



虚实结合核物理实验概述

- 1、虚实结合近代核物理大物实验仪
- 2、虚实结合近代核物理基础实验仪
- 3、虚实结合近代核物理高阶实验仪
- 4、虚实结合近代核物理专业实验仪

1、虚实结合核物理大物实验仪



图1 虚实结合核物理大物实验仪（图片仅供参考，以实物为准）

型号：NPE100STARTER

产品简述：

虚实结合核物理大物实验仪使用放射源模拟探测器替代真实放射源，通过配置不同的参数，在同一套系统上可以安全的开展放射性统计规律和闪烁体探测器与 γ 射线吸收实验的基础核物理实验。同时配套有仿真演示系统，可以加深对核物理实验过程的理解。在大物套装基础上可以升级为基础实验仪、高阶实验仪和专业实验仪。

产品特点

1. 可自动识别模拟放射源及模拟吸收片
2. 高度还原真实放射源核物理实验过程

实验内容

- 1、放射性探测的统计规律实验，验证原子核衰变及放射性计数的统计规律，了解统计误差的意义，掌握计算统计误差的方法，掌握对测量精度的要求，合理选择测量时间的方法。

2、闪烁体探测器与 γ 射线吸收实验，学习对 γ 谱仪的刻度，测定 γ 谱仪的能量分辨律以及能量线性；验证 γ 射线通过物质时强度减弱遵循指数规律，测量 γ 射线在不同物质中的吸收系数。

