

元素化合物综合热点

——探究软锰矿的开发路线

南京市秦淮中学 丁志芬



磷酸锰铁锂作为磷酸铁锂电池技术



随着我国新能源汽车行业的快速发展，动力电池需求量大幅增长，企业也在大力发展三元前驱体、锰酸锂、高纯硫酸锰、三氧化二锰等正极材料产业。

元素周期表

族 周期	IA 1	IIA 2	III B 3	IV B 4	V B 5	VI B 6	VII B 7	VIII 8	VIII 9	VIII 10	IB 11	II B 12	III A 13	IV A 14	V A 15	VI A 16	VII A 17	0 18		0	
1	1 H 氢 1.008																	2 He 氦 4.003	K	2	
2	3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.012												5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.01	7 N 氮 14.01	8 O 氧 16.00	9 F 氟 19.00	10 Ne 氖 20.18	L	8
3	11 Na 钠 22.99	12 Mg 镁 24.31											13 Al 铝 26.98	14 Si 硅 28.09	15 P 磷 30.97	16 S 硫 32.07	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95			
4	19 K 钾 39.10	20 Ca 钙 40.08	21 Sc 钪 44.96	22 Ti 钛 47.87	23 V 钒 50.94	24 Cr 铬 52.00	Mn	25 Fe 铁 55.85	26 Co 钴 58.93	27 Ni 镍 58.71	28 Cu 铜 63.55	29 Zn 锌 65.38	30 Ga 镓 69.72	31 Ge 锗 72.64	32 As 砷 74.92	33 Se 硒 78.96	34 Br 溴 79.90	35 Kr 氪 83.80			
5	37 Rb 铷 85.47	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.91	40 Zr 锆 91.22	41 Nb 铌 92.91	42 Mo 钼 95.94	43 Tc 锝* [98]	44 Ru 钌 101.1	45 Rh 铑 102.9	46 Pd 钯 106.4	47 Ag 银 107.9	48 Cd 镉 112.4	49 In 铟 114.8	50 Sn 锡 118.7	51 Sb 锑 121.8	52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.9	54 Xe 氙 131.3			
6	55 Cs 铯 132.9	56 Ba 钡 137.3	57~71 La~Lu 镧系	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.8	75 Re 铼 186.2	76 Os 锇 190.2	77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 209.0	84 Po 钋 [209]	85 At 砹 [210]	86 Rn 氡 [222]	P 8 18 32 18 8 2		
7	87 Fr 钫 [223]	88 Ra 镭 [226]	89~103 Ac~Lr 锕系	104 Rf 钚* [267]	105 Db 铪* [270]	106 Sg 𨭈* [269]	107 Bh 𨭉* [270]	108 Hs 𨭊* [270]	109 Mt 𨭋* [278]	110 Ds 𨭌* [281]	111 Rg 𨭍* [281]	112 Cn 𨭎* [285]	113 Nh 𨭏* [286]	114 Fl 𨭐* [289]	115 Mc 𨭑* [289]	116 Lv 𨭒* [293]	117 Ts 𨭓* [293]	118 Og 𨭔* [294]	O 8 18 32 18 8 2		

