_{\text{始}})}{0.025}$$

由上式可知,当反应物的质量一定时,中和热的数值主要决定于中和反应前后对溶液温度的测定。

实验中用 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液去中和 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ 的盐酸就是为了使碱稍稍过量,以保证 0.50 mol · L⁻¹ 的盐酸能完全被碱中和,从而使实验结果更加准确。

(1)从实验装置上看,图中尚缺环形玻璃搅拌棒。其作用是使反应物混合均匀并充分反应,同时,使小烧杯里溶液的温度均匀。

(2)由于本实验的准确性取决于对溶液温度的测定,为了保温、隔热即减少实验过程中的热量损失,实验中采取了在烧杯间填充碎纸条和在大烧杯上盖硬纸板的措施。

(3)大烧杯上若不盖硬纸板,将会使中和反应放出的热量部分散失,使实验测定值 $t_{\text{终}}$ 偏低,从而导致实验结果偏小。

(4)由 $Q = mc\Delta t$ 可知,中和反应过程中放出的热量既与反应前后的温度有关,又与参加反应的溶液质量有关。当用 60 mL 0.50 mol · L⁻¹ 的盐酸与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液反应时,参加反应的溶液的质量大于原实验中反应液的质量,且生成水的质量也大于原实验中生成水的量,故