

2021 本科物理课程



# 原子物理学

主讲：何海燕

# 普通物理

- ◆ 力学
- ◆ 热学
- ◆ 电磁学
- ◆ 光学
- ◆ 原子物理

# 理论物理

- ◆ 理论力学
- ◆ 热力学
- ◆ 统计物理学
- ◆ 电动力学
- ◆ 量子力学
- ◆ 量子光学
- ◆ 量子电动力学
- ◆ ...

# 联系方式

- 主讲教师：何海燕（物理系凝聚态物理专业）
- 办公室：物质楼C603
- 电邮：[hyhe@ustc.edu.cn](mailto:hyhe@ustc.edu.cn)
- 助教：宋知远
- 电邮：[misaka10032@mail.ustc.edu.cn](mailto:misaka10032@mail.ustc.edu.cn)
- 电话：17855114820
- 助教：阮乐
- 电邮：[runner@mail.ustc.edu.cn](mailto:runner@mail.ustc.edu.cn)
- 电话：15014461880



授课方式: 讲授为主 , 结合适量的课堂讨论

课程要求: 课前预习; 良好的课堂秩序; 认真听课

按时按量独立完成作业

答疑: 可随时联系

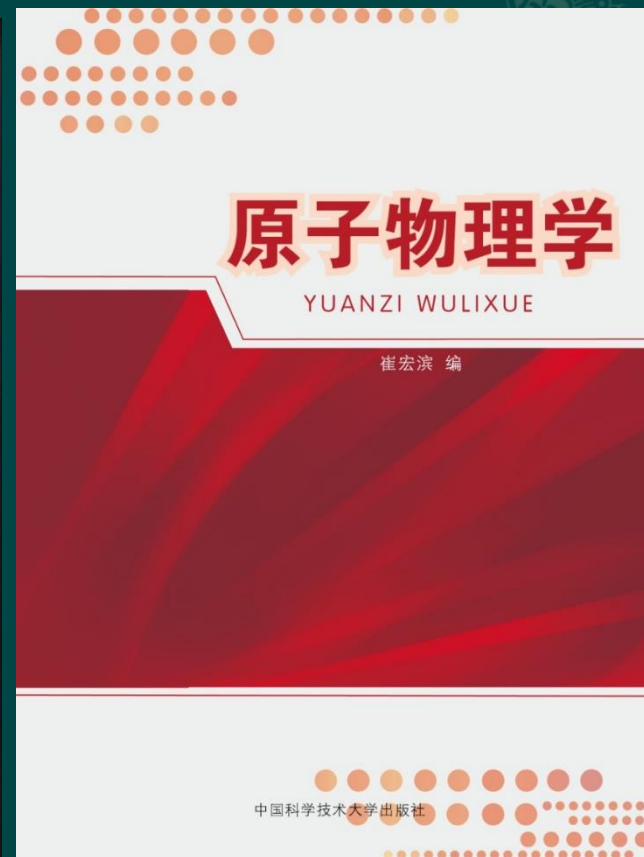
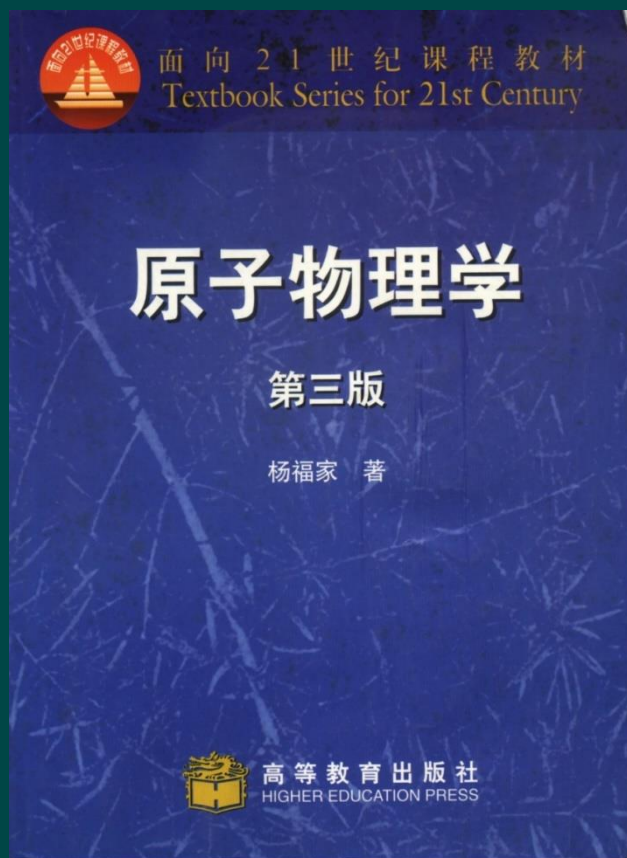
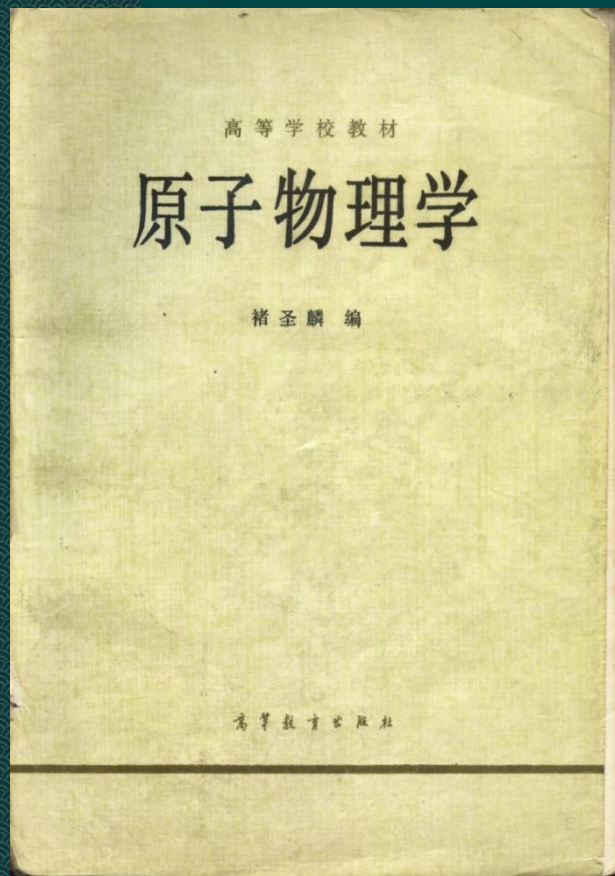
考试方式: 闭卷考试