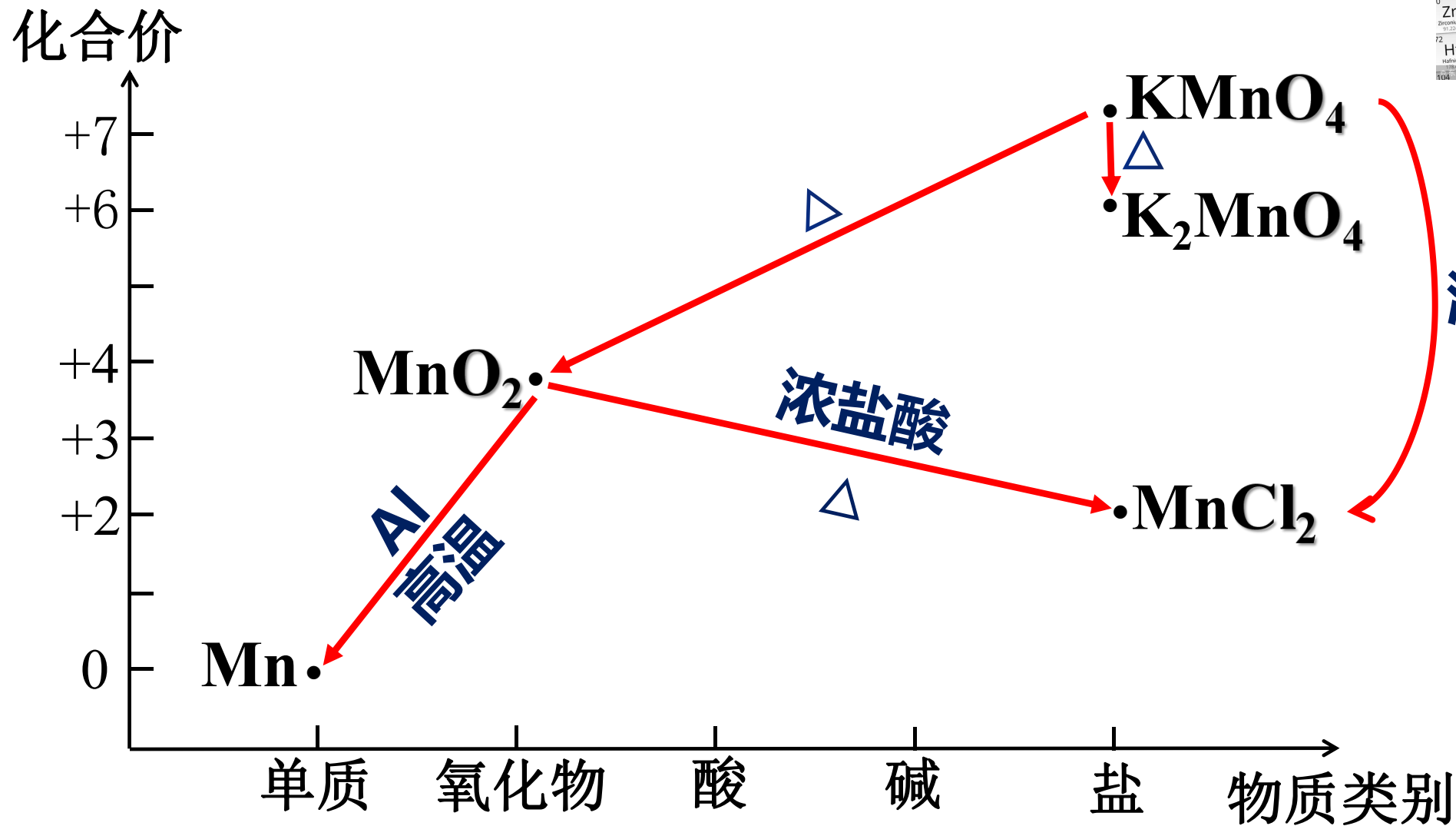
原子序数 — 8 O — 元素符号, 红色指放射性元素
 元素名称 — 氧
 注*的是人造元素
 16.00 — 相对原子质量

