

深研真题考情 精心编命考题

主讲人：吕存正

郑州市第十九高级中学·正高级教师·特级教师

CONTENTS

目录

01

命题的相关要求

02

素养水平与真题分析

03

题型命制示例

CONTENTS

目录

01

命题的相关要求

02

03

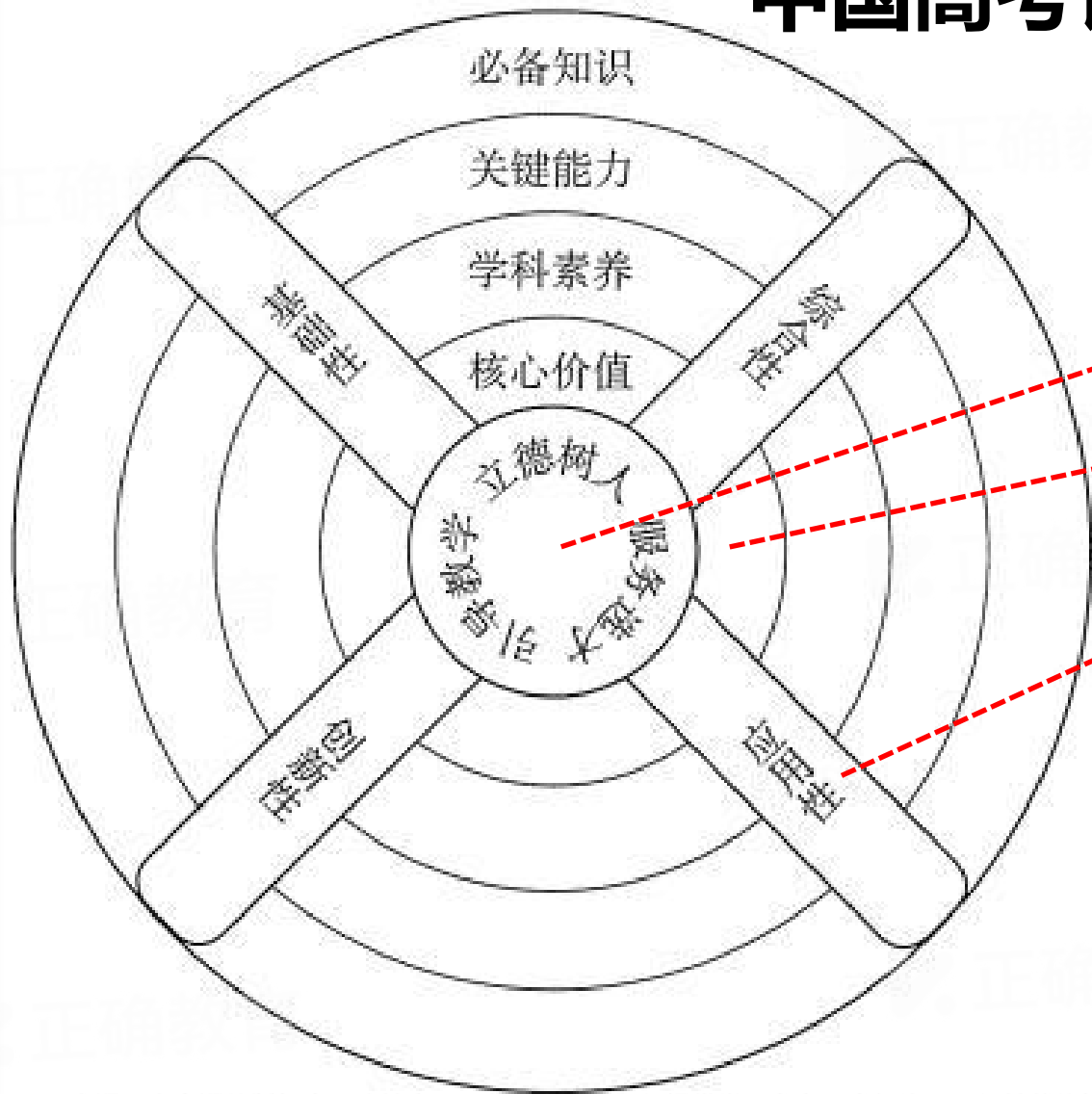
基于课标要求命题

课标命题要求：

- (1) 以核心素养为测试宗旨
- (2) 以真实情境为测试载体
- (3) 以实际问题为测试任务
- (4) 以化学知识为解决问题的工具

基于高考评价体系命题

中国高考评价体系



1核 国家意志

4层 课堂上的我们

4翼 命题人

基础性
综合性
应用性
创新性

基于命题指南要求命题

确保科学性

提高结构化

体现综合性

探索开放性

注重实践性

确保科学性

选择真实的情境素材



问题任务设计基于试题情境



反映化学学科的本质特征



符合学生身心发展特点和认知水平



问题任务指向明确



语言表述逻辑清晰、用词准确、简明扼要

提高结构化

围绕情境主题设计具有逻辑性的选项或问题



解答题的设问应具有一定的层次性，能反映学生问题解决的思维方式、展现其推理过程



可在同一情境主题下，将问题组合设计，形成结构化的题组。

CONTENTS

目录

01

02

素养水平与真题分析

03

试卷的题型分类

1. 化学与生产、生活、技术
2. 化学用语
3. 元素及其化合物的转化
4. 基本仪器与实验操作 (2道)
5. 简单有机化合物的结构与性质 (2道)
6. 元素周期律
7. 离子反应
8. 物质结构 (结构基础)
9. 电化学
10. 反应机理或历程
11. 化学反应速率及平衡
12. 电解质溶液及图像

13. 工业流程题

14. 综合实验题

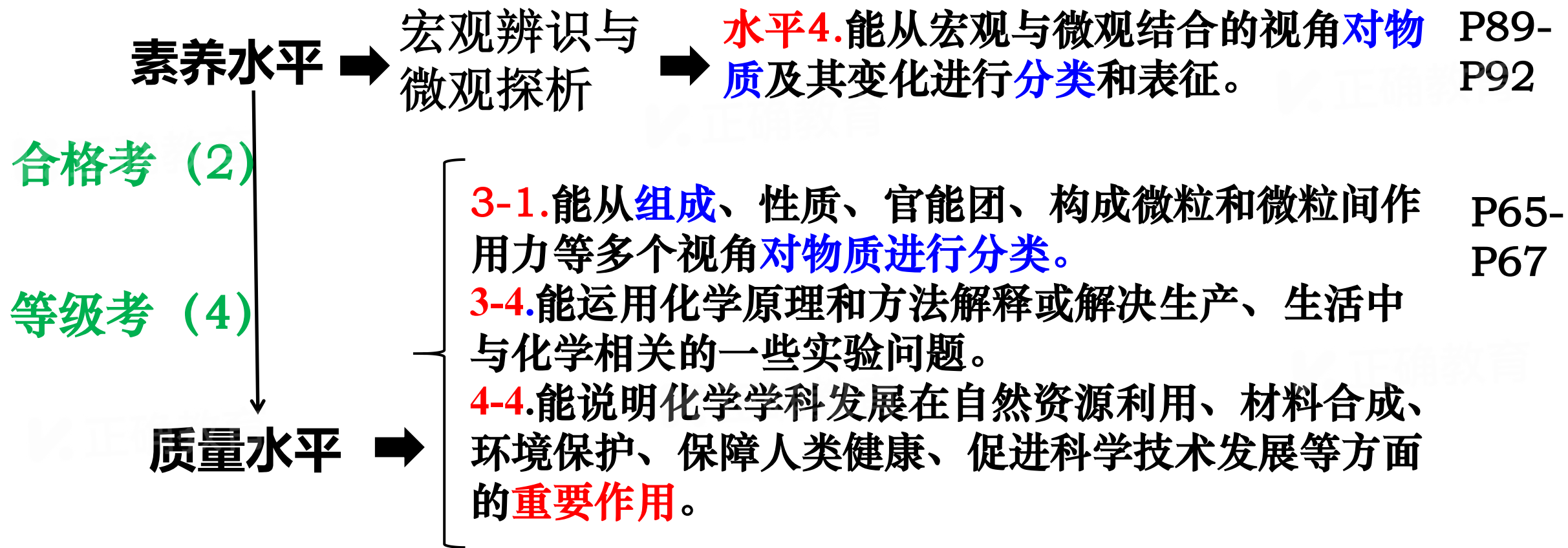
15. 化学原理题

16. 有机合成题

未出现单独阿伏加德罗常数

14或15+4

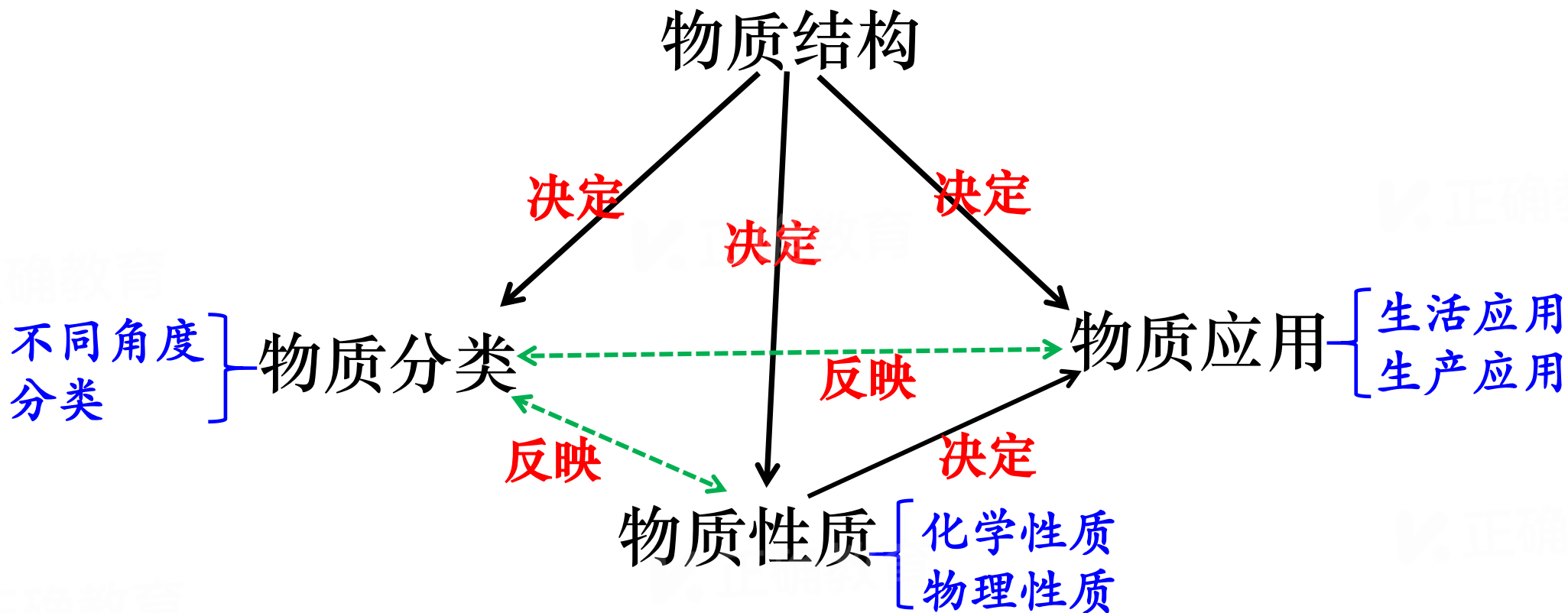
1.化学与生产、生活、技术



命题考查：物质的分类、性质、用途、化学反应判断、化学史等

化学与生产、生活、技术命题点

建立物质结构、分类、性质、用途、科技与化学原理、传统文化与化学原理的完整的知识结构化导图。



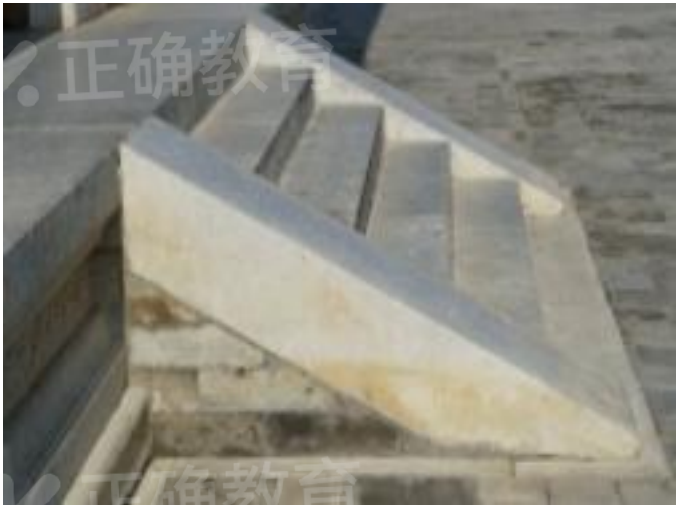
1. (2025河南)活字印刷术极大地促进了世界文化的交流，推动了人类文明的进步。下列“活字”字坯的主要成分为**硅酸盐**的是

			
A. 泥活字	B. 木活字	C. 铜活字	D. 铅活字



物质成分的分类

(2025河北1) 河北省古建筑数量大，历史跨度长，种类齐全，在我国建筑史上占有非常重要的地位。下列古建筑组件主要成分属于有机物的是

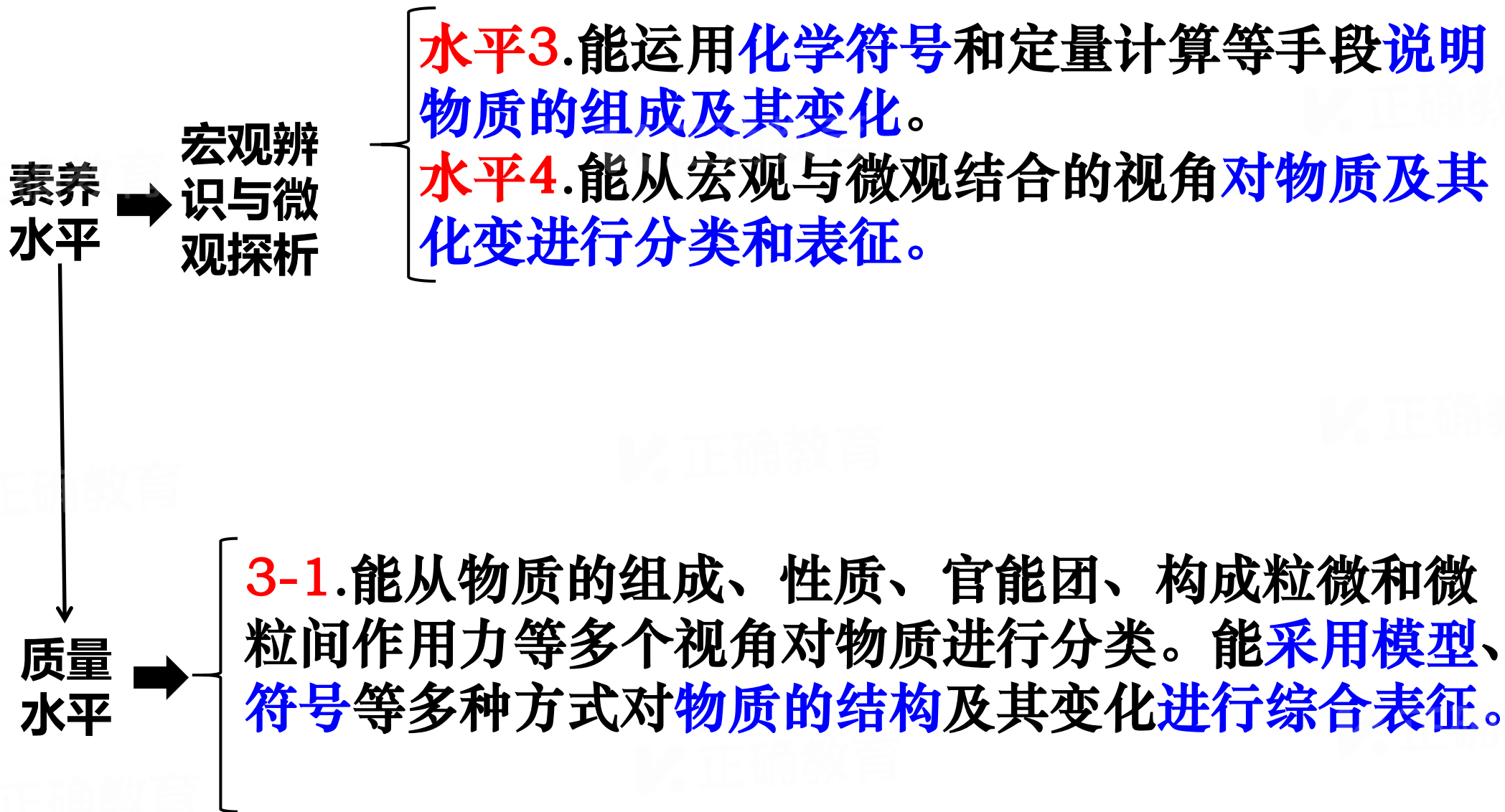
			
A. 基石	B. 斗拱 ✓	C. 青瓦	D. 琉璃

1. (2025山东)下列在化学史上产生重要影响的成果中，不涉及氧化还原反应的是

- A. 侯德榜发明了以 NH_3 ， CO_2 和 NaCl 为原料联合制碱法 ✓
- B. 戴维电解盐酸得到 H_2 和 Cl_2 ，从而提出了酸的含氢学说
- C. 拉瓦锡基于金属和 O_2 的反应提出了燃烧的氧化学说
- D. 哈伯发明了以 N_2 和 H_2 为原料合成氨的方法

化学史与化学反应分类

2.化学用语

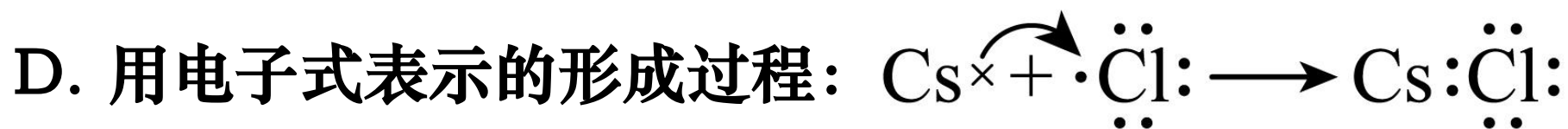


化学用语命题热点

化学用语(热点)

- ①结构示意图：原子、离子
- ②电子式：原子、离子物质、物质形成过程
- ③电子排布式、轨道表示式：原子或离子
- ④核素的表示方法：
- ⑤VSEPR模型：
- ⑥电子云图：
- ⑦分子结构：
 - 结构式、结构简式
 - 球棍模型、填充模型

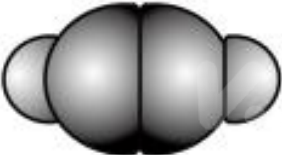
2. (2025河南) 下列化学用语或图示**正确**的是

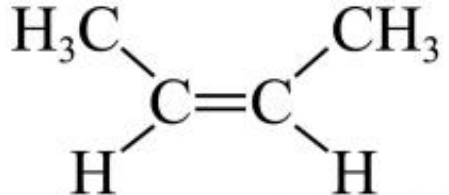


2. (2025陕西、山西)下列化学用语或图示表达正确的是

A. CS_2 的电子式为 $\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}\text{:}\ddot{\text{C}}\text{:}\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}$ ✓

B. Be基态原子的价电子排布式为 $2s^2 2p^2$

C. C_2H_2 的球棍模型为  填充模型或比例模型

D. 反-2-丁烯的结构简式为  顺

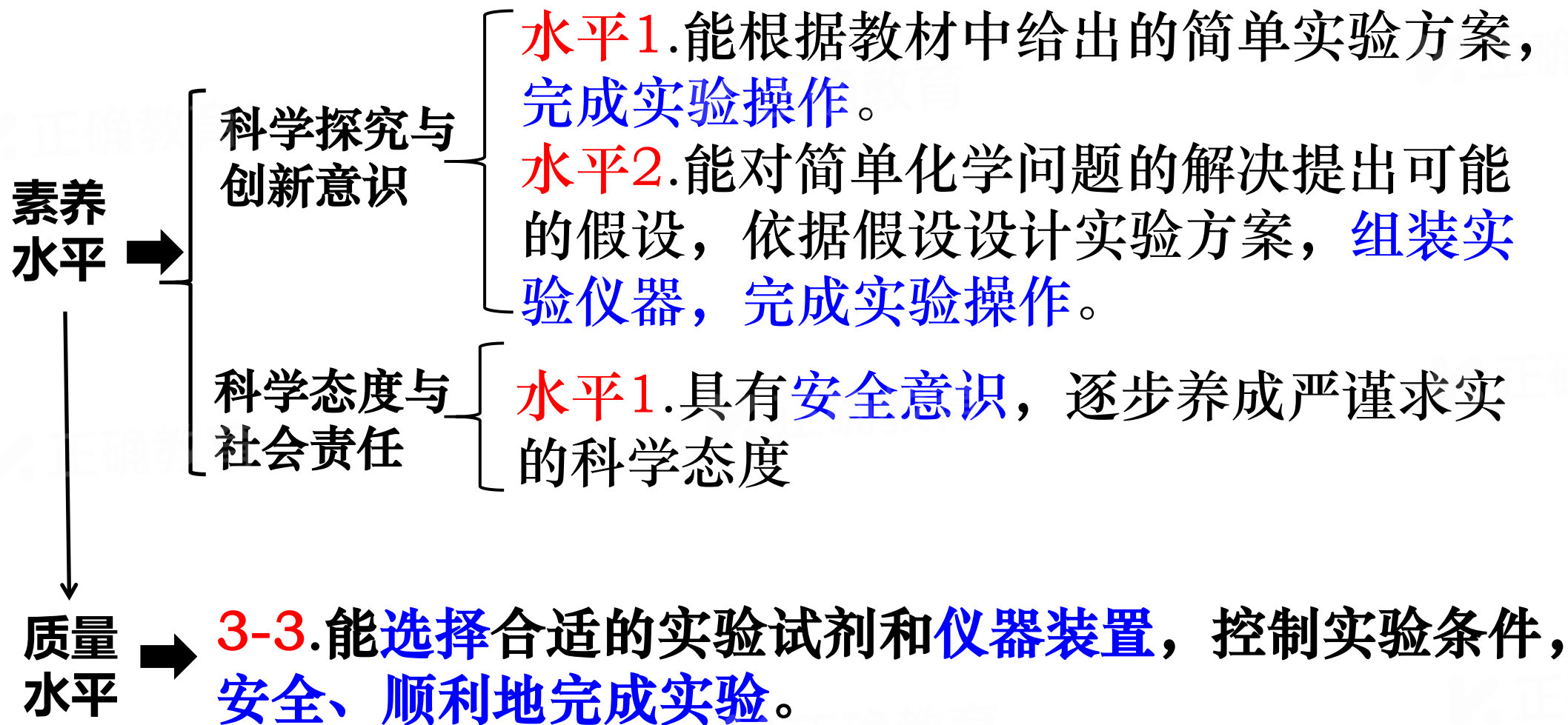
规范“式”和“图”的识别与表征

- 式
- ①电子式
 - ②原子组成式
 - ③电子排布式
 - ④化学式
 - ⑤结构式
 - ⑥结构简式
 - ⑦离子反应方程式
 - ⑧热化学方程式
 - ⑨电极反应式
 - ⑩水解反应式
-

- 图
- ①原子结构示意图
 - ②价电子轨道排布图
 - ③电子云轮廓示意图
 - ④实验安全标识图

.....

3.基本操作、基本装置的正误判断



命题热点

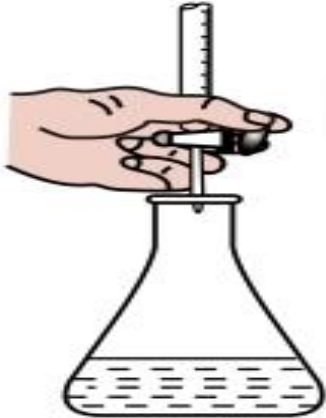
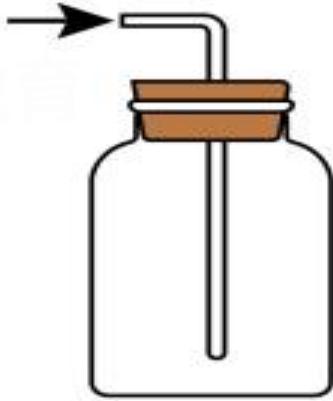
选择题中的实验题

- ①试剂保存与安全
- ②实验操作与仪器
- ③实验原理与装置
- ④目的、操作、现象一致性
- ⑤物质制备与整套实验装置

(1) 依据初、高中课本中的**学生必做实验**

(2) 依据“必做实验”的**拓展**

(2025河南3) 下列图示中，实验操作或方法符合规范的是

			
A. 溶解氯化钠固体	B. 量取20.00mL草酸溶液	C. 收集二氧化碳气体	D. 观察钠与水的反应



导出管

护目镜

(2025山东11) 完成下列实验所用部分仪器或材料选择正确的是

	实验内容	仪器或材料
A	灼烧海带	坩埚、泥三角 
B	加热浓缩NaCl溶液	表面皿、玻璃棒 蒸发皿
C	称量5.0gNaOH固体	电子天平、称量纸 NaOH固体吸水
D	量取25.00mL稀H ₂ SO ₄	25mL移液管、锥形瓶 

(2025年河北卷·2) 下列不符合实验安全要求的是 ()

- A. 酸、碱废液分别收集后直接排放  安全
- B. 进行化学实验时需要佩戴护目镜 安全
- C. 加热操作时选择合适的工具避免烫伤 安全
- D. 乙醇应存放在阴凉通风处，远离火种 保存

