

## 2016 年高考框图题的命题角度预测

江苏省大丰高级中学 224100 卞小峰

框图推断题是高考经典题型,通过框图推断题往往将基本理论联系起来考查。在复习中,精编框图题,适度开发、拓展,充分发挥其价值。本文通过自编框图题将高考主干基本理论联系起来,提升综合思维能力。

**原创题** 图1为短周期元素组成的物质之间转化关系图,甲分子立体结构为正四面体形、乙分子为10电子分子,B与空气主要成分之一互为等电子体。回答相关问题:

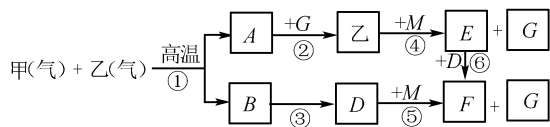


图1

(1) 在  $t^{\circ}\text{C}$  (高于  $500^{\circ}\text{C}$ ) 和相同压强下对反应  $B + \text{乙} \rightleftharpoons A + D$  进行 I、II、III、IV 四组实验,实验起始时放入容器内各组分的物质的量见表1。

①上述四种情况达到平衡后  $n(D)$  的大小顺序是( )。

- A. II = IV > III = I      B. II > IV > I > III  
C. IV > II > III = I      D. IV > III > II > I

► 溶液制胆矾的主要步骤是 \_\_\_\_\_。

(5) 流程中有三次实现了试剂的循环使用,已用虚线标出两处,第三处的试剂是 \_\_\_\_\_。循环使用的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  在反应I中的主要作用是\_\_\_\_\_。

答案: (1) 作氧化剂 过滤 (2)  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{RH} \rightleftharpoons 2\text{NH}_4^+ + 2\text{NH}_3 + \text{CuR}_2$  分液漏斗 a b (3) RH 分液漏斗尖端未紧靠烧杯内壁液体过多 (4)  $\text{O}_2$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  加热浓缩 冷却结晶 过滤 (5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  防止由于溶液中的  $c(\text{OH}^-)$  过高生成  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀

**解析** 第(1)问: 反应I是将Cu转化为  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ , Cu被氧化,需要氧化剂,而  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  比较,  $\text{H}_2\text{O}_2$  做氧化剂合适。操作①是把滤渣和液体分离,所以操作为过滤。第(2)问: 是一个陌生的离子方程式,在图框中根据

表1

	B	乙	A	D
I	a mol	a mol	0 mol	0 mol
II	2a mol	a mol	0 mol	0 mol
III	0 mol	0 mol	a mol	a mol
IV	a mol	0 mol	a mol	a mol

②若实验I在该条件下达到平衡时,平衡常数  $K = \frac{9}{16}$ , 则B的转化率为 \_\_\_\_\_ (可用分数表示)。

(2) 在E溶液中将B、G构成电池如图2所示:

电子由 \_\_\_\_\_ 极经外电路流向 \_\_\_\_\_ 极(填: a 或 b); 负极反应式为 \_\_\_\_\_。

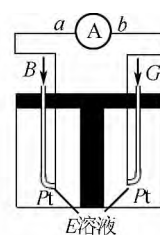


图2

(3) 取等物质的量的E、F、M分别溶于水,都配制等体积溶液,这三种溶液中阴离子浓度由小到大的顺序是 \_\_\_\_\_。(用E、F、M表示)

(4) 已知  $25^{\circ}\text{C}$ 、101 kPa 条件下, A、B、甲的燃烧热分别为 286 kJ/mol、283 kJ/mol、890 kJ/mol, 若将 a mol A、B、甲的混合气体完全燃烧,生成气态D和液态乙,且  $n(D) = n(\text{乙})$ , 则放出的热量

箭头的方向寻找反应物 ( $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$  与有机物RH) 和生成物 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{NH}_3$ 、有机层  $\text{CuR}_2$ ), 此五种物质中只有  $\text{NH}_4\text{Cl}$  可以拆开且反应物中无  $\text{Cl}^-$ , 书写可得方程式。操作②是把水层和有机层分离, 所以为分液操作, 主要仪器为分液漏斗; 铜元素富集在有机层, 所以该操作的目的是富集铜元素, 使铜元素与水溶液中的物质分离。而不影响  $\text{Cu}^{2+}$  在水中的溶解度。第(3)问: 根据图框中箭头提示, 反应物是  $\text{CuR}_2$  与稀硫酸, 反应生成物是  $\text{CuSO}_4$  和 RH; 第(5)问: 循环使用的物质必然是在图框中加入的物质, 而在此图框中只加入了三次物质, 第一次是:  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 第二次是: RH 和有机溶剂, 第三次是: 稀硫酸。前两次的物质均已循环利用, 第三处的试剂只能是稀硫酸。

(收稿日期: 2016-01-15)

(Q) 取值范围为 \_\_\_\_。

(5) 等质量的 M 分别发生反应④和⑤, 转移电子数之比为 \_\_\_\_; 设计一个简单易行的小实验, 证明反应⑤是放热反应。实验方法是 \_\_\_\_。

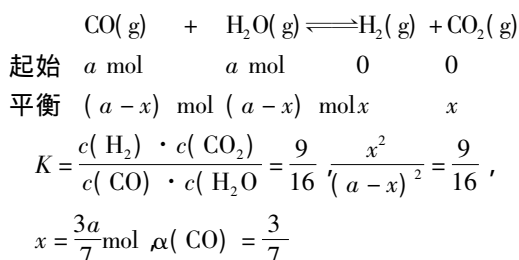
(6) 如果 A、B 混合气体 7.8 g( 平均摩尔质量为 10 g/mol) 在与过量的 G 充分反应后, 通过足量 M 粉末, 可使 M 固体粉末增重 \_\_\_\_。