成绩计算: 平时成绩 (作业、平时表现)

考试成绩

课堂测试若干次: 加分

# 主要参考书



褚圣麟（北京大学）  
《原子物理学》，  
高等教育出版社

杨福家（复旦大学）  
《原子物理学》  
高教出版社

崔宏滨（中国科大）  
《原子物理学》

# 主要内容



- ◇ 绪论
- ◇ 玻尔的氢原子模型
- ◇ 量子力学初步
- ◇ 单电子原子
- ◇ 氢原子和多电子原子



# 绪论

原子是物质结构的一个层次

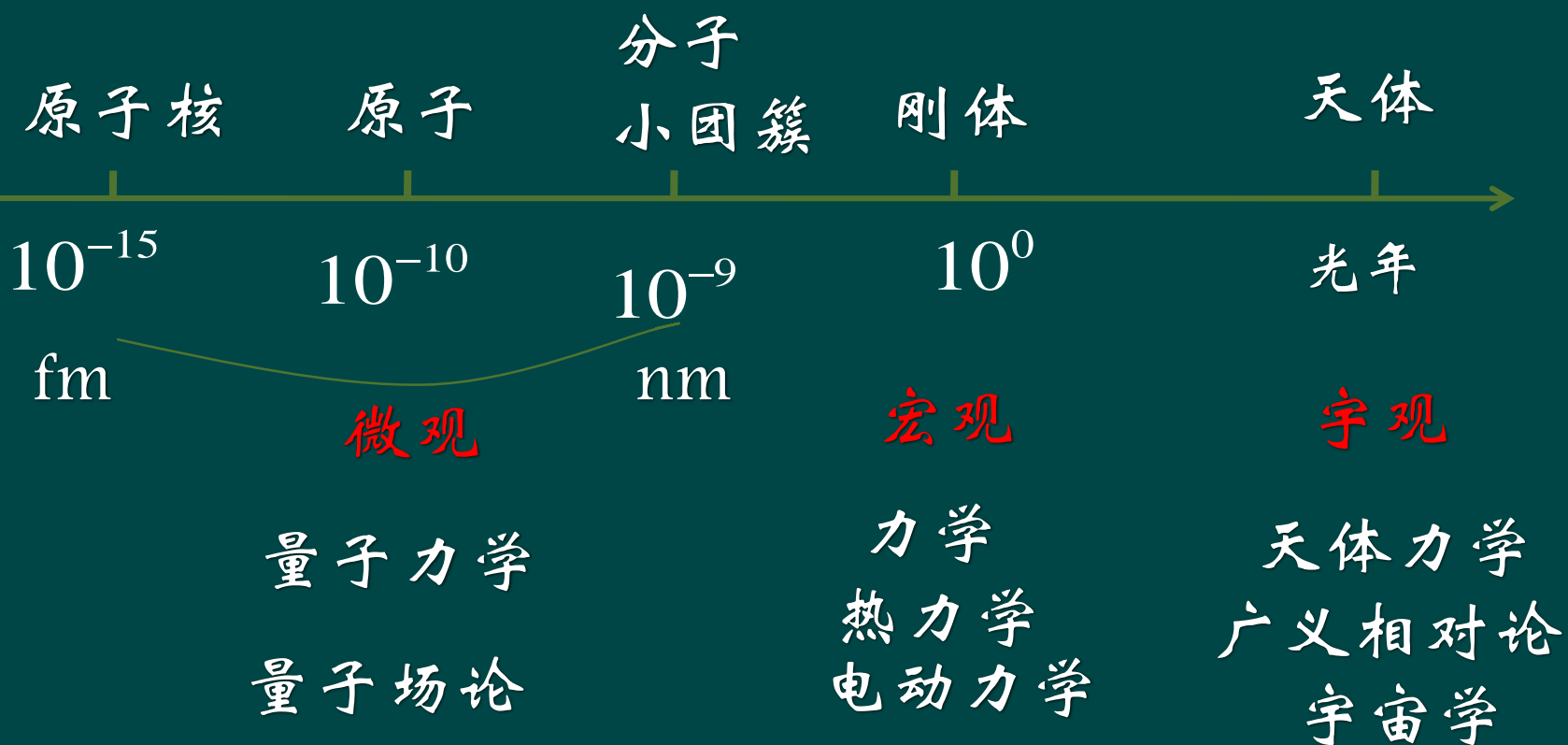
原子是微观体系

原子物理学的研究方法



物理学是研究物质运动的最一般规律  
和物质基本结构的科学。

## 一、物质结构的层次







原子是物质结构的一个层次，该层次介于分子和原子核之间。

原子物理学：研究原子的组成和原子的本征规律，包括研究其组成物的运动、相互作用。

## 二、认识原子的历程——漫长

◆公元前四世纪提出“原子”概念

◆十九世纪，重要发展



# (一) 古代关于物质结构的观点

## 1、不可无限分割，存在最小的结构单元

- ◆ “端，体之无序最前者也。”——《墨经》（春秋）。
- ◆ 端是物质的最小结构单元。
- ◆ “其小无内，谓之小一”——惠子（战国）。
- ◆  $\alpha\tau\omicron\mu\alpha$ ，希腊文“不可分割的”——德谟克利特。
- ◆ atom，旧译“莫破”，即原子。



## 2、可以无限分割，物质是连续的

- ◇ “一尺之棰，日取其半，万世不竭。” —— 公孙龙
- ◇ 物质是连续的，可以无限地分割——亚里士多德
- ◇ 这一观点从数学上看是正确的；
- ◇ 但从物理上看，缺乏实验依据。