目录

CONTENTS

01

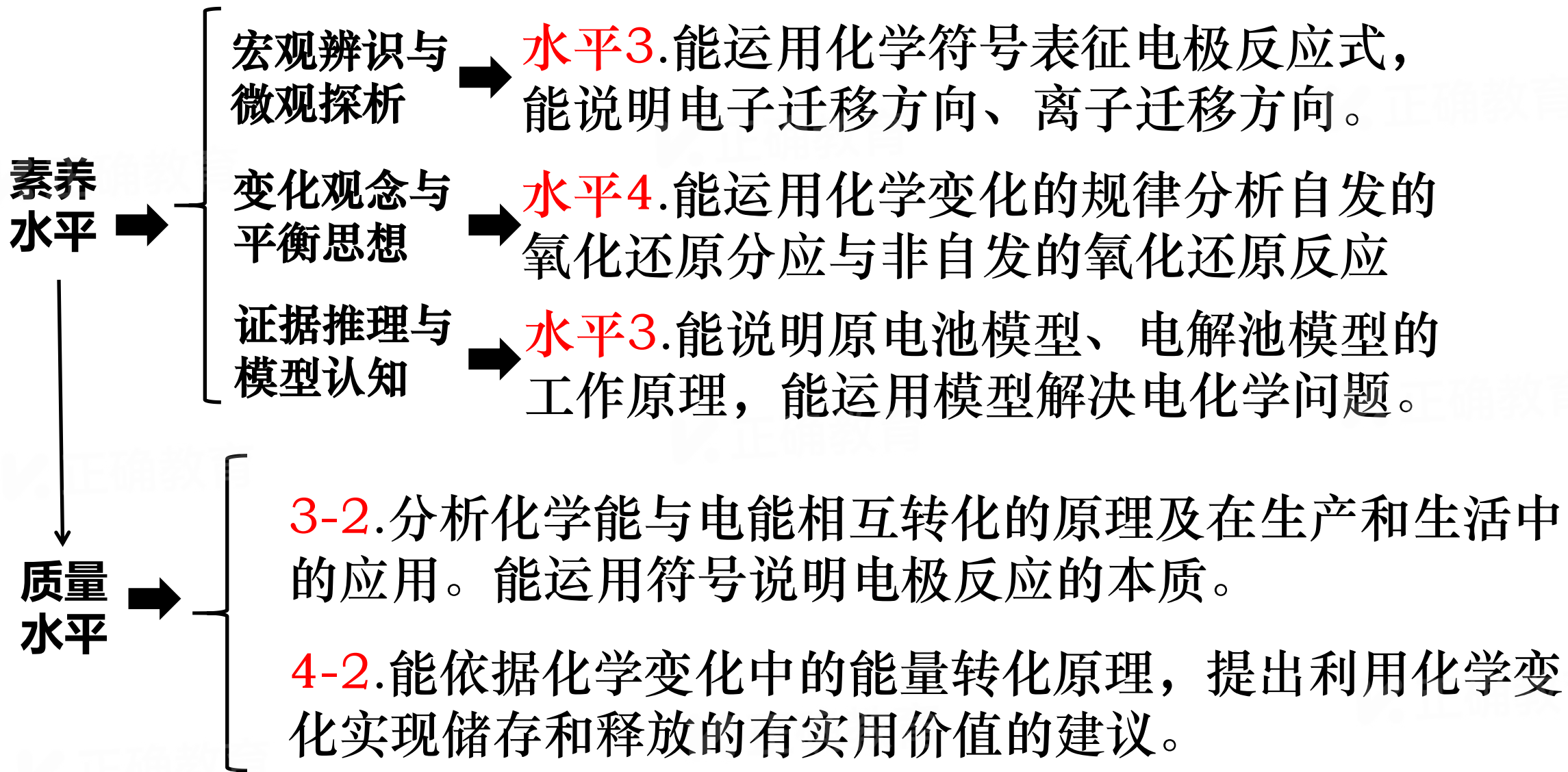
02

素养水平与真题分析

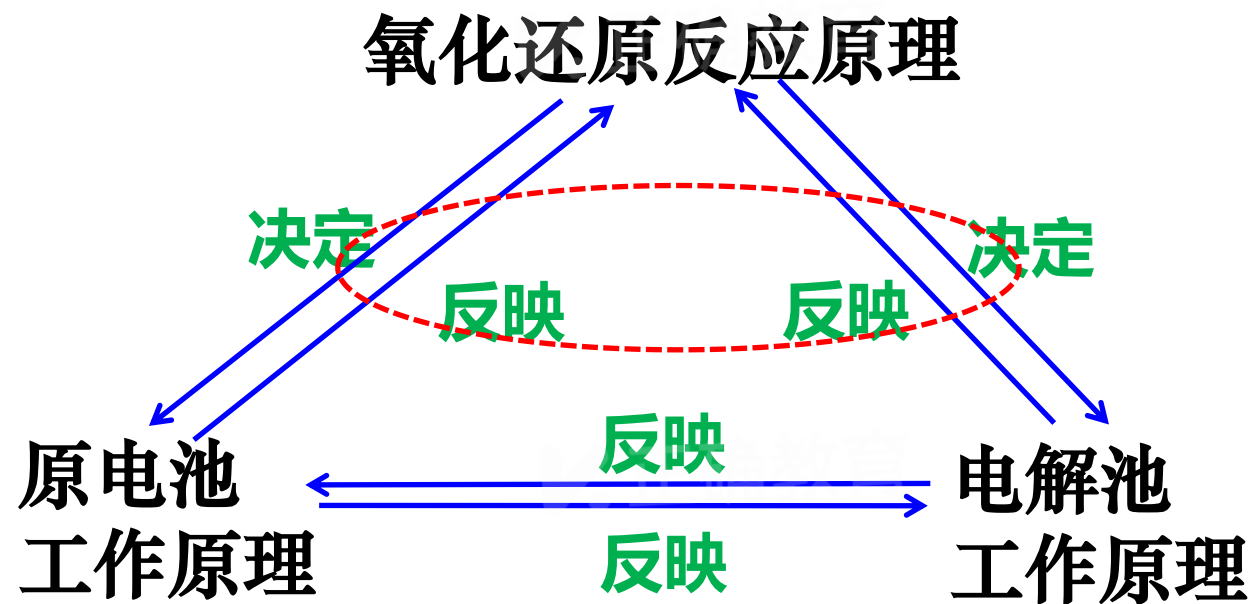
03

试题命制示例

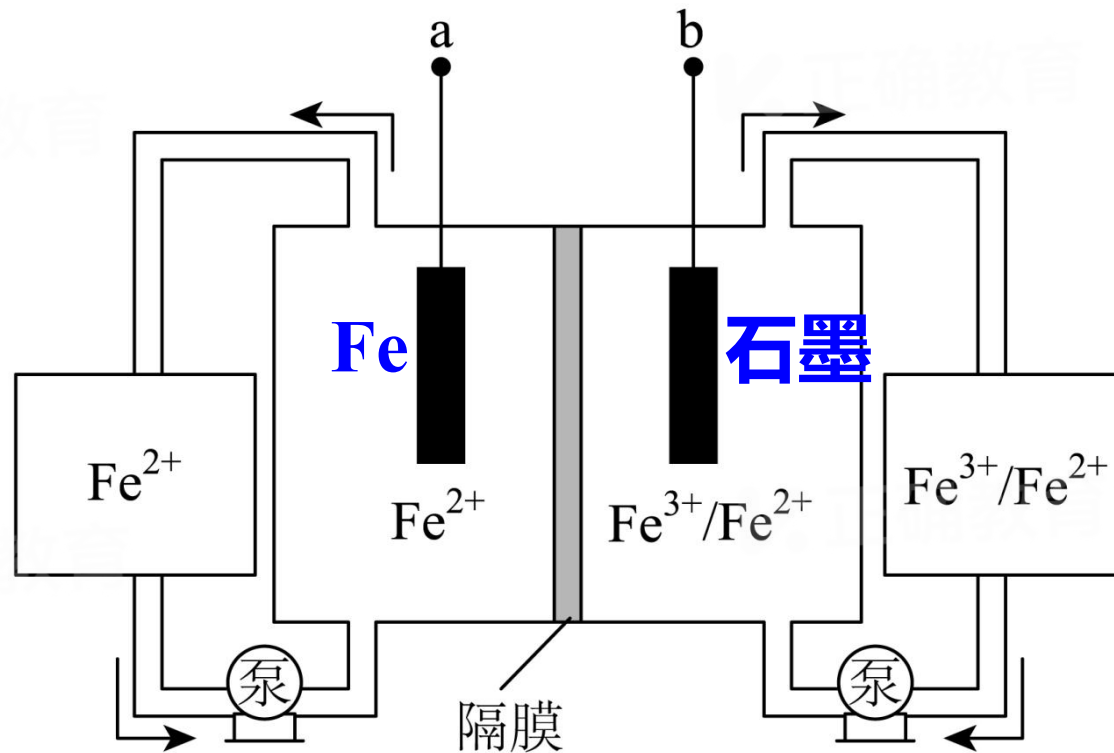
4.电化学



电化学题考查的学科内容是氧化还原反应与半反应的关系



(2025山东12). 全铁液流电池工作原理如图所示，两电极分别为**石墨**电极和**负载铁的石墨**电极。下列说法正确的是



- A. 隔膜为阳离子交换膜
- B. 放电时，a极为负极 ✓
- C. 充电时，隔膜两侧溶液 Fe^{2+} 浓度均减小 ✓
- D. 理论上， Fe^{3+} 每减少1mol, Fe^{2+} 总量相应增加

主要考原电池模型

(2025安徽13)研究人员开发出一种锂-氢可充电电池(如图所示),使用前需先充电,其固体电解质仅请允许 Li^+ 通过。下列说法正确的是

Li的失电子能力强于 H_2

负极: $\text{Li} - \text{e}^- == \text{Li}^+$

阴极: $\text{Li}^+ + \text{e}^- == \text{Li}$

正极: $2\text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{e}^- == 2\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$

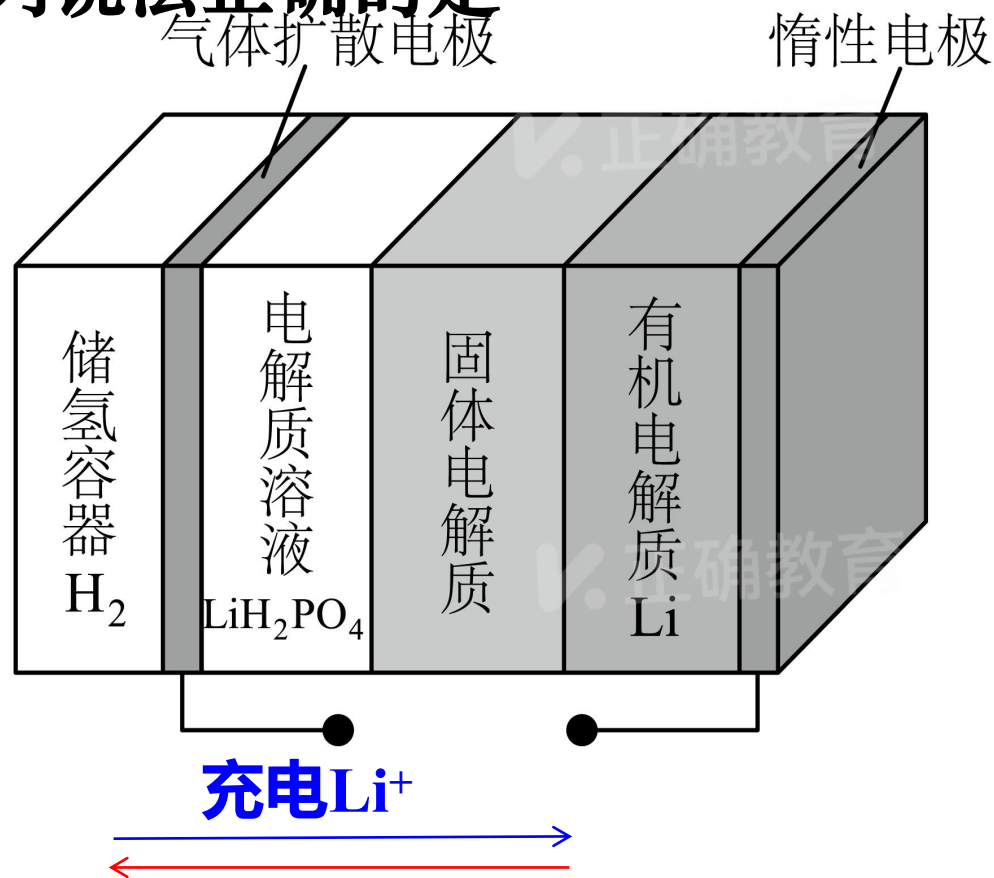
极阳: $\text{H}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{HPO}_4^{2-} == 2\text{H}_2\text{PO}_4^-$

A. 放电时电解质溶液质量减小 **增大×**

B. 放电时电池总反应为 $\text{H}_2 + 2\text{Li} == 2\text{LiH}$ **×**

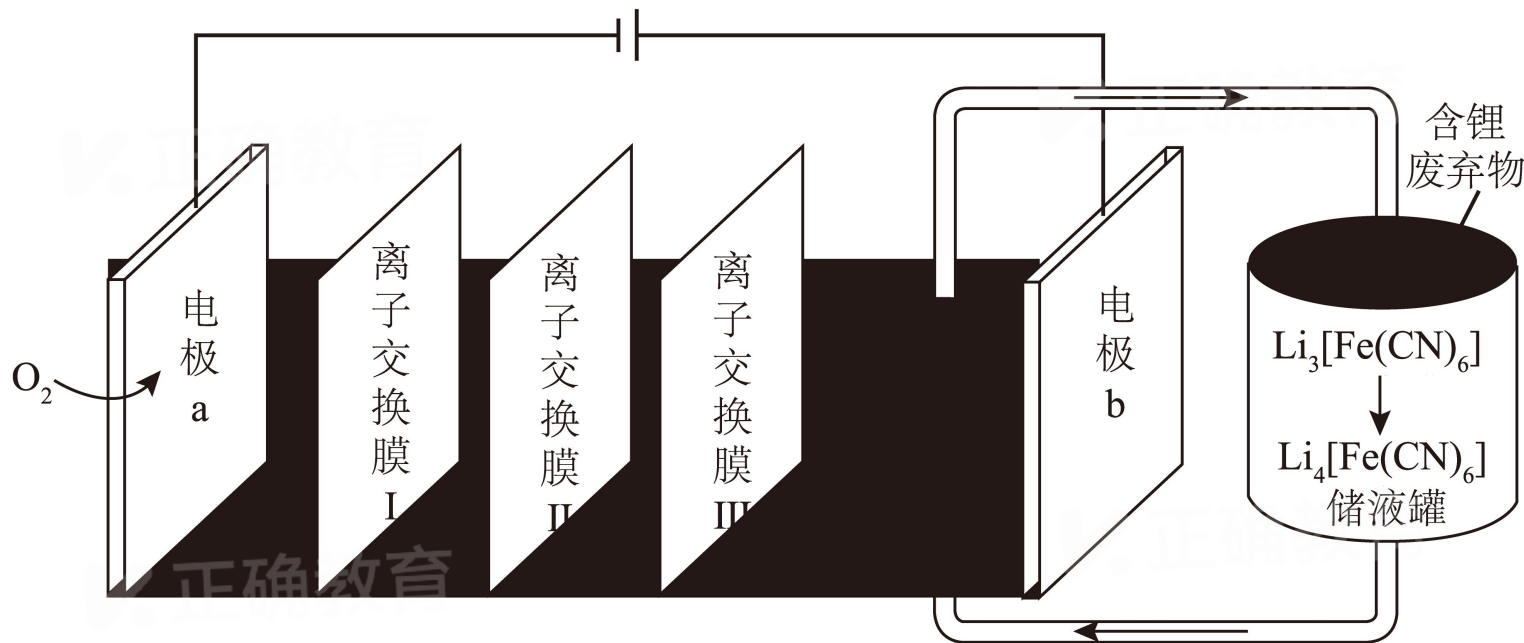
C. 充电时 Li^+ 移向惰性电极 **✓**

D. 充电时每转移1mol电子, $c(\text{H}^+)$ 降低 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ **× 体积、弱电解质**



主要考原电池模型

(2025河南12) . 一种液流电解池在工作时可以实现海水淡化, 并以形式回收含锂废弃物中的锂元素, 其工作原理如图所示。



下列说法正确的是

- A. II为阳离子交换膜
- B. 电极a附近溶液的pH减小
- C. 电极b上发生的电极反应式为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{e}^- = [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
- D. 若海水用NaCl溶液模拟, 则每脱除58.5gNaCl, 理论上可回收1molLiCl

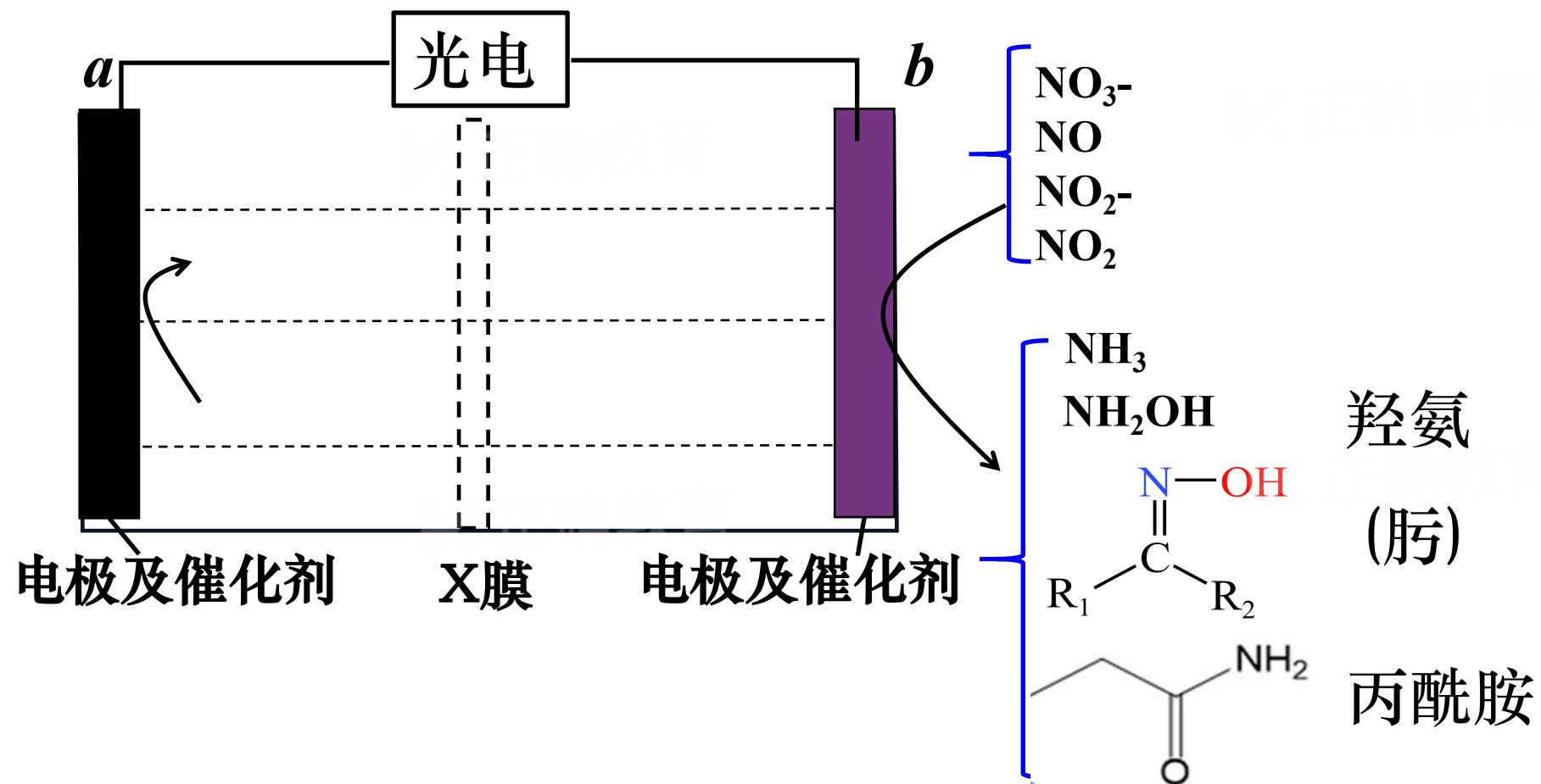
主要考电解池模型



预测新考题 文献中电化学的发展动向

- 1、电化实现碳中和 (电解池)
- 2、硝酸盐电还原 (电解池)
- 3、新型电池 (原电池)
- 4、电解池中耦合反应 (电解池)
- 5、电解池与有机物制备 (电解池)
- 6、光解与重整 (电解池)
- 7、锂电池改善 (电极材料及电解质)
- 8、电解池污水处理 (电解池)
- 9、光电制 H_2O_2 (电解池)

硝酸盐电还原



10:56

我关注的公众号

最近更新

最近关注



材料化学进展

49分钟前

西北民族大学团队在高性能非对称超级…



科研任我行

1小时前

中国科学技术大学/上海前瞻物质科学研…



催化计

2小时前

JACS展望：表面科学——电催化研究的…



高中化学交流平台

2小时前

高一备课的一些想法（1）



Gaussian

4小时前

中科大熊宇杰/高超/吕海峰&上海高研院…



有机电催化

4小时前

Angew. Chem.: 电化学双极产甲酸



碳中和产学研

5小时前

Angew突破电催化固氮瓶颈！反铁电Sn…



青研经纬

5小时前

【复合隔膜专利解读】碳能科技公司的…

□

○

◀

本课题内容课件版权由正确教育及原创作者所有，仅提供学习参考，未经许可不得转载传播复制摘录原创内容用于其他用途，一经发现追究其法律责任。

电化学素材源

我关注的公众号

最近更新

最近关注



恩菲期刊

5小时前

金属之艺 | 璃彩相映：东西方古代玻璃艺术



化工学报

6小时前

上海理工大学|颜成辉，谢应明，庞治海…



华夏园教育提升服务平台

6小时前

12种选科组合有哪些？不同组合能报什…



化学与材料科学

7小时前

钮大文教授加盟北京大学化学与分子工…



郑州大学附属郑州中心…

8小时前

教书育人&治病救人，教师节，致敬双向…



中国考试

8小时前

陈兴德：一百二十年来科举评价的历史…



第一性原理计算

9小时前

福州大学「国家杰青/长江学者」王心晨…



储能前沿

11小时前

曝小米向比亚迪下达20万辆车电池订单！

□

○

◀

本课题内容课件版权由正确教育及原创作者所有，仅提供学习参考，未经许可不得转载传播复制摘录原创内容用于其他用途，一经发现追究其法律责任。

正确教育 指课网

我关注的公众号

最近更新

最近关注



邃瞳科学云

11小时前

苏州大学吴张雄教授课题组EST: 具有定…



环境人Environmentor

11小时前

中国科学技术大学王允坤团队Nature Wa…



双碳催化

12小时前

河北工业大学李春利/刘加朋ACS Nano…



能源学人

13小时前

罗彬&王连洲团队EcoMat: 光辅助钙钛…



欧米伽领地

13小时前

欧米伽书评| ACS Nano |多元合金纳米颗…



eChemStore

13小时前

氢键“柔术”：院士领衔，解催化500小时…



生化环材圈

13小时前

贺泓院士领衔！中科院生态环境中心楚…



中学化学教学参考杂志

13小时前

教师节快乐

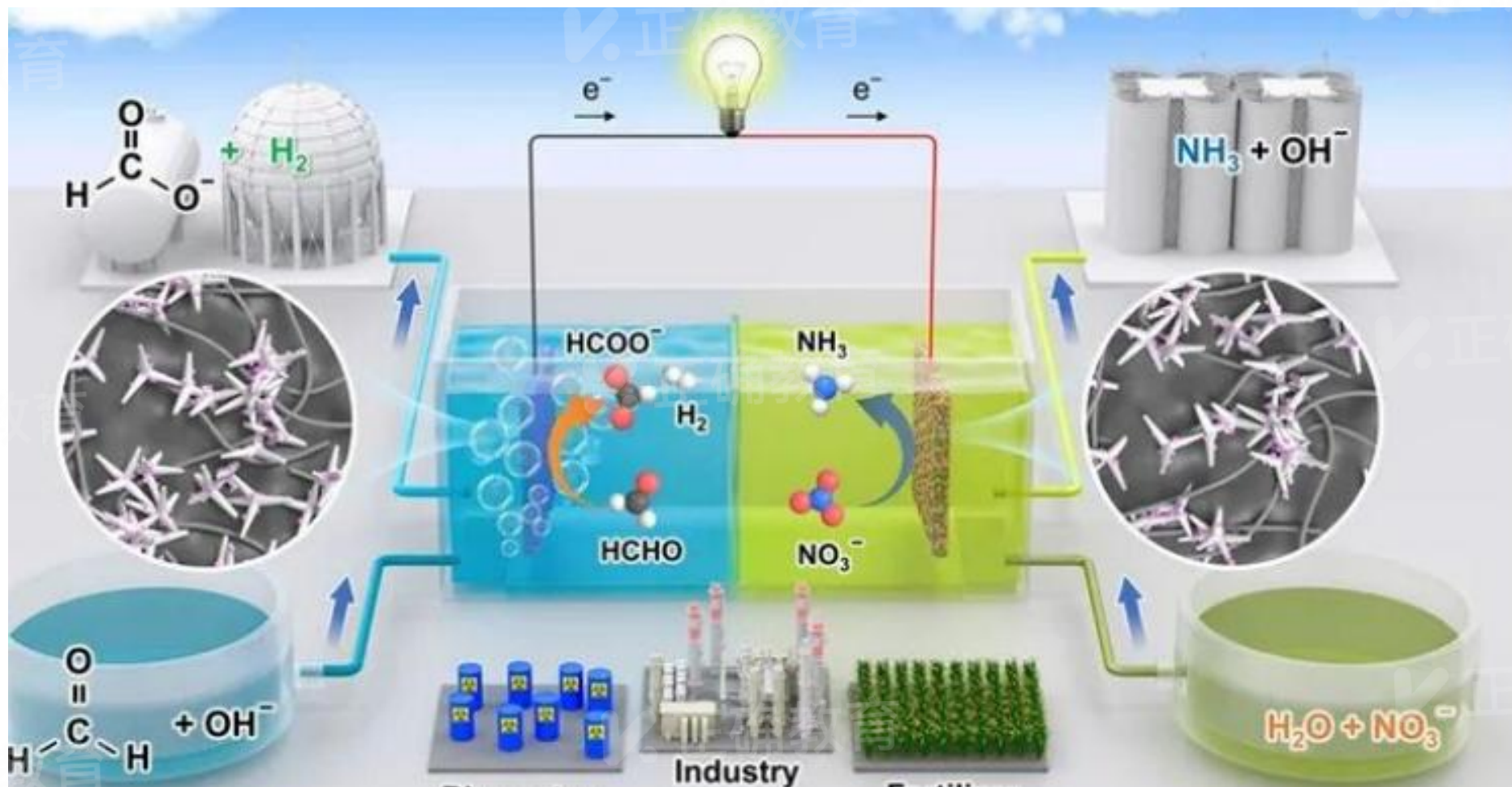
□

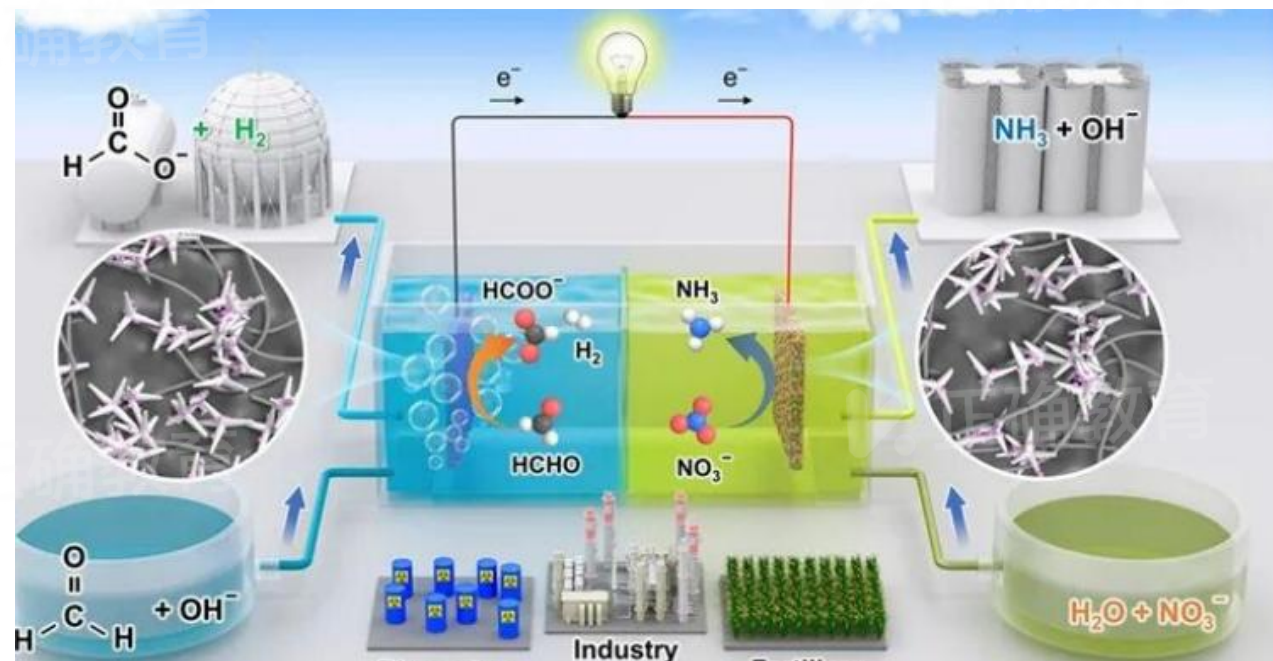
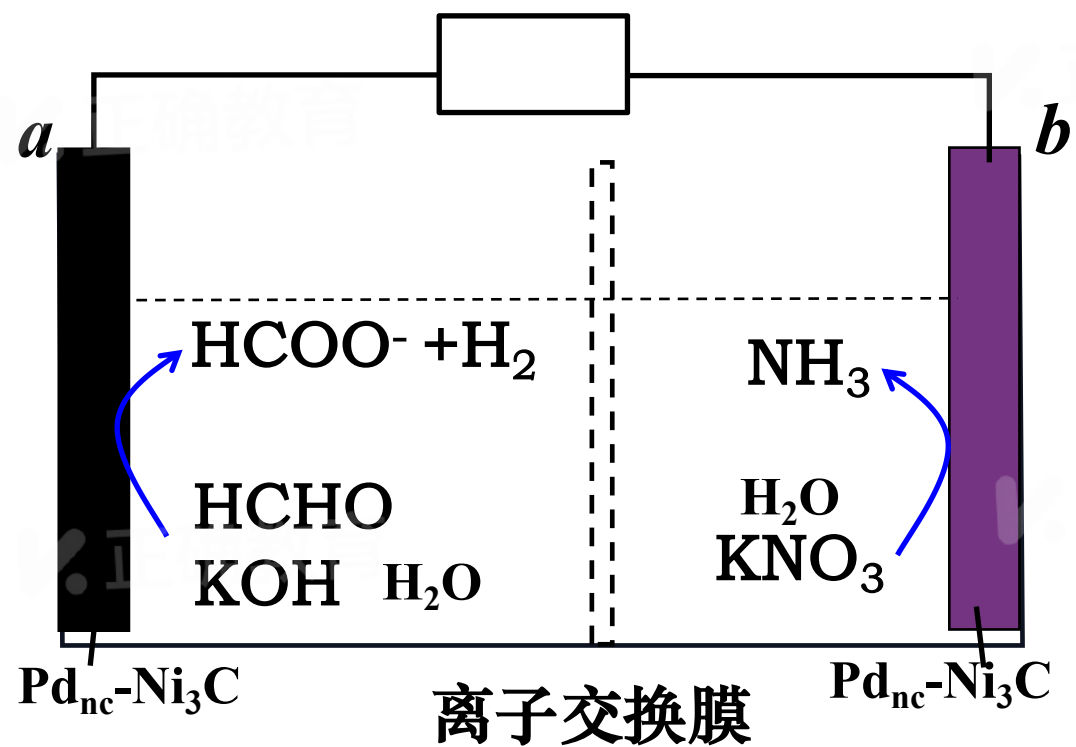
○