实验结果

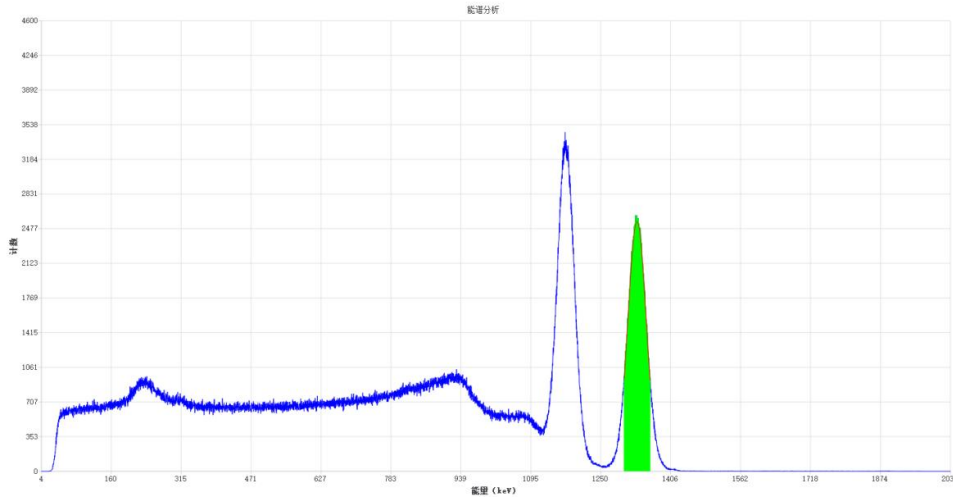


图 2 ^{60}Co 的 γ 能谱测量

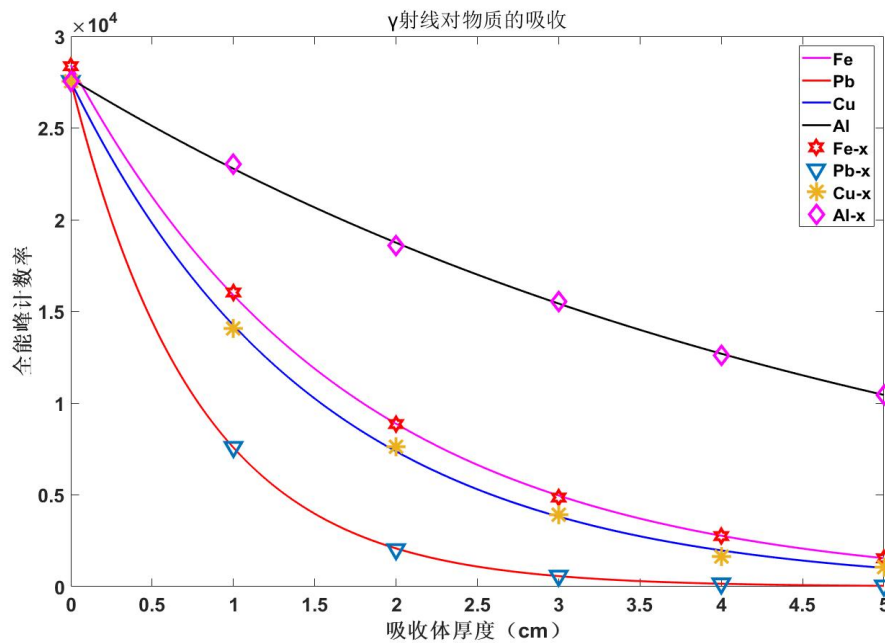


图 3

γ 射线对物质的吸收

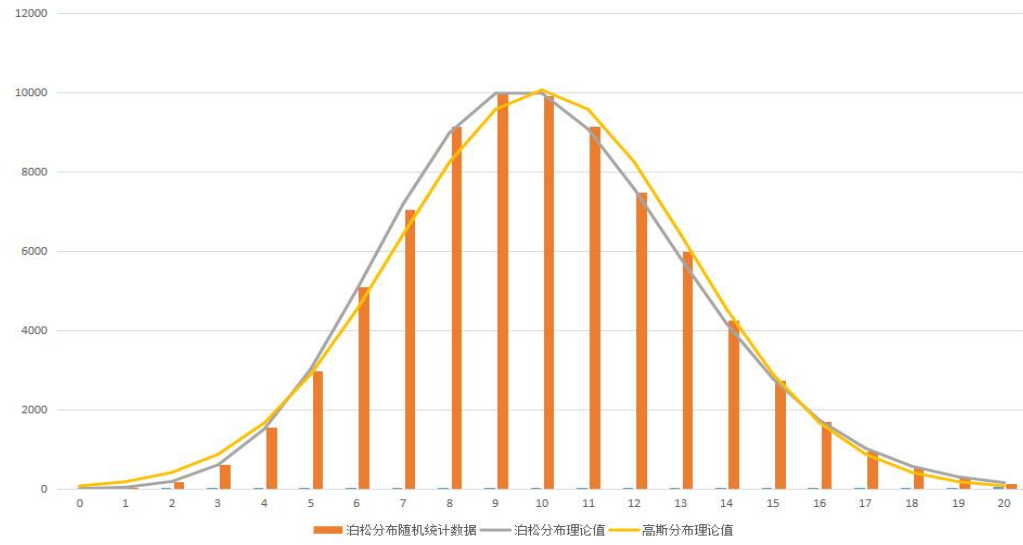


图 4 放射性探测的统计规律

能力培养

核测量仪器的使用，设计精确测量的实验方法，大数据的处理方法。

知识点

原子核衰变规律，射线与物质的相互作用，能谱的刻度，能量分辨率

技术指标

***可进行真实闪烁体探测器对比演示实验

- 模拟闪烁体探测器

1. *可自动识别 ^{152}Eu 、 ^{57}Co 、 ^{60}Co 、 ^{22}Na 、弱 ^{137}Cs 源、强 ^{137}Cs 源等至少 6 种模拟放射源，并自动根据放射源种类输出符合其能谱分布的核脉冲信号

2. *可自动识别铁、铜、铝、铅等至少 4 种 20 个不同厚度的模拟吸收片，并自动根据吸收片种类与厚度改变输出核脉冲信号的计数率

3. *当模拟探测器检测到模拟放射源时指示灯自动亮起

4. *当模拟探测器检测到吸收片时指示灯自动亮起

5. 可实现堆积信号处理

6. 可实现核信号在能量与时间上的随机性

7. *输出脉冲幅度 0-5V

8. *模拟探测器支架可调节范围 $\geq 200\text{mm}$

- 多功能数字多道



9. 最高采样率 $\geq 250\text{MSps}$
10. ADC 分辨率 $\geq 14\text{bit}$
11. *具有 OLED 显示屏
12. 支持以太网数据传输和控制