非金属 金属
 过渡元素

Mn → $3d^5 4s^2$

+7 **KMnO₄**
+6 **K₂MnO₄**
+4 **MnO₂**
+2 **MnCl₂**

任务一：锰及其化合物的转化关系



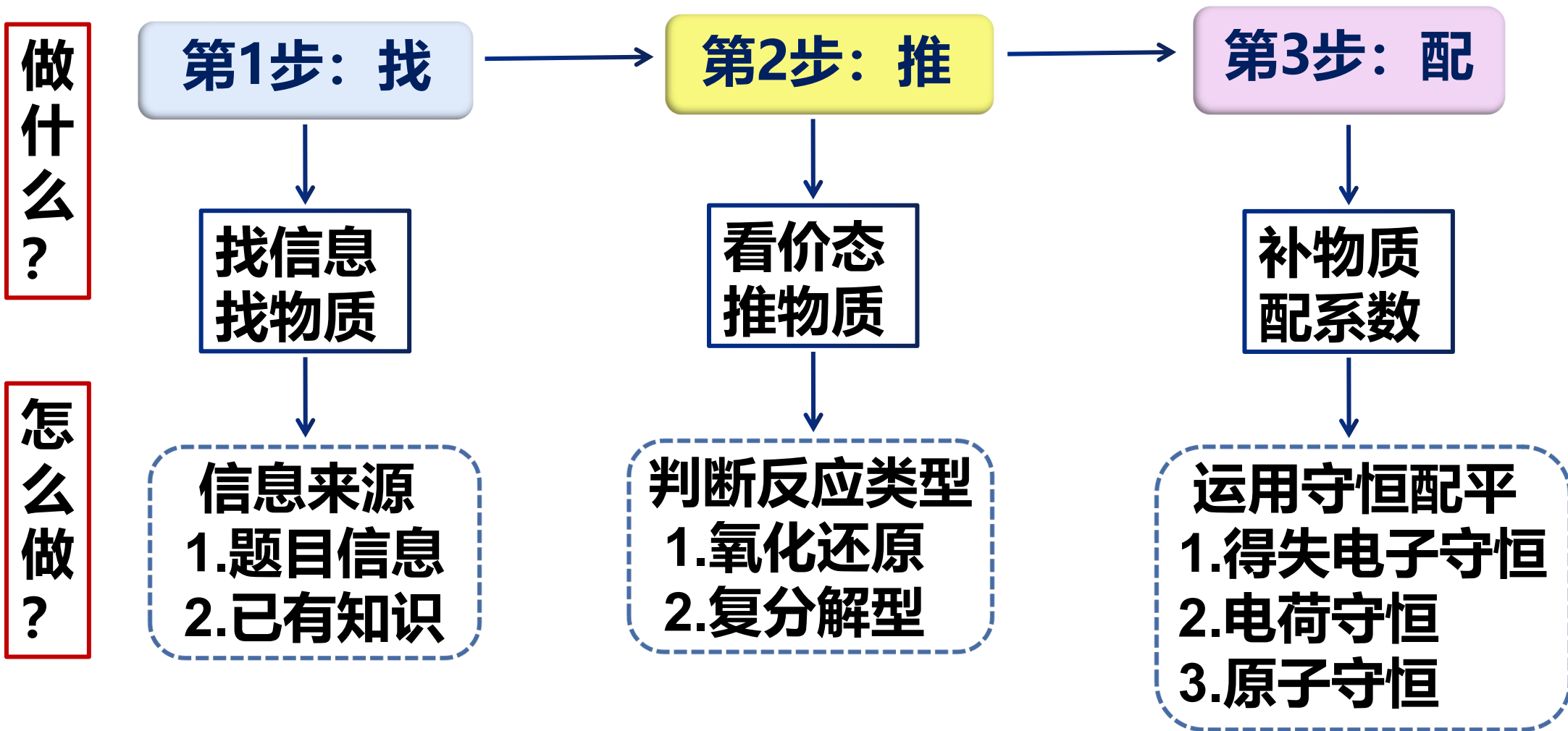
任务二：探究软锰矿的开发路线

实验方案：设计由软锰矿（主要成分为 MnO_2 ，含少量 Al_2O_3 、 Fe_3O_4 、 SiO_2 等杂质）制备 MnSO_4 的工艺流程。

【思考】

- 1.原料是什么？产品是什么？
- 2.从元素观和价态观分析应该加入什么试剂？
- 3.杂质有什么？如何分离？

新情境方程式书写的认知模型



任务二：探究软锰矿的开发路线

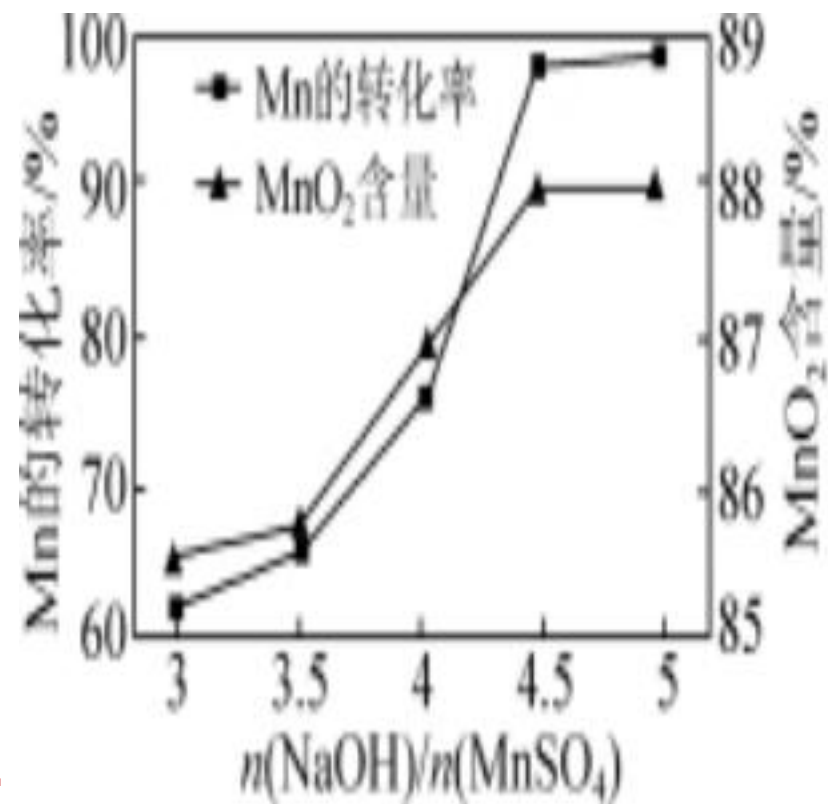


MnSO_4 和 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的物质的量相同，改变 NaOH 的物质的量，测得Mn的转化率、

