



X 射线介绍

上海研微电子科技有限公司

目录

- 一、X射线简介
- 二、X射线的应用历程和 科学成就
- 三、X射线的效应
- 四、X射线的应用

X射线简介

概述:

X射线的发现是19世纪末20世纪初物理学的三大发现（X射线1896年、放射线1896年、电子1897年）之一，这一发现标志着现代物理学的产生。X射线的发现为诸多科学领域提供了一种行之有效的研究手段。X射线的发现和研究，对20世纪以来的物理学以至整个科学技术的发展产生了巨大而深远的影响。

(X-ray)物理学术语。简称X线,亦有人称为X光。一种波长很短的电磁波,波长范围为 $500\sim 0.1$ 埃(Angstrom, 为波长单位,1埃 $=10^{-8}\text{cm}$)。在电磁辐射谱中,X线居 γ 射线与紫外线之间,比可见光的波长(390~780nm)要短得多,肉眼不可见。X射线于1895年11月8日由德国科学家伦琴首次发现,为纪念伦琴故称为伦琴射线(Röntgen ray)。当时,因对其性质不了解,故以数学上的未知数“X”命名。



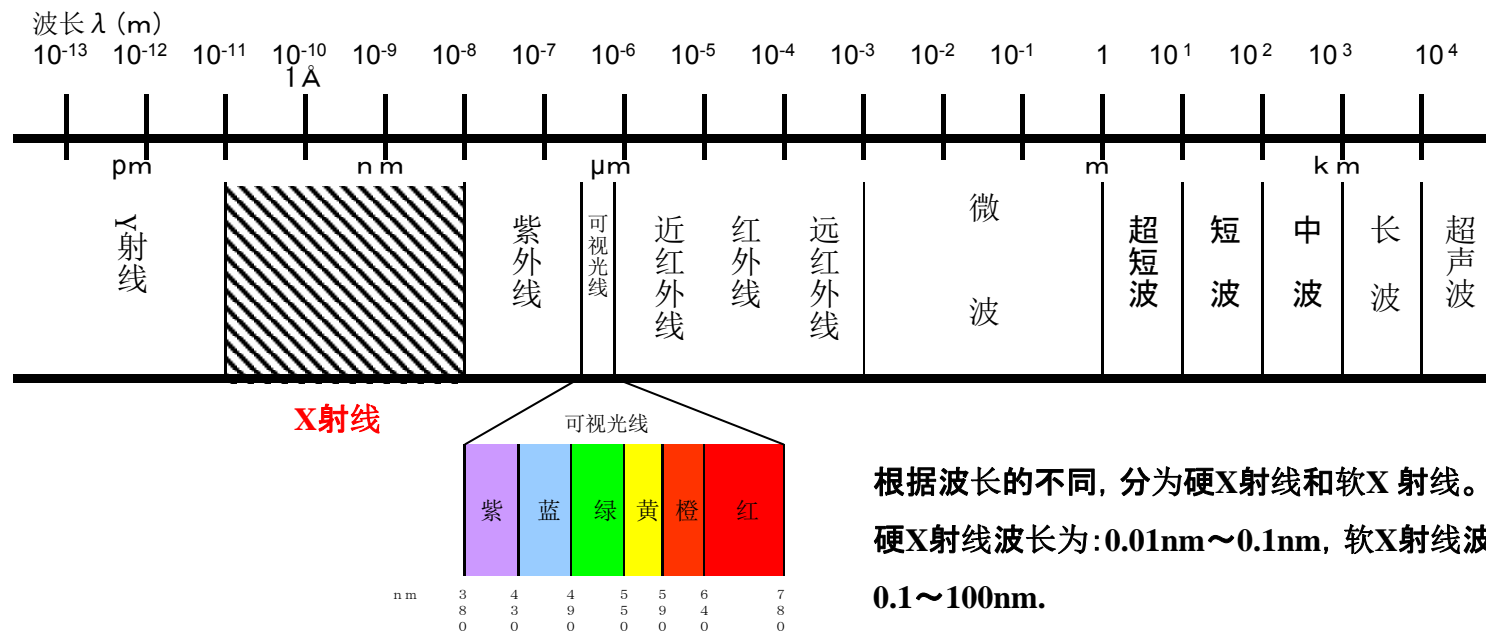
X射线简介

X射线的本质：

X射线也是一种电磁波。具有波粒二象性。波动性：以一定频率、波长在空间传播；微粒性：以光子形式辐射和吸收时具有一定的质量、能量和动量。

波长 λ 、振动频率 ν 、传播速度 c 间的关系： $C = \lambda \times \nu$ $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$

X射线波长范围：波长范围约为0.0006 ~ 100 nm。在X射线检测中常用的波长范围为0.001 ~ 0.1 nm。X射线的频率范围约为 $3 \times 10^9 \sim 5 \times 10^{14}$ MHz。



根据波长的不同, 分为硬X射线和软X射线。

硬X射线波长为: 0.01nm ~ 0.1nm, 软X射线波长为:

0.1 ~ 100nm.

