

特值在化学问题中的应用

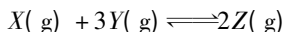
江苏省江阴市青阳中学 214400 陈 静

化学问题往往由多元对象、多个变化的复杂体系构成,若通过对题目因素的深入分析、综合考察,选取或赋予某个特殊值作为过程的参照量,将由此得到的结论再与题示实际相比较,有助于从错综复杂的关系中理出思路,快速判断求解。

一、理想值

当反应物的量恰好符合化学反应的计量数关系,求出过程与此相对应的量称为理想值。理想值的意义简明、直观,以此为参照,可化繁为简,化隐为显。

例 1 在一定条件下,可逆反应



达到平衡时,测得 Y 的转化率为 37.5%, X 的转化率为 25%,则反应开始时充入容器中的 X 和 Y 的物质的量之比是()。

A. 1:2 B. 1:3 C. 1:4 D. 1:5

解析 当 X 和 Y 的物质的量之比符合反应计量数即 1:3 时, X 和 Y 的转化率相等,而实际 Y 的转化率大于 X ,表明 X 相对过量,考察选项,答案选 A。

例 2 18.4 g NaOH 和 NaHCO_3 的固体混合物,在密闭容器中加热到约 250℃,经充分反应后排出气体、冷却,称得剩余固体质量为 16.6 g,试计算原混合物中 NaOH 的质量分数。

解析 NaOH 与 NaHCO_3 反应为:



当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{NaHCO}_3) = 1 : 1$ 时, NaOH 和 NaHCO_3 恰好完全反应,此时求得反应后固体失重为: $18.4 \text{ g} \times \frac{18}{40+84} = 2.67 \text{ g}$,而实际失重为: 18.4 g

►的 CuSO_4 和 0.2 mol NaCl 的水溶液。电解一段时间后,在一个电极上得到 0.3 mol Cu,另一电极上产生的气体在标准状况下的体积是()。

A. 4.48 L B. 5.6 L
C. 6.72 L D. 13.44 L

解析 解题时如忽视 CuSO_4 和 NaCl 的量就会陷入“陷阱”,会误认为得 0.3 mol 的 Cu,根据电荷相等会产生 0.3 mol 的 Cl_2 ,从而错选 C。

若对量进行分析,0.4 mol CuSO_4 析出 0.3 mol Cu 是可行的,但 0.2 mol NaCl 只能析出 0.1 mol Cl_2 ,所以阳极上析出的是 Cl_2 和 O_2 的混合气体,易算出 O_2 是 0.1 mol,共有气体 0.2 mol。

故应选 A。

六、“陷阱”就在电极反应式中

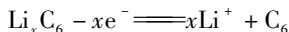
例 6 (2016 四川卷) 某电动汽车配载一种可充电的锂离子电池,放电时电池总反应为:



下列关于该电池的说法不正确的是()。

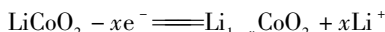
A. 放电时, Li^+ 在电解质中由负极向正极迁

B. 放电时,负极的电极反应式为



C. 充电时,若转移 1 mol e^- ,石墨(C_6) 电极将增重 7x g

D. 充电时,阳极的电极反应式为



解析 有些学生在解题时因对电极反应式把握不准,很容易错选 B 或 D。

电池放电时,阳离子由负极移向正极,则选项 A 正确,不符合题干要求;由放电时的总反应看出 Li_xC_6 在负极发生失电子的氧化反应,则选项 B 正确,不符合题干要求;充电反应是放电反应的逆反应,充电时阳极发生失电子的氧化反应: $\text{LiCoO}_2 - xe^- = \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+$,则选项 D 正确,不符合题干要求;充电时,阴极发生得电子的还原反应: $\text{C}_6 + xe^- + x\text{Li}^+ = \text{Li}_x\text{C}_6$,当转移 1 mol 电子时,阴极(C_6 电极)析出 1 mol Li,增重 7 g,则选项 C 错误,符合题干要求。

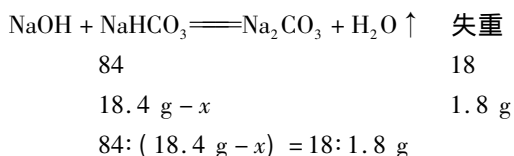
故应选 C。

移

(收稿日期:2017-11-22)