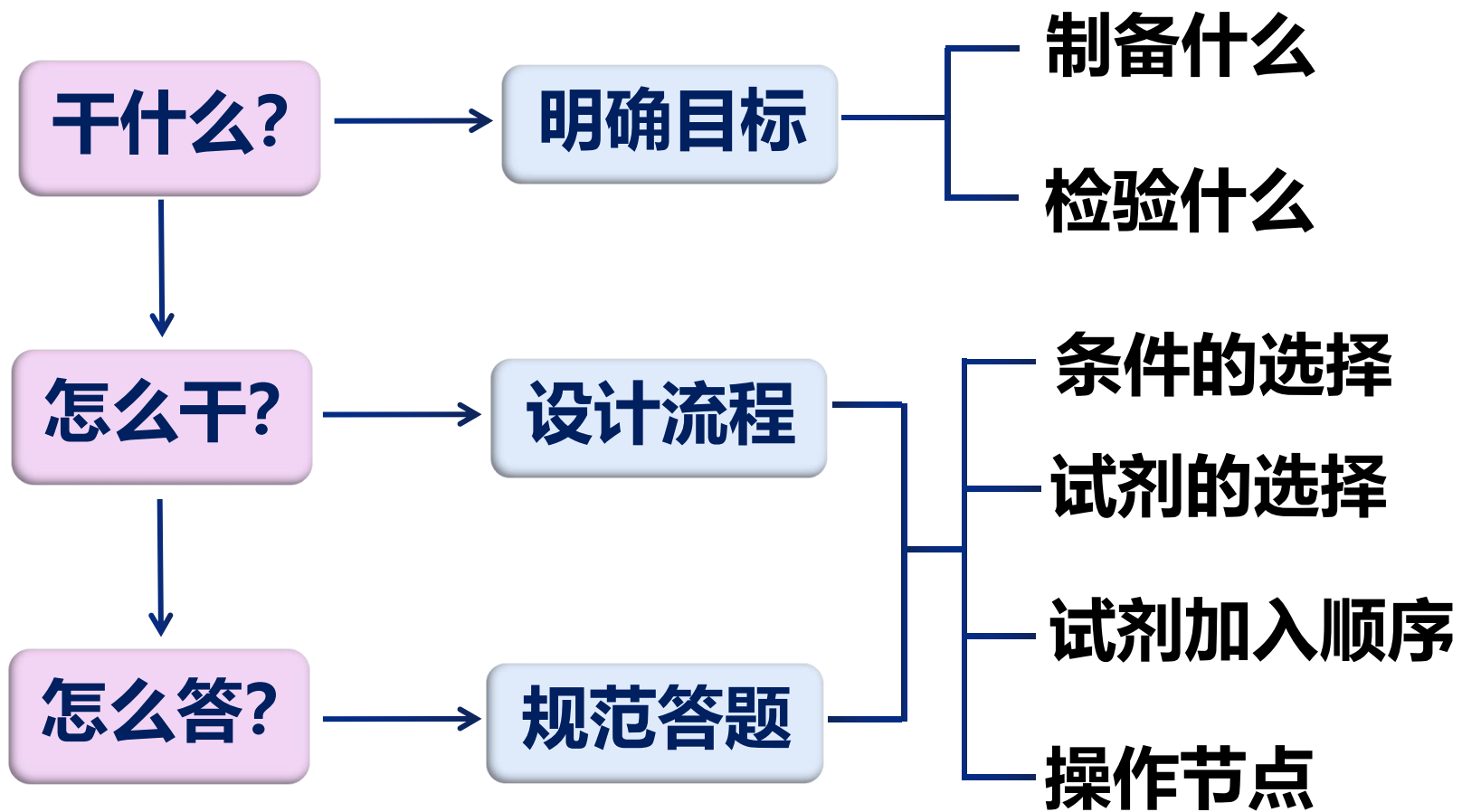
MnO_2 的含量 $\left\{ \frac{m(\text{MnO}_2)}{m(\text{MnO}_2) + m[\text{Mn}(\text{OH})_2]} \right\}$