◀

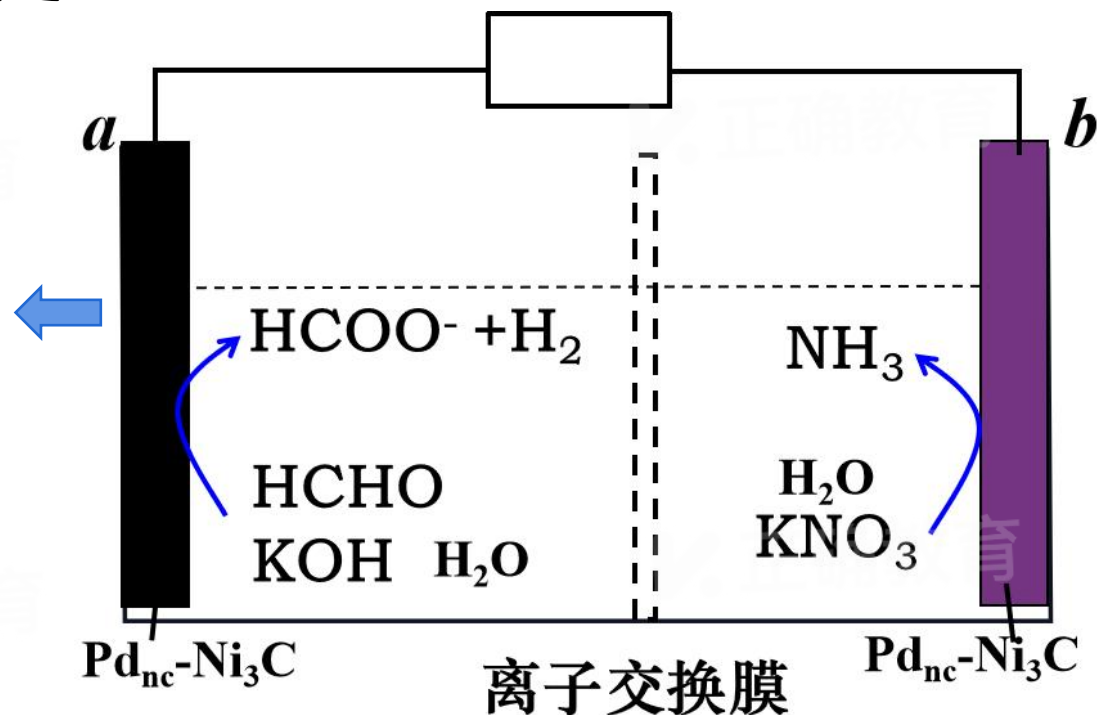
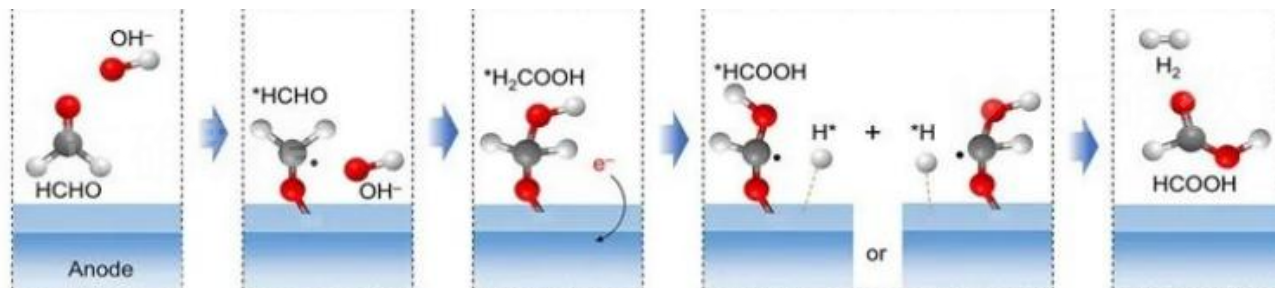
本课题内容课件版权由正确教育及原创作者所有，仅提供学习参考，未经许可不得转载传播复制摘录原创内容用于其他用途，一经发现追究其法律责任。

1. (原创) 我国科技工作者研发了无铜催化剂驱动“甲醛-硝酸盐”原电池，其工作原理如下图所示。下列叙述正确的是





(原创) 我国科技工作者研发了无铜催化剂驱动“甲醛-硝酸盐”原电池，其工作原理如下图所示。下列叙述正确的是



1 (原创) 我国科技工作者研发了无铜催化剂驱动“甲醛-硝酸盐”原电池，其工作原理如下图所示。下列叙述错误的

A. 电极判断 { 电子由a沿外电路向b迁移 ✓
a电极的电势高于b电极 ✗

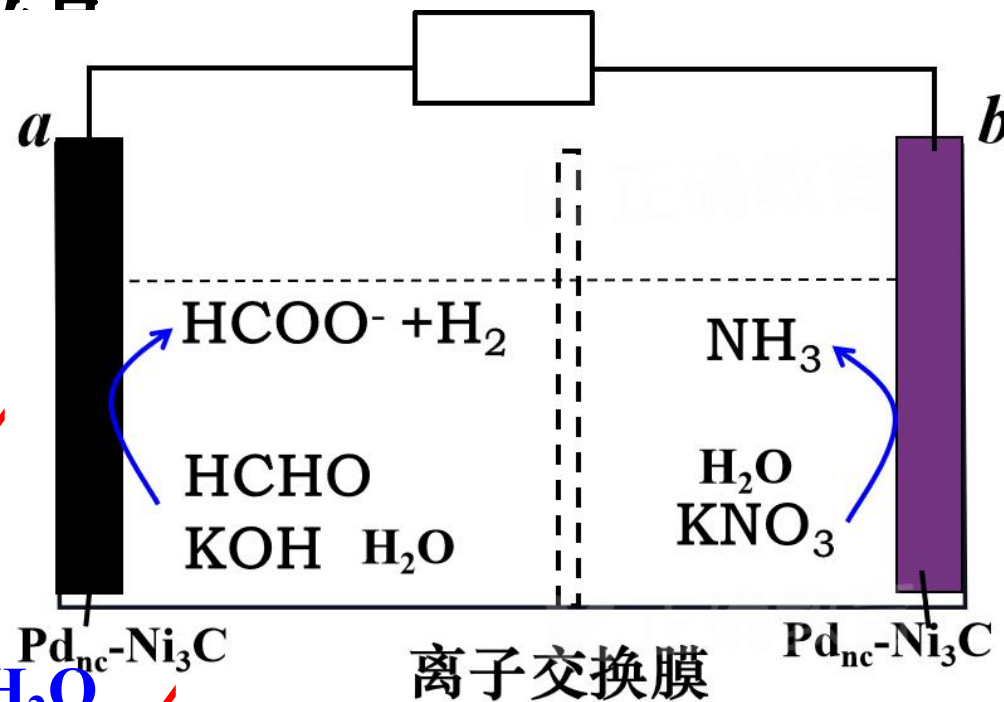
B. 电极反应 { a极: $2\text{HCHO} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{HCOO}^- + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ✓
b极: $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 9\text{H}^+ = \text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ✗
b极: $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 + 9\text{OH}^-$ ✓

总: $\text{NO}_3^- + 8\text{HCHO} + 7\text{OH}^- = \text{NH}_3 + 8\text{HCOO}^- + 4\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ✓

C. 交换膜 { 若离子交换膜为阳离子交换膜, K^+ 由右向左移 ✗
若离子交换膜为阴离子交换膜, OH^- 由左向向移 ✗

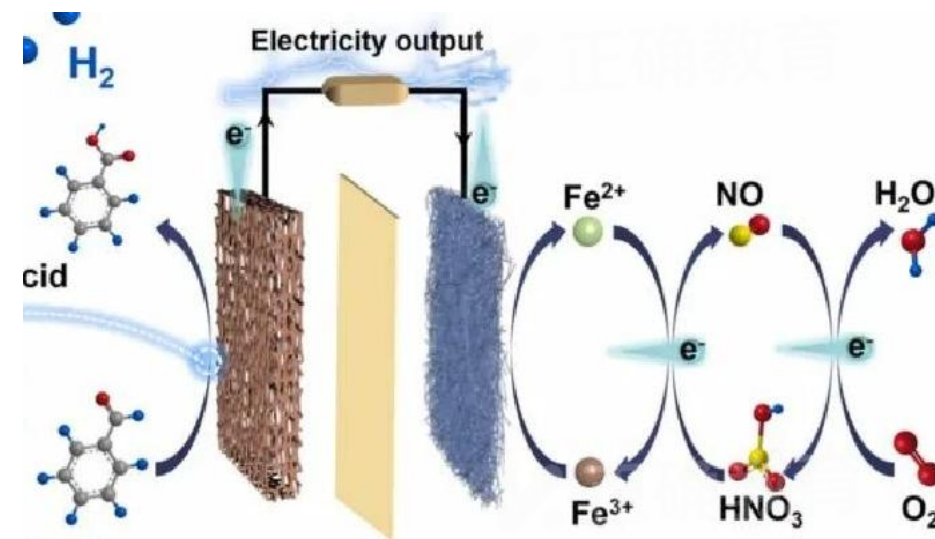
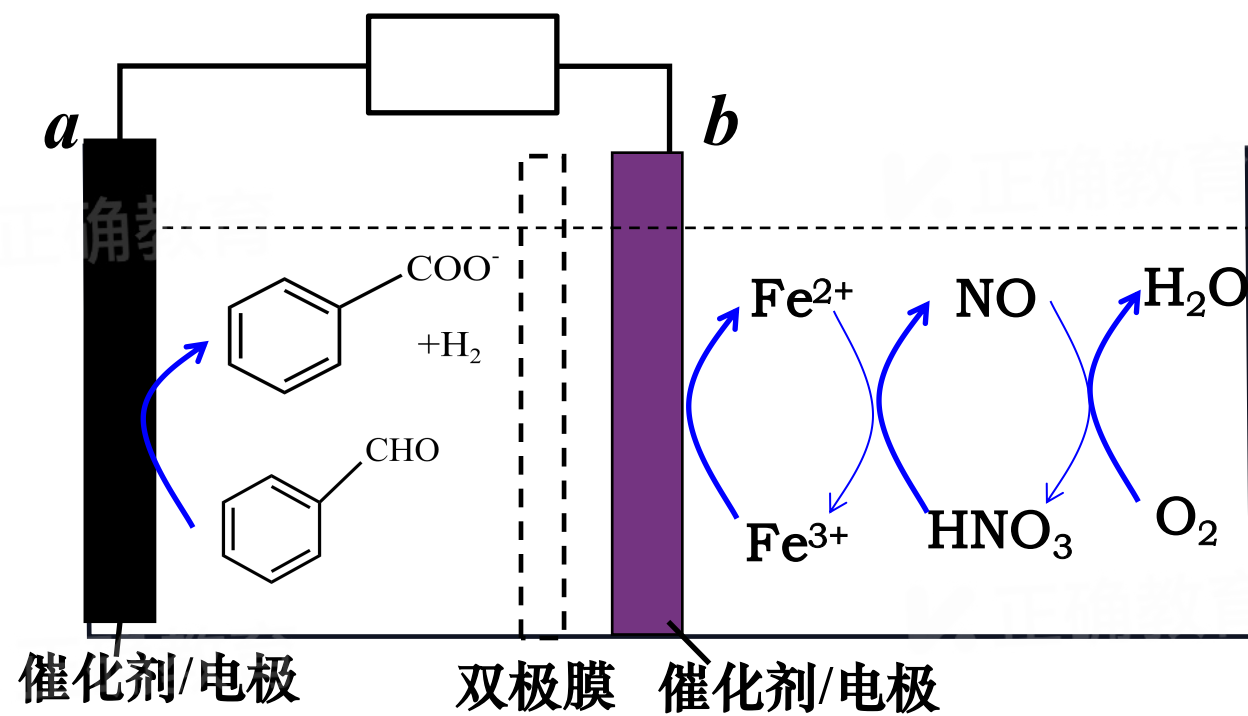
D. 电解质溶液变化 { 若为阳离子交换膜, 外电路通过1mol 电子时, 左池质量减小 80g ✓

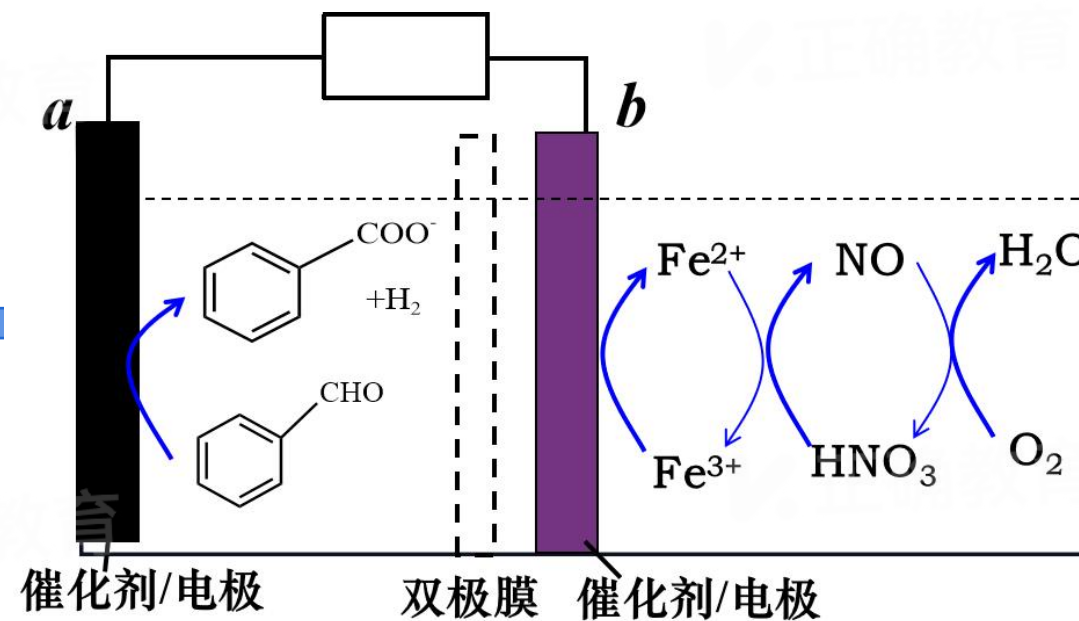
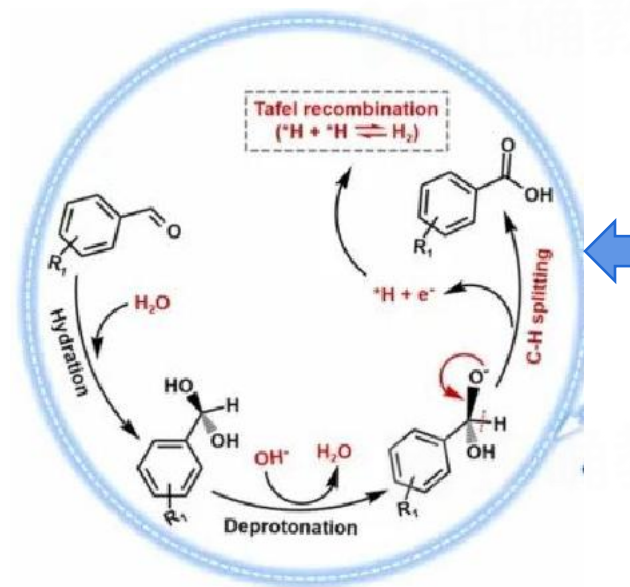
E. 结构 HCHO 、 HCOO^- 、 NO_3^- 的中心原子杂化类型相同 ✓ Ni的价电子



2. (原创) 我国科技工作者研发了基于Ag-Cu_xO/CF电催化剂的木质素衍生醛基流体燃料电池，这项研究为下一代高效的电力生产和绿色氢气生产提供了新的途径。下列叙述正确的是







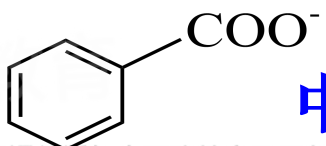
2 (原创) 我国科技工作者研发了基于 $\text{Ag-Cu}_x\text{O/CF}$ 电催化剂的木质素衍生醛基流体燃料电池，这项研究为下一代高效的电力生产和绿色氢气生产提供了新的途径。下列叙述错误的是

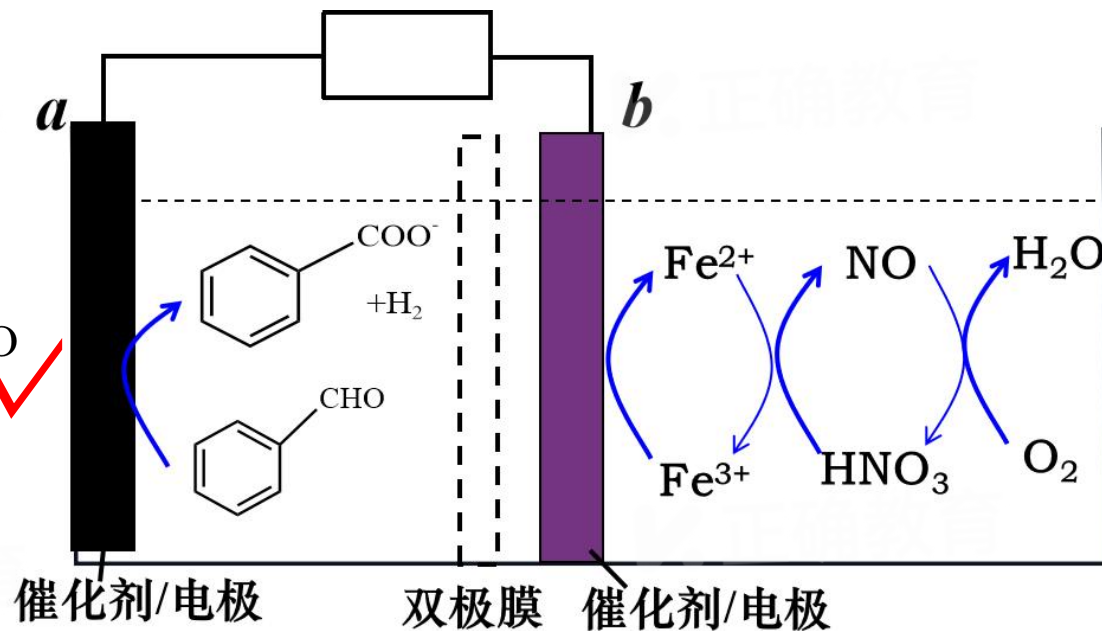
A. 电极判断 { 电流方向为 $a \rightarrow$ 外电路 $\rightarrow b$ $\times$
a电极的电势低于b电极 $\checkmark$

B. 电极反应 { a电极 $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{CHO} - 2e^- + 4\text{OH}^- = 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\checkmark$
b电极 $\text{Fe}^{3+} + e^- = \text{Fe}^{2+}$ $\checkmark$

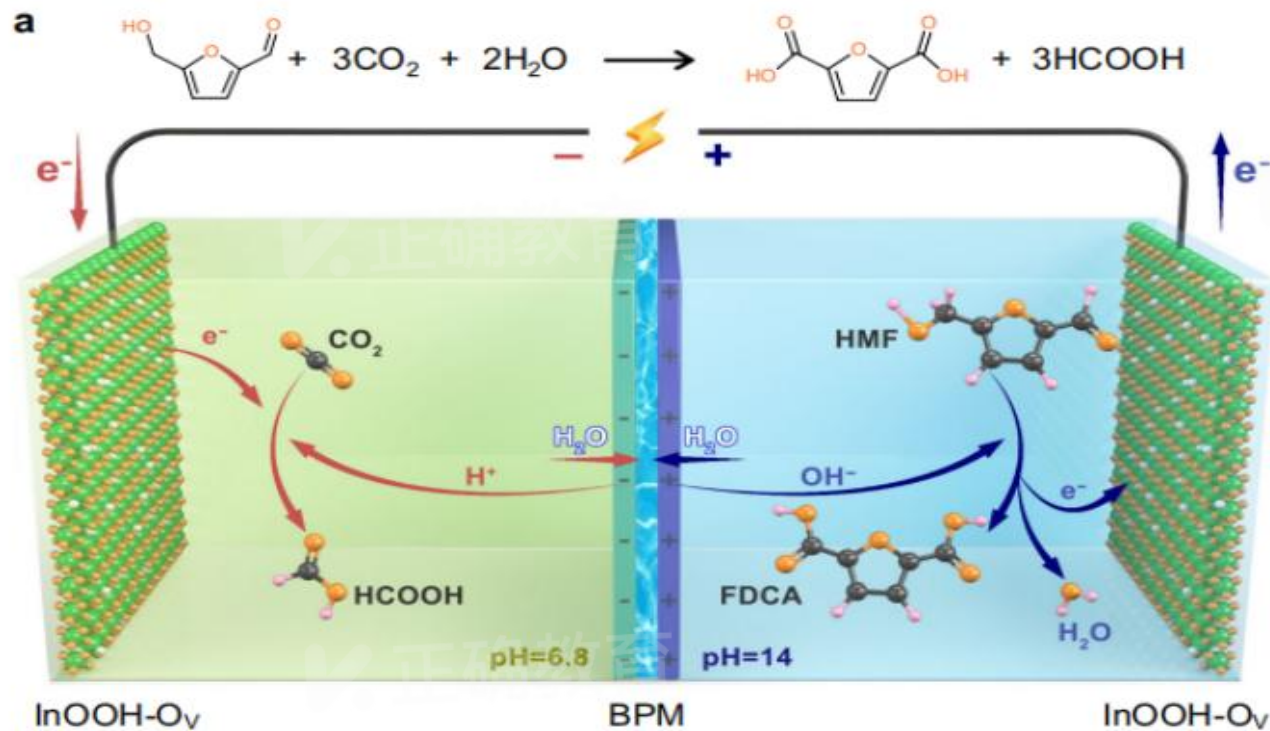
C. 交换膜 { OH^- 由双极膜内向左池迁移 $\checkmark$
双极膜右侧为阴离子膜 $\checkmark$

D. 电解质溶液变化 { 外电路通过1mol电子，右池质量增加8g $\times$

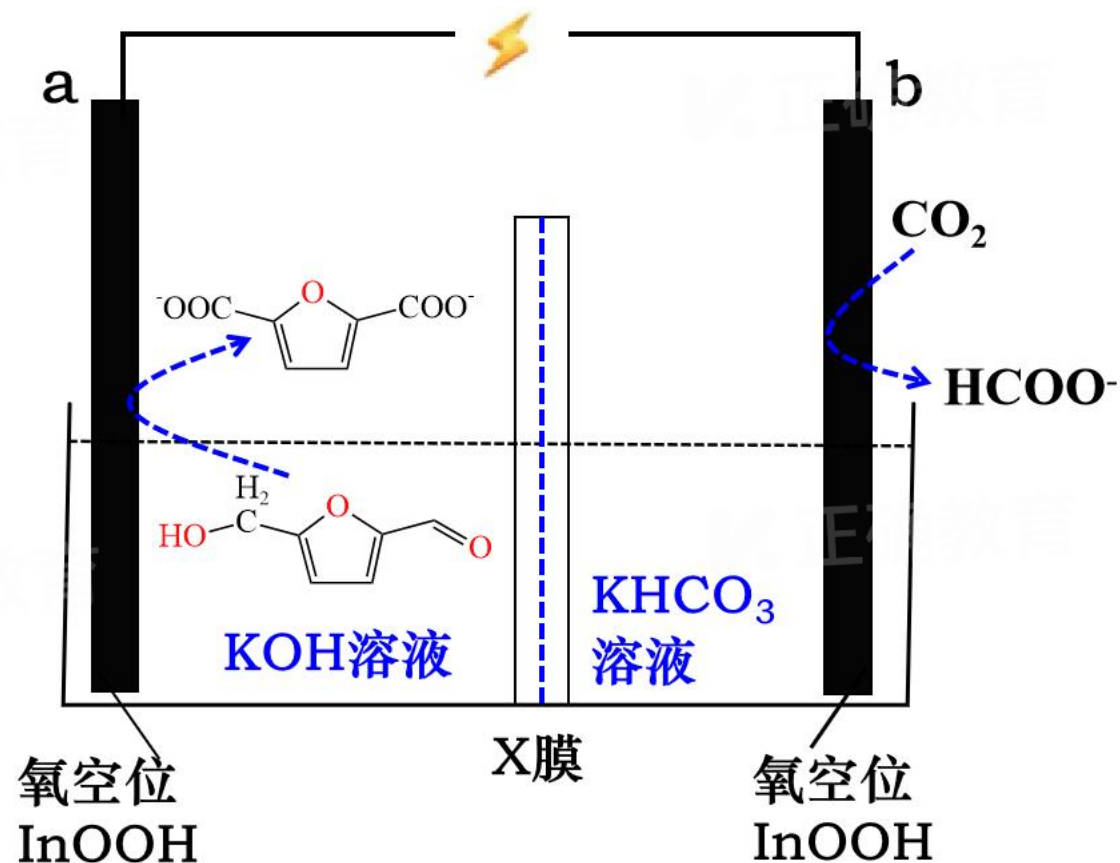
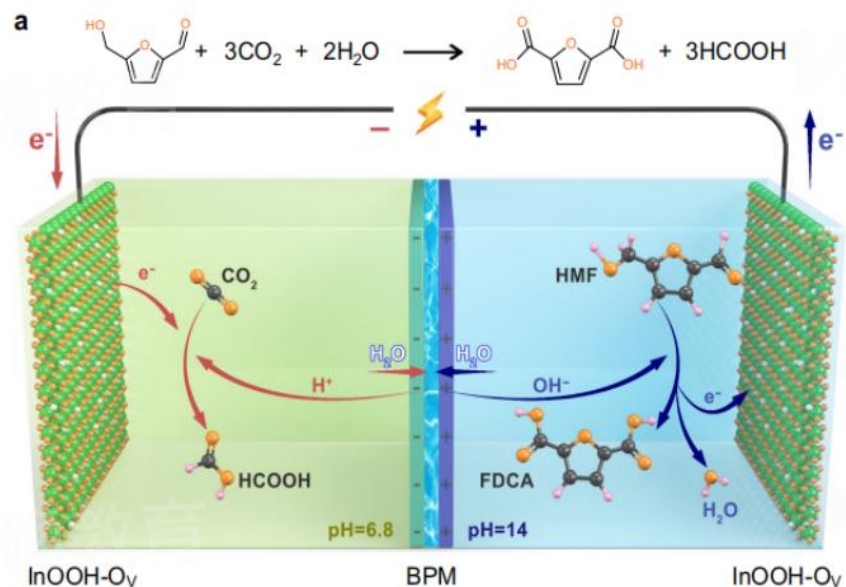
E. 结构  中碳原子只有杂化类型相同 $\checkmark$



