

黄铜矿及其转化：黄铜矿 (CuFeS_2) 是自然界中铜的主要存在形式。炼铜的传统方法主要是火法，即使黄铜矿和氧气在控制条件下逐步反应得到单质铜。随着铜矿的减少、矿物中黄铜矿含量的降低以及环境保护的要求，湿法炼铜越来越受关注。该法的第一步也是关键的一步就是处理黄铜矿，使其中的铜尽可能转移到溶液中。

最简便的处理办法是无氧化剂存在的酸溶反应：向含黄铜矿的矿物中加入硫酸，控制浓度和温度，所得体系显蓝色且有臭鸡蛋味的气体(A)放出(反应 1)；为避免气体 A 的产生，可采用三价铁盐如 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液处理黄铜矿，所得溶液和反应 1 的产物类似，但有浅黄色固体物质 B 生成(反应 2)；浅黄色固体会阻碍黄铜矿的溶解，因此，办法之一是在类似反应 1 的体系中引入硫酸杆菌类微生物，同时通入空气，反应产物无气体，也无黄色混浊物(反应 3)，溶液中阴离子为 C；但是，微生物对反应条件要求较为严格(如温度不能过高，酸度应适宜等)。采用合适的氧化剂如氯酸钾溶液(足量)，使之在硫酸溶液中与黄铜矿反应(反应 4)，是一种更有效的处理方法。只是，后两种方法可能出现副反应(反应 5)，生成黄钾铁矾(D)。D 是一种碱式盐(无结晶水)，含两种阳离子且二者摩尔比为 1:3，它会沉积在黄铜矿上影响其溶解，应尽量避免。5.008gD 和足量硫酸钾在硫酸溶液中反应(反应 6)，得到 15.10g 铁钾矾 E，E 与明矾(相对分子质量为 474.4)同构。

4-1 写出 A~C、E 的化学式。

4-2 通过计算，写出 D 的化学式。

4-3 写出反应 1~6 的离子方程式(要求系数为最简整数比)。