

《综合化学实验》



光催化降解苯酚

浙江大学化学系

胡吉明

2014.4

提纲

1. 实验目的
2. 设计理念
3. 背景介绍
4. 实验内容
5. 问题思考

1. 实验目的

(1) 了解光催化的基本原理、意义与相关热点应用，特别是在有机污染物去除中的应用。

(2) 了解纳米材料的制备与表征方法：学会溶胶-凝胶（sol-gel）法制备纳米颗粒，了解纳米颗粒的粒度测试、固体材料的热重分析、XRD测试、电镜分析等基本表征技术。

(3) 掌握并探索测试水相体系中有有机物浓度的方法。

2. 设计理念

(1) 知识层面的综合：

涉及材料的制备（无机）、催化反应（物化）、分析与测试（分析）。

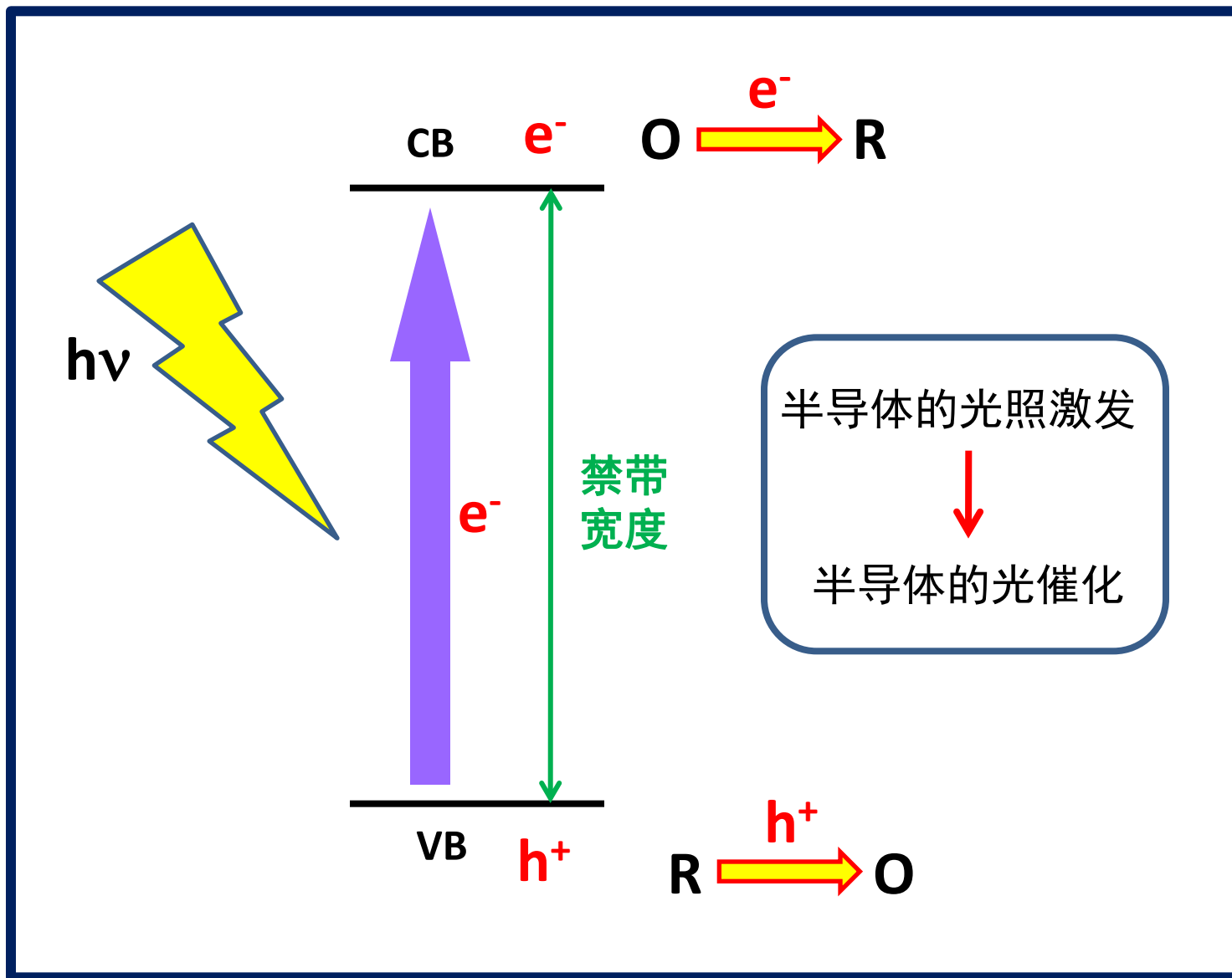