nature Communications 《双官能团氧化In催化剂中氧空位在生物质增值与CO₂转化电化学耦合中的作用》 2025年03月10

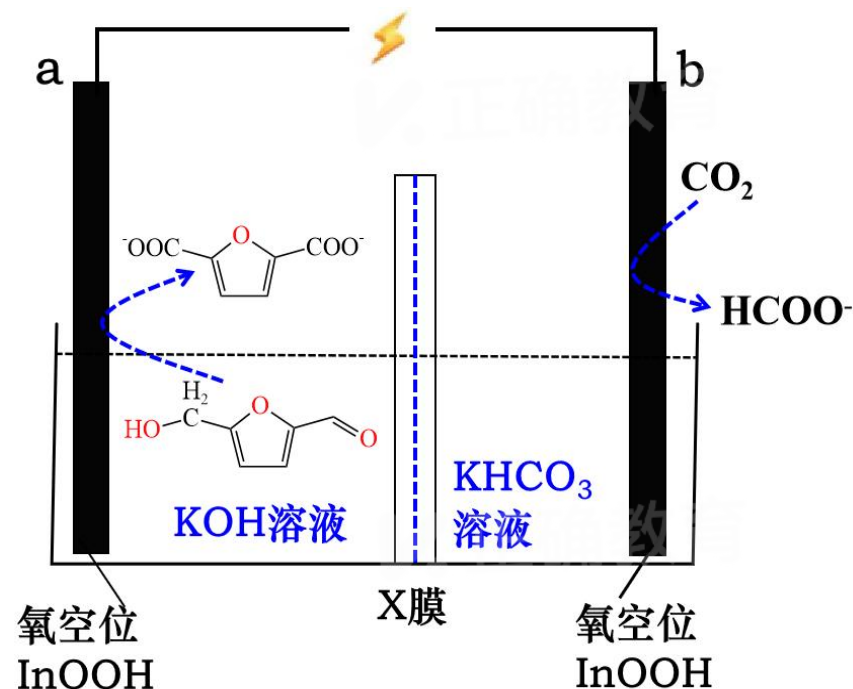
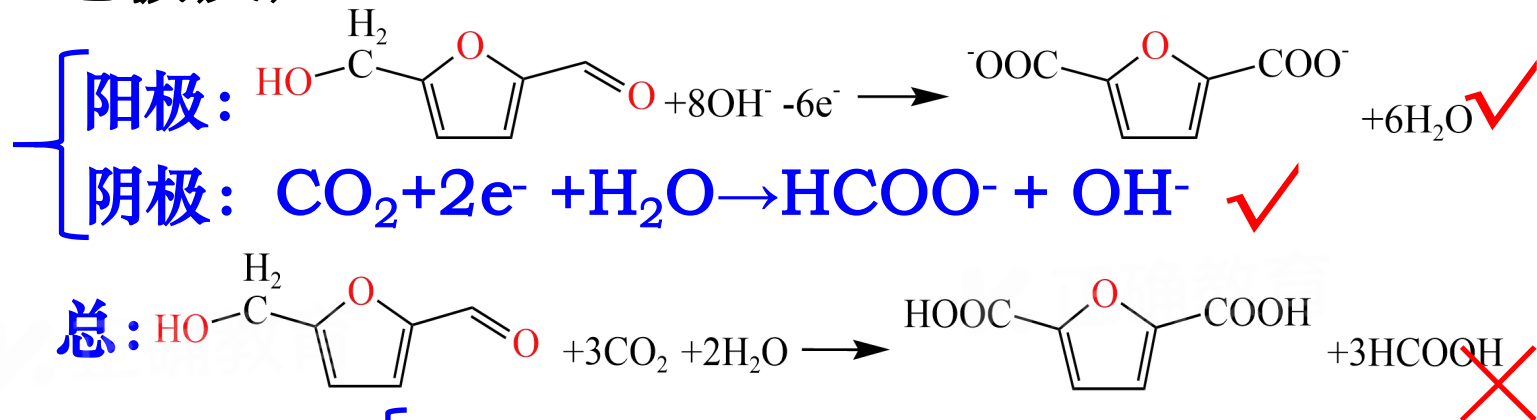


3.(原创)我国科技工作者开发了一种富含氧空位的氢氧化铟(InOOH-OV)催化剂,该催化剂表现出双功能活性,既可将二氧化碳还原为甲酸,又可将5-羟甲基糠醛(HMF)氧化为2,5-呋喃二甲酸(FDCA),装置如下图所示。下列叙述正确的是



3.(原创)我国科技工作者开发了一种富含氧空位的氢氧化铟(InOOH-OV)催化剂，该催化剂表现出双功能活性，既可将二氧化碳还原为甲酸，又可将5-羟甲基糠醛(HMF)氧化为2,5-呋喃二甲酸(FDCA)，装置如下图所示。下列叙述正确的是

- A. 电极判断 { a为阳极 ✓
a的电势高于b ✓
电子由b→a ✗
- B. 电极反应



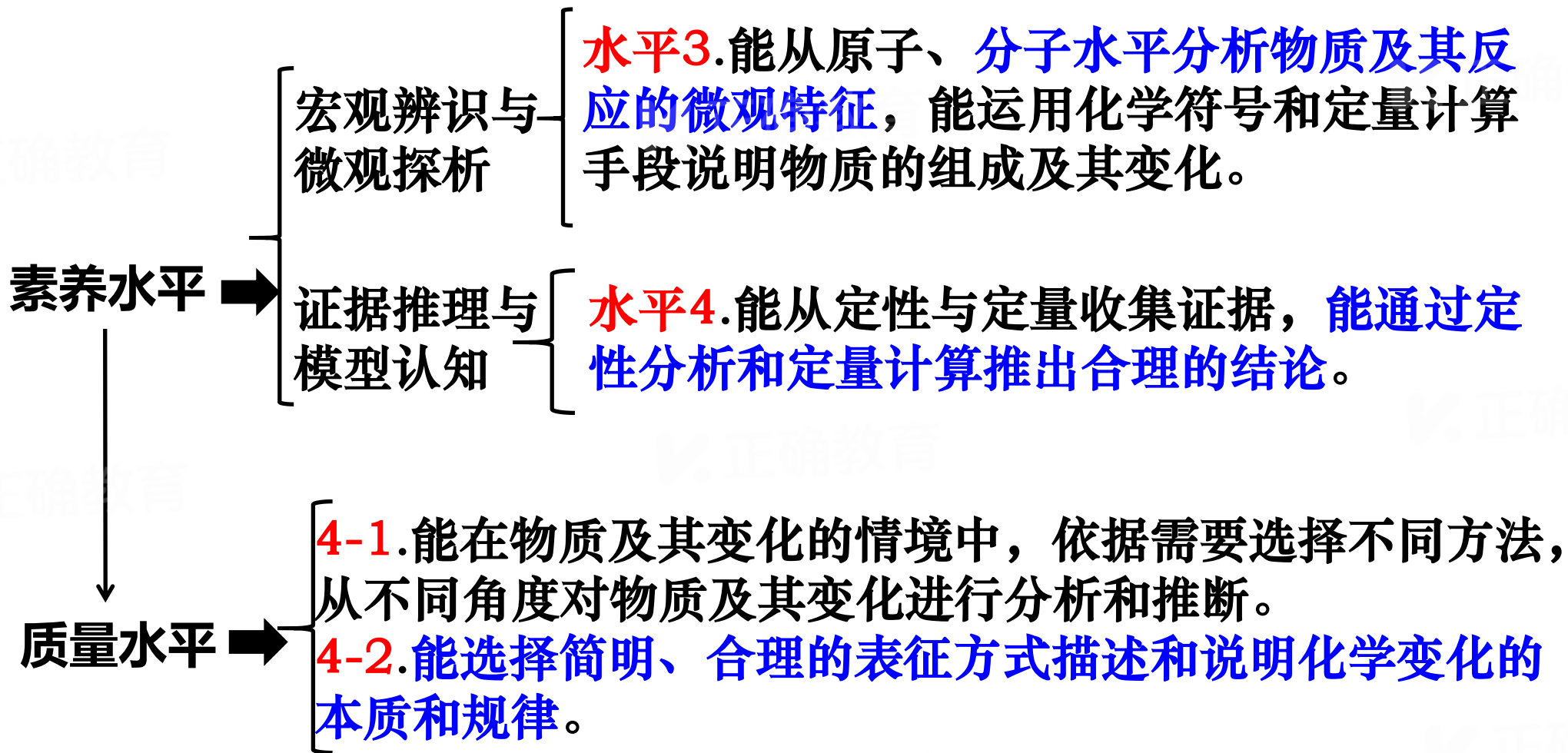
- C. 膜的类型 { X膜为允许OH⁻通过的阴离子交换膜 ✗
X膜为双极膜，膜内产生的OH⁻向阳极室迁移 ✓

- D. 电解液的变化 { 当外电路通过0.3mol e⁻时，阳极室质量增加 6.8 g
当b极产生0.2mol HCOOK时，阳极室质量增加4.4g ✗

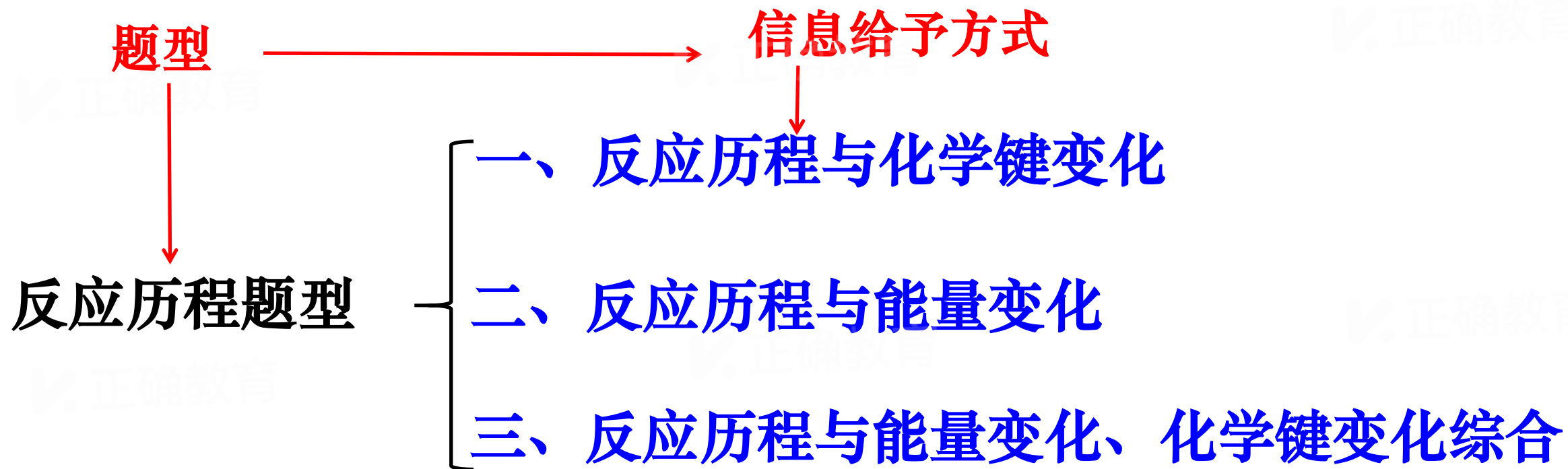
E. 杂化类型

双极膜中迁移H⁺与HCO₃⁻反应

5. 反应机理或历程



反应历程题的类型



反应历程题的常见考向

题型

考向或考点

三、反应历程与化学键、能量的变化

分子结构

化学键的变化

化学键的断裂

化学键的生成

化学反应

基元反应

总反应

催化剂

化合价的变化

平衡转化率

能量

总反应的焓变

活化能应用

反应历程的拓展与应用

物质稳定性

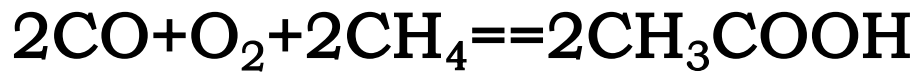
其他

1.(2025河南)在MoS₂负载Rh-Fe催化剂作用下，CH₄可在室温下高效转化为CH₃COOH，其可能的反应机理如图所示。

分子结构
原子结构

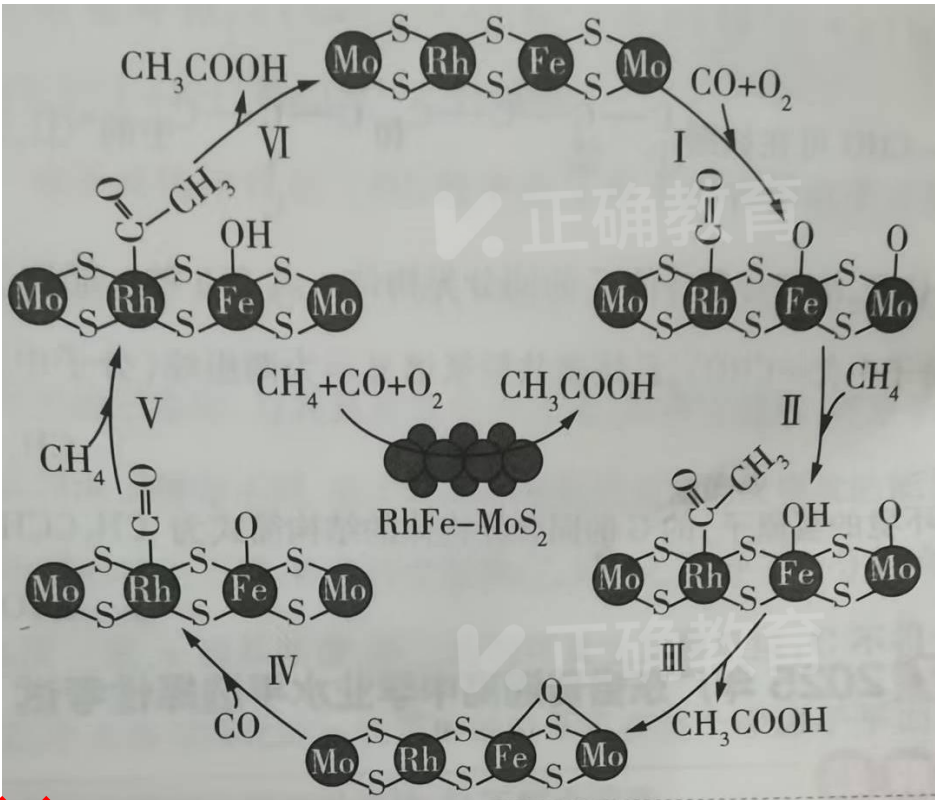
化学键的变化
断裂
形成

化学
反应
基元反应
总反应



催化剂
化合价的变化
平衡转化率
催化剂与中间产物的判断

反应历程的拓展与应用
其他



A. 该反应的原子利用率为100% ✓

B. 每消耗1mol O₂可生成1mol CH₃COOH ✗

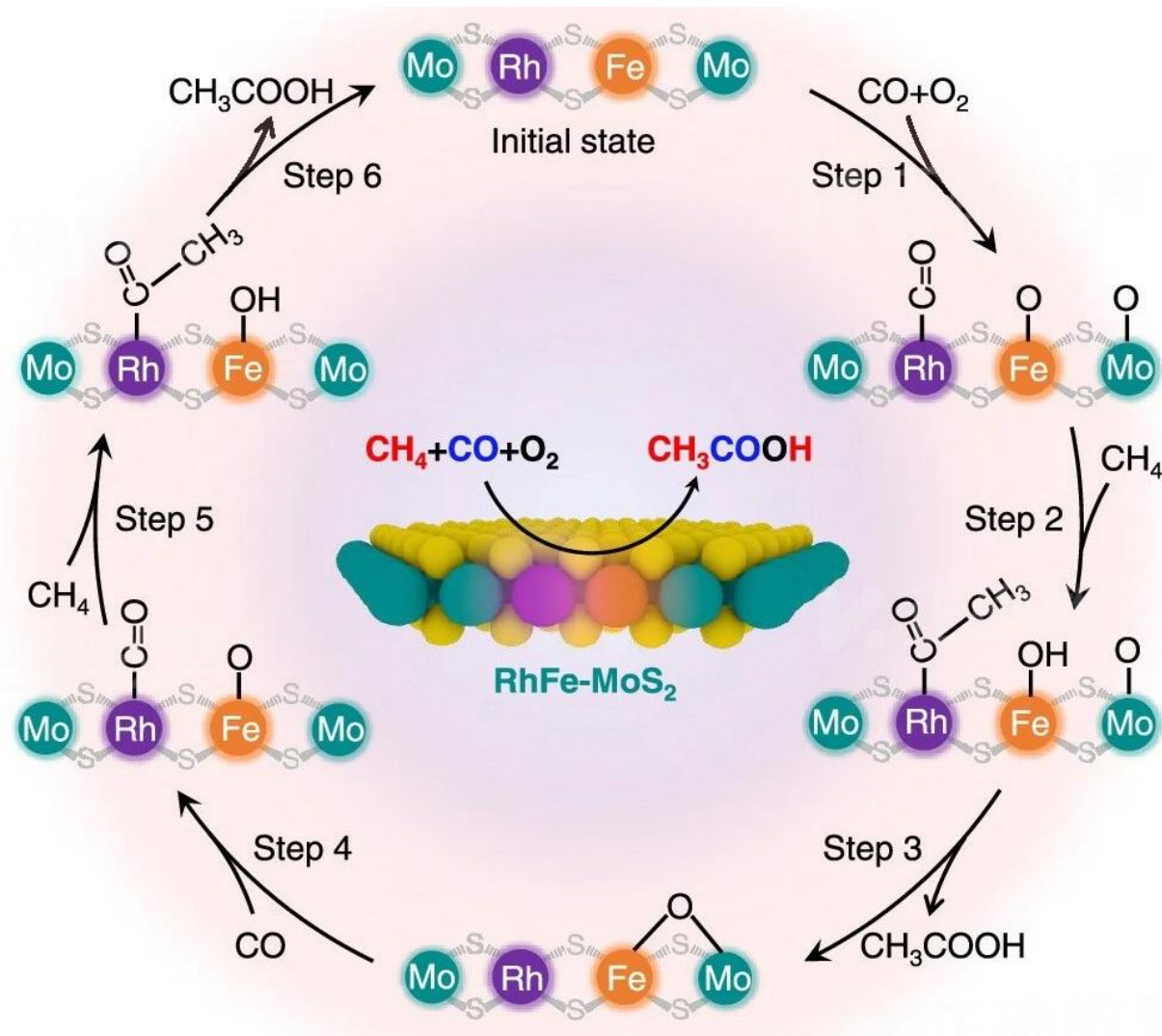
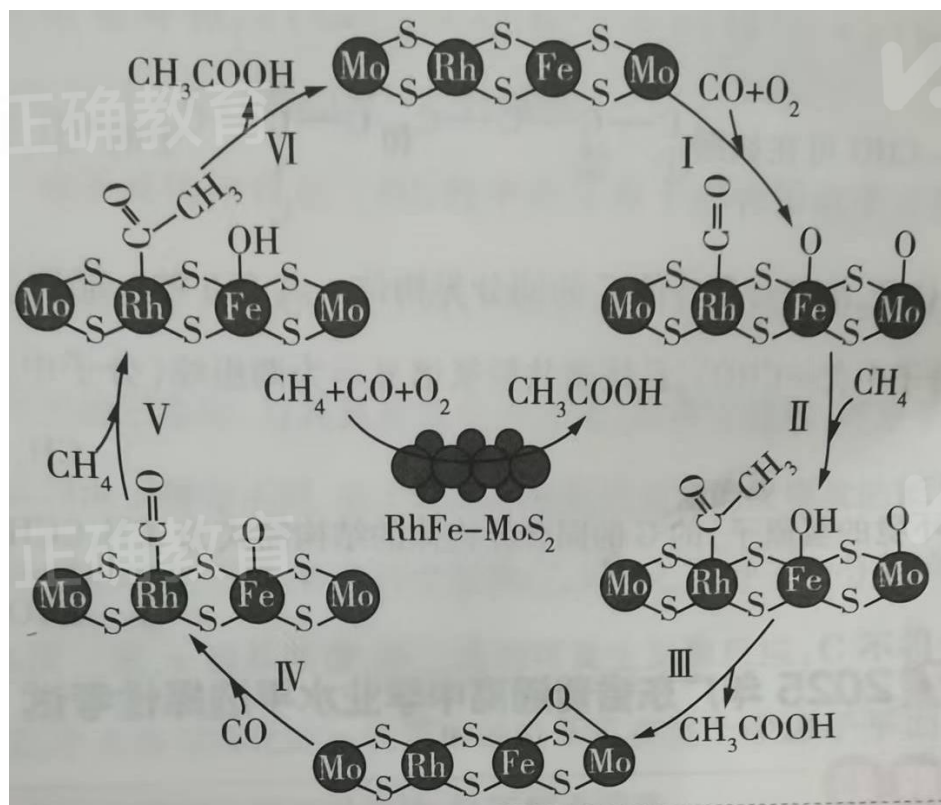
C. 反应过程中，Rh和Fe的化合价均发生变化 ✓

由II、III步，可知生成CD₃COOD, 结合电离平衡

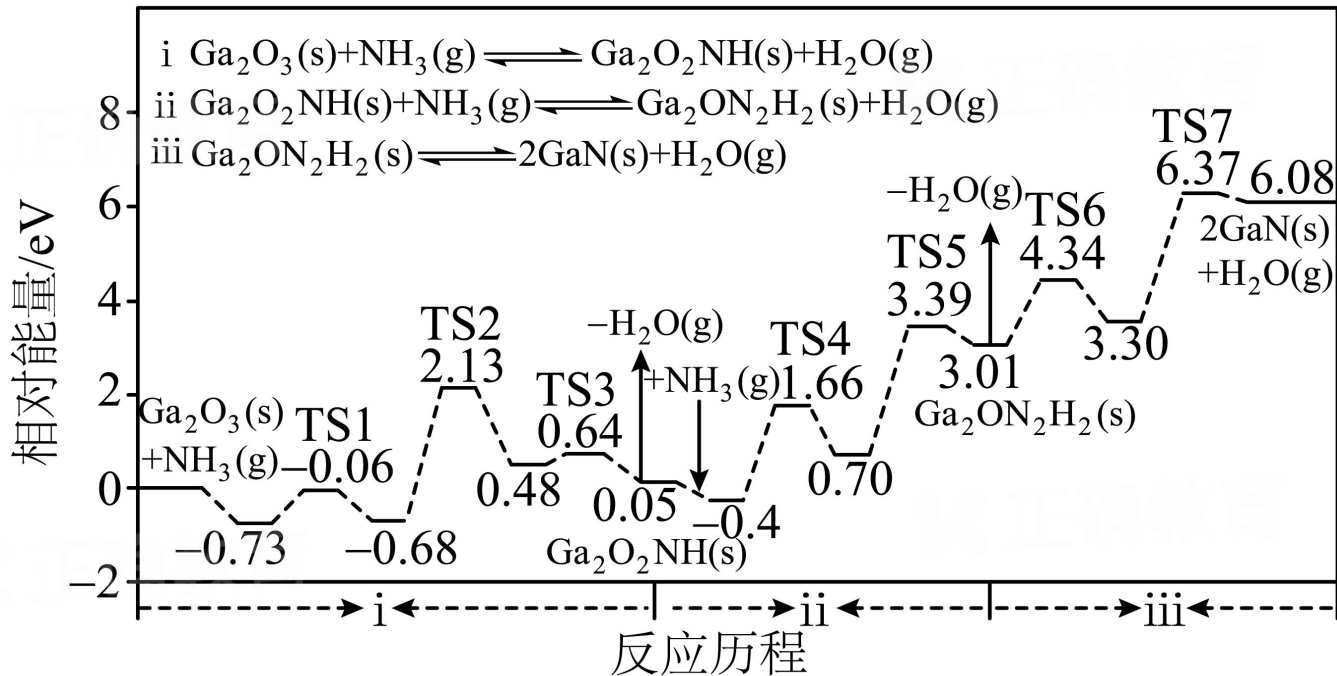
D. 若以CD₄为原料，用H₂O吸收产物可得到CD₃COOH ✓

生化环材人，大连物化所，邓德会、催晓菊、于良，JACS 《MoS₂限域Rh-Fe位点助力温和条件下甲烷转化为乙酸》 2025年04月17日。

1.(2025河南真题素材来源)



2 (2025河北12) 氮化镓(GaN)是一种重要半导体材料, 广泛应用于光电信息材料等领域, 可利用反应制备。反应历程(TS代表过渡态)如下:



下列说法**错误**的是

A. 反应 i 是吸热过程 **✓**

B. 反应 ii 中脱去 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 步骤的活化能为 2.69eV **✓**

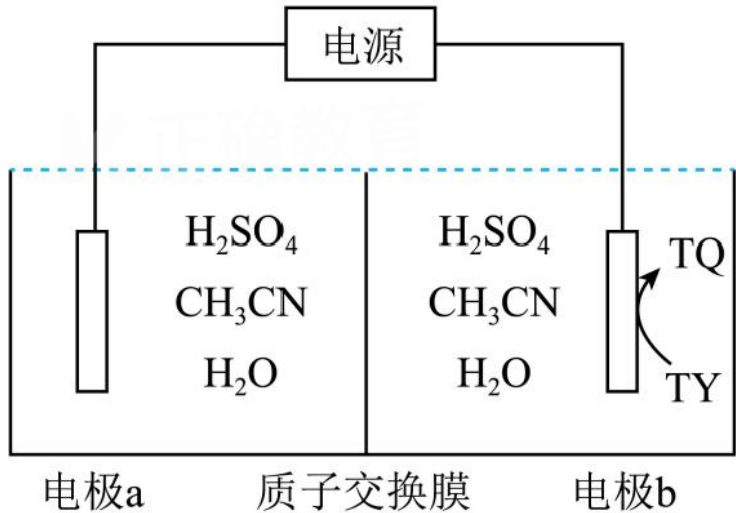
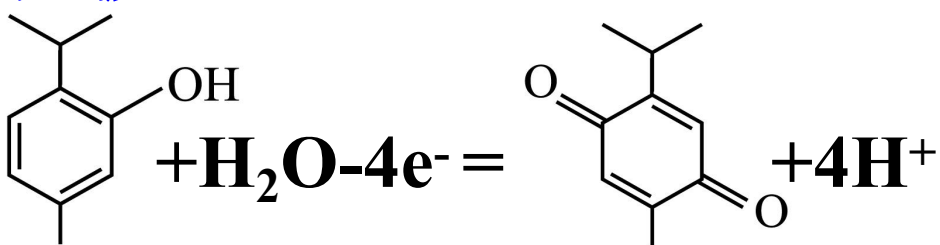
C. 反应 iii 包含2个基元反应 **✓**

D. 总反应的速控步包含在反应 ii 中 **✗ 活化能**

3(2025陕西等)我国科研人员采用图示的电解池，由百里酚(TY)合成了百里醒(TQ)。电极b表面的主要反应历程见图(灰球表示电极表面催化剂)，下列说法错误的是 **D**

阴极: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

阳极:

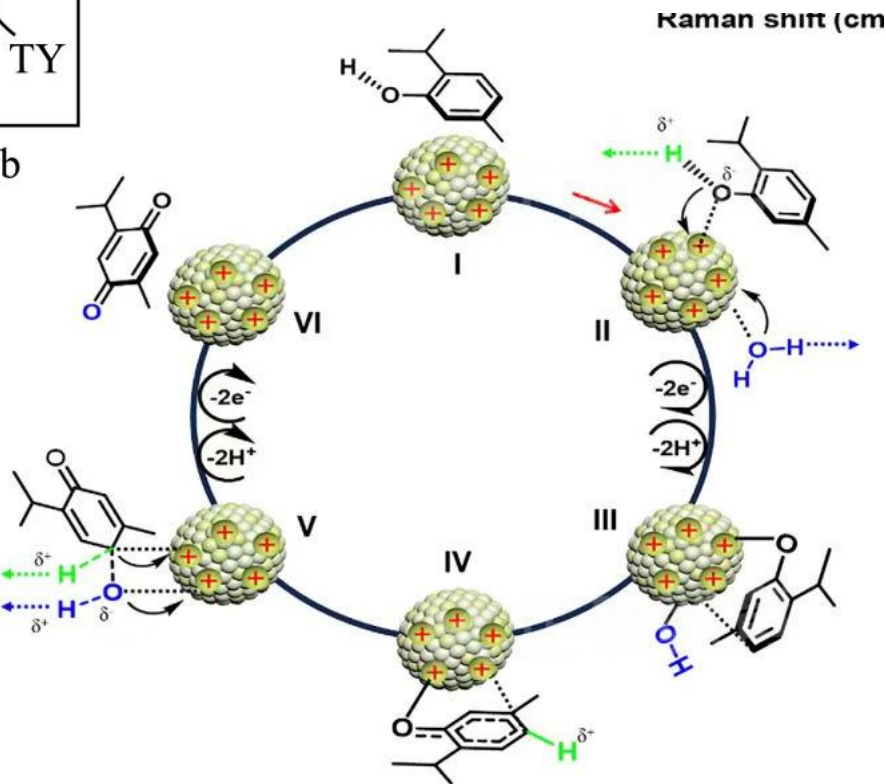
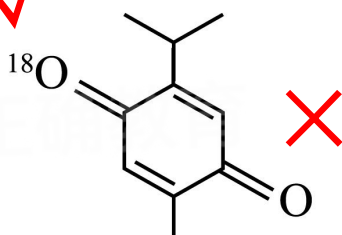


A. 电解时, H^+ 从右室向左室移动 **✓**

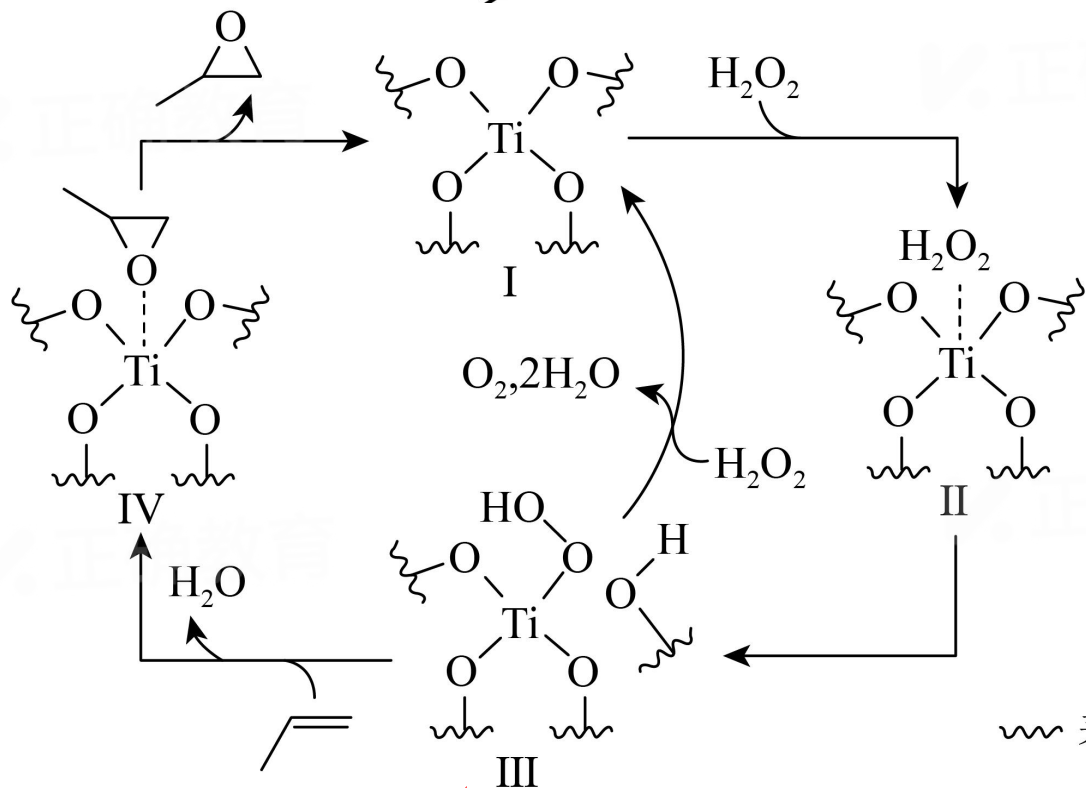
B. 电解总反应: $\text{TY} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{TQ} + 2\text{H}_2 \uparrow$ **✓**

C. 以为 原料, 也可得到TQ **✓**

D. 用 ^{18}O 标记电解液中的水, 可得到



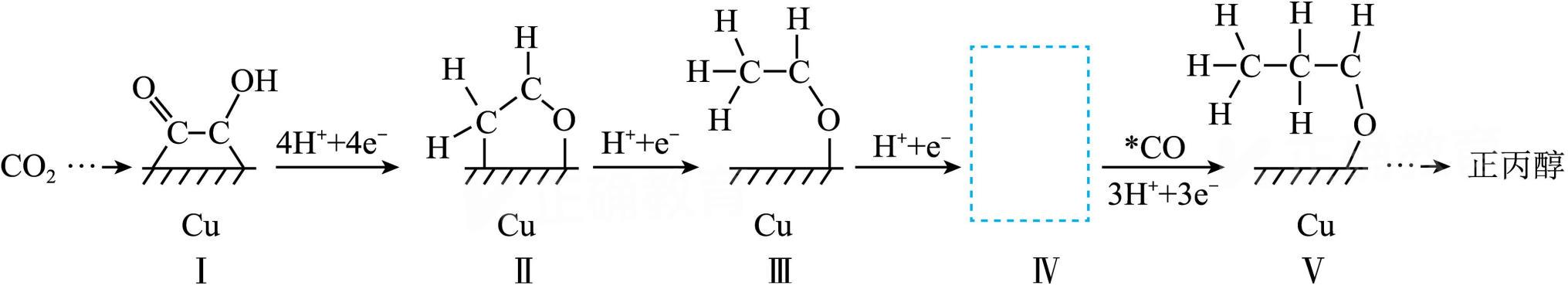
4(2025湖南14). 环氧化合物是重要的有机合成中间体。以钛掺杂沸石为催化剂，由丙烯($\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$)为原料生产环氧丙烷($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$)的反应机理如图所示。下列说法正确的是



- A. 过程中 II 是催化剂
- B. 过程中有极性键和非极性键的断裂和形成 ✓
- C. 过程中Ti元素的化合价发生了变化
- D. 丙烯与双氧水反应生成环氧丙烷的原子利用率为100%

5.(2025云南)铜催化下，由CO₂电合成正丙醇的关键步骤如图。下列说法

正确的是
分子结构
原子结构



化学键
的变化

断裂
形成

B. II 到III的过程中有非极性键断裂 $\times$ 有极性键生成

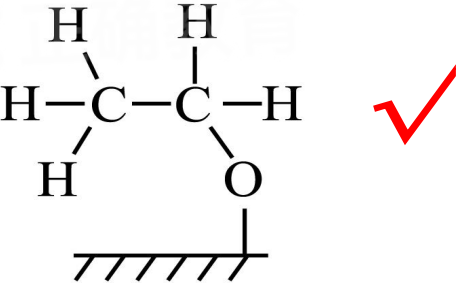
化学
反应

基元反应

A. I 到 II 的过程中发生氧化反应 $\times$ 还原

总反应

C.IV的示意图为



催化剂

化合价的变化

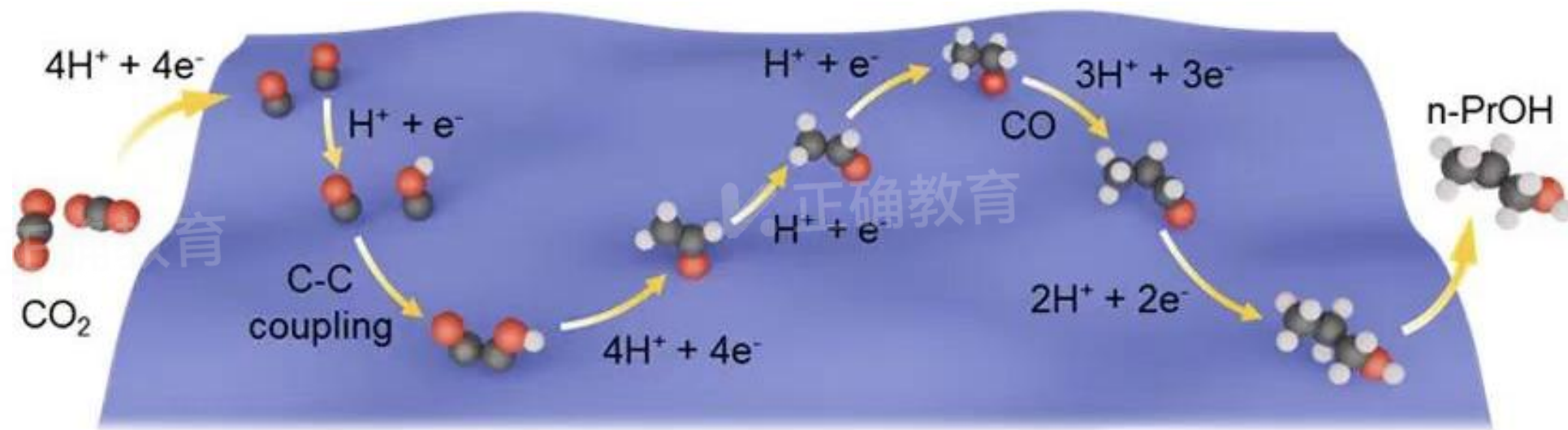
平衡转化率

C.催化剂铜可降低反应热 $\times$ 不改变限度，不改变 ΔH

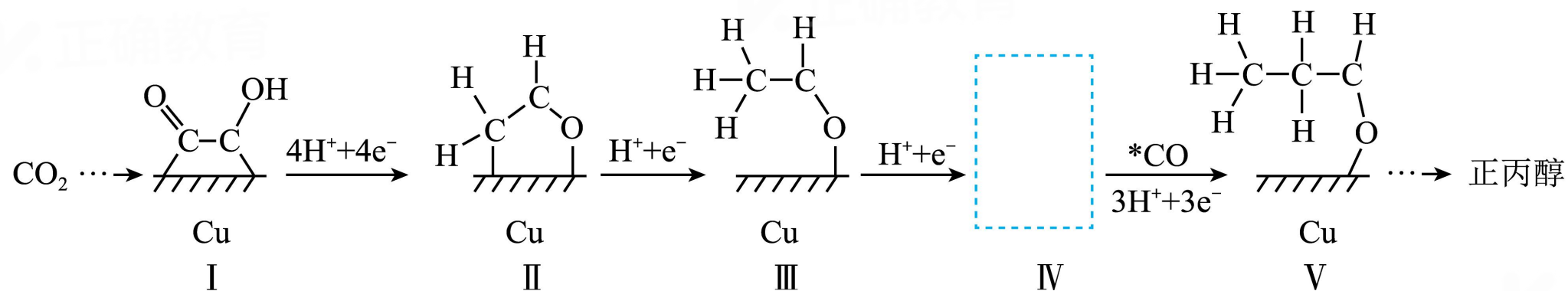
催化剂与中间产物的判断

反应历程的拓展与应用

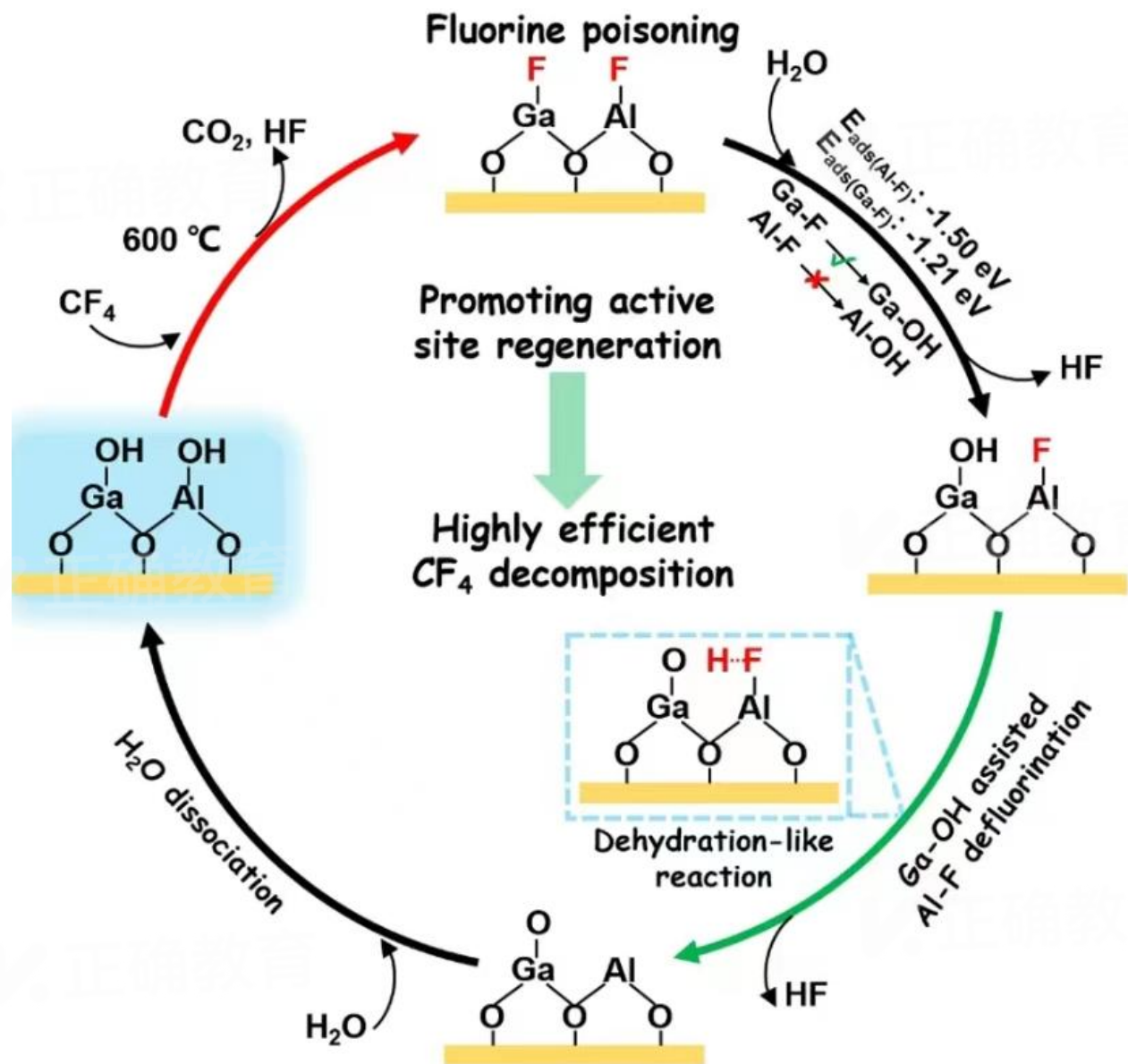
其他



4.(2025云南真题素材来源)



1.(原创)



1.(原创)CF₄是电解铝烟气的主要组分之一，属于强温室气体，其温室效应指数为CO₂的7390倍。我国科学家发现Ga/Al₂O₃催化剂实现了100%CF₄催化水解效率，其催化水解历程如下图所示。下列说法正确的是

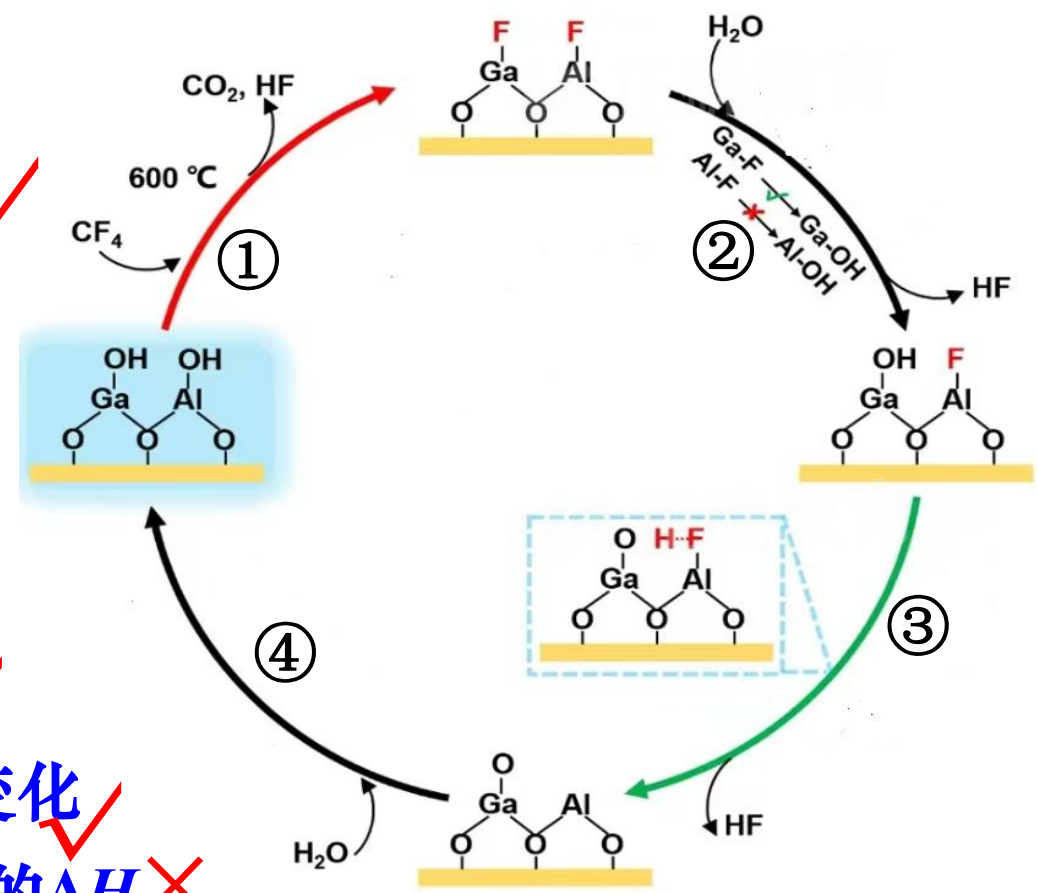
- 分子结构 CF₄为四面体结构 ✓
- 原子结构 Ga的价电子排布图为3d¹⁰4s²4p¹ ✗
- 化学键的断裂 该历程中Al的化学键数有变化 ✓
- 化学键的变化 形成②反应可视为水解反应 ✓

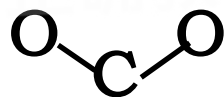
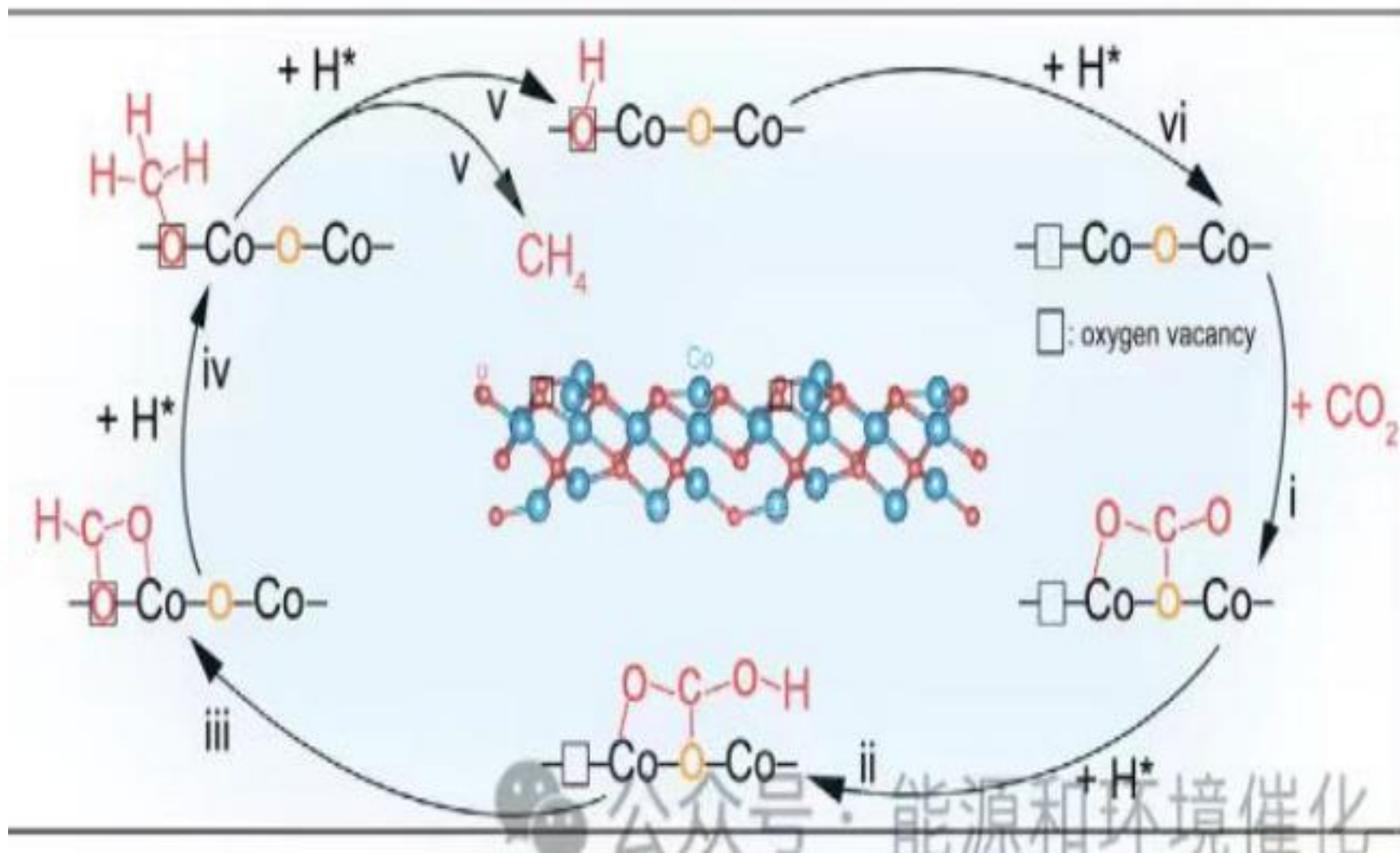
- 化学基元反应
- 反应总反应 历程总反应CF₄+2H₂O=CO₂+4HF 催化剂 ✓

- 催化剂化合价的变化 Ga、Al的平均价态无变化 ✓
- 平衡转化率 Ga/Al₂O₃降低CF₄的分解的ΔH ✗
- 催化剂与中间产物的判断

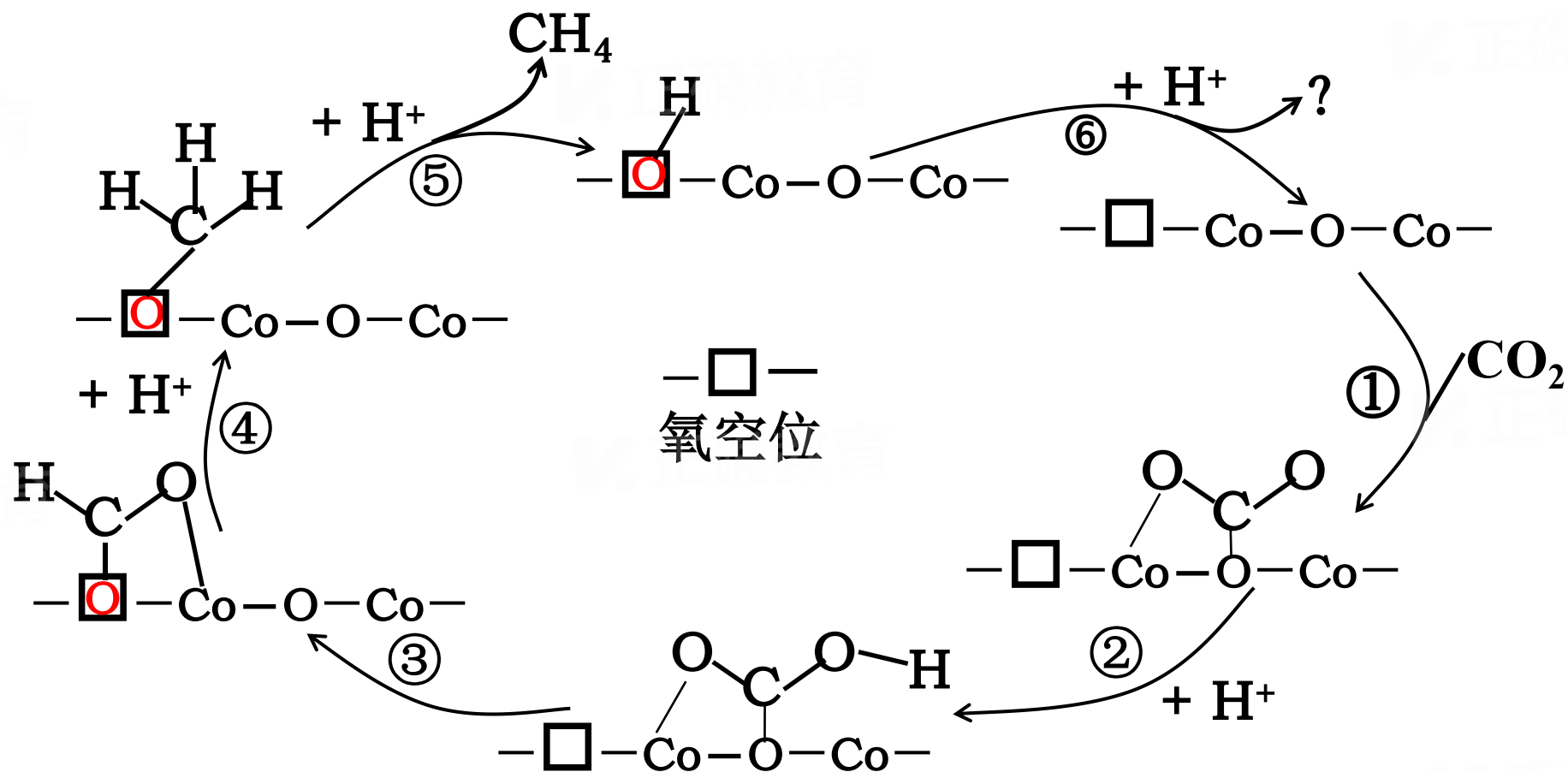
反应历程的拓展与应用 可依据该原理探寻合适的催化剂分解CCl₄ ✓

其他





2.(原创)利用具有丰富氧空位的 Co_3O_4 来研究 CO_2 甲烷化反应的反应历程 如图所示，下列叙述



2(原创)利用具有丰富氧空位的Co₃O₄来研究CO₂甲烷化反应的反应历程如图所示，下列叙述

分子结构 Co的电子排布式为3d⁶4s² ✖
原子结构 CO₂的杂化类型为sp² ✔

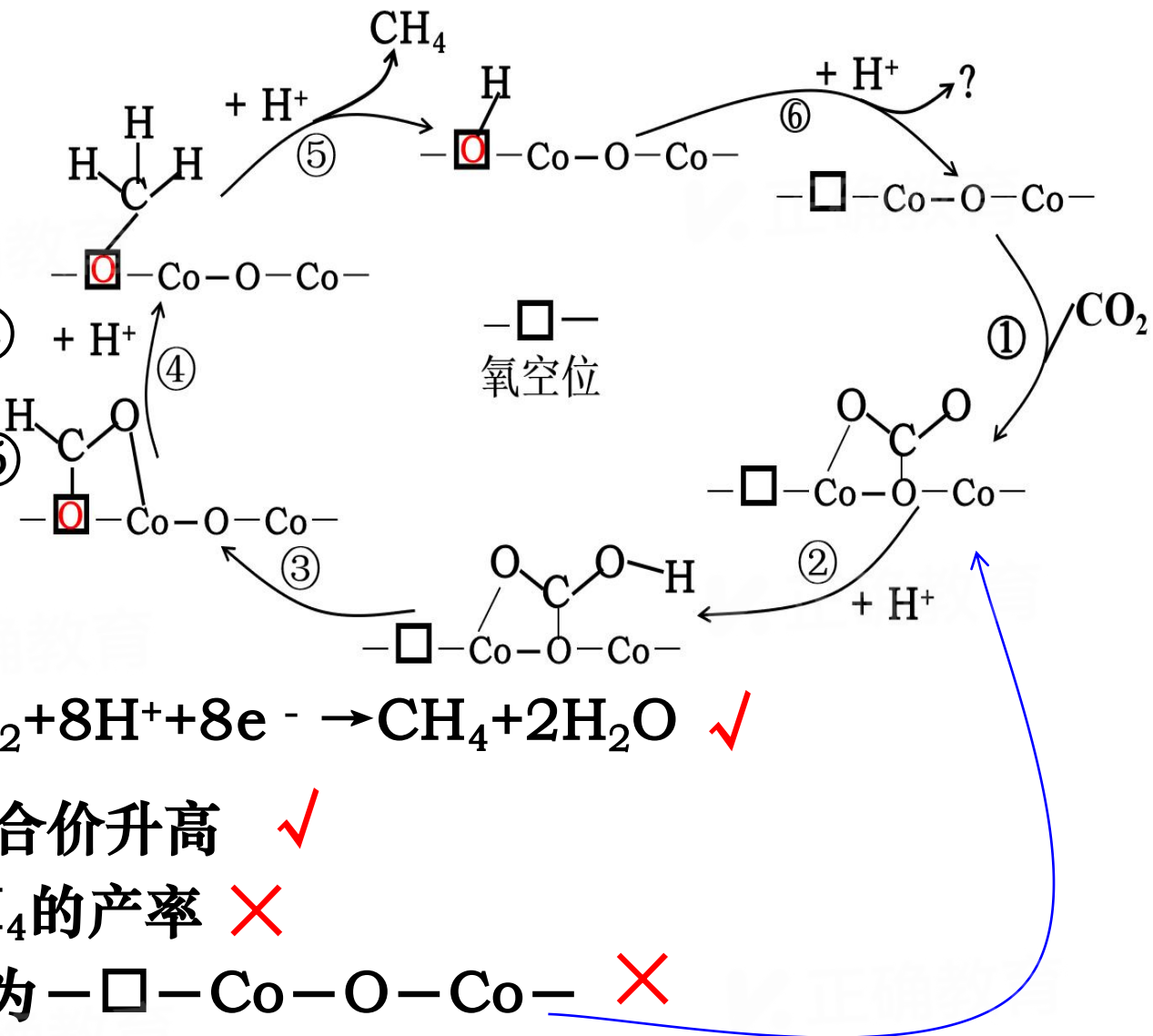
化学键的变化
断裂 断裂C—O π 反应步骤为①② ✔
形成 形成C—H反应步骤为③④⑤ ✔