产品组成

序号	名称	规格/型号	数量	备注
1	放射源模拟探测器	ANG1001	1 台	
2	多功能数字多道	DMCB2501	1 台	带电源线
3	路由器	TL-WDR5610	1 个	带 3 根 2M 网线
4	BNC 连接线	1M	2 个	
5	设备箱	/	1 件	
6	Nal(Tl)闪烁体探测器		1 台	选配

用户自备设备

电脑一台。

2、虚实结合核物理基础实验仪

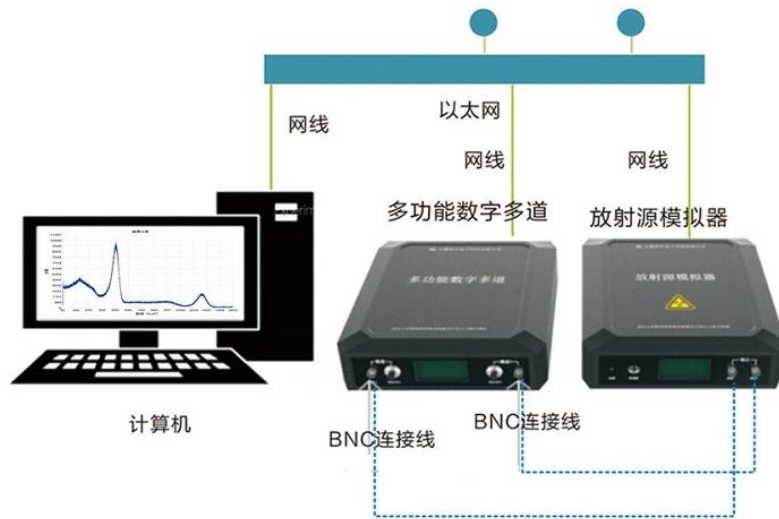


图 5 虚实结合核物理基础实验（图片仅供参考，以实物为准）

型号：NPE100BASIC

产品简述：

虚实结合核物理基础实验仪使用放射源模拟器代替真实的放射源探测器系统，可以在不使用放射源的情况下，安全、完整的重现核物理基础实验。通过配置不同的模型参数，在同一套系统上可以开展放射性统计规律等 6 个最常用的基础核物理实验。实验的操作过程与使用真实放射源的设备完全一致。同时配套有仿真演示系统，即使在硬件维修时，也可以正常开展核物理教学实验。在基础套装基础上可以升级高阶实验仪和专业实验仪。

产品特点

- 1.不需要真实放射源即可呈现实验过程
- 2.同时兼容真实放射源探测器系统
- 3.可升级为高阶实验仪、专业实验仪
- 4.物理内容丰富，可开设多个实验，可涵盖大物实验

实验内容

1、半导体探测器与 α 粒子能损实验，掌握 α 谱仪的调整技术及 α 谱仪的使用方法；利用 α 谱仪测量未知 α 源的能量，辨识未知源。了解 α 粒子通过物质时的能量损失及其规律，学习利用能损测量计算薄箔厚度的方法。

2、 β 射线吸收实验，了解 β 射线在物质中的吸收规律；利用吸收系数法和最大

射程法，确定 β 射线的最大能量，并鉴别放射性核素。

3、X射线吸收和特征谱实验，了解X射线与物质的相互作用，及其在物质中的吸收规律；测量不同能量的X射线在金属铝中的吸收系数；了解元素的特征X射线能量与原子序数的关系。