(2) 分析测试方法上的综合：

粒度分析、热重分析、XRD测试、电镜分析、分光光度计测试、色谱技术等。

(3) 教学环节上的综合：

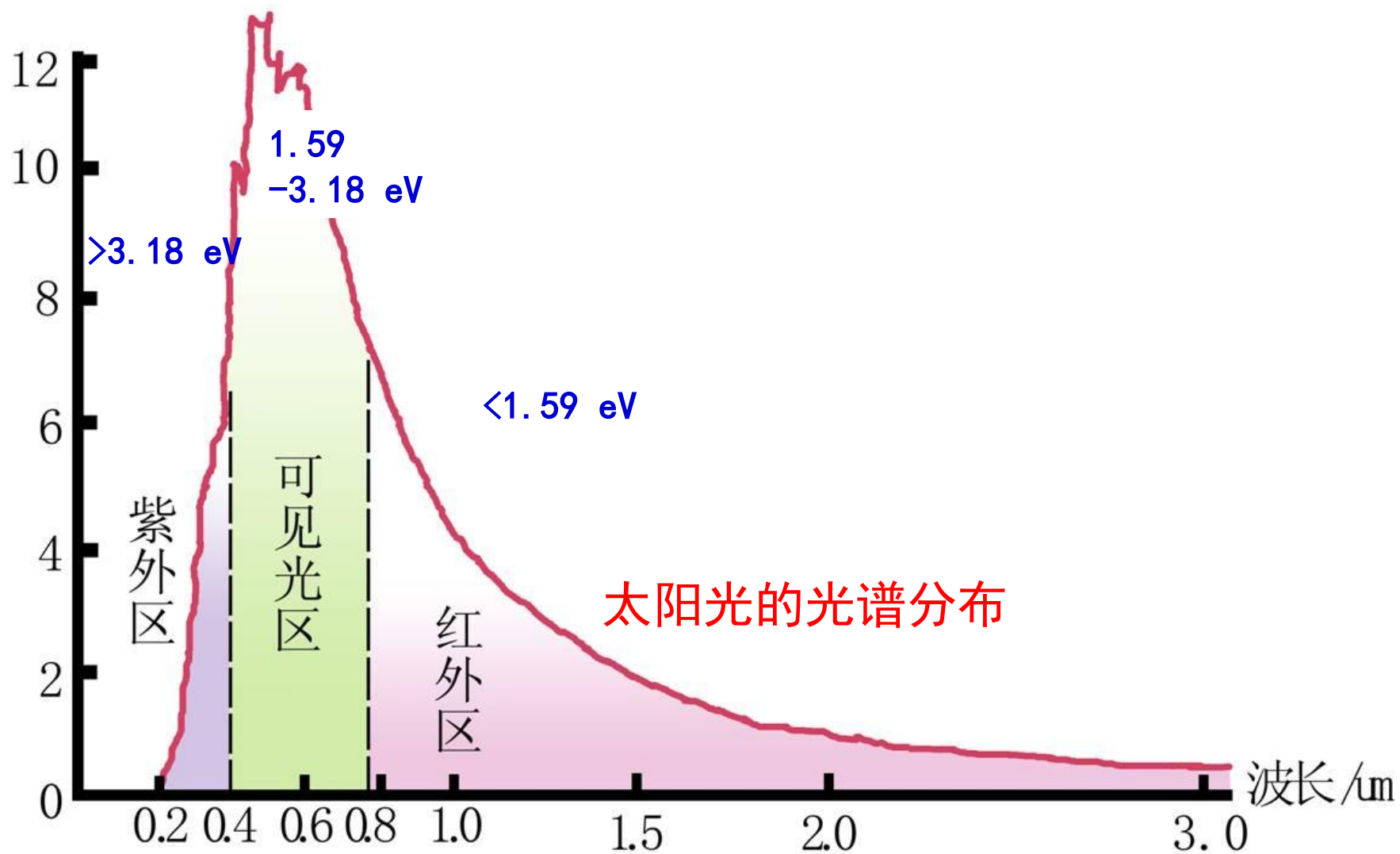
第一阶段基础实验—第二阶段拓展实验（开题报告—中期报告—课题答辩）

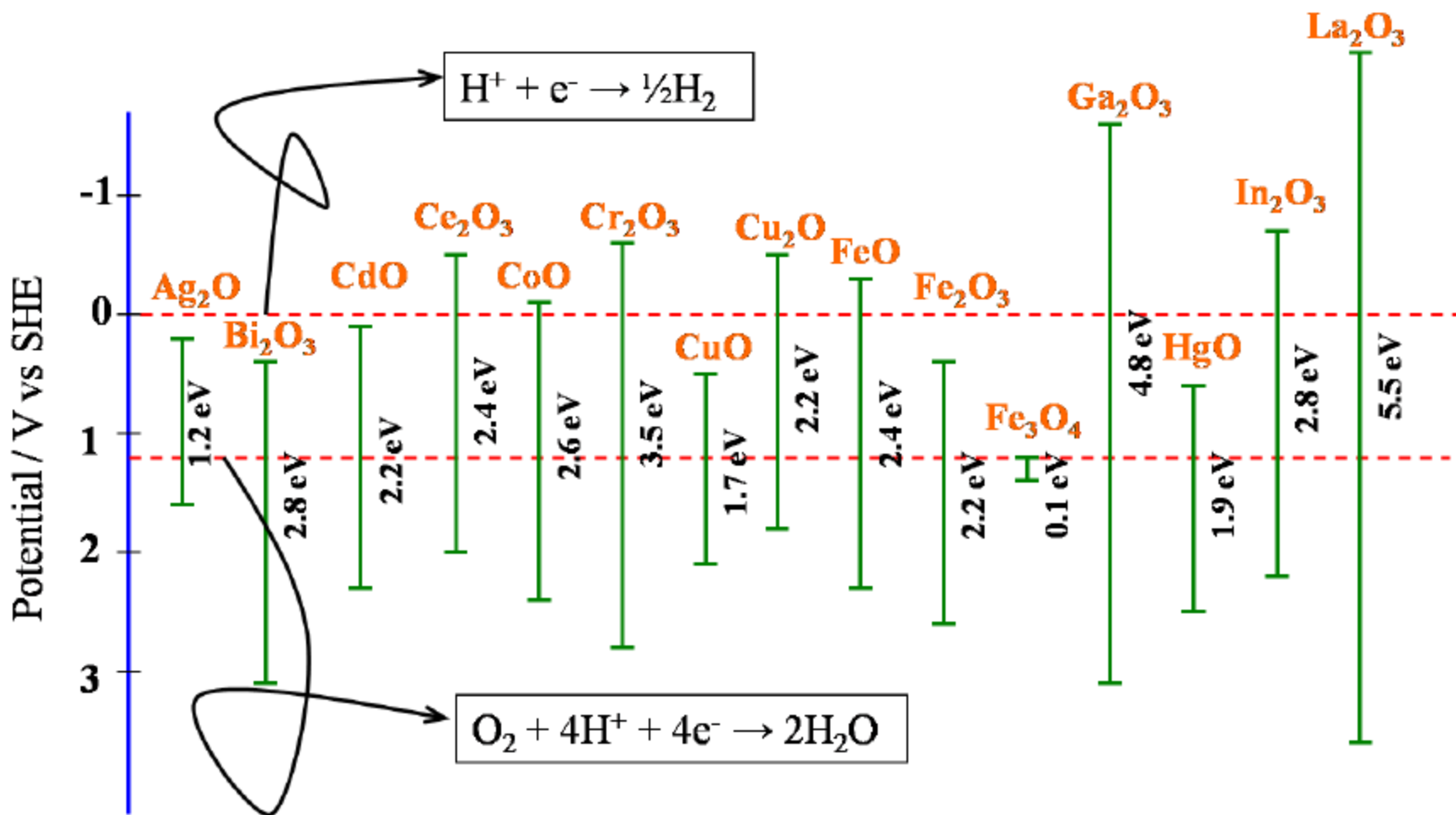