化学反应
基元反应 某步骤的机元反应为
总反应 CO₂→CH₄的总反应为 CO₂+8H⁺+8e⁻→CH₄+2H₂O ✔

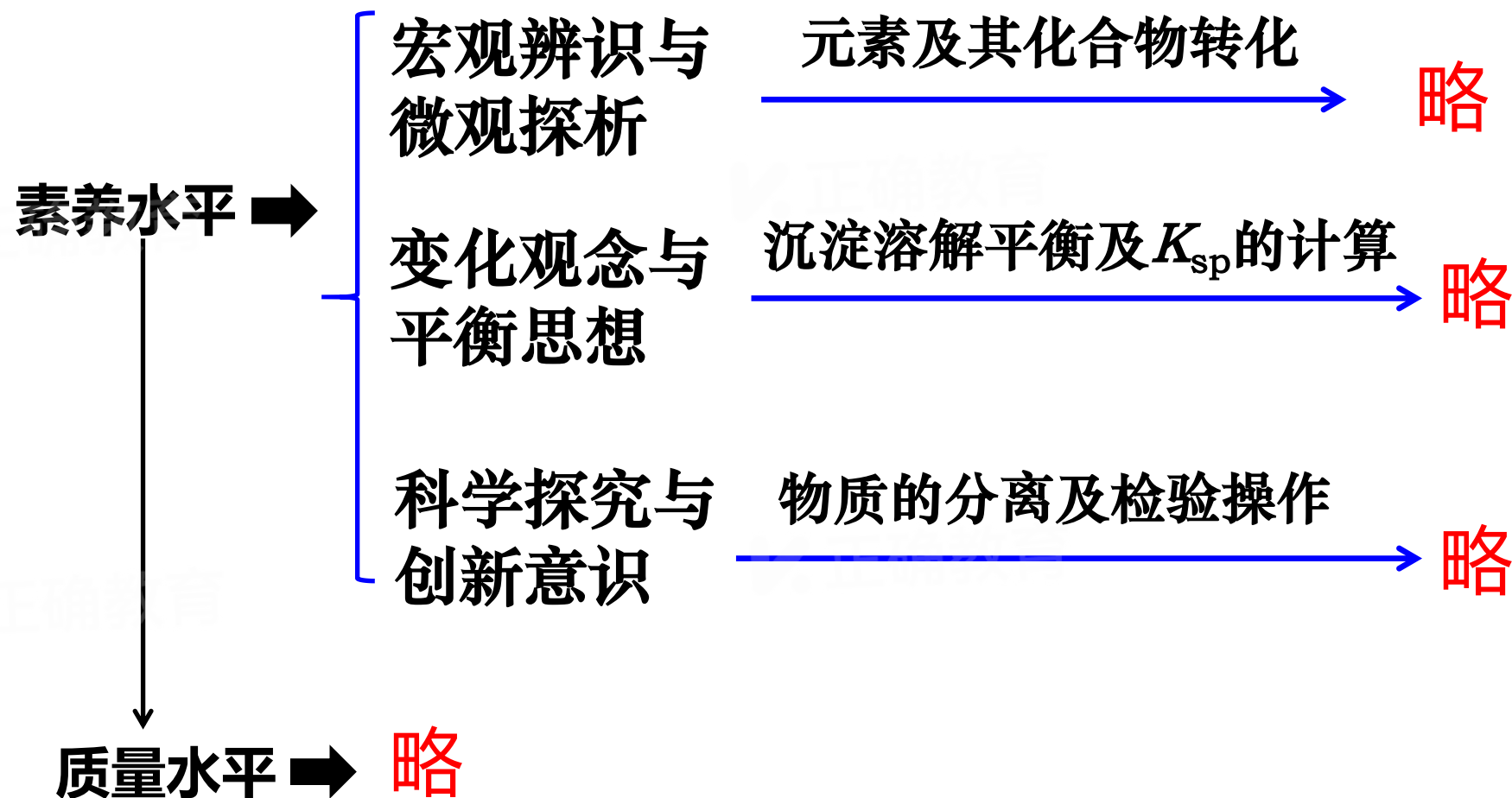
催化剂
化合价的变化 ③某步骤中Co的化合价升高 ✔
平衡转化率 Co₃O₄催化剂增大CH₄的产率 ✖
催化剂与中间产物的判断 催化剂为—□—Co—O—Co— ✖

反应历程的拓展与应用

其他 Co₃O₄的晶胞分析或计算



6.工业流程题



工业流程题的命题特点



三阶段、三条线、关键分析试剂线(物质分类及性质)

全国中文核心期刊

化学教学

2019年第10期
总第391期

EDUCATION IN CHEMISTRY

- 基于课程标准制定课时目标的路径与方法
- 理科教师实验教学知识的概念建构与研究展望
- 高中生证据推理特点研究
- “体验学习圈”在化学核心概念教学中的应用
- 基于化学学科能力培养的习题评价研究
- 对高中化学教材中“物质的量”内容的编写建议



教育部主管
华东师范大学主办

2019年10期

高考化学工艺流程题命题探讨

岳庆先¹, 吕存正²

(1. 郑州市教学研究室; 2. 郑州市第十九中学, 河南郑州 450000)

摘要: 分析高中化学课程标准对高中生化学素养的要求,探究工艺流程题与核心素养的关系及命题特点,建构工艺流程题的命题模型,并在模型指导下以部分高考试题为例,分析工艺流程题的命题角度和常考内容,探究工艺流程题与发展学生认知模型、建构思维模型及其应用之间的关系。

关键词: 高考命题; 工艺流程题; 溶浸; 转化与分离; 化学教学

文章编号: 1005-6629(2019)10-0077-05

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

高中化学学科核心素养是学生发展核心素养的重要组成部分,是学生综合素质的具体体现,反映了社会主义核心价值观下化学学科育人的基本要求,全面展现了化学课程学习对学生未来发展的重要价值^[1]。试题命制的原则要以核心素养为测试宗旨,以真实情境为测试载体,以实际问题为测试任务,以化学知识为问题解决工具^[2]。“工艺流程题”具有形式新颖、信息丰富、灵活多变的特点,既可以考查“元素及其化合物性质”,又可

以考查“实验”及“化学与技术”。考查内容既有常见元素及其化合物的性质与应用,又有化学反应原理理论知识的运用,还有实验操作与化工技术等^[3]。由于利用这种题型可以创设陌生新颖的情境,能够很好地考查学生在陌生情境中提取信息,利用所学知识分析问题、解决问题的能力,把化学素养较高的考生选拔出来,在高考试题中备受命题人的青睐。近三年新课标卷工艺流程题统计如表1所示。

*2018年度河南省基础教育教学研究项目“基于素养的化学问题解决思维模型的建构研究”(项目编号:JCJYC18070107)的研究成果。

论模型对习题进行评价,使评价的角度和内容实现了从过去单纯的知识点分析到学科能力分析的转变,宏观上更加符合课程改革的发展要求和实施方向,微观上更方便应用于教学实践中。

(2) 具体评价时根据习题的目标、情境、任务等找准对应学科能力表现进行分析,揭示习题中蕴含的能力要求和素养发展,从能力和素养的角度考量习题的立意和训练目标,使评价更具针对性和精准性,提高习题评价质量,发展学生化学核心素养。

(3) 对不同类型的习题进行分析时应有不同的侧重点,如无机物主题的学科能力水平要从物质(元素)的组成到性质(转化)再到保存、使用、检验、鉴定、分离、制备等视角分析;化学反应原理主题主要从知识经验(能量转化、化学反应规律、电解质溶液等)到反应的规律探索、模型建构、设计调控等视角分析。

(4) 教师对习题进行科学评价、系统分析,可以进一步明确习题的立意、考查方向等与学业质

量标准的一致性问题,为选题、命题等提供质量保障。同时,科学、系统地评价习题对教师的课堂教学也有引领和反驳功能。

学科能力是学科核心素养的核心,是学生发展核心素养的重要组成部分,是学科课程教学实现立德树人教育目标的基本要求和必要途径^[5]。基于学科能力培养的习题评价能够描述学生在化学学习中的学习理解、应用实践和迁移创新能力的表现水平,有利于实现学科核心素养的融合培养,为“教、学、评”一体化研究奠定基础。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准(2017年版)[S]. 北京:人民教育出版社,2018:3.
- [2][3] 王磊等. 基于学生核心素养的化学学科能力研究[M]. 北京:北京师范大学出版社,2017:5,18-19.
- [4] 杨季冬,王后雄. 高中化学关键能力的内涵及构成要素研究[J]. 化学教学,2019,(4):6.
- [5] 王磊,支瑞. 化学学科能力及其表现研究[J]. 教育学报,2016,(4):46-56.

表1 近三年新课标卷工艺流程题统计表

	2018年	2017年	2016年
课标卷I	27题.利用烟道气中的SO ₂ 生产Na ₂ S ₂ O ₃ 的工艺。	27题.利用钛铁矿来制备锂离子电池材料的工艺流程。	28题.NaClO ₂ 的一种生成工艺。
课标卷II	26题.以闪锌矿为原料制备金属锌的流程。	26题.实验室测定水泥样品中钙含量的过程。	
课标卷III	27题.利用KClO ₄ 氧化法制备KIO ₃ 的工艺流程。	27题.以铬铁矿制备K ₂ Cr ₂ O ₇ 的流程。	28题.一种废钒催化剂回收工艺。

在相关期刊上,可以看到一些有关工艺流程题的解析类文章,但这些文章偏重于工艺流程题的解题策略和解题技巧,从命题角度探讨工艺流程题的文章还不多见。本文从工艺流程题的命题角度入手,探究工艺流程题的命题模型,以高考真题为例,分析工艺流程题的常见命题角度和常考内容,探究工艺流程题与发展学生认知模型、建构思维模型及思维模型应用的关系。

1 工艺流程题的考查内容与核心素养的发展

工艺流程题是以工艺流程的形式,以元素及其化合物为基本素材,以物质转化中涉及的氧化还原反应、复分解反应、水解反应的应用为考查重点,以流程中涉及沉淀溶解平衡分析及计算、电解池原理的应用为难点,以常见物质的分离方法及实验操作为探究手段,综合考查学生解决化学问题的能力。工艺流程题是发展学生核心素养的理想题型,图1是工艺流程题与发展核心素养的关系图。

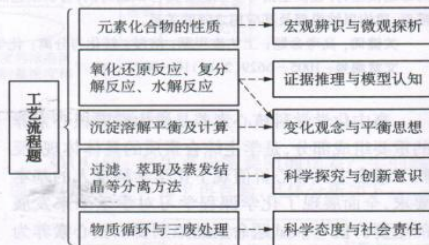


图1 工艺流程题与发展核心素养的关系图

2 工艺流程题的命题模型

工艺流程题的命题素材一般是从大学教材、《湿法冶金原理》、《萃取冶金》等书上选取的。从选取的工艺流程素材中找出与中学联系紧密的物质转化反应、条件控制方法、物质分离操作等进行命题。因为工业冶金一般分为三个阶段,所以该试题一般也分为“三阶段”,即预处理阶段、物质转化与分离阶段、目标产品生成阶段(见图2),体现了试题的真实性。

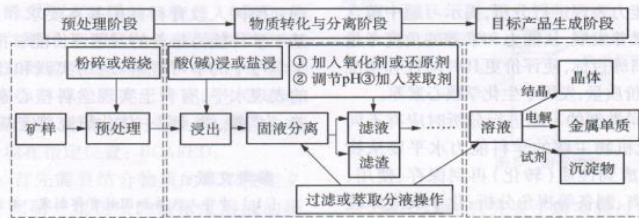


图2 工艺流程题的命题模型

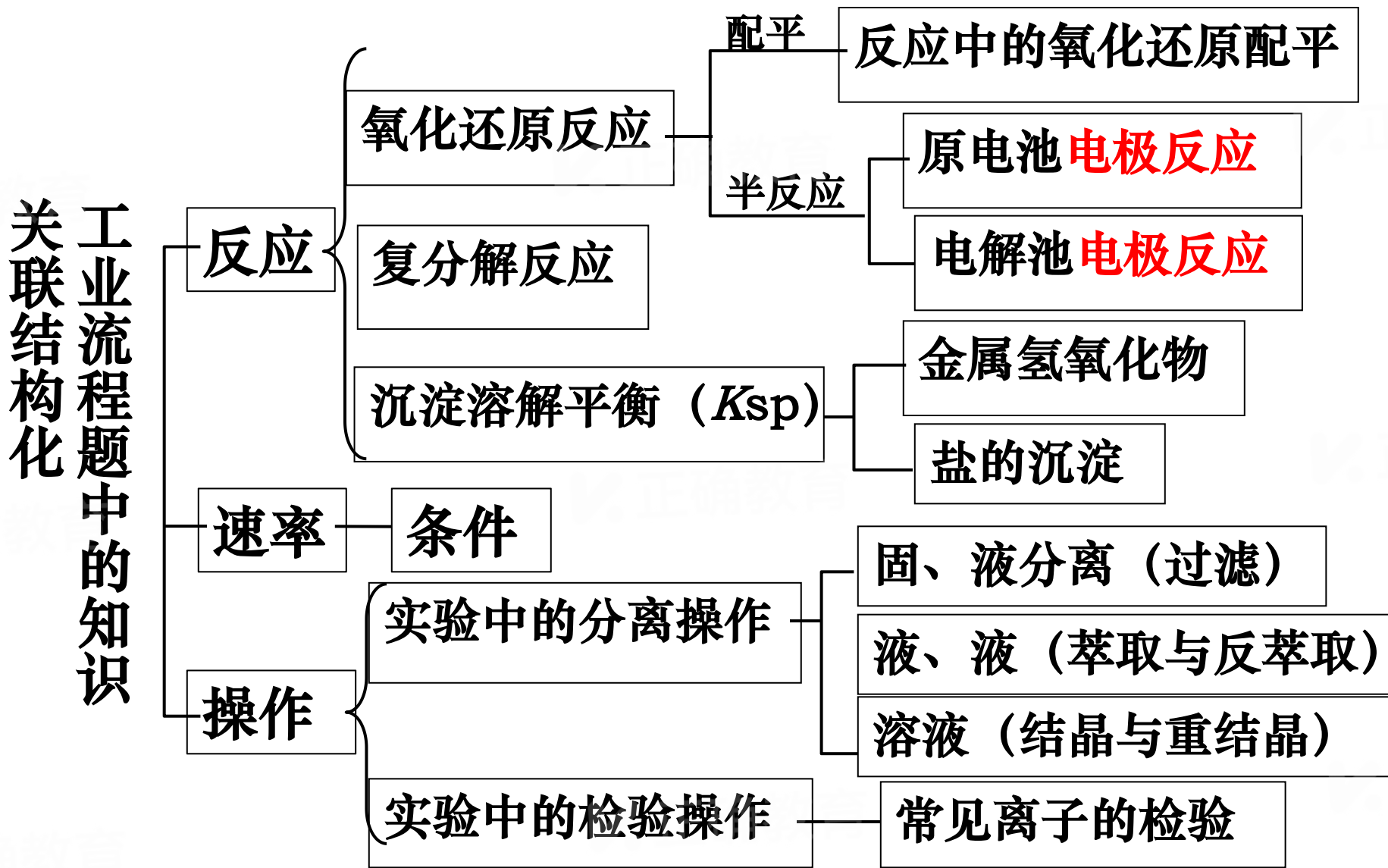
工艺流程题表示方法来源于化工生产实际,规范的工艺流程一般呈现以下四方面的信息:

① 表示物料(物质)走向,即什么步骤加入哪

些物质,每种物质发生什么反应或转变,又以何种形式得到。

② 表示工艺的主要步骤。实际化工生产非

工业流程题中常见的考点结构化



工业流程题可设置的难点

1.正确书写化学反应方程式（陌生）

陌生反应书写，利用信息“摆一摆、配一配”

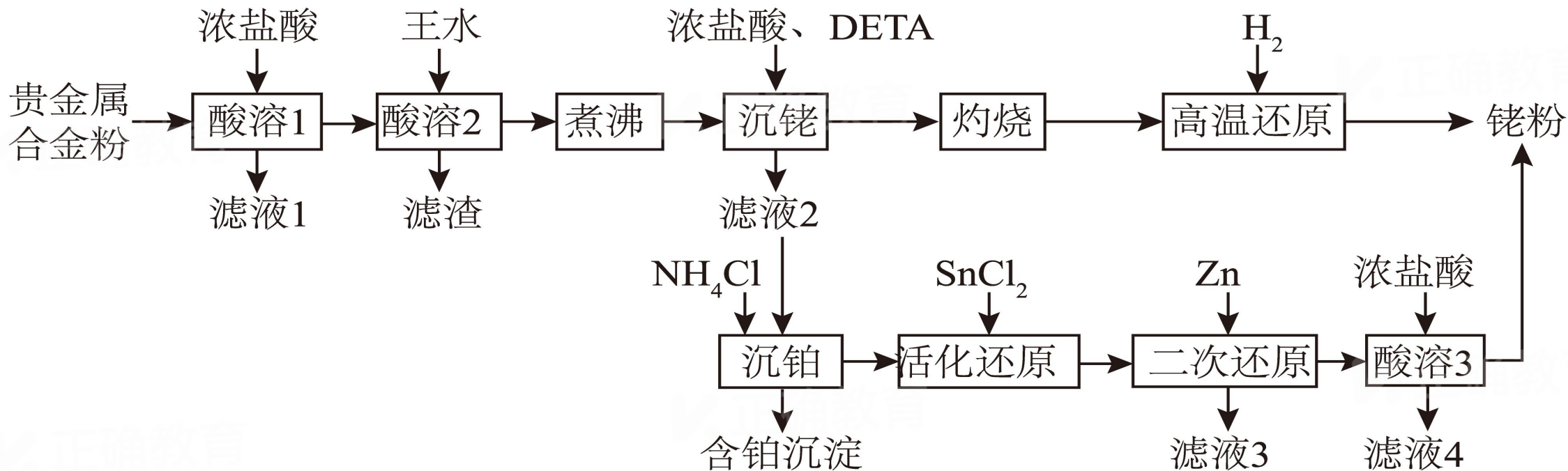
2.所加试剂的作用与产生的沉淀判断

利用物质分类与性质分析

3.利用溶度积进行相关计算

注意依据公式计算及计算能力的训练

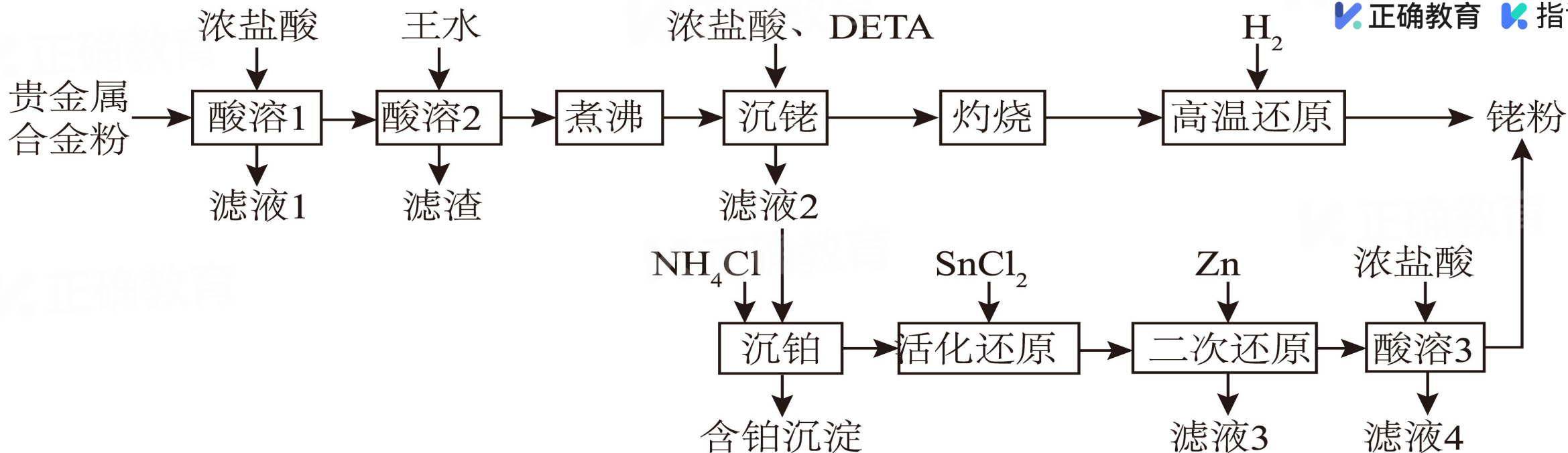
1(2025河南15). 一种从预处理得到的贵金属合金粉[主要成分为Fe、Rh(**铑**)、Pt, 含有少量SiO₂]中尽可能回收铑的工艺流程如下:



(1)“酸溶1”的目的是_____。

(2)已知“酸溶2”中Rh转化为 $\text{H}_3[\text{RhCl}_6]$, 则生成该物质的化学方程式为_____; “滤渣”的主要成分是_____ (填化学式)。

(3)“沉铑”中得到的沉淀经“灼烧”后分解成铑单质, 但夹杂少量 Rh_2O_3 和 RhCl_3 , 则“高温还原”中发生反应的化学方程式为_____。

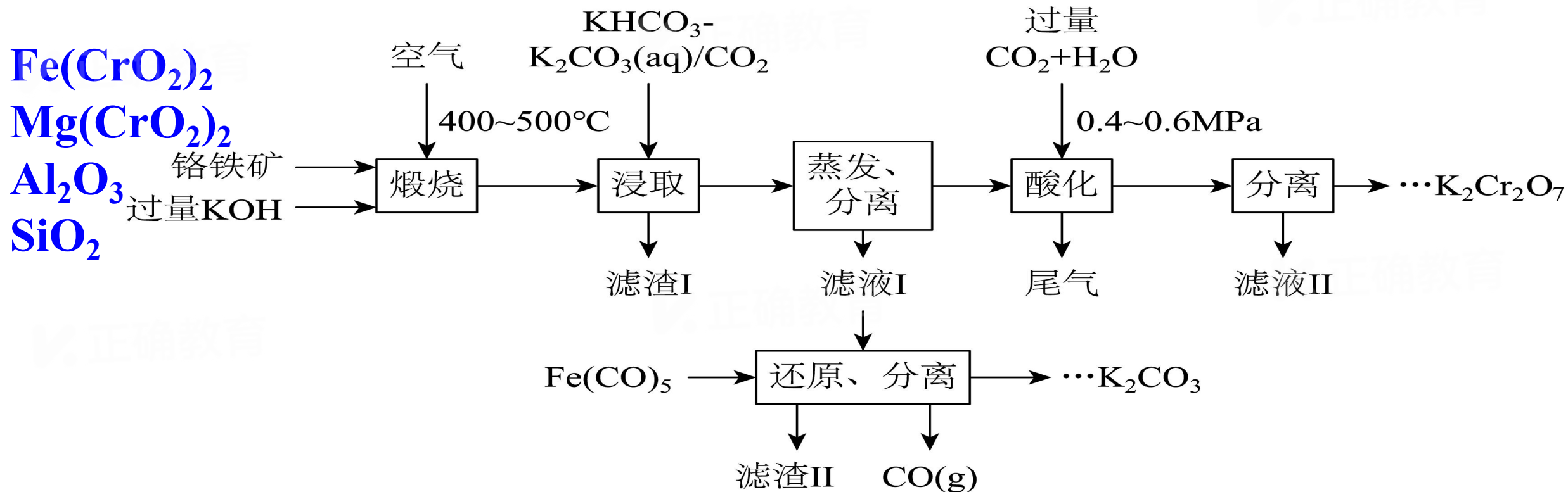


(4)若“活化还原”在室温下进行， SnCl_2 初始浓度为 $1 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，为避免生成 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 沉淀，溶液适宜的为__ (填标号)[已知 $K_{\text{sp}}(\text{Sn}(\text{OH})_2) = 5.5 \times 10^{-28}$]。