与 NaOH 和 MnSO_4 物质的量比值之间的关系如右图所示。

边搅拌边向混合溶液中加入90 mL $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液，充分反应后过滤，向滤渣中边搅拌边加入适量 $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液，当固体不再减少时，过滤，用蒸馏水多次洗涤滤渣，直至取最后一次洗涤滤液加入 $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液无沉淀生成，过滤，干燥

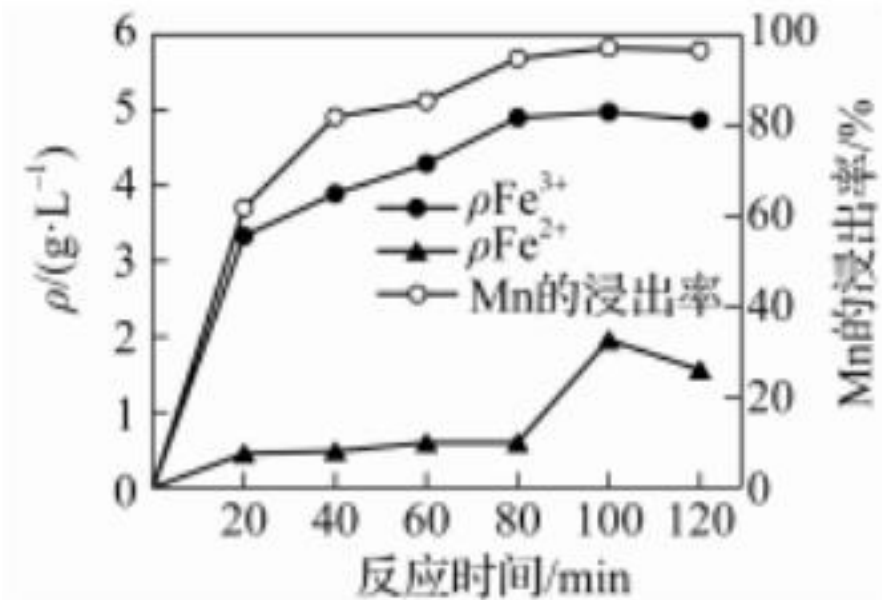
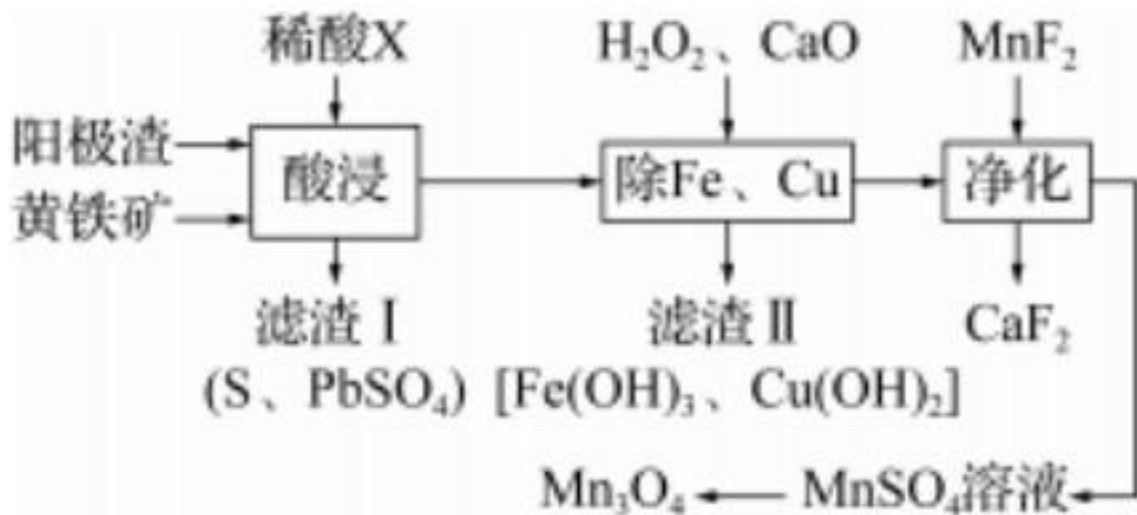