-16.6 g = 1.8 g < 2.67 g, 说明固体混合物中 $n(\text{NaOH}) : n(\text{NaHCO}_3) > 1:1$, 即 NaOH 过量。

设 NaOH 的质量分数为 x , 则 NaHCO_3 为 $(18.4 \text{ g} - x)$ 有:



求得: $x = 10 \text{ g}$

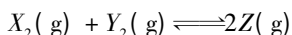
NaOH 的质量分数为:

$$\frac{10 \text{ g}}{18.4 \text{ g}} \times 100\% = 54.3\%$$

二、极值

与过程的某种极限状态相对应的量即为极值。极值对应于问题量的边界如最大或最小, 从而使量的关系变得清晰、简单, 实际过程便于把握。

例 3 在密闭容器中进行如下反应:

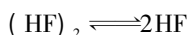
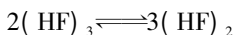


已知 X_2 、 Y_2 、 Z 的起始浓度分别为 0.1 mol/L、0.3 mol/L、0.2 mol/L, 在一定条件下, 当反应达到平衡时, 各物质浓度有可能是()。

- A. Z 为 0.3 mol/L
- B. Y_2 为 0.35 mol/L
- C. X_2 为 0.2 mol/L
- D. Z 为 0.4 mol/L

解析 假若反应向正方向进行到底, 这时各物质的浓度: $X_2 = 0 \text{ mol/L}$, $Y_2 = 0.2 \text{ mol/L}$, $Z = 0.4 \text{ mol/L}$; 假若反应向逆方向进行到底, 这时各物质的浓度: $X_2 = 0.2 \text{ mol/L}$, $Y_2 = 0.4 \text{ mol/L}$, $Z = 0 \text{ mol/L}$ 。由于实际反应是可逆的, 各物质浓度应介于上述极值之间, 所以选 A、B。

例 4 已知氟化氢气体中存在下列平衡:



若平衡时气体的平均摩尔质量为 42 g/mol, 则 $(\text{HF})_3$ 的体积分数是()。

- A. < 10%
- B. = 10%
- C. > 10%
- D. $\geq 10\%$

解析 假若 $(\text{HF})_3$ 的体积分数为 10%, 则 HF 与 $(\text{HF})_2$ 的体积分数之和为 90%, 当 90% 全

为 $(\text{HF})_2$ 时, 求得混合气体的平均相对分子质量的最大值为:

$$60 \times 10\% + 40 \times 90\% = 42$$

与题示实际比较, 显然应选 C。

三、平均值

运用整体思维的方法, 把混合体系中的多个对象看作一个对象, 求得过程的平均值(如平均组成、平均相对原子质量、平均相对分子质量等), 能快速确定对象以及对象间量的联系。

例 5 某亚硫酸钠已部分被氧化为硫酸钠, 经测定该混合物中含硫 25%, 则混合物中亚硫酸钠和硫酸钠的物质的量之比是()。

- A. 1:7
- B. 2:7
- C. 7:1
- D. 7:2

解析 考查化学式, 可设混合物平均组成为 Na_2SO_x , 则其式量: $\frac{32}{25\%} = 128$, 利用式量进行十字相乘, 有:

$$\begin{array}{cc} \text{Na}_2\text{SO}_3 & \text{Na}_2\text{SO}_4 \\ 126 & 142 \\ & \diagdown \quad \diagup \\ & 128 \\ & \diagup \quad \diagdown \\ 14 & 2 \\ \Rightarrow & 7 : 1 \end{array}$$

所以选 C。

例 6 今有 15 g 由两种金属混合而成的粉末, 投入到足量的盐酸中, 等反应完毕后得到 11.2 L H_2 (标准状况)。则金属粉末不可能的组合是()。

- A. Ca 和 Zn
- B. Al 和 Fe
- C. Mg 和 Zn
- D. Mg 和 Al

解析 当金属为二价时, 则有关系式: $M \sim \text{H}_2$, 求得金属的平均摩尔质量为:

$$\frac{15 \text{ g}}{\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}} = 30 \text{ g/mol}$$

相对摩尔质量: Ca = 40 g/mol, Zn = 65 g/mol, Fe = 56 g/mol, Mg = 24 g/mol, 将 Al 化归为二价, 其摩尔质量为 $\frac{27 \text{ g/mol}}{3} \times 2 = 18 \text{ g/mol}$, 而平均值应是介于混合组成中的中值, 所以选 A、C。