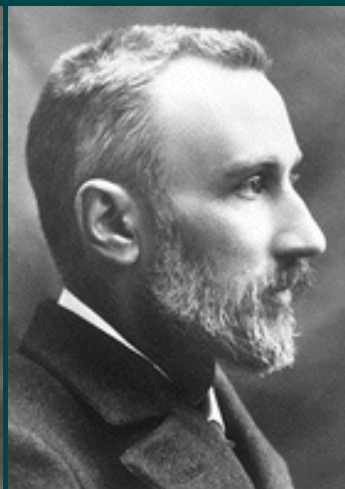
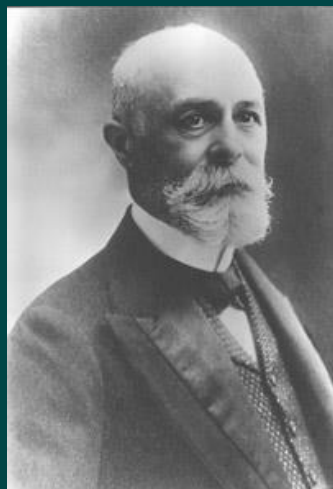
## (二) 近代原子观的建立

- 起始于对物质化学性质的研究
- 1806年，普鲁斯特（Proust，法）：化合物的分子定组成，定比定律。
- 1807年，道尔顿（John Dalton 1766–1844）（英）：倍比定律，最先提出原子论。
- 1808年，盖·吕萨克（Gay-Lussac法）（气体）化合体积定律。
- 1811年，阿伏伽德罗（Amedeo Avogadro 1776–1856）（意）：Avogadro定律。
- 1826年，布朗（Brown英）：Brown运动。
- 1833年，法拉第（Faraday英）：电解定律。
- 1869年，门捷列夫（Менделеев俄）：元素周期律。
- 从化学上提出了单个原子的存在。

# 十九世纪末的伟大发现

- 1895年，伦琴(W. C. Röntgen, 1845–1932, 德)发现X射线
- 1896年，贝克勒尔(A. H. Becquerel, 1852–1908, 法)发现放射性
- 1898年，居里夫妇(P. Curie, M. Curie, 法)发现放射性元素镭和钋。
- 1897年，汤姆逊(J. J. Thomson, 1856–1940, 英)发现电子

一个伟大时代的开始，原子有一定的结构！

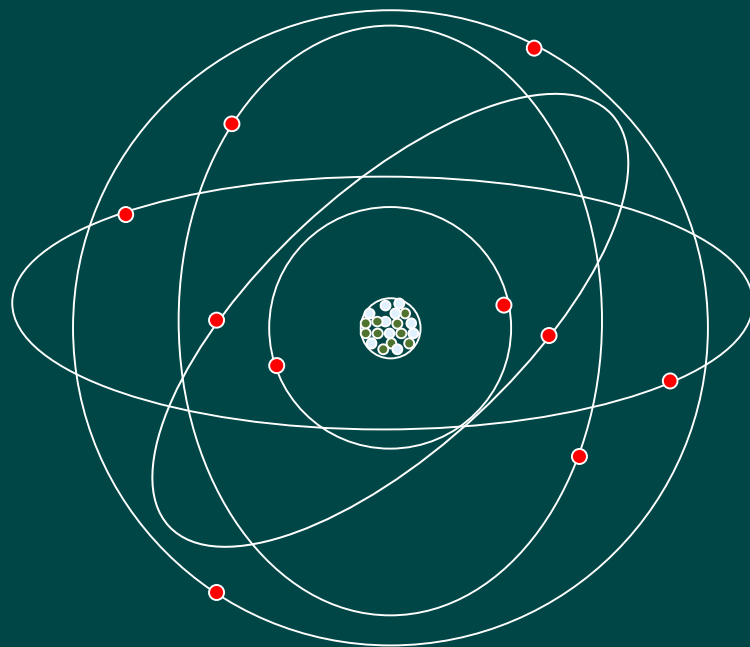




### 三、原子是微观体系

- ◆ 其运动规律不能简单地用经典物理学的规律描述。
- ◆ 有关原子物理学的内容，被称为“近代物理学” (Modern Physics)