解析 本题以框图为载体, 将化学平衡、电化学、热化学、电解质溶液、氧化还原反应和化学计算等基本理论联系起来考查, 思维跨度大, 综合性强。空气主要成分是氮气和氧气, CO 是氮气分子的等电子体。甲、乙在高温下反应, 且甲为正四面体、乙为 10 电子分子, 推知甲为 CH<sub>4</sub>, 乙为 H<sub>2</sub>O, A 为 H<sub>2</sub>, B 为 CO, 再由乙 + M → E + G, D + M → F + G, 联想水蒸汽、二氧化碳与过氧化钠反应, 推知: M 为 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, E 为 NaOH, G 为 O<sub>2</sub>, F 为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>。(1) 依题意, 四组实验中, 温度、压强相等, 容器的容积不一定相等。采用“一边倒”法, 将产物转化成起始反应物, 列于表 2。

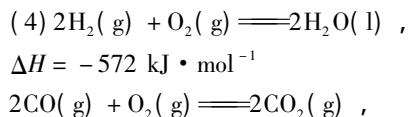
表 2

	CO	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
I	a mol	a mol	0 mol	0 mol
II	2a mol	a mol	0 mol	0 mol
III	a mol	a mol	0 mol	0 mol
IV	2a mol	a mol	0 mol	0 mol

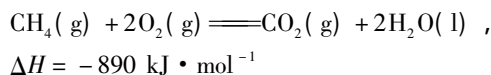
根据等效平衡原理, 平衡时 CO<sub>2</sub> 的物质的量: I = III < II = IV, A 选项正确。



(2) CO 与 O<sub>2</sub> 在氢氧化钠溶液中构成原电池, CO 在负极发生氧化反应, 所以 CO 气体的一极为负极。(3) 取 1 mol Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、1 mol NaOH、1 mol Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 分别溶于水配制成等体积的溶液, 碳酸钠只很小部分水解: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O ⇌ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + OH<sup>-</sup>, 阴离子浓度: 过氧化钠溶液的最大, 氢氧化钠溶液的最小。



$$\Delta H = -566 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



由产物水和二氧化碳的物质的量相等得出: n(H<sub>2</sub>) + 2n(CH<sub>4</sub>) = n(CO) + n(CH<sub>4</sub>), n(H<sub>2</sub>) + n(CH<sub>4</sub>) = n(CO), n(CO) = 0.5a mol, n(H<sub>2</sub>) + n(CH<sub>4</sub>) = 0.5a mol, 用极端假设法计算: 若混合气体由 H<sub>2</sub> 和 CO 组成, 则 Q = 283 kJ/mol × 0.5a mol + 286 kJ/mol × 0.5a mol = 284.5a kJ; 若混合气体由 CH<sub>4</sub> 和 CO 组成, 则 Q = 283 kJ/mol × 0.5a mol + 890 kJ/mol × 0.5a mol = 586.5a kJ。根据平均值原理: 284.5a kJ < Q < 586.5a kJ

(5) 2Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 2CO<sub>2</sub> ⇌ 2Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + O<sub>2</sub> ↑, 2Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O ⇌ 4NaOH + O<sub>2</sub> ↑ 等量的过氧化钠完全反应, 两个反应转移电子数相等; 利用棉花燃烧现象证明该反应是放热反应。

(6) 从净反应看, 过氧化钠净增质量相当于 CO 和 H<sub>2</sub> 总质量。

答案: (1) ①A ②3/7 (2) a b CO - 2e<sup>-</sup> + 4OH<sup>-</sup> ⇌ CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + 2H<sub>2</sub>O (3) E < F < M (4) 284.5a kJ < Q < 586.5a kJ (5) 1:1 用脱脂棉包裹适量的过氧化钠放出盛装二氧化碳的集气瓶里, 棉花燃烧说明反应⑤放热(或用脱脂棉包裹适量过氧化钠放在石棉网上, 向棉花通入二氧化碳, 棉花燃烧说明该反应放热) (6) 7.8 g。

知识储备 (1) 中学常考典型分子的立体结构

	HF	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>
分子	(HCl, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	(H <sub>2</sub> S)	(PH <sub>3</sub> 、NF <sub>3</sub> , PBr <sub>3</sub> )	(SiH <sub>4</sub> , CX <sub>4</sub> , SiX <sub>4</sub> )
立体结构	直线形	V 形	三角锥形	正四面体形

(2) 中学常见的等电子粒子

等电子	10e <sup>-</sup>	14e <sup>-</sup>	18e <sup>-</sup>
典型粒子	HF, H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , F <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> , Al <sup>3+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	Si, CO, N <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> <sup>2-</sup> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , Na <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , HCN	HCl, H <sub>2</sub> S, PH <sub>3</sub> , SiH <sub>4</sub> , HS <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , O <sub>2</sub> <sup>2-</sup> , F <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> OH, CH <sub>3</sub> F, CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>

(3) 等电子体原理: 含原子数相等、电子数相等的粒子构型和化学键相似。如 SO<sub>2</sub> 与 O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O 与 CO<sub>2</sub>, CO 与 N<sub>2</sub>、C<sub>2</sub><sup>2-</sup>、CN<sup>-</sup> 互为等电子体, 等电子体粒子具有相似的电子式。

(收稿日期: 2016 - 02 - 15)