3. 背景介绍



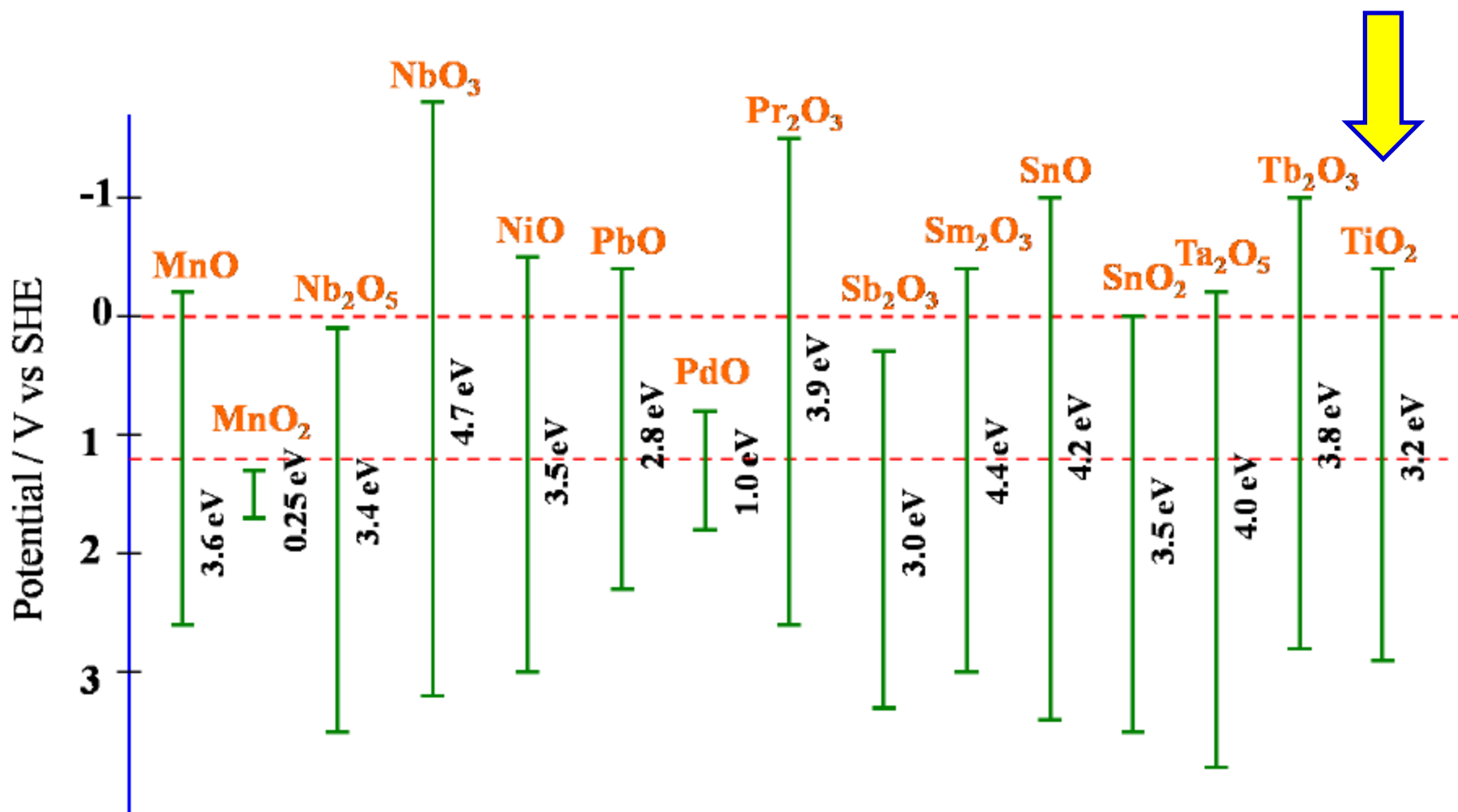
光催化基
本原理

辐射能力 $\text{J} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$

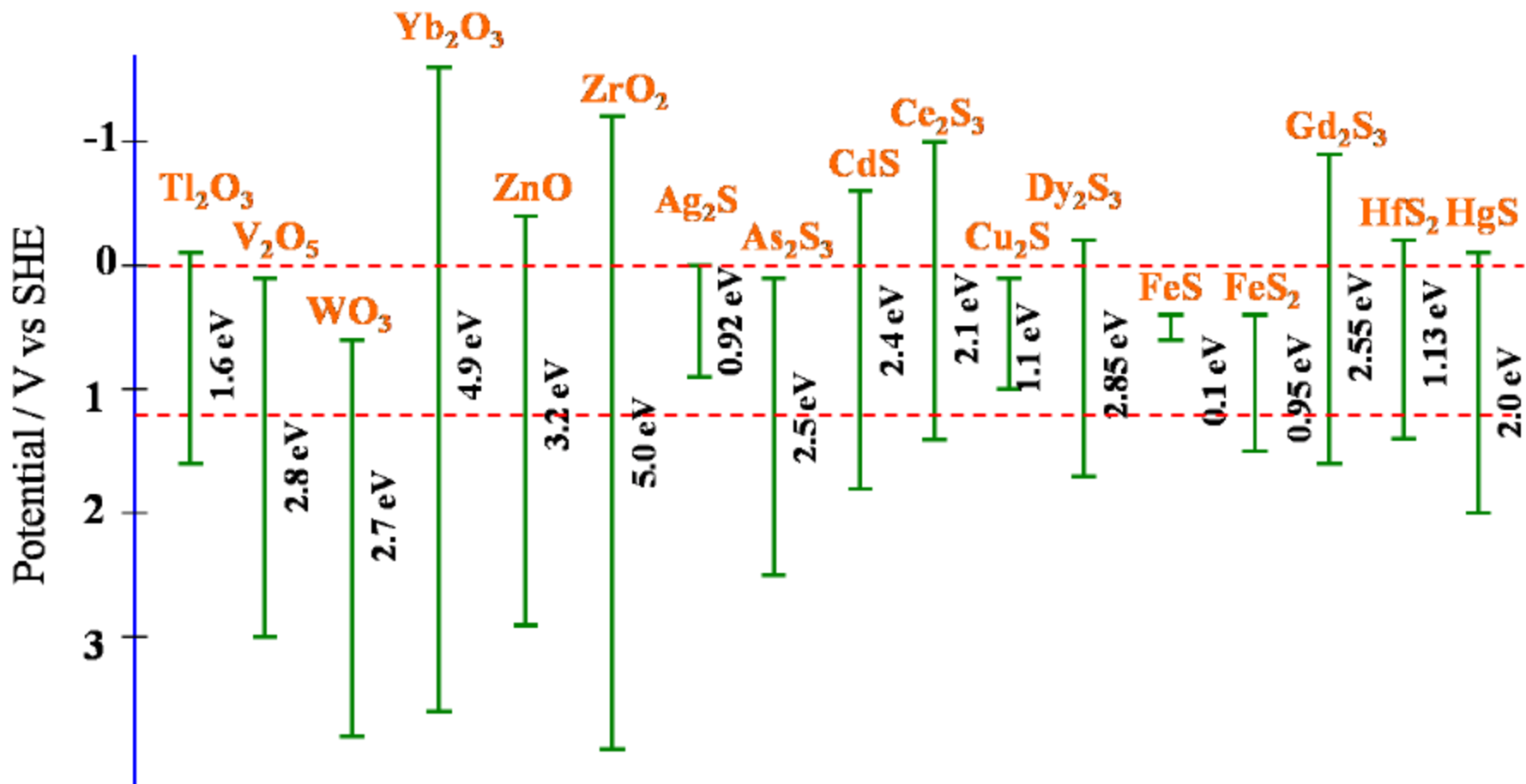