## 四、原子是一种物理模型

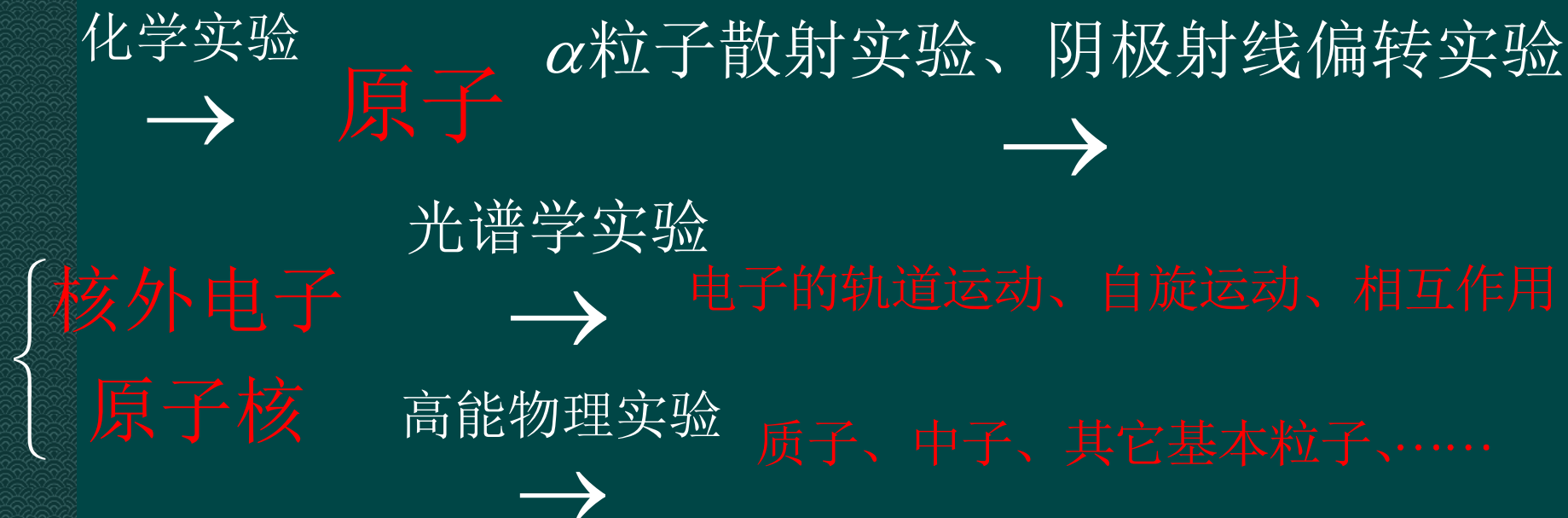


- ◇ 由物理实验得到物理现象
- ◇ 由物理现象归纳出物理规律
- ◇ 由物理规律抽象出物理模型
- ◇ 由物理模型建立物理学的理论体系



## 五、原子物理学的研究方法

- ◆ 物理学是一门实验科学。原子的结构和运动规律是由物理学实验得到的。





# 原子物理学与其它学科的关系

◇ 按物质的层次，近代物理学可以分为五个分支学科