X射线简介

X射线的产生方式

1. X射线管产生X射线
2. 激光等离子体X射线源
3. 同步辐射光源
4. X射线激光、碳纳米管制成“场发射阴极射线管”来发射高能电子，产生X射线

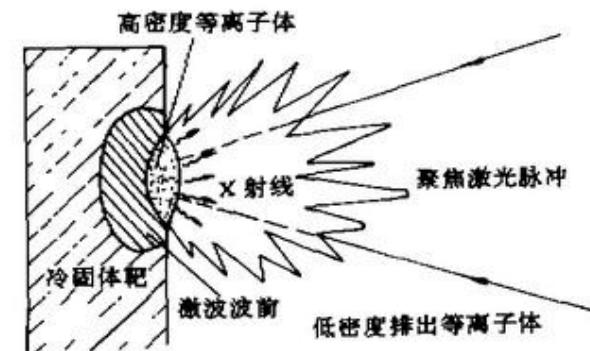
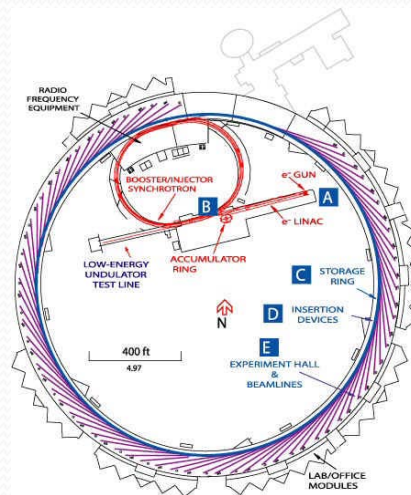
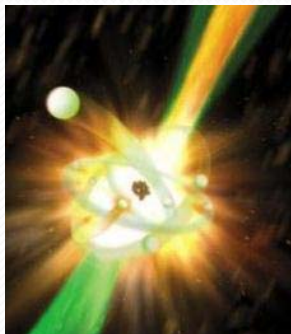
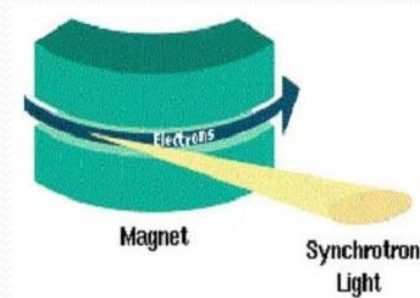
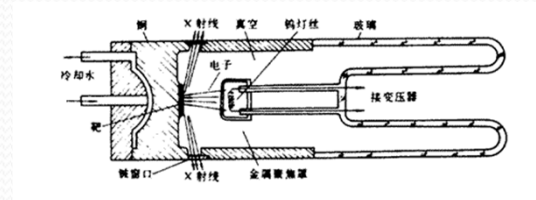


图1 激光产生等离子体的X射线源示意图

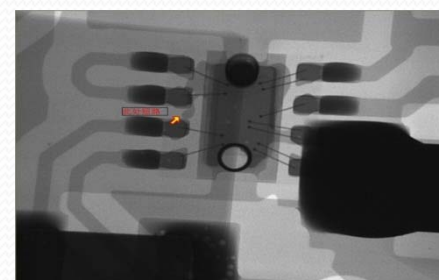
X射线的应用历程和科学成就

时间	人物	事件	科学成就
1901年	德国•伦琴(Roentgen)	1895年发现X射线	诺贝尔物理学奖
1897年	法国•塞格纳克		
1914年	德国•劳厄 (Laue)	晶体的X射线衍射	诺贝尔物理学奖
1914年	英国•莫塞莱 (Moseley)		莫塞莱定律
1915年	英国•布拉格父子(Bragg)	X射线晶体结构分析	诺贝尔物理学奖
1917年	英国•巴克拉(Barkla)	X射线标识特征谱线	诺贝尔物理学奖
1924年	瑞典•塞格巴恩(Siegbahn)	X射线谱的研究	诺贝尔物理学奖
1927年	美国•康普顿Compton)	康普顿效应	诺贝尔物理学奖
1936年	美籍荷兰•德拜(Debye)	X射线研究晶体结构的方法	诺贝尔化学奖
1946年	美国•马勒(Muller)	医学上X射线诱变	诺贝尔医学奖
1953年	英国•威尔金斯、克里克、沃森	X射线分析DNA双螺旋结构	诺贝尔医学奖
1964年	英国•霍奇金(Hodgkin)	X射线结晶学	诺贝尔化学奖
1979年	美国•柯马克 (Cormack)	X射线断层成像	诺贝尔医学奖
1979年	英国•豪森菲尔德Hounsfield	发明CT	诺贝尔医学奖
2002年	美国•贾科尼 (Giacconi)	宇宙中微子探测	诺贝尔物理学奖