实验方案设计的认知模型



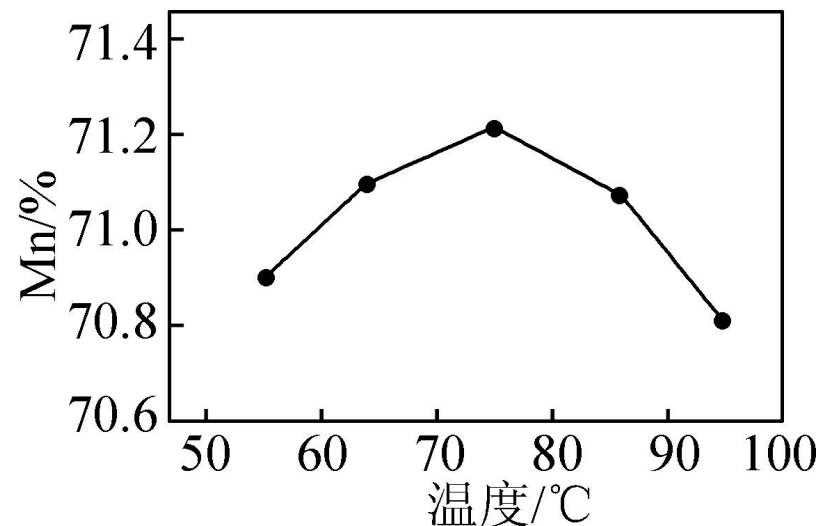
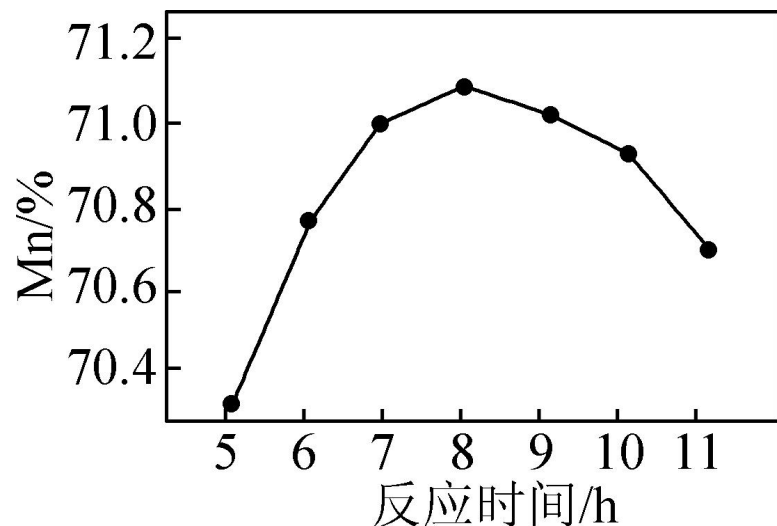
模型应用

1. 电解金属锰阳极渣(主要成分为 MnO_2 , 杂质为Pb、Fe、Cu元素的化合物)和黄铁矿(FeS_2)为原料可制备 Mn_3O_4 。



模型应用

MnSO_4 溶液在碱性条件下通入空气氧化获得 Mn_3O_4 ，产物中Mn元素质量分数(Mn%)随反应时间和温度变化如下图所示。



向 MnSO_4 溶液中加入一定量 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液，边搅拌边通入空气，控制 75°C 加热8 h左右，过滤，洗涤，取最后一次洗涤滤液中加 BaCl_2 溶液，无浑浊。