1. 粒子物理

2. 原子核物理

3. 分子和原子物理

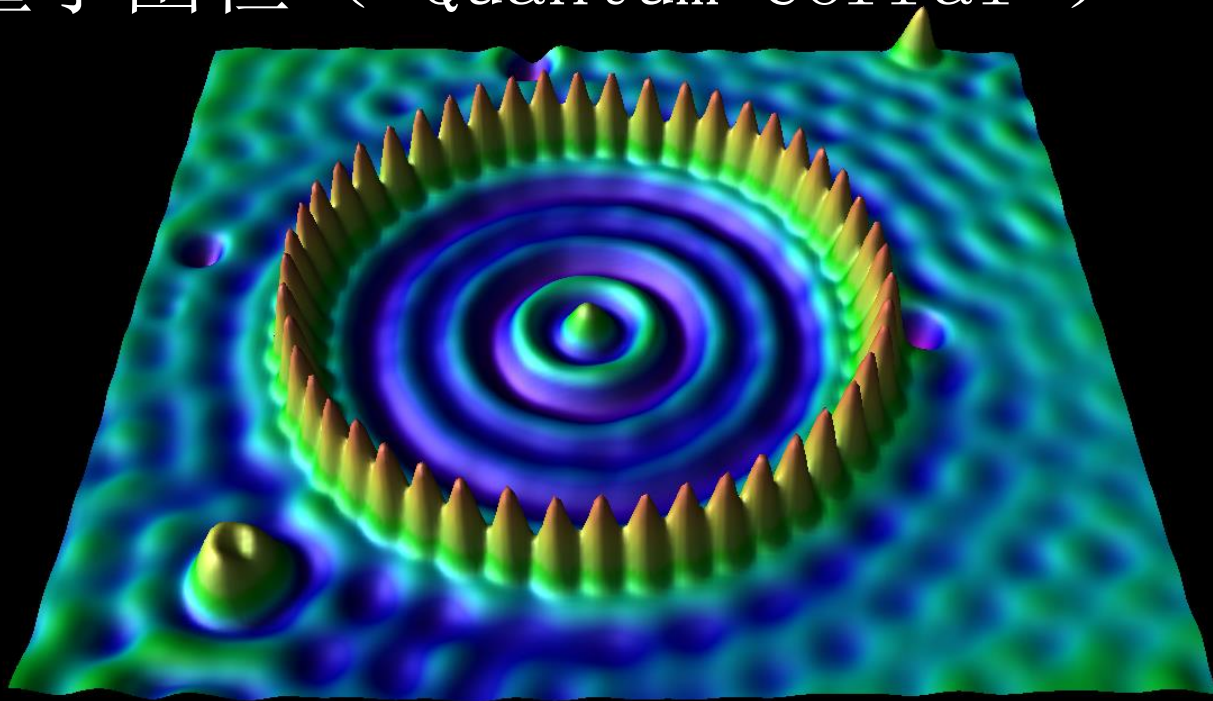
4. 凝聚态物理

5. 天体物理

◇ 其它重要的基础学科和技术的发展都要以原子物理为基础。

# 几幅图片

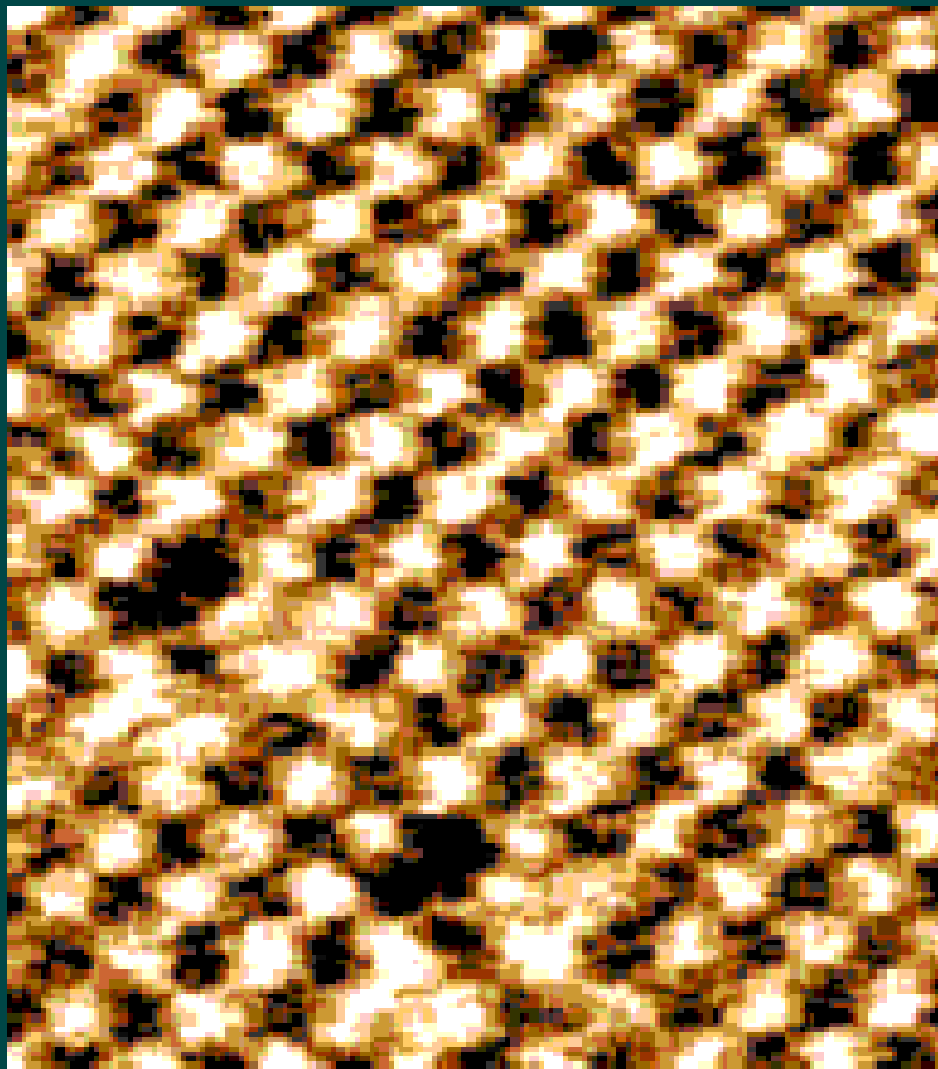
## ◆ 1. 量子围栏 ( Quantum Corral )