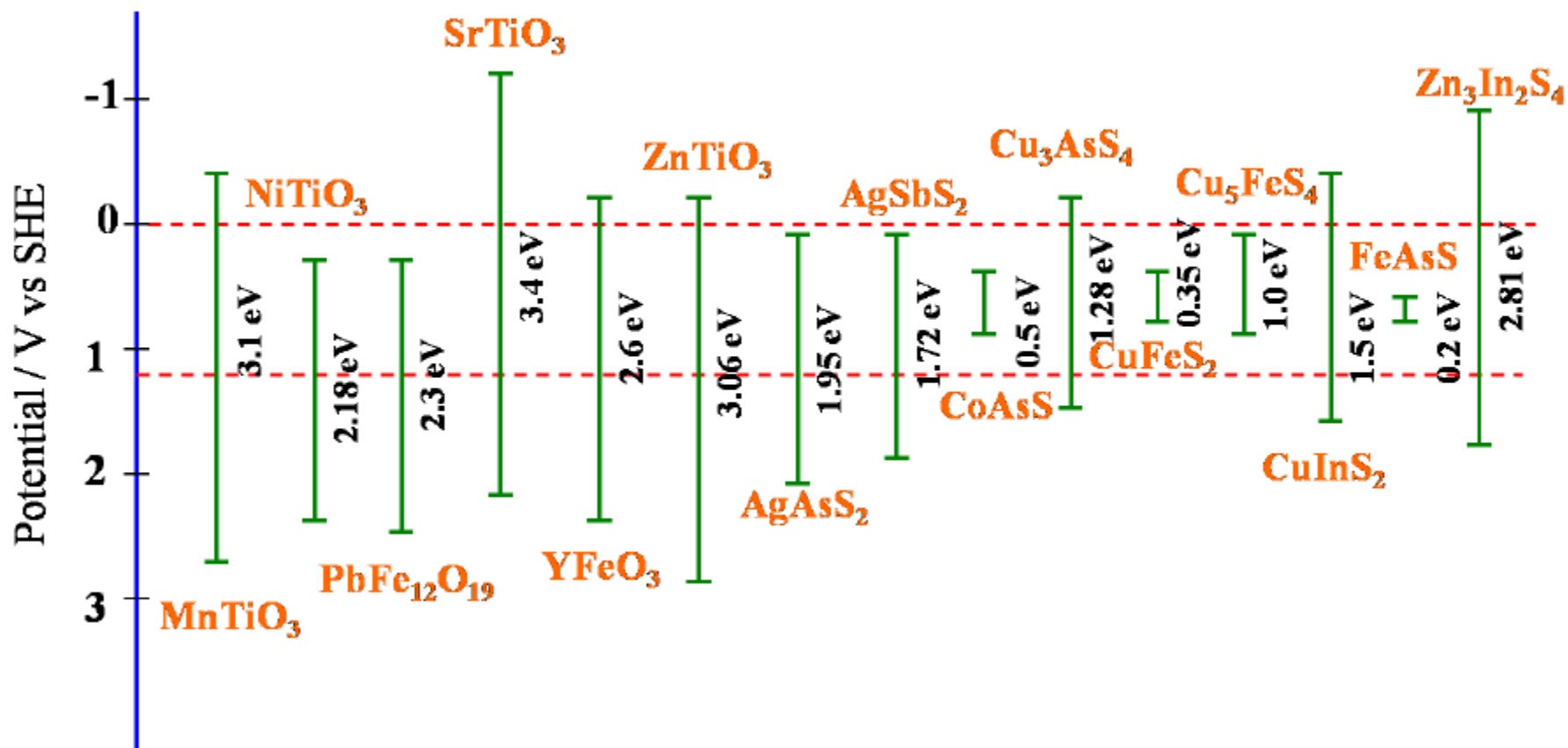
典型半导体的能带位置



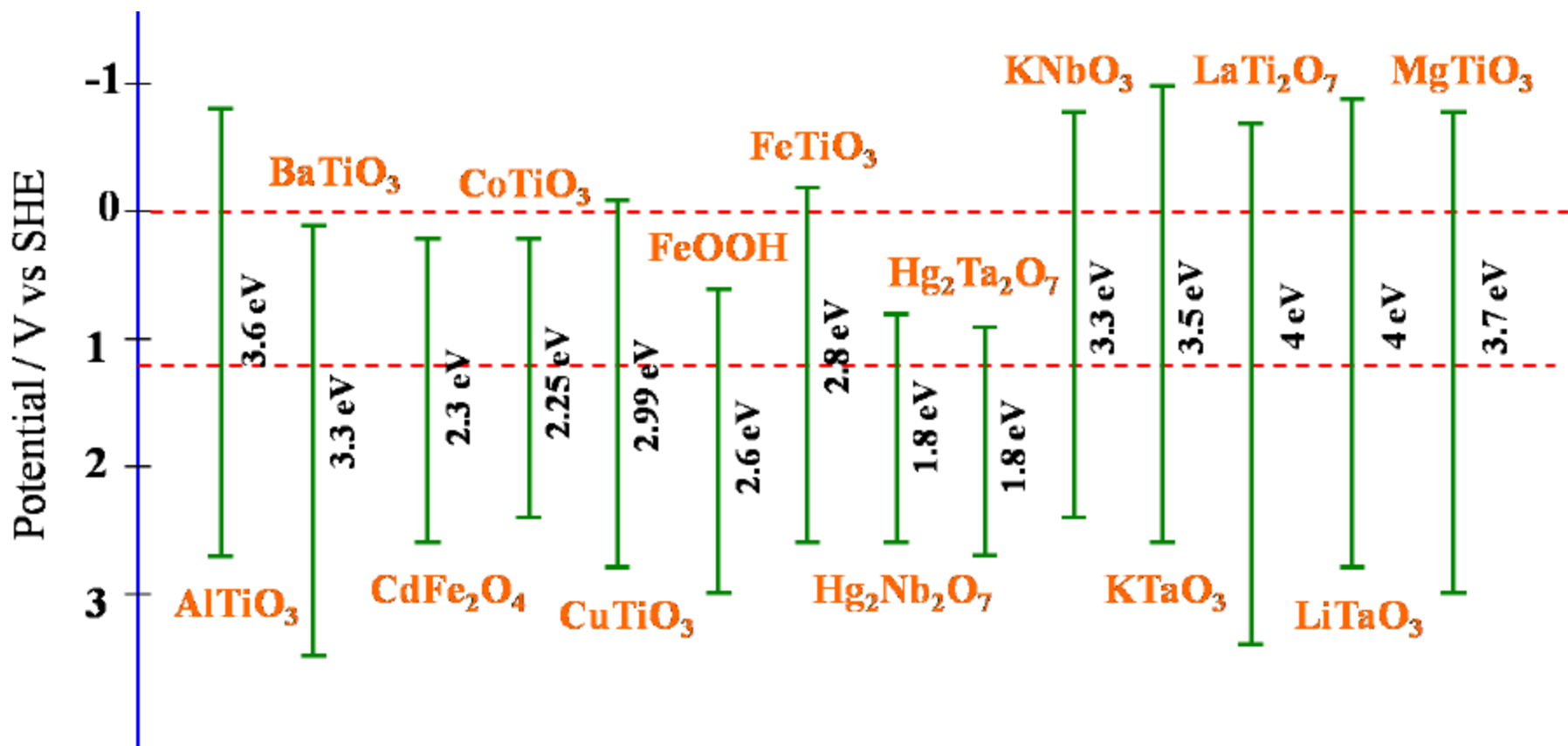
典型半导体的能带位置



典型半导体的能带位置



典型半导体的能带位置



典型半导体的能带位置

为什么常用TiO₂光催化剂？

半导体	E _g (eV)	特点
Si	1.1	氧化还原能力差
ZnO	3.2	在水中不稳定，表面生成Zn(OH) ₂
CdS	2.4	易发生阳极光腐蚀，且有毒
Fe ₂ O ₃	2.2	易发生阳极光腐蚀
TiO ₂	3.2	氧化还原性较强，稳定性高，价廉，无毒

为什么常用**纳米**光催化剂？

“如果有一天可以按人的意志安排一个个原子，将会产生怎样的奇迹？”