模型应用

2. (2021·江苏卷)以软锰矿粉(含 MnO_2 及少量Fe、Al、Si、Ca、Mg等的氧化物)为原料制备电池级 MnO_2 。



【思路分析】

该反应的微观平衡移动过程如下：

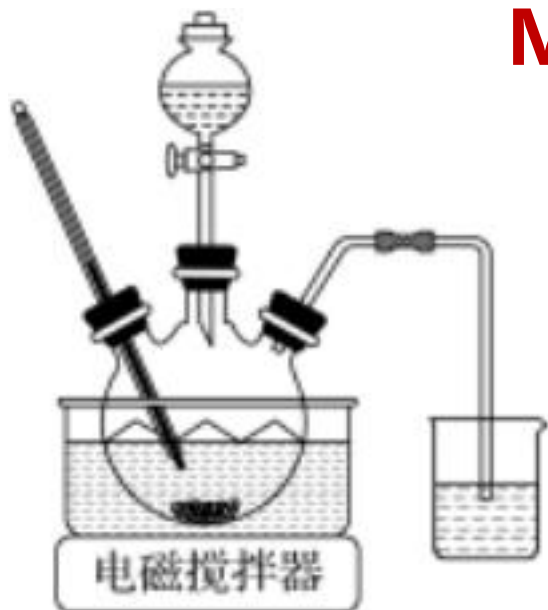
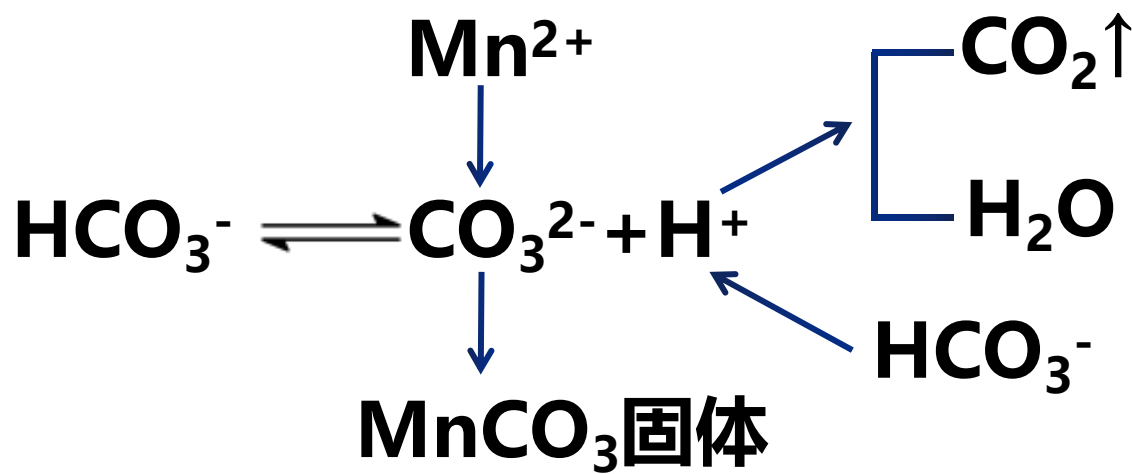


图 1



模型应用

(4) 制备 MnO_2 。随热解温度变化的曲线如图2所示。已知： MnO 与酸反应生成 Mn^{2+} ； Mn_2O_3 氧化性强于 Cl_2 ，加热条件下 Mn_2O_3 在酸性溶液中转化为 MnO_2 和 Mn^{2+} 。