X射线的效应-物理效应

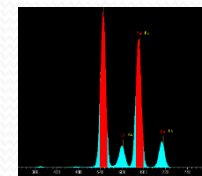
X射线的物理效应-穿透作用

X射线因其波长短，能量大，照在物质上时，仅一部分被物质所吸收，大部分经由原子间隙而透过，表现出很强的穿透能力。X射线穿透物质的能力与X射线光子的能量有关，X射线的波长越短，光子的能量越大，穿透力越强。X射线的穿透力也与物质密度有关，利用差别吸收这种性质可以把密度不同的物质区分开来。（右图为X射线行人体拍片）



X射线的物理效应-电离作用

物质受X射线照射时，可使核外电子脱离原子轨道产生电离。利用电离电荷的多少可测定X射线的照射量，根据这个原理制成了X射线测量仪器。在电离作用下，气体能够导电；某些物质可以发生化学反应；在有机体内可以诱发各种生物效应。



能量色散型光谱仪

X射线的效应-物理效应

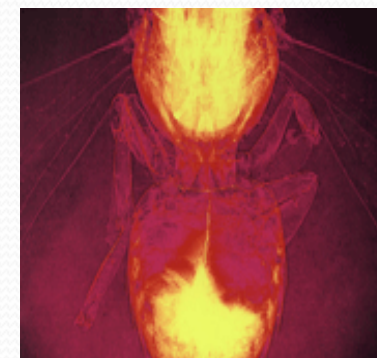
X射线的物理效应-荧光作用

X射线波长很短不可见，但它照射到某些化合物如磷、铂氰化钡、硫化锌镉、钨酸钙等时，可使物质发生荧光（可见光或紫外线），荧光的强弱与X射线量成正比。这种作用是X射线应用于透视的基础，利用这种荧光作用可制成荧光屏，用作透视时观察X射线通过人体组织的影像，也可制成增感屏，用作摄影时增强胶片的感光量。



X射线的物理效应-热作用

物质所吸收的X射线能大部分被转变成热能，使物体温度升高。



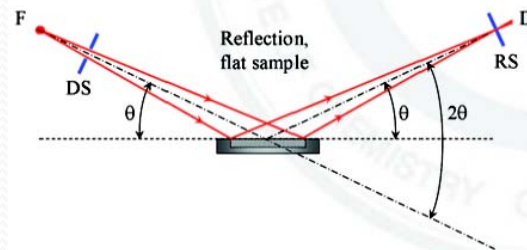
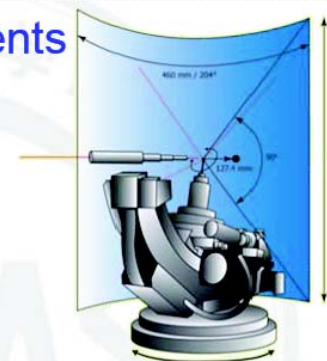
X射线的效应-物理效应

X射线的物理效应-干涉、衍射、反射、折射作用

干涉、衍射、反射、折射作用。这些作用在X射线显微镜（下图）、波长测定和物质结构分析中都得到应用。



An Overview--the Instruments



X射线的效应-化学效应

一、感光作用

X射线同可见光一样能使胶片感光。胶片感光的强弱与X射线量成正比，当X射线通过人体时，因人体各组织的密度不同，对X射线量的吸收不同，胶片上所获得的感光度不同，从而获得X射线的影像。

在X射线的照射下，可以使在下物质发光：钨酸钙 CaWO_4 、氟化钙 CaF_2 、硫化锌 ZnS 、铂氰化钾 $\text{K}_2\text{Pt}(\text{CN})_6$ 、铂氰化钙 $\text{CaPt}(\text{CN})_6$ 、铂氰化钡 $\text{BaPt}(\text{CN})_6$ 。

二、着色作用

X射线长期照射某些物质如铂氰化钡、铅玻璃、水晶等，可使其结晶体脱水而改变颜色。

X射线的效应-生物效应

X射线照射到生物机体时，可使生物细胞受到抑制、破坏甚至坏死，致使机体发生不同程度的生理、病理和生化等方面的改变。不同的生物细胞，对X射线有不同的敏感度，可用于治疗人体的某些疾病，特别是肿瘤的治疗（右图为治疗肿瘤的X刀）。在利用X射线的同时，人们发现了导致病人脱发、皮肤烧伤、工作人员视力障碍，白血病等射线伤害的问题，在应用X射线的同时，也应注意其对正常机体的伤害，注意采取防护措施。



X射线的应用

X-RAY 透过作用	应用方法	应用示例
	计测、控制	厚度、浓度、密度计测
	非破坏性检查	x-ray透视、x-ray投影、x-ray照相
	医学诊断	X-ray CT、x-ray透视、x-ray造影检查

X-ray 电离作用	应用方法	应用示例
	计测	X-ray的测定、金属的应力测定
	分析	荧光分析（元素成分分析、电镀镀层厚度检测）

X-ray 生物学作用	应用方法	应用示例
	杀菌	医疗用器具杀菌
	育种	改良品种
	医学治疗	放射对癌的治疗