4、中子活化元素半衰期测量实验，掌握中等寿命的放射性核素半衰期的测定方法；了解产生人工放射性核素的基本知识；学会使用多道分析器的多定标功能。

实验结果

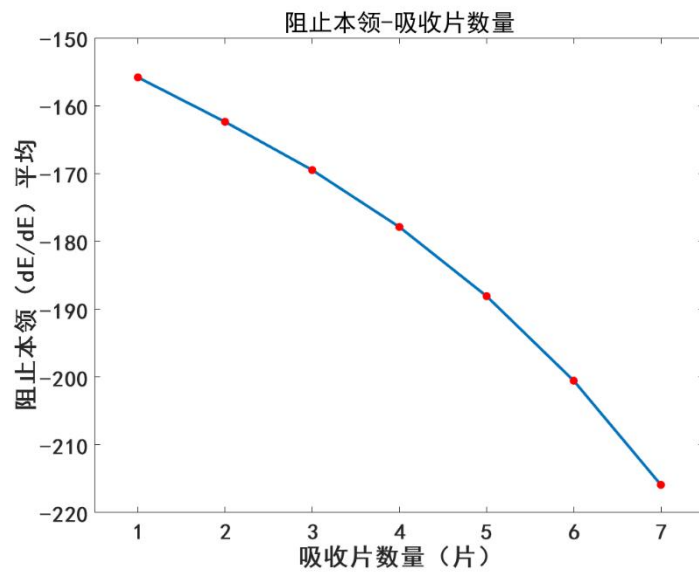


图6 α 射线能损测量

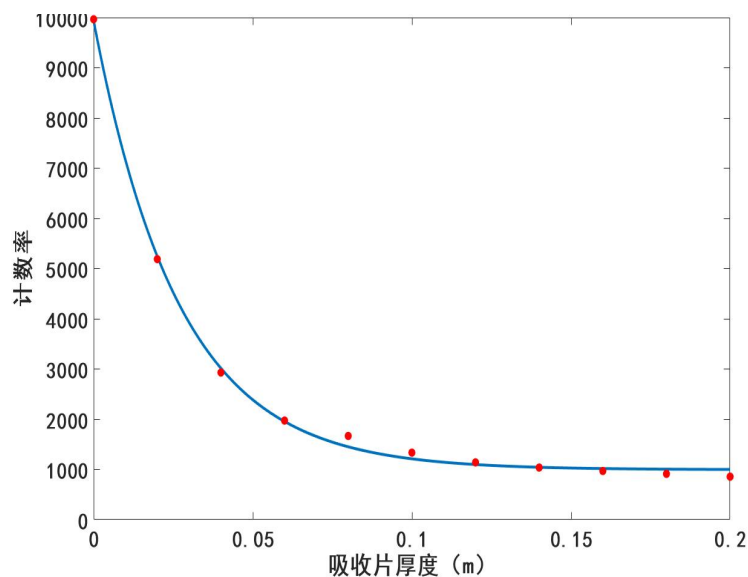


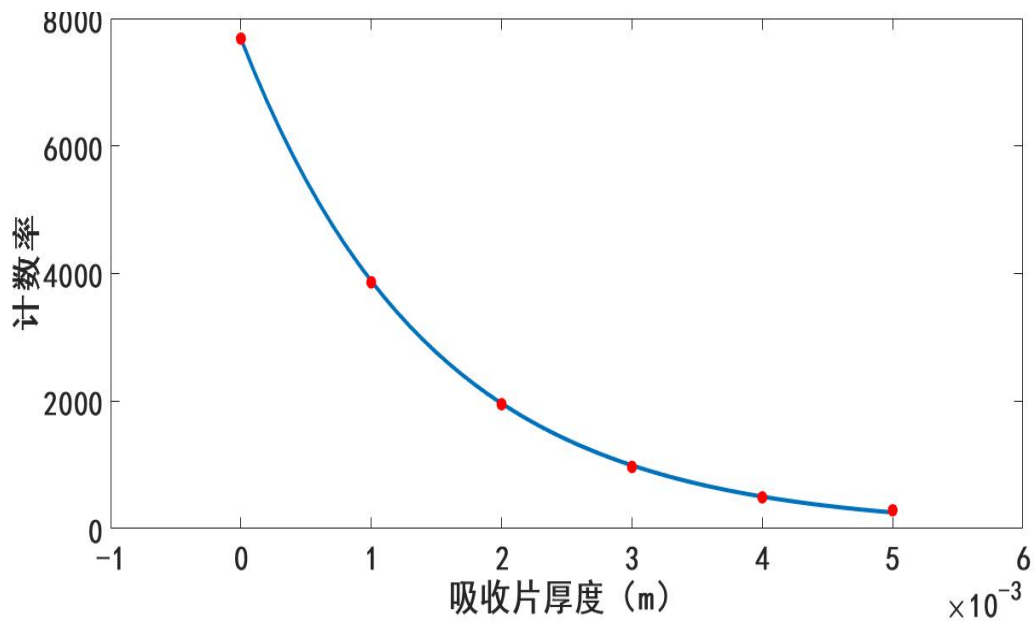
图 7 β 射线对物质的吸收

图 8 X 射线对物质的吸收

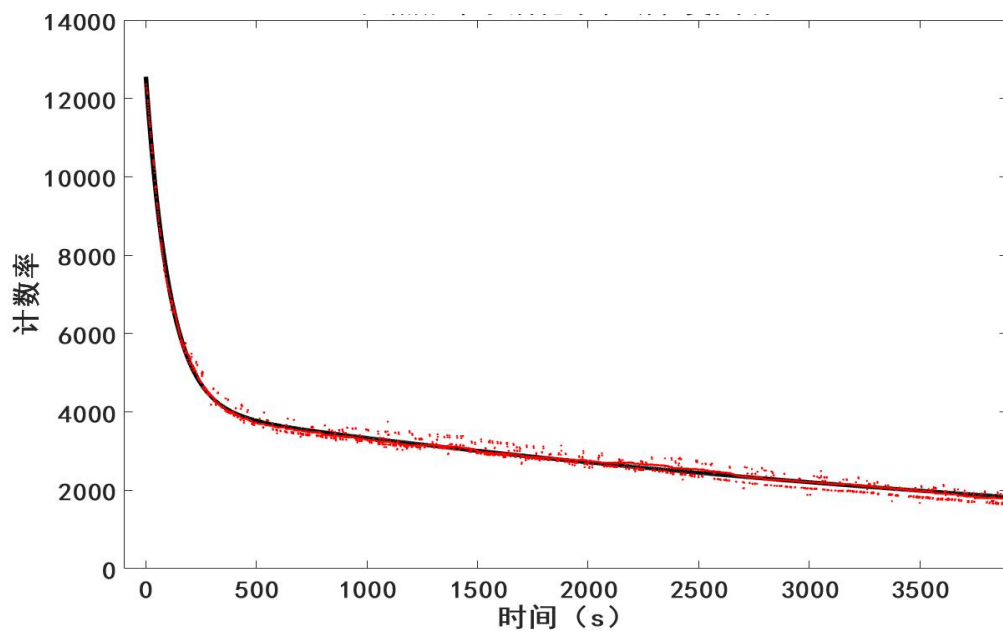


图 9 天然铀中子活化半衰期衰变曲线

能力培养

核测量仪器的使用，设计精确测量的实验方法，大数据的处理方法。



知识点

原子核衰变规律，射线与物质的相互作用，能谱的刻度，能量分辨率

技术指标

- 1) 具有真实探测器实验的演示与对比功能
 - 2) 控制软件许可证符合 LGPL
 - 3) 220V 交流供电
- 放射源模拟器参数
- 4) 输出脉冲波形可任意调节，可以合成任意放射源与探测器组合的信号
 - 5) 输出通道数 ≥ 2 ，可生成具有时间相关性的两路信号
 - 6) 输出脉冲波形前沿上升时间最快 $\leq 8\text{ns}$ ，脉冲后沿任意可调