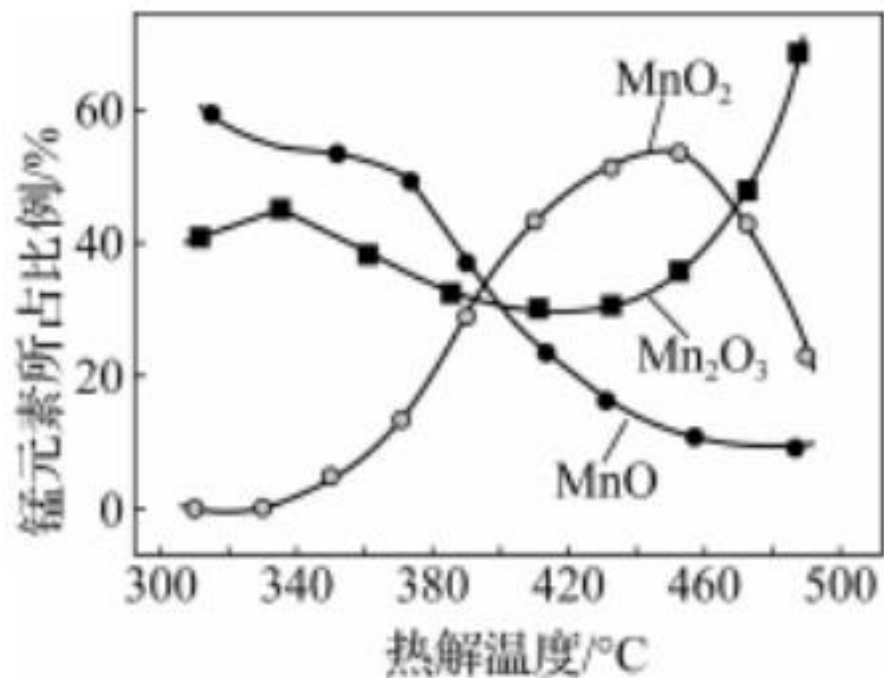
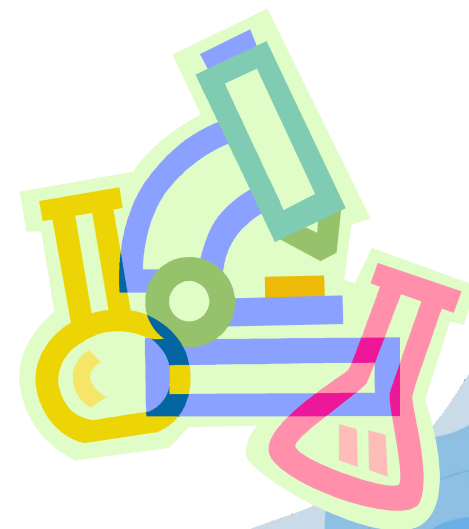
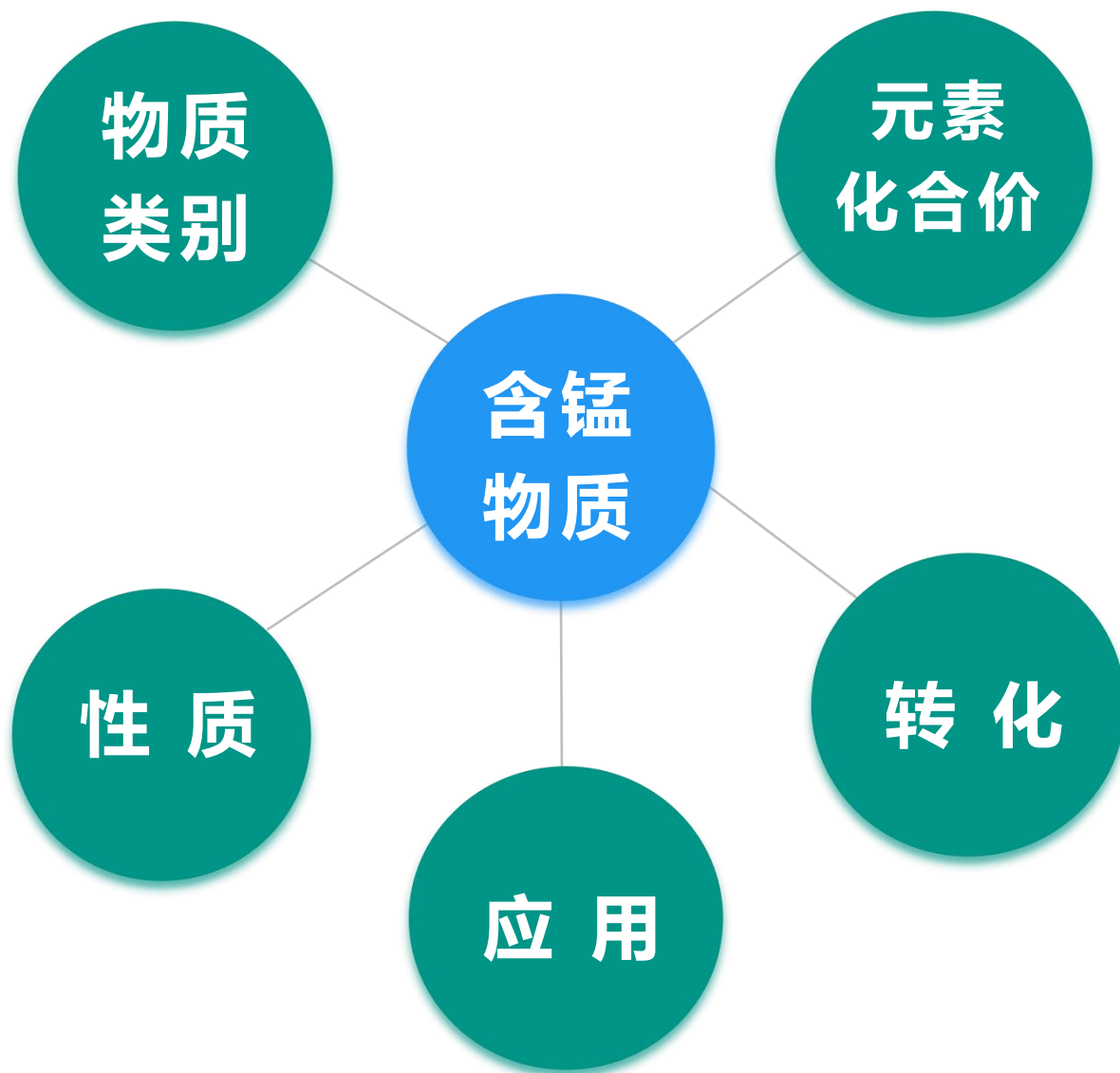


图 2

加热到 $450\text{ }^\circ\text{C}$ 充分反应一段时间，将固体冷却后研成粉末，边搅拌边加入一定量 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 稀硫酸，加热，充分反应后过滤，洗涤，直到取最后一次洗涤滤液加盐酸酸化的 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{BaCl}_2$ 溶液不变浑浊。

课堂小结



谢谢！