——1959年 理查德·费曼

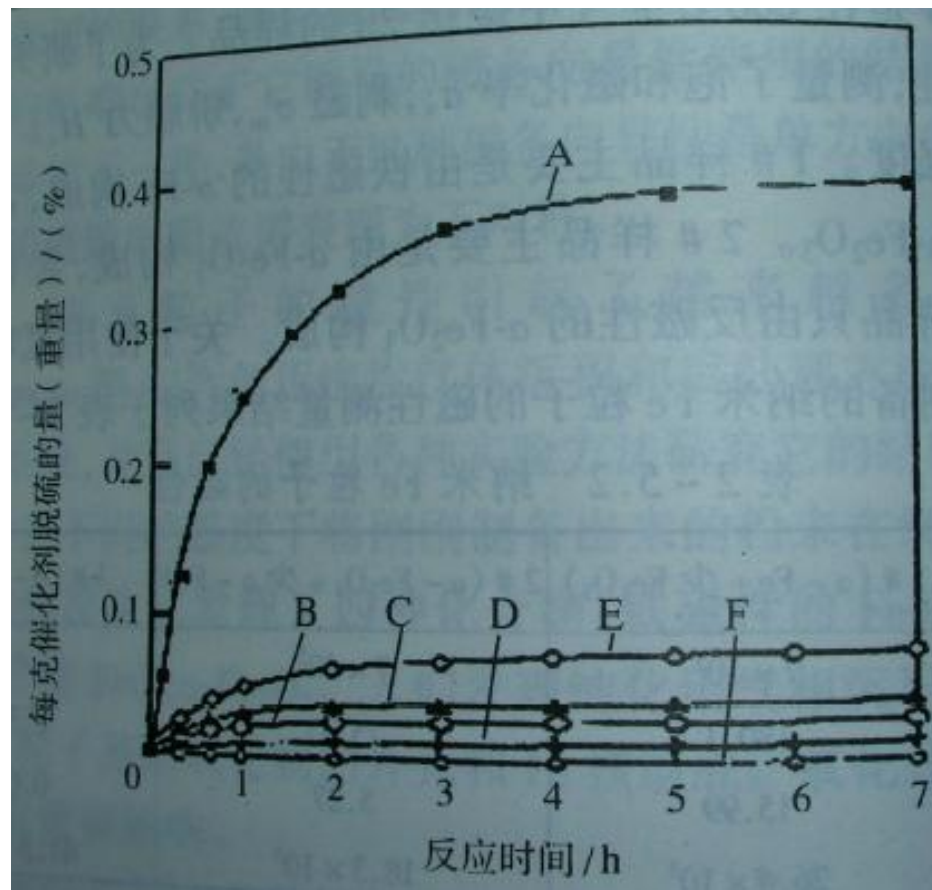
纳米微粒的尺度一般定义为**1—100nm**。

纳米材料具有不寻常的小尺寸效应、表面效应和量子效应等，导致纳米材料具有独特的光、电、热、磁、力学和化学性质等。

表面效应

直径 (nm)	1	5	10	100
表面质子百分数	100	40	20	2

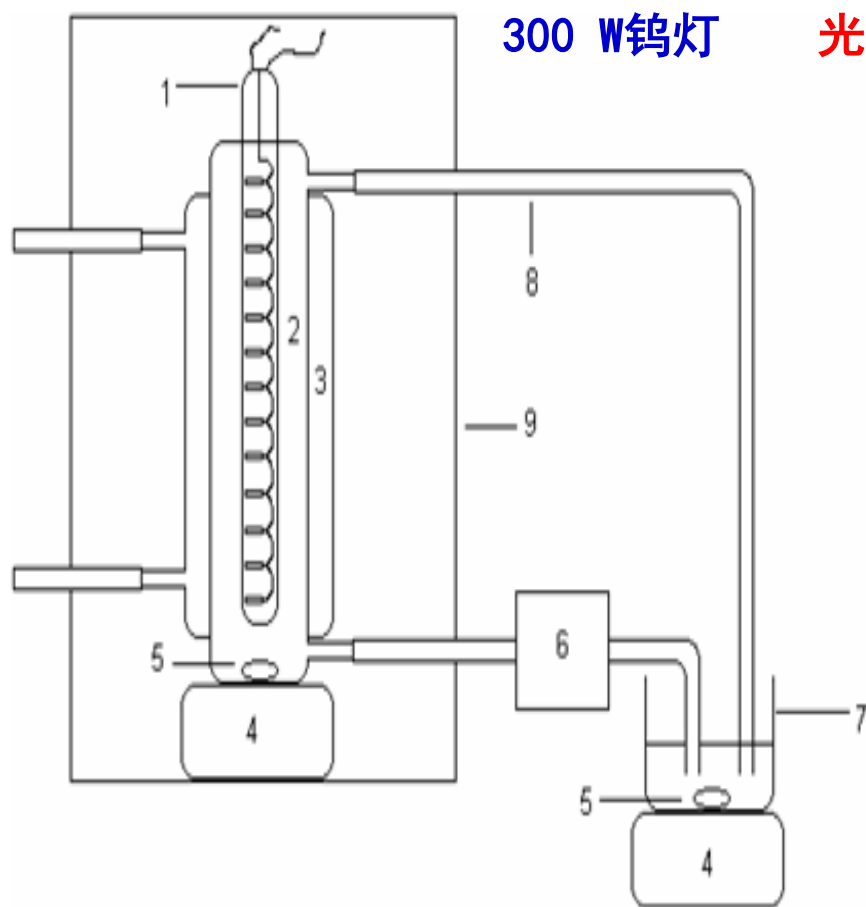
催化、电催化、吸附……



纳米TiO₂与常规TiO₂催化H₂S脱硫的催化活性

张志昆 等, 纳米技术与纳米材料, 国防工业出版社: 北京, 2000

4. 实验内容



反应装置图

1. 紫外灯
2. 反应器
3. 冷却水层
4. 磁力搅拌器
5. 磁子
6. 蠕动泵
7. 烧杯
8. 导管
9. 防紫外线罩

苯酚的标准曲线

查阅并思考：

- (1) 测试苯酚的方法（GB7490-87, 分光光度法）
- (2) 标准溶液的浓度范围？

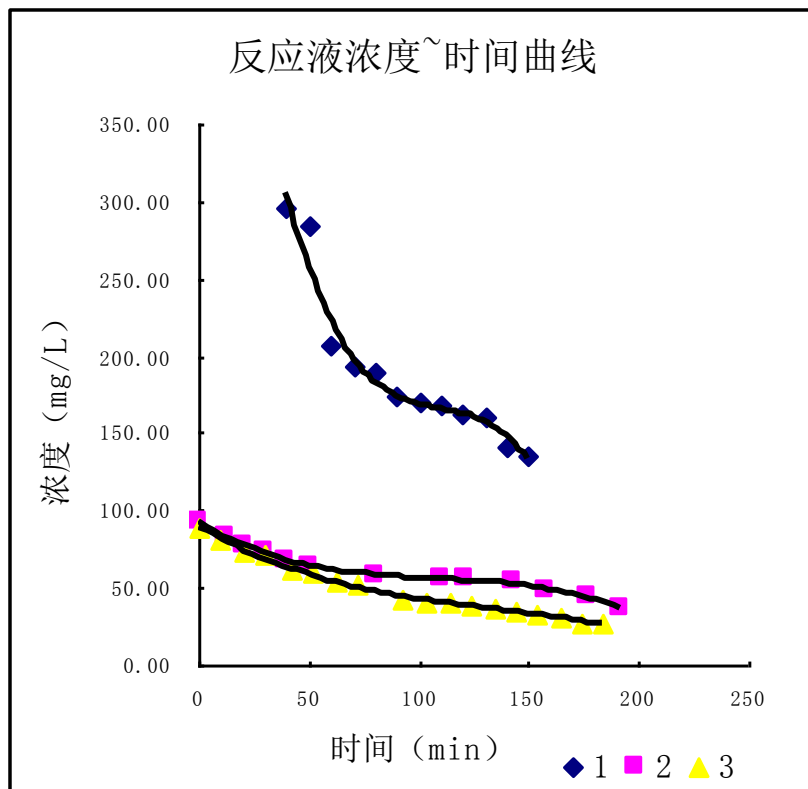
光降解过程（参考）