 - 7) 可模拟信号堆积现象,可模拟放射源信号的能量与时间随机性
 - 8) 输出脉冲幅度 $-3.5\text{V}\sim 3.5\text{V}$
 - 9) 可调节信号输出正负极性
 - 10) 支持以太网数据传输和控制
 - 11) 具有 OLED 显示屏
- 多功能数字多道参数
- 12) 具有能谱测量，统计计数，简易示波器等功能
 - 13) 输入通道数 ≥ 2 ，具有双通道符合能谱测量、双通道符合计数测量等功能
 - 14) 最高采样率 $\geq 250\text{msps}$
 - 15) ADC 分辨 $\geq 14\text{bit}$
 - 16) 支持增益可调
 - 17) 输入脉冲幅度 $-3.5\text{V}\sim 3.5\text{V}$
 - 18) 支持以太网数据传输和控制
 - 19) 具有 OLED 显示屏

产品组成

序号	名称	规格/型号	数量	备注
1	放射源模拟器	ANG1252	1 台	带电源线
2	多功能数字多道	DMCB2502	1 台	带电源线
3	路由器	TL-WDR5610	1 个	带 3 根 2M 网线
4	BNC 连接线	1M	2 个	
5	设备箱	/	1 件	
6	Nal(Tl)闪烁体探测器		1 台	选配