A. 2.0 B. 4.0 C. 6.0

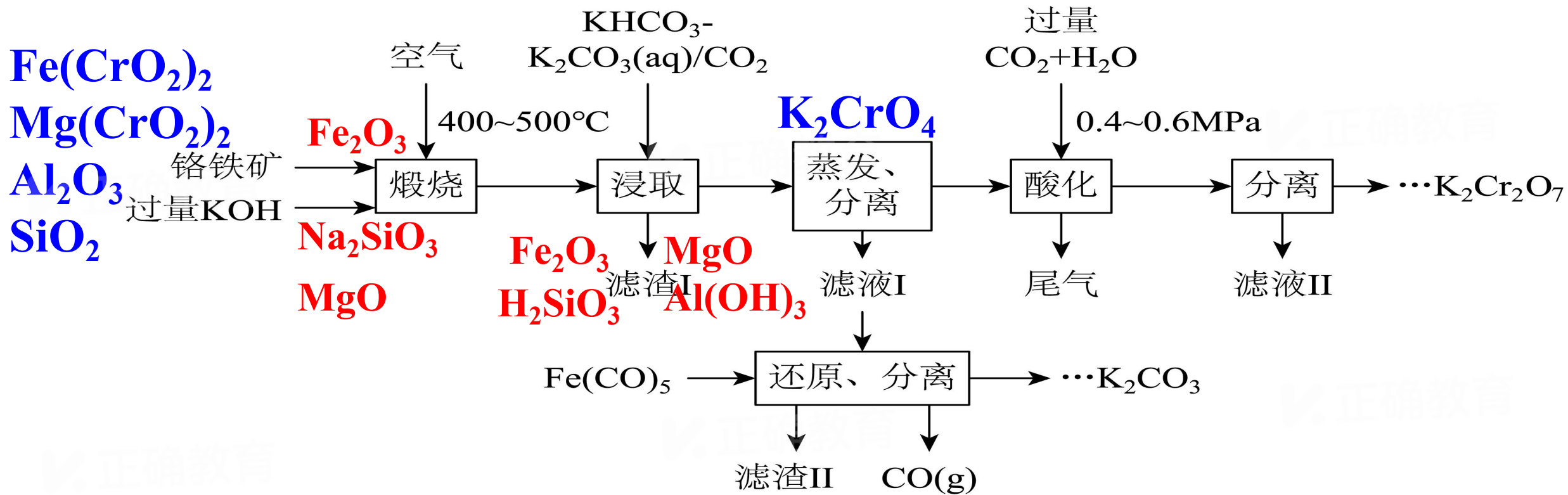
(5)“活化还原”中， SnCl_2 必须过量，其与 $\text{Rh}(\text{III})$ 反应可生成 $[\text{Rh}(\text{SnCl}_3)_5]^{4-}$ ，提升了 Rh 的还原速率，该配离子中 Rh 的化合价为_____；反应中同时生成 $[\text{SnCl}_6]^{2-}$ ， $\text{Rh}(\text{III})$ 以 $[\text{RhCl}_6]^{3-}$ 计，则理论上 SnCl_2 和 $\text{Rh}(\text{III})$ 反应的物质的量之比为_____。(6)“酸溶3”的目的是_____。

(2025河北)铬盐产品广泛应用于化工、医药、印染等领域。通过闭环生产工艺将铬铁矿转化为重铬酸钾同时回收利用钾资源，可实现绿色化学目标。过程如下：铬铁矿含 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$ 、 Al_2O_3 、 SiO_2



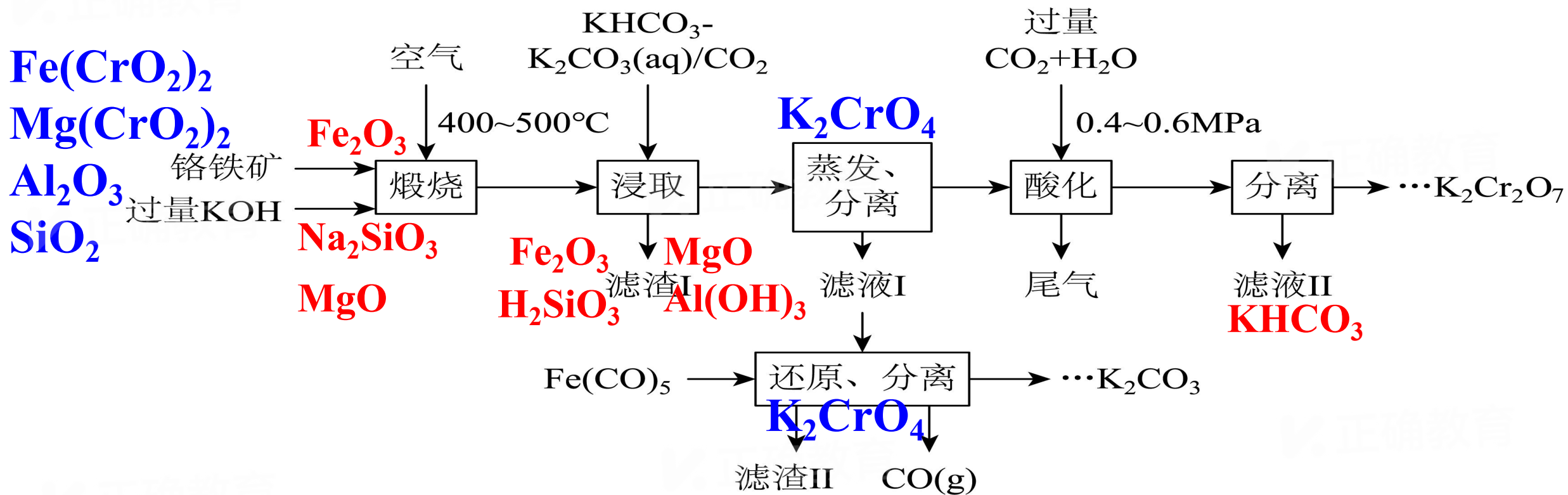
(1)基态铬原子的价层电子排布式：_____。

(2)煅烧工序中 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 反应生成 K_2CrO_4 的化学方程式：_____。



(3)浸取工序中滤渣I的主要成分： Fe_2O_3 、 H_2SiO_3 、 MgO 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ (填化学式)。

(4)酸化工序中需加压的原因：增大 CO_2 的溶解度，增强酸性，酸化中反应充分。



(5) 滤液II的主要成分: KHCO_3 (填化学式)。

(6) 补全还原、分离工序中发生反应的化学方程式_____。



(7) 滤渣II可返回 浸取 工序。(填工序名称)

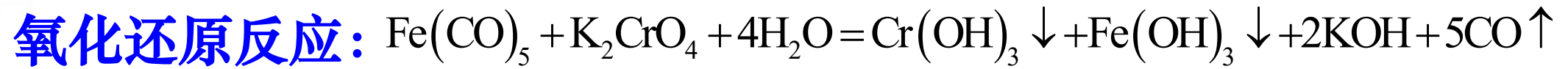
400-500°C

预处理



转化与
除杂

速率：加压增大溶液中 CO_2 的浓度，加快酸化速率（保证充分酸化）

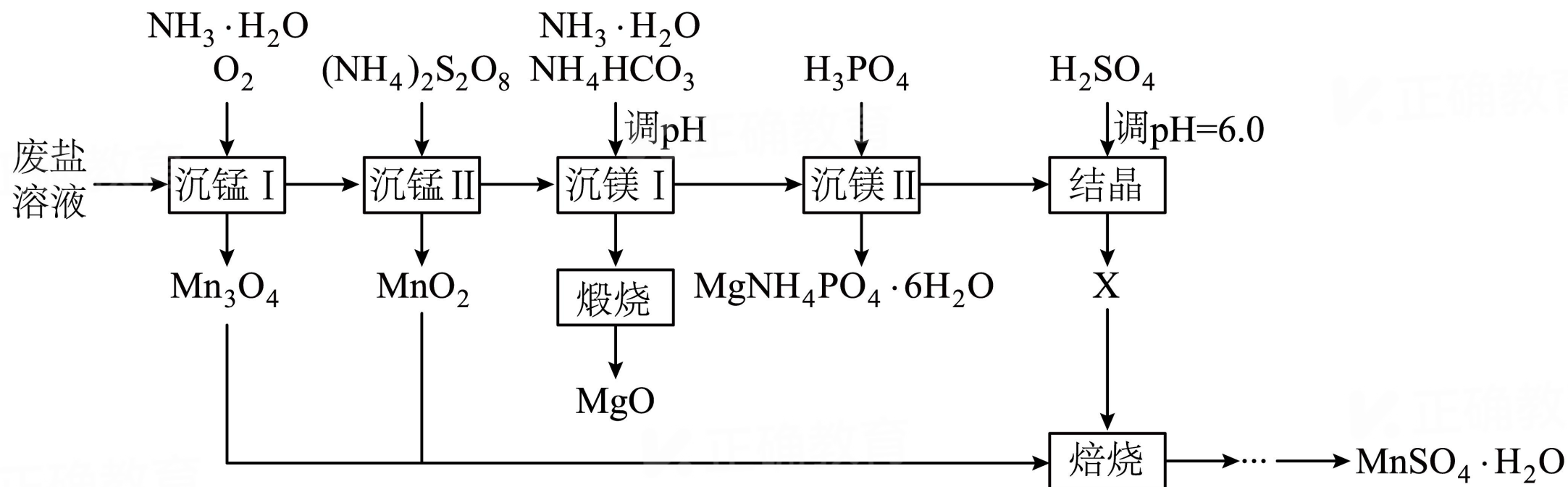


纯化与操作

结构
循环 $3\text{d}^5 4\text{s}^1$

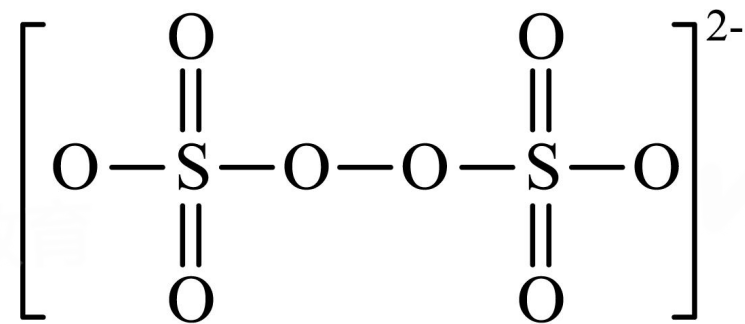
两个氧化还原反应方程式的配平，难度较大

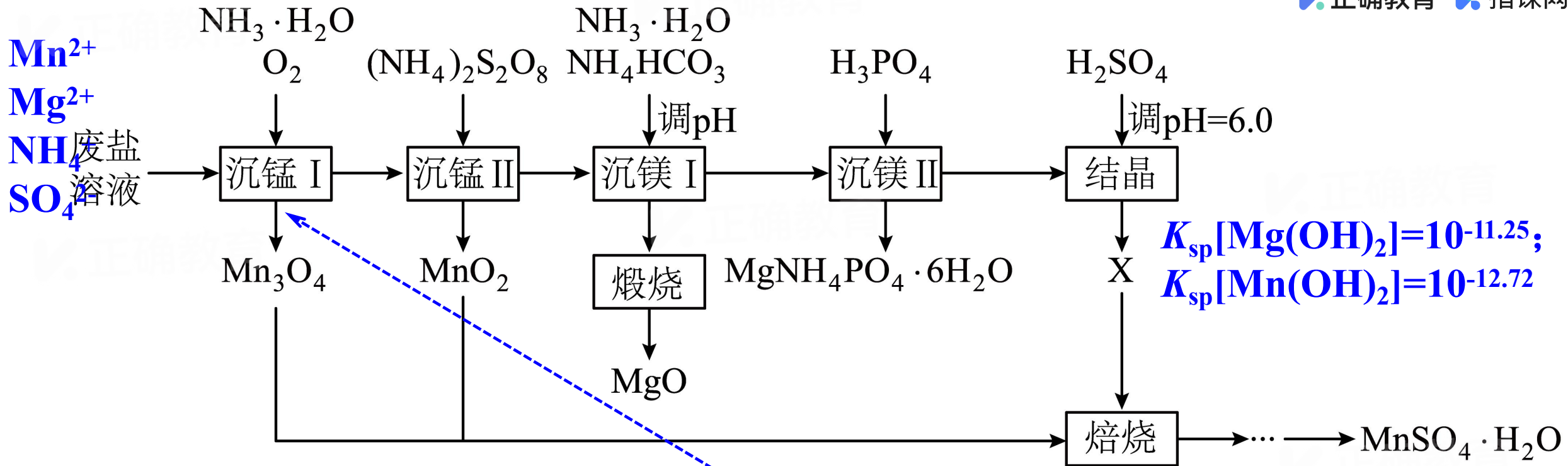
(2025陕、山西四省16)一种综合回收电解锰工业废盐(主要成分为 Mn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 的硫酸盐)的工艺流程如下。



已知：①常温下 $K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3)=10^{-5.17}$ ； $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]=10^{-11.25}$ ；

$K_{\text{sp}}[\text{Mn}(\text{OH})_2]=10^{-12.72}$ ② $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的结构为



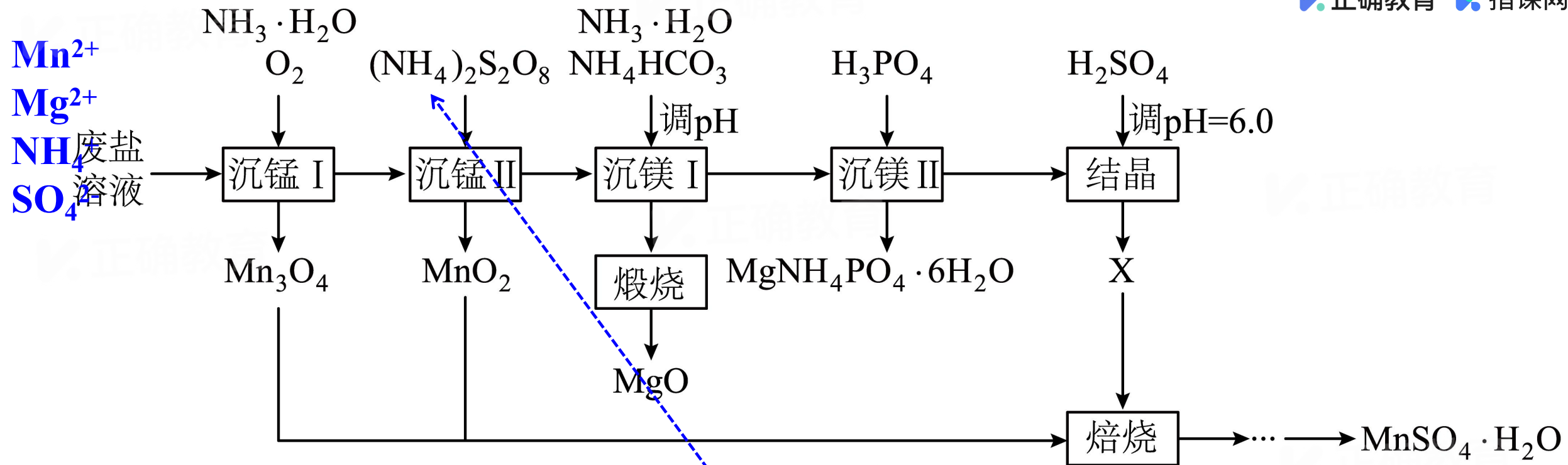


(1) 已制备废盐溶液时，为了加快废盐溶解可采取的措施有 **加热、搅拌、粉碎废盐** (写两种)。

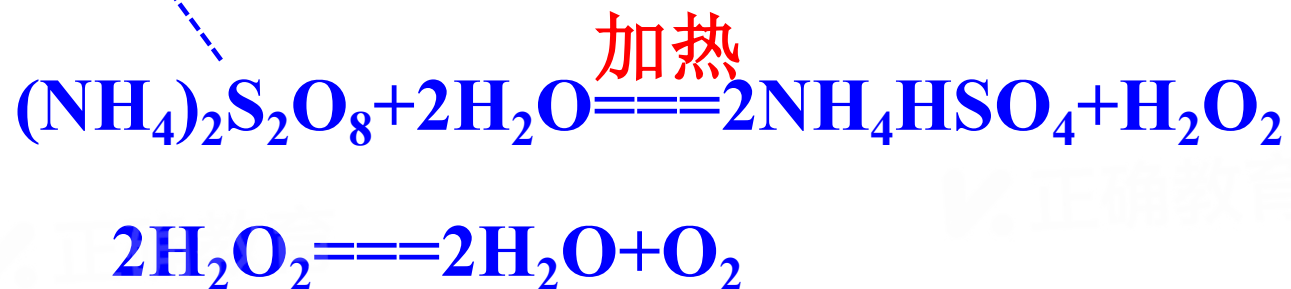
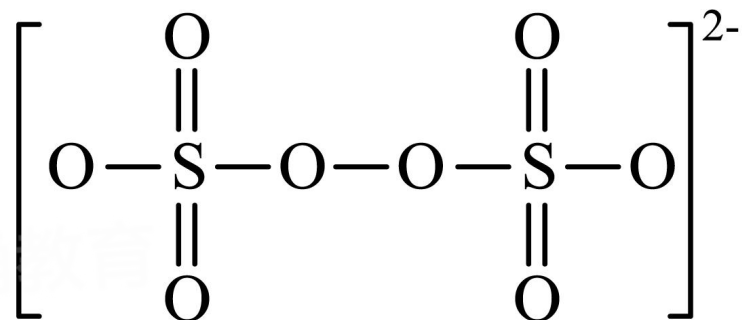
(2) “沉锰I”中，写出形成 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 被氧化成 Mn_3O_4 的化学方程式 **$6\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Mn}_3\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$** 。

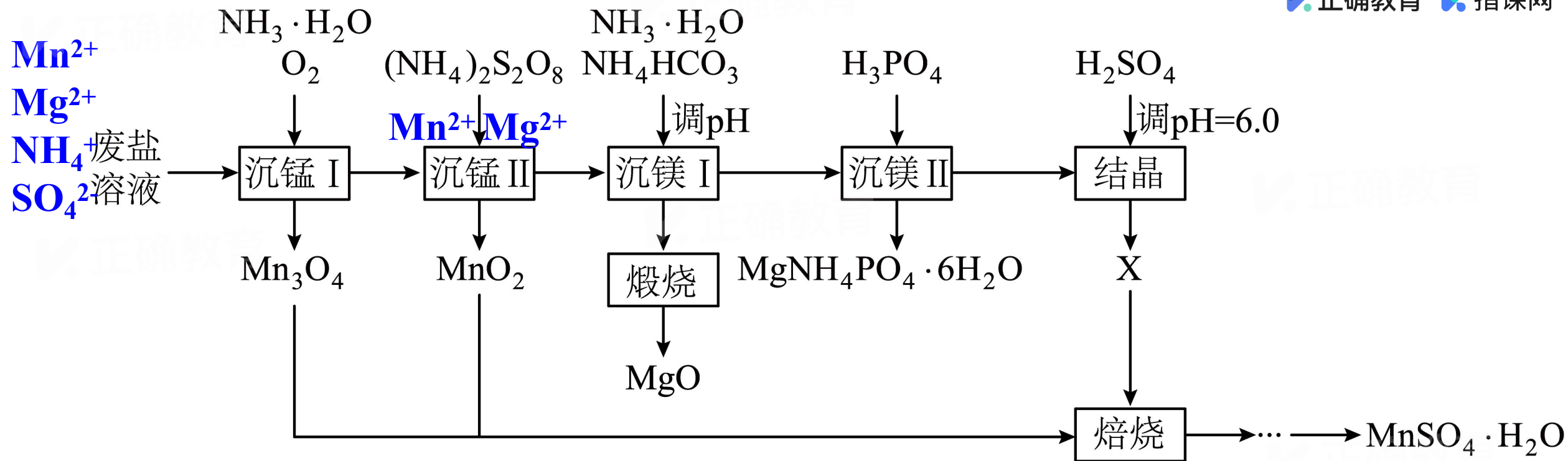
当 Mg^{2+} ($c = 10^{-0.68} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 将要开始沉淀时，溶液中剩余 Mn^{2+} 浓度为 **$10^{-2.15} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$** 。

由 $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 10^{-11.25}$;
 $c(\text{Mg}^{2+}) = 10^{-0.68} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $c^2(\text{OH}^-) = 10^{-10.57}$;
 $c(\text{Mn}^{2+}) = 10^{-2.15} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

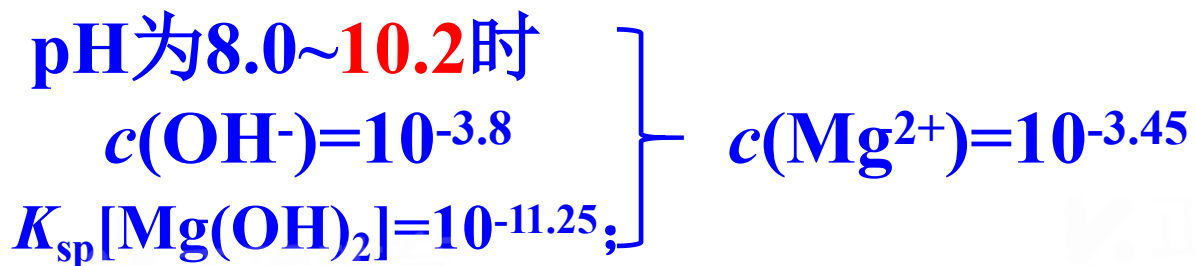


(3)“沉锰II”中，过量的 $(NH_4)_2S_2O_8$ 经加热水解去除，最终产物是 NH_4HSO_4 和 O_2 (填化学式)。

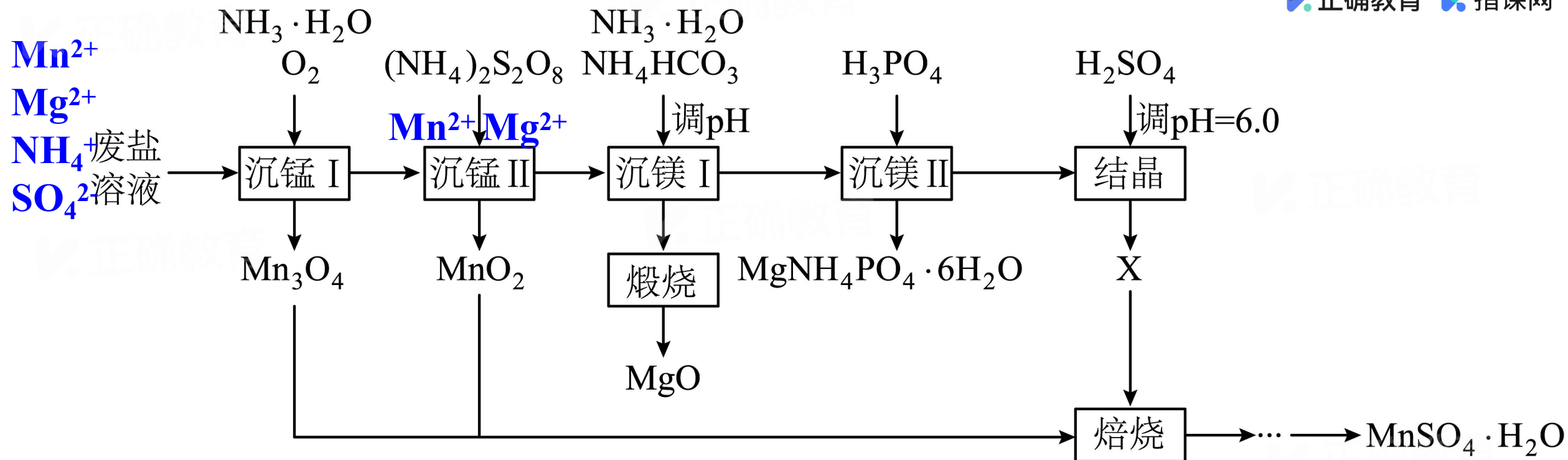




(4)“沉镁I”中，pH为8.0~10.2时，生成碱式碳酸镁 $[x\text{MgCO}_3 \cdot y\text{Mg}(\text{OH})_2]$ 煅烧得到疏松的轻质MgO。pH过大时，不能得到轻质MgO的原因是_____。

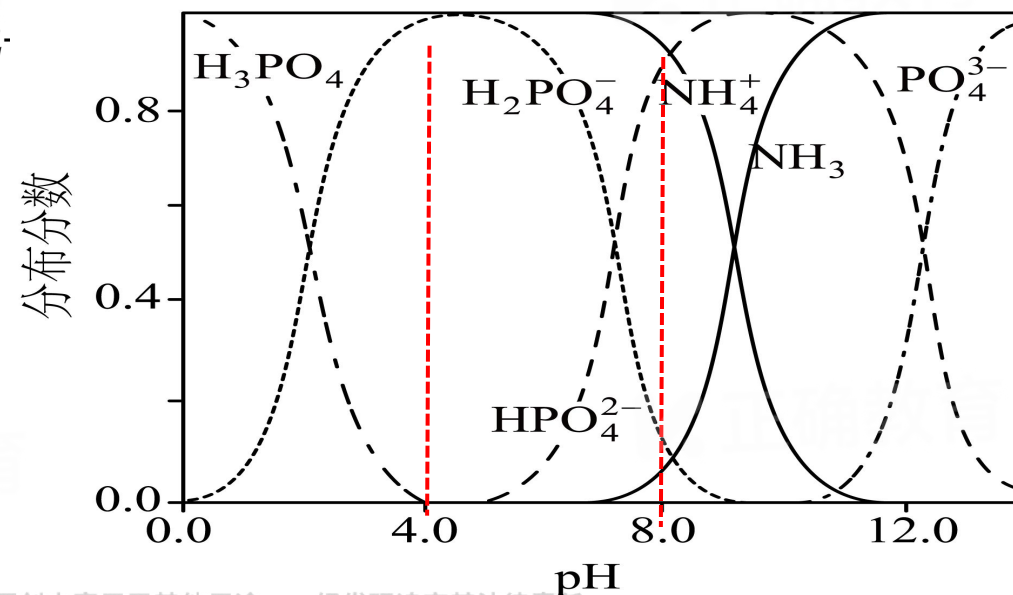
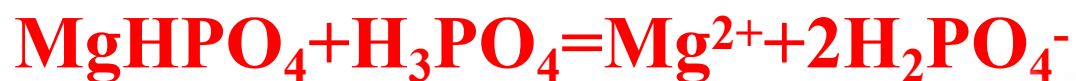


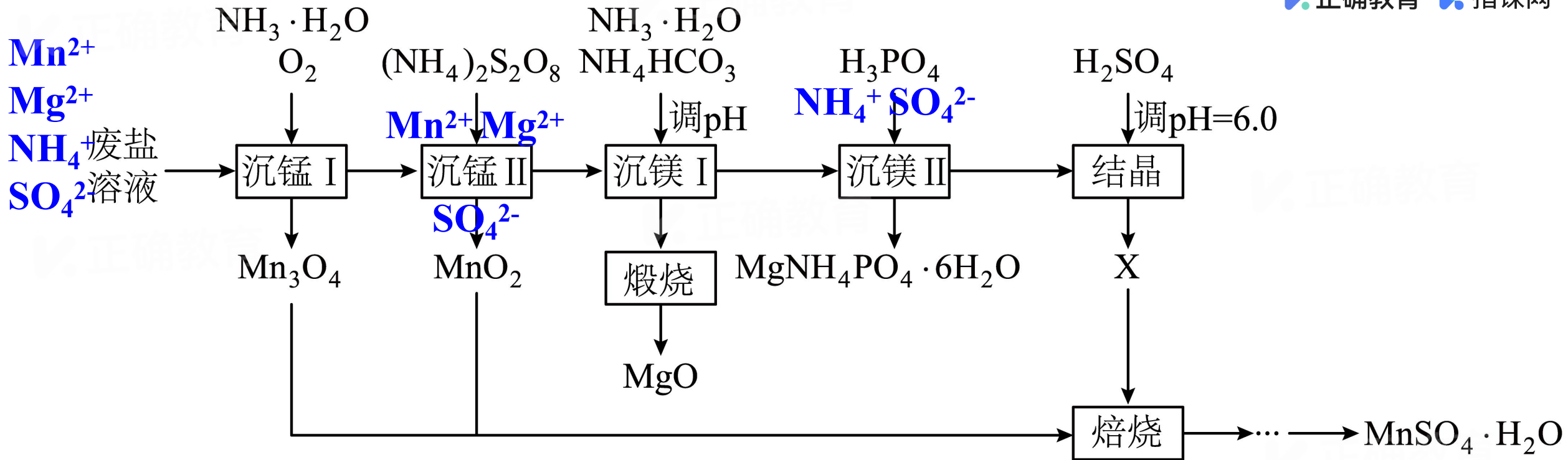
pH过大时生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，生成 MgCO_3 含量少，煅烧分解时产生 CO_2 气体量少，得不到轻质MgO