用扫描隧道显微镜操控单个原子，在铜单晶体的(111)面上，用48个铁原子做成一个半径71.3 Angstrom的围栏。围栏中的电子由于干涉而形成驻波。

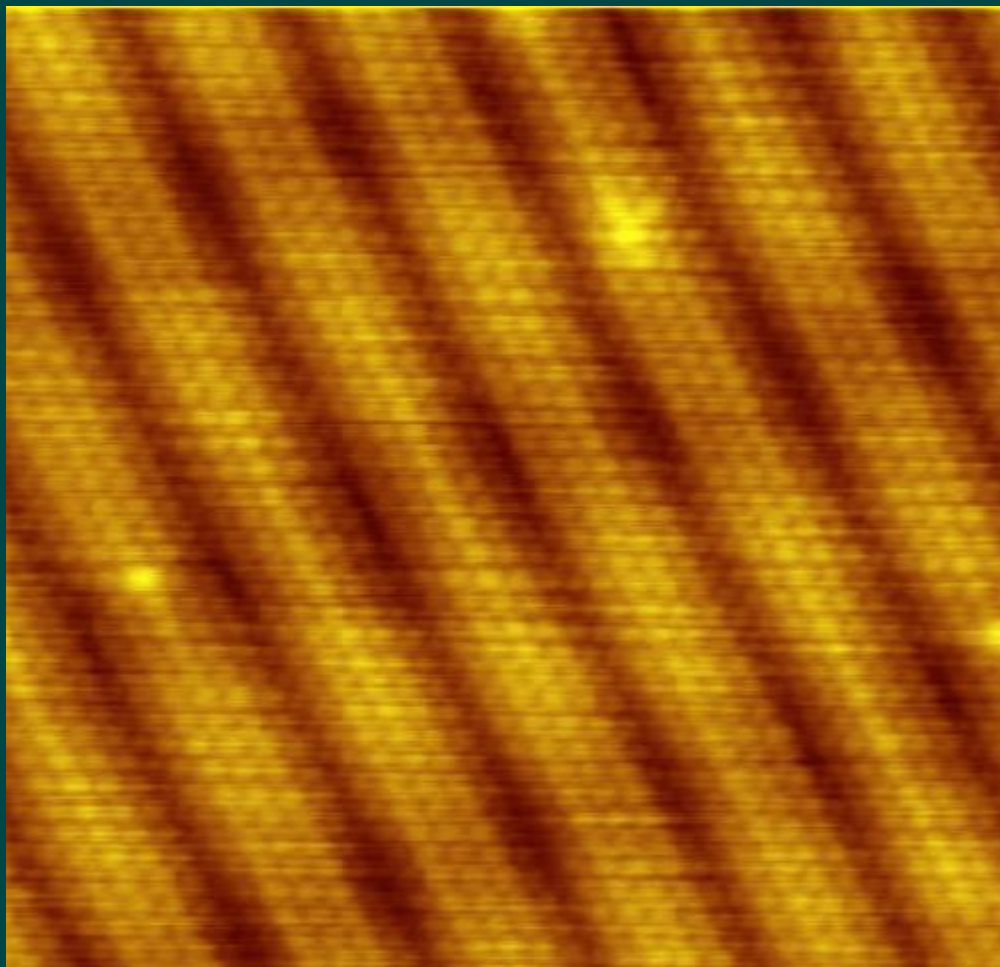


## ◇ 2. NaCl原子



用原子力显微镜观察到的氯化钠晶体中的原子

### 3. Au原子



- ◆ 金原子排列而成的晶体(100)晶面的扫描隧道显微镜图像
- ◆ 重构的表面结构与体结构不同，每几列原子间有空隙