四、恒值

恒值即过程中的不变量。质量守恒是化学

形形色色的碳的同素异形体剖析

山东省肥城市第一高级中学 271600 白俊逸

碳的单质及其晶体的性质比较复杂,在中学化学中主要涉及了四种类型,即原子晶体(金刚石)、分子晶体(足球碳和炔碳)和以石墨为代表的混合晶体,并且足球碳(足球烯)有关结构问题的计算也常有涉及。

一、碳的同素异形体

1. 金刚石

基本结构正四面体的四个顶点及正中心点都是碳原子;键角: $109^{\circ}28'$; 键长: 1.55×10^{-10} m; 硬度 10; 熔点: 3550°C ; 沸点: 4827°C 。

2. 石墨

(1) 石墨属于混合晶体,每一层内原子以共价键相连接,熔点和沸点都很高,像原子晶体。每个碳原子用三个电子成键,余下一个自由电子,可以导电,像金属晶体。石墨片层之间用分子间作用力连接,像分子晶体。因此说石墨属于混合晶体。

(2) 石墨基本结构和有关数据如下:

①基本结构片层结构,层内由许多全等的正六边形组成,顶点都是碳原子;②键长:层内为

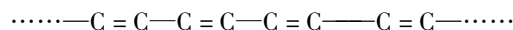
1.42×10^{-10} m; 层与层之间是分子间作用力,层间距离为 3.55×10^{-10} m; ③键角为 120° ; ④硬度:很软; ⑤熔点为 3652°C , 1697°C 时升华; ⑥沸点为 4827°C 。

3. 足球碳 C_{60}

C_{60} 为碳的第三种同素异形体,为分子晶体,由若干个正五边形和正六边形围成的中空多面体,状类足球,可作超导体。此外尚有 C_{28} 、 C_{70} 、 C_{84} 、 C_{270} 以及 C_{540} 等。

4. 炔碳

1995 年美国教授 Lagow 报道,他制得碳的第四种同素异形体——炔碳:



该物质的一个分子中含有 300 个 ~ 500 个碳原子,性质很活泼。应该是分子晶体。

5. 碳纳米泡沫

碳的第五种同素异形体很轻,像泡沫一样,被称碳纳米泡沫。在纳米泡沫中,碳以七边形的形式结合,有一个未成对的电子。

►变化遵循的基本规律,在具体的过程中有原子守恒、电子得失守恒、体系电荷守恒,善于发现并利用这些不变量,能大大简化解题的具体过程。

例 7 向一定量的 Fe 、 FeO 、 Fe_2O_3 的混合物中,加入 100 mL 1 mol/L 的盐酸,恰好使混合物完全溶解,放出 224 mL(标准状况)的气体。所得溶液中加入 KSCN 溶液无血红色出现。若用足量的 CO 在高温下还原相同质量的此混合物,能得到铁的质量为()。

- A. 11.2 g B. 5.6 g
C. 2.8 D. 无法计算

解析 由题意,所得溶液成分为 FeCl_2 ,由于溶液的电中性,有: $n(\text{Cl}^-) = 2n(\text{Fe}^{2+})$,过程中铁元素守恒,有 $n(\text{Fe}) = \frac{1}{2}n(\text{HCl}) = 0.05 \text{ mol}$ 。

所以选 C。

例 8 14 g 铜、银合金与足量的某浓度硝酸反应,将放出的气体与 1.12 L 氧气(标准状况)混合,通入水中恰好完全吸收,则合金中铜量是()。

- A. 9.6 g B. 6.4 g C. 3.2 g D. 1.6 g

解析 硝酸被还原放出的气体又被氧气氧化,经水吸收后转变为原来的硝酸,反应前后氮元素化合价不变,相当于 14 g 铜、银合金被 1.12 L(标准状况)氧气氧化,设铜的物质的量为 x ,银的物质的量为 y ,由氧化还原反应电子得失守恒,可列式如下:

$$2x + y = 4 \times \frac{1.12}{22.4} \quad \text{①}$$

$$64x + 108y = 14 \quad \text{②}$$

联立①、②,解得 $x = 0.05$,所以选 C。

(收稿日期:2017-11-27)