(5)“沉镁II”中，加 H_3PO_4 至pH=8.0时， Mg^{2+} 沉淀完全；若加至pH=4.0时沉淀完全溶解，据图分析，写出溶解的离子方程式

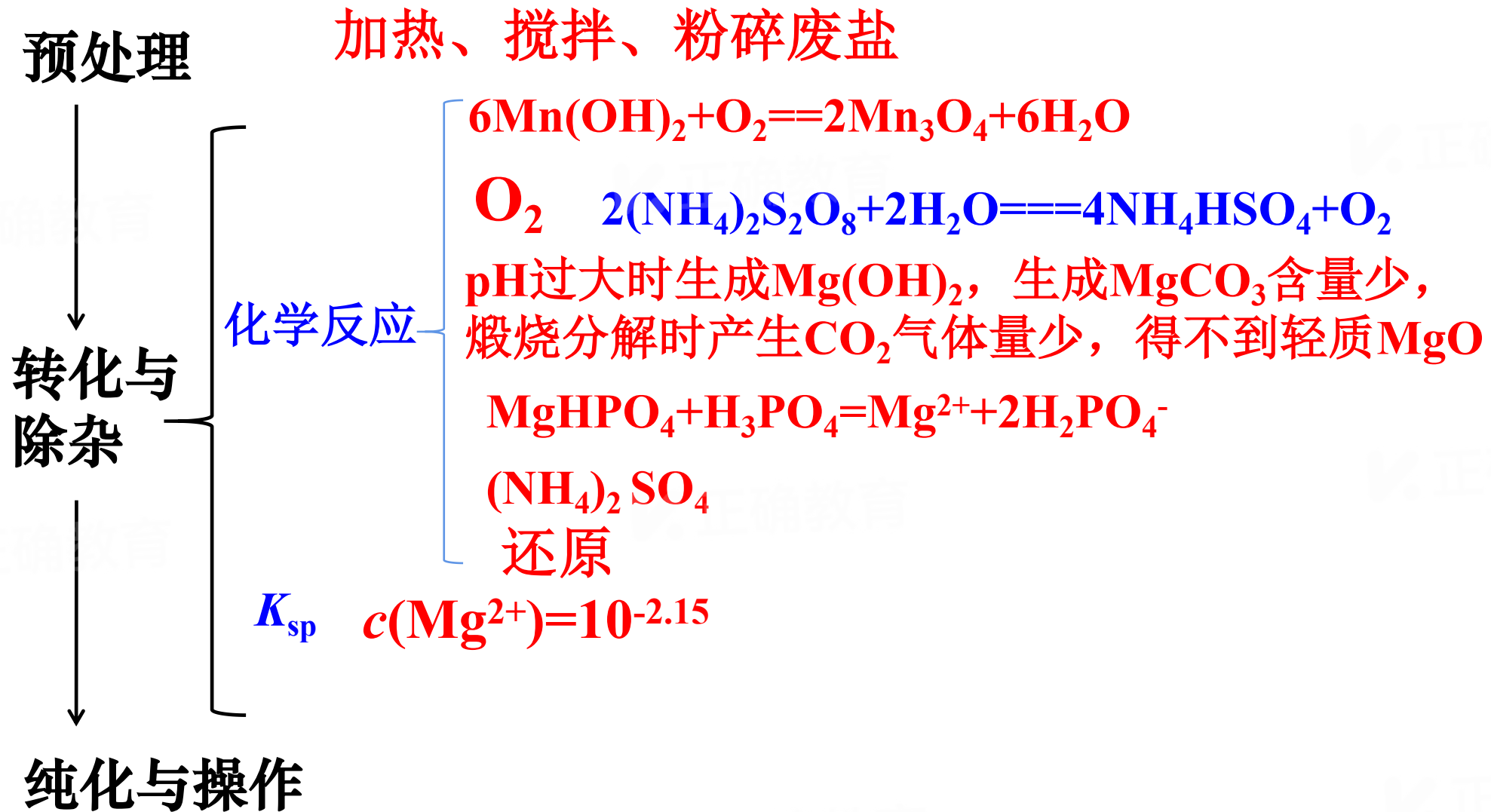
式_____。 2分





(6)“结晶”中，产物X的化学式为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

(7)“焙烧”中，Mn元素发生了 还原 （填“氧化”或“还原”）。





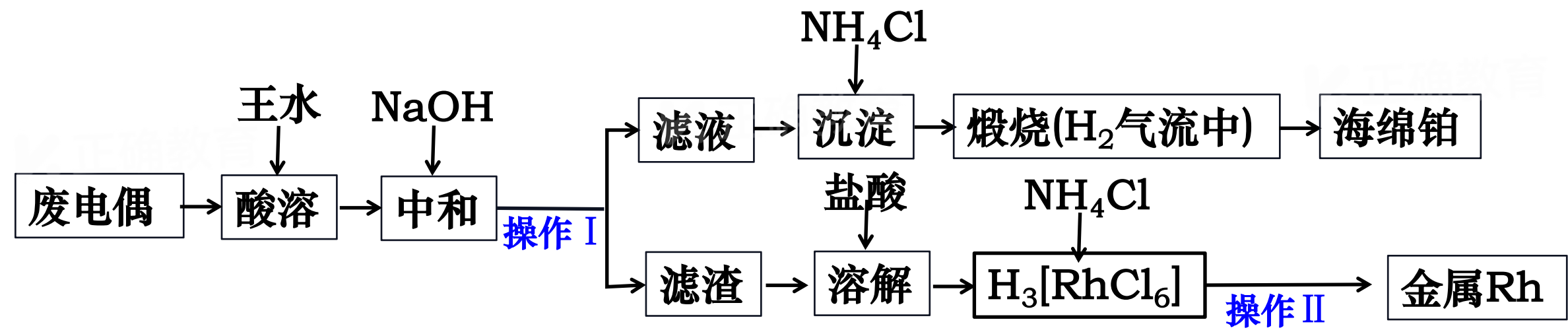
《二次资源金属回收》

大多数废铂件（如废铂坩埚、铂丝、铂片等）、铂基合金（如废 Pt-Rh 热电偶，最常用的为 Pt-PtRh10 热电偶）、玻璃纤维生产用铂铑合金等都可用王水溶解法回收，其工艺流程如图 11-3 所示^[13]。



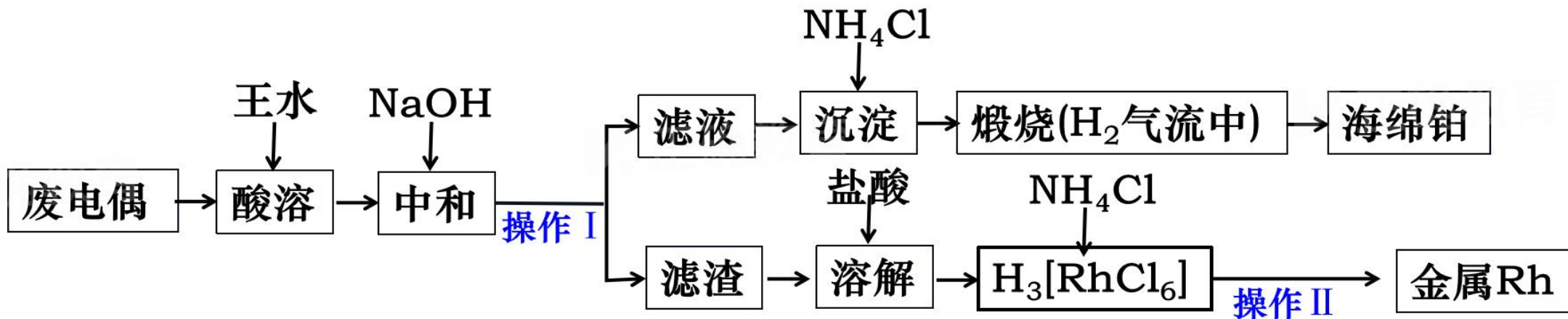
图 11-3 废 Pt-Rh 合金处理工艺

1(原创)从废Pt-Rh热电偶(测温)的合金中回收Pt、Rh的工艺流程如图所示。
已知： $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ 难于水； $\text{Rh}(\text{OH})_3$ 两性。



1(原创)从废Pt-Rh热电偶(测温)的合金中回收Pt、Rh的工艺流程如图所示。

已知： $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ 难于水； $\text{Rh}(\text{OH})_3$ 两性。



(1) “王水”的溶质为 HCl 、 HNO_3 。

(2) “酸溶”时Pt与王水反应的含Pt产物为 H_2PtCl_6 。

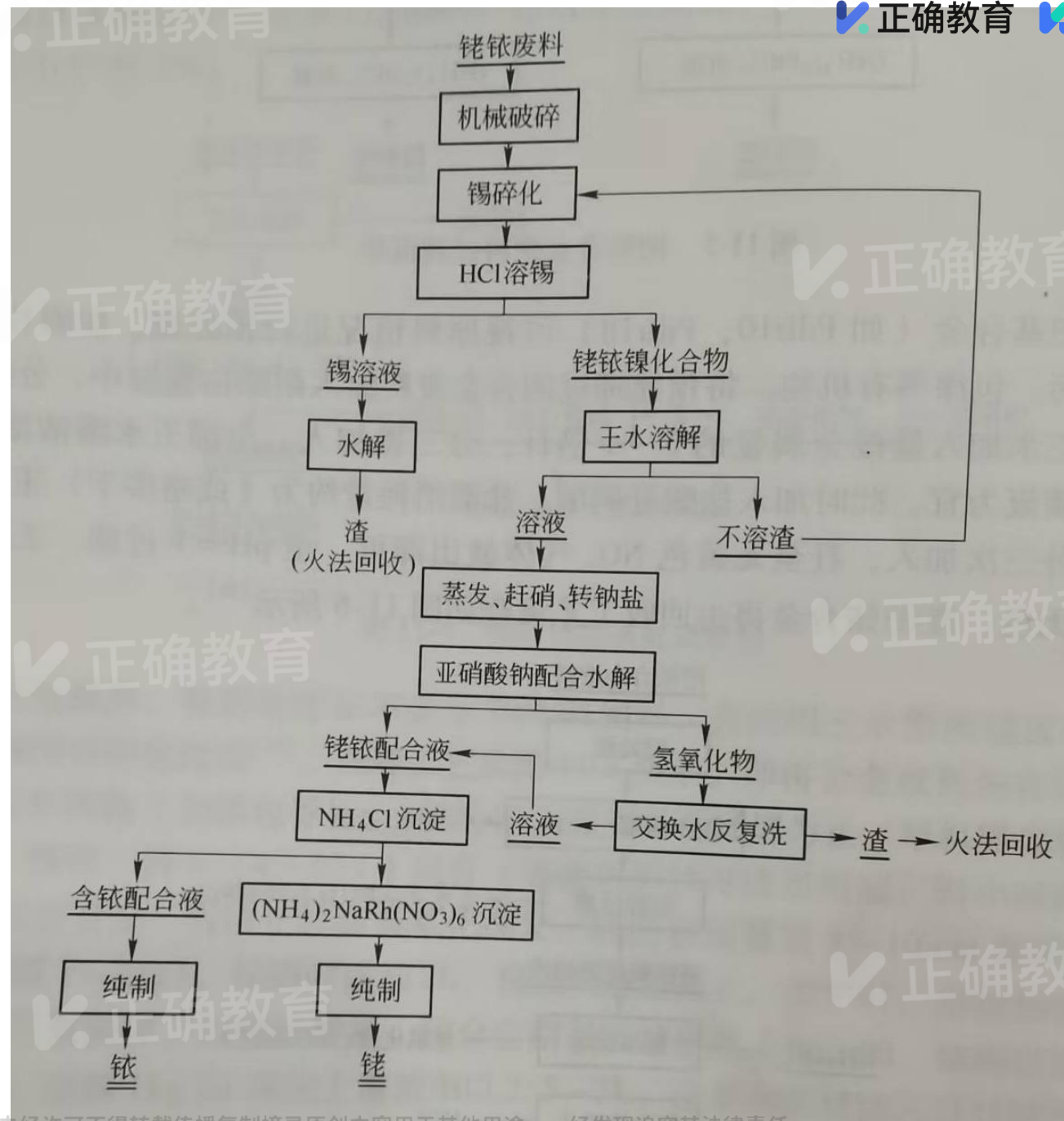
(3) 加入NaOH的作用为 调节pH,形成 $\text{Rh}(\text{OH})_3$ 沉淀与 Na_2PtCl_6 分离。

(4) “滤液”生成“沉淀”的离子方程式为 $2\text{NH}_4^+ + \text{PtCl}_6^{2-} = (\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6 \downarrow$ 。“操作 I”的名称为 过滤、抽滤或离心分离。

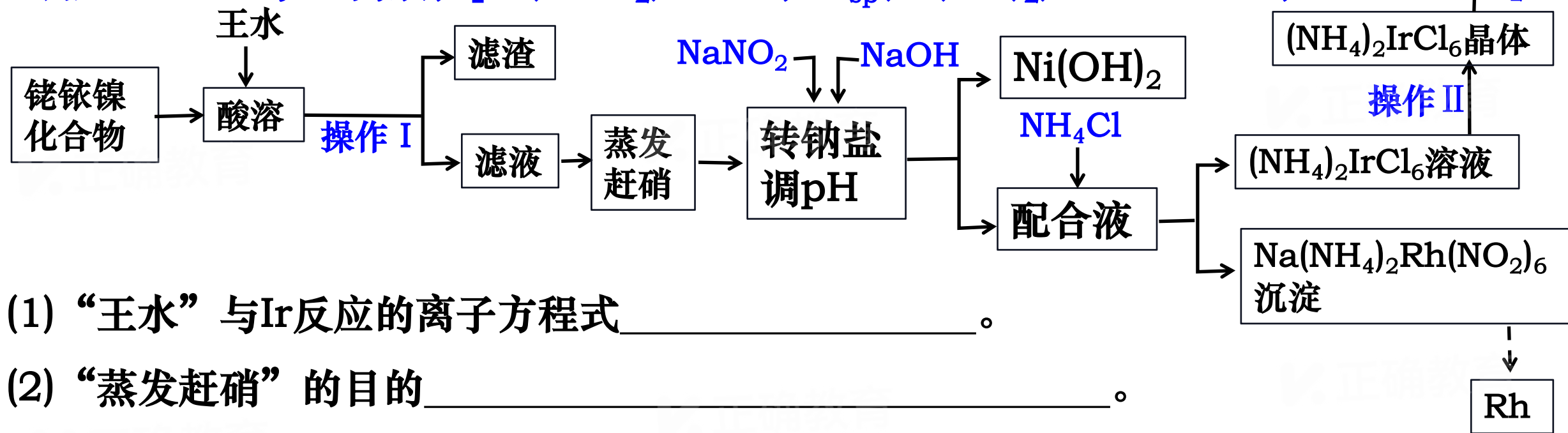
(5) $K_{\text{sp}}[\text{Rh}(\text{OH})_3] = 10^{-23}$ ，“中和”应控制pH= 8，若pH过大，不利于分离的原因是 碱性过强 $\text{Rh}(\text{OH})_3$ 溶解。

(6) “操作 II”为蒸发、 H_2 中焙烧，焙烧方程式为 $2(\text{NH}_4)_3\text{RhCl}_6 + 3\text{H}_2 = 2\text{Rh} + 6\text{NH}_3 + 12\text{HCl}$ 。

《二次资源金属回收》

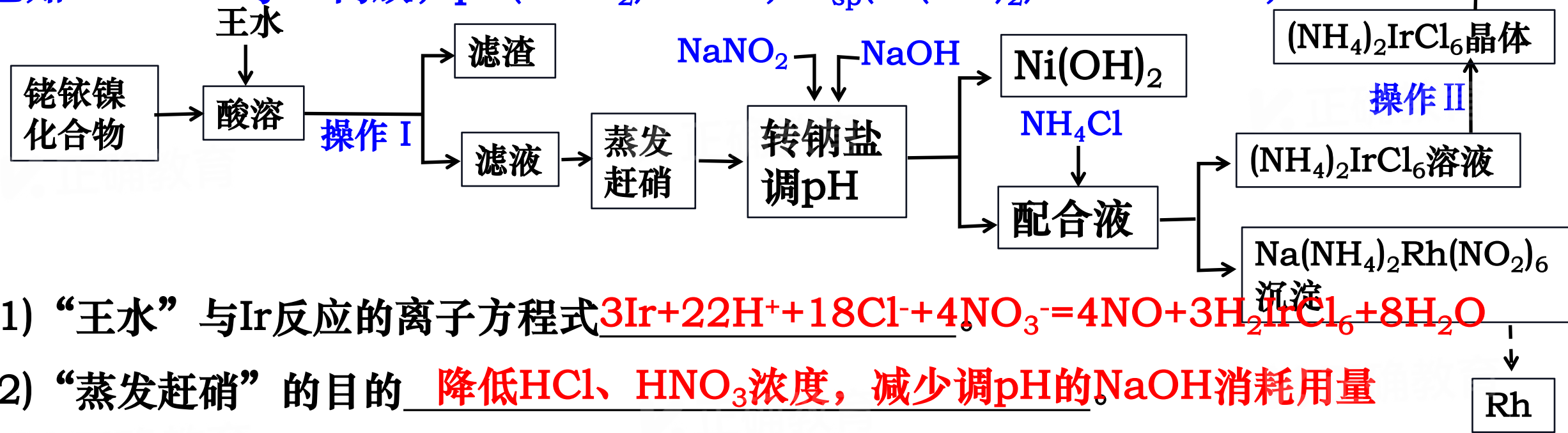


2(原创)从铑铱镍化合物中回收铑(Rh)、铱(Ir)的工艺流程如下图所示。
已知：Rh、Ir与Co同族； $pK(\text{HNO}_2)=3.15$ ； $K_{\text{sp}}(\text{Ni}(\text{OH})_2)=5.3 \times 10^{-16}$ ；



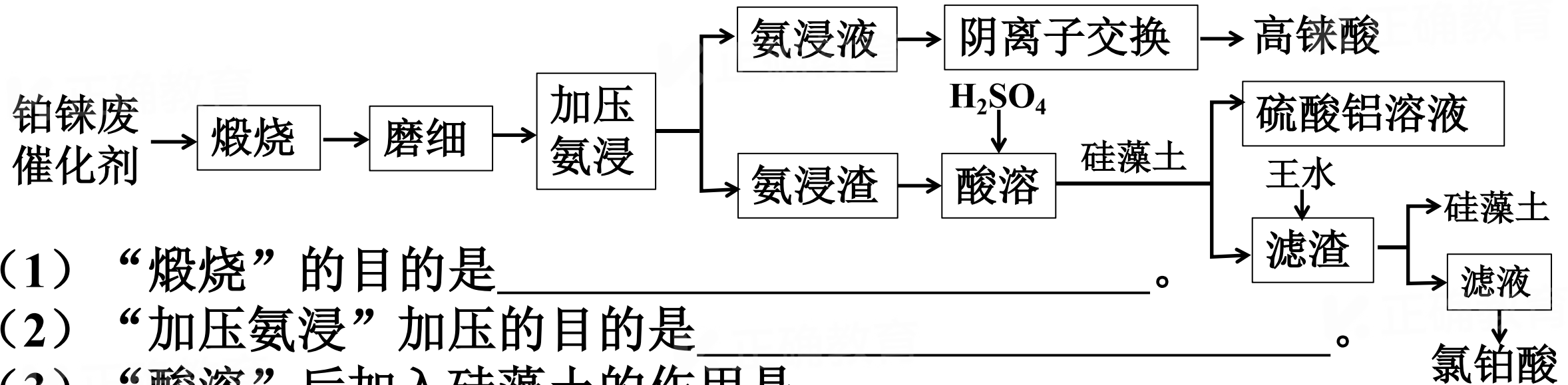
- (1) “王水”与Ir反应的离子方程式_____。
- (2) “蒸发赶硝”的目的_____。
- (3) “调pH”控制 $\text{pH}=8$ 时，该溶液中 $c(\text{Ni}^{2+})=$ _____。
- (4) “转钠盐”中Rh的化合发生的离子反应方程_____。
- (5) “配合液”中加入 NH_4Cl 的目的_____。
- (6) “操作 II”的名称_____。
- (7) $(\text{NH}_4)_2\text{IrCl}_6$ 生成Ir的化学方程式为_____。

3(原创)从铑铱镍化合物中回收铑(Rh)、铱(Ir)的工艺流程如下图所示。
已知：Rh、Ir与Co同族； $pK(\text{HNO}_2)=3.15$ ； $K_{sp}(\text{Ni}(\text{OH})_2)=5.3 \times 10^{-16}$ ；



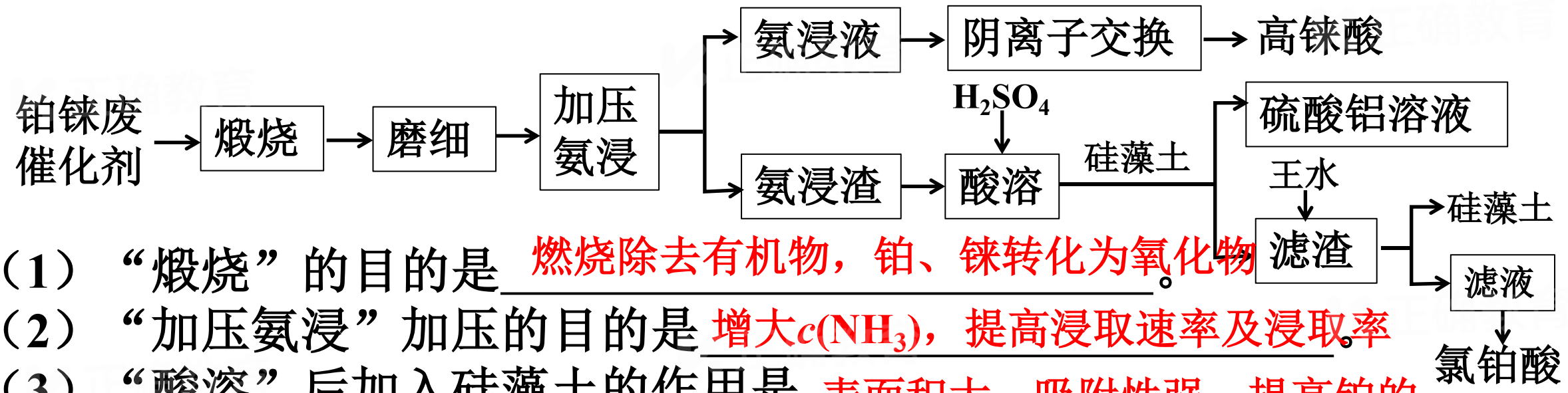
- (1) “王水”与Ir反应的离子方程式 $3\text{Ir} + 22\text{H}^+ + 18\text{Cl}^- + 4\text{NO}_3^- = 4\text{NO} + 3\text{H}_2\text{IrCl}_6 + 8\text{H}_2\text{O}$
- (2) “蒸发赶硝”的目的 降低HCl、HNO₃浓度，减少调pH的NaOH消耗用量
- (3) “调pH”时，若控制pH=8时，该溶液中 $c(\text{Ni}^{2+}) = 5.3 \times 10^{-4}$ 。
- (4) “转钠盐”中Rh的化合发生的离子反应方程 $\text{H}_3\text{RhCl}_6 + 3\text{Na}^+ + 6\text{NO}_2^- = \text{Na}_3\text{Rh}(\text{NO}_2)_6 + 6\text{Cl}^- + 3\text{H}^+$ 。
- (5) “配合液”中加入NH₄Cl的目的 形成可溶性的(NH₄)₂IrCl₆，利于Ir、Rh化合物分离
- (6) “操作II”的名称 蒸发浓缩、冷却结晶、洗洗、过滤、干燥。
- (7) (NH₄)₂IrCl₆生成Ir的化学方程式为 $(\text{NH}_4)_2\text{IrCl}_6 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Ir} + 2\text{NH}_3 + 6\text{HCl}$ 。

3.(原创)铂铼双金属催化剂(Al_2O_3 、Pt、Re)有更高的稳定性和能够提高芳烃产出率。以铂铼废催化剂回收铂、铼酸的工艺流程如下图所示。完成下列问题：已知：氯铂酸(H_2PtCl_6)可溶于水、高铼酸(HReO_4)可溶于水。



- (1) “煅烧”的目的是_____。
- (2) “加压氨浸”加压的目的是_____。
- (3) “酸溶”后加入硅藻土的作用是_____。
- (4) “王水”步骤反应的化学方程式_____。
- (5) HReO_4 中的化合价为_____。
- (6) 写出硫酸铝溶液溶液的一种用途为_____。

20.(原创)铂铼双金属催化剂 (Al_2O_3 、Pt、Re) 有更高的稳定性和能够提高芳烃产出率。以铂铼废催化剂回收铂铼酸的工艺流程如下图所示。完成下列问题：已知：氯铂酸(H_2PtCl_6) 可溶于水、高铼酸(HReO_4)可溶于水。



- (1) “煅烧”的目的是 燃烧除去有机物，铂、铼转化为氧化物。
- (2) “加压氨浸”加压的目的是 增大 $c(\text{NH}_3)$ ，提高浸取速率及浸取率。
- (3) “酸溶”后加入硅藻土的作用是 表面积大，吸附性强，提高铂的沉淀率利于过滤。
- (4) “王水”步骤反应的化学方程式 $\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 6\text{HCl} = \text{H}_2\text{PtCl}_6 + 4\text{NO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- (5) HReO_4 中的化合价为 +7。
- (6) 写出硫酸铝溶液溶液的一种用途为 可用于净水剂。

综合实验题

素养
水平



科学探究与
模型认知

水平3.能提出探究问题和假设，依据假设提出实验方案，独立完成实验，收集证据，基于现象和数据进行分析并得出结论。

水平4.能根据实际需要提出综合性的探究课题，根据假设提出多种探究方案，评价和优化方案，能用数据、图表、符号等处理实验信息；能对实验中的“异常”现象和已有结论进行反思、提出质疑和新实验设想……

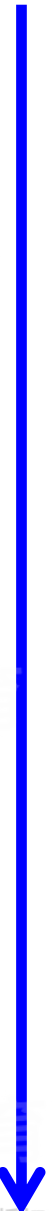
质量
水平



3-3.能根据解决问题的需要提出实验探究课题；能选择合适的实验试剂和仪器装置、控制实验条件，安全、顺利地完成任务。能收集证据并用数据、图表等多种方式描述实验证据，能基于现象和数据进行分析推理得出合理的结论。

4-3.能列举测定物质组成和结构实验方法，能根据仪器分析的数据或图表推测简单物质的组成和结构；能设计有关物质转化、分离提纯、性质应用等的综合实验方案。

综合实验题中的认识思路结构化

- 
- ①实验目的 → 是统领
 - ②实验原理 → 明状态、知条件、制取量 { 决定装置
决定除杂
 - ③基本仪器 → 能识别、知连接 { 仪器名称
连接方式
 - ④基本操作 → 能说清、会设计 { 仪器操作、实验操作
操作的原因
 - ⑤反应现象 → 描述准、会解释 { 产生的现象描述
产生现象的解释
 - ⑥实验设计 → 选试剂、仪器、操作 { 从三方面描述
注意顺序
 - ⑦评价计算 → 试剂、仪器、操作 { 从三个角度评价
产生现象的解释

谢谢观看

Thanks for watching

正确教育版权声明



北京正确教育咨询有限公司（以下简称为正确教育）为尊重和保护知识产权，依法维护参编作者和旗下网站的合法权益，特发表维护著作权声明如下：

- 1.在正确教育原创资料正文标题的下方（或课件在尾页）签署有参编作者授权声明，“本人声明：本文属本人原创作品，本文著作权授予‘北京正确教育咨询有限公司’独家所有，本人拥有署名权。”
- 2.此类原创资料，正确教育拥有该原创资料的独家著作权，未经正确教育明确书面授权，编者不得许可第三方在网络上或者图书行业等商业活动中使用本人已上传至正确教育的原创资料。
- 3.任何商业公司或其他网站未经正确教育的授权许可，不得转载、摘编或以其他方式使用上述作品。
- 4.如发现某单位侵权使用正确教育的原创资料，欢迎用户向我们举报侵权单位，经正确教育总部确认属实后，给予举报用户奖励。同时，资料编者有义务协助公司共同维护知识产权。
- 5.对于侵犯相关编者及正确教育合法权益的公司、网站和个人，正确教育均保留追究法律责任的权利。
- 6.本声明未涉及的问题请参见国家有关法律法规，当本声明与国家有关法律法规冲突时，以国家法律法规为准。
- 7.本网站相关声明版权及其修改权、更新权和最终解释权均属本公司所有。

特此声明。

北京正确教育咨询有限公司

二〇二三年二月二十日