取600mL 0.1g/L苯酚溶液，加入1.5g TiO_2 ，开动磁力搅拌器，搅拌10min，取出1mL反应溶液，离心后，按照配制标准曲线的方法将反应液稀释至50mL，同样静置10min后测定吸光度，打开冷凝水，打开紫外灯，此后，每隔10min取一次样品，取量和配制方法皆和上述相同。

注意：冷凝水与紫外灯启动顺序；结束后的关闭顺序；并注意只有在保护盖关上的情况下，打开紫外灯。

基本任务与要求（第一阶段）

- (1) 了解苯酚光降解动力学的一般规律（学会动力学分析）。
- (2) 了解一般性参数（如催化剂用量、苯酚浓度）对降解动力学的影响规律。



研究拓展（第二阶段）

1. 催化剂

- (a) **TiO₂粉末的晶型与颗粒度**（通过调整sol-gel技术的制备参数，如烧结温度、醇水比、陈化时间等）；
- (b) **TiO₂纳米颗粒的改性**（金属掺杂、N掺杂、表面改性等）。

2. 溶液因素

溶液的pH值、苯酚浓度、其他有机物。

3. 机制与方法

- (a) **苯酚的降解机理**（产物分析）；
- (b) **苯酚及其降解产物的其他分析测试技术。**

可能用到的测试仪器（技术）

马弗炉

热重测试

XRD

粒度分析

分光光度计

气相色谱（液相色谱），含质谱联用技术

5. 问题思考

1. 影响光催化效率的因素有哪些？
2. 为什么要对光催化剂进行改性（如掺杂）？
理论依据是什么？
3. 分光光度法测试苯酚浓度有什么缺陷？

谢 谢 大 家 ！