用户自备设备

电脑一台。

3、虚实结合核物理高阶实验仪

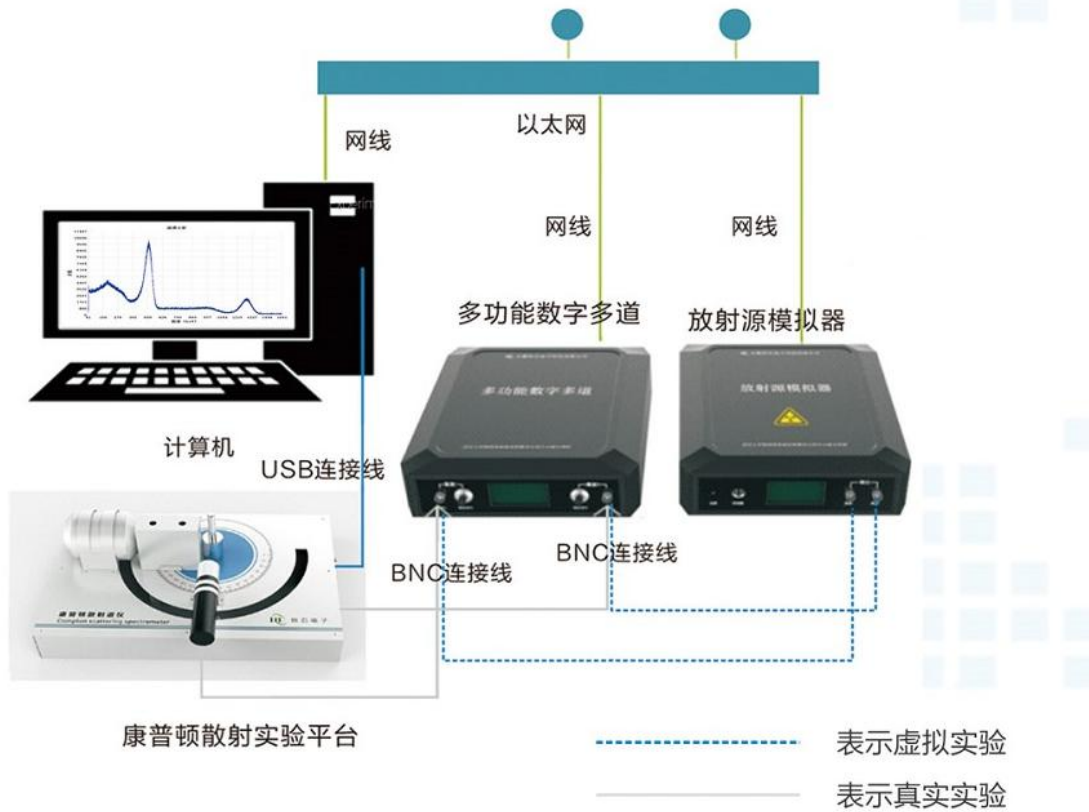


图 10 虚实结合核物理高阶实验（图片仅供参考，以实物为准）

型号：NPE100PLUS

产品简述：

虚实结合核物理高阶实验仪可以完成康普顿散射实验、卢瑟福散射实验、相对论效应验证实验等三个诺贝尔奖实验，含有机械转动、移动平台演示，增加了学生的动手实践环节，增强对核物理过程的理解能力。实验的操作过程与使用真实放射源的设备完全一致。同时配套有仿真演示系统，即使不启用硬件的情况下，也可以正常开展核物理教学实验。

产品特点

1. 不需要真实放射源即可使用
2. 同时兼容真实放射源探测器系统
3. 增加了动手实践环节
4. 物理内容丰富，可开设多个实验，可涵盖基础实验

实验内容

- 1、康普顿散射实验，学会康普顿散射效应的测量技术；验证康普顿散射的 γ 光子能量及微分截面与散射角的关系。
- 2、卢瑟福散射实验，演示 α 粒子散射实验，验证卢瑟福散射理论与卢瑟福核式模型；学习应用散射实验研究物质结构的方法。
- 3、相对论效应验证实验，测量快速电子的动能和动量；验证快速电子的动量与动能的关系符合相对论效应。

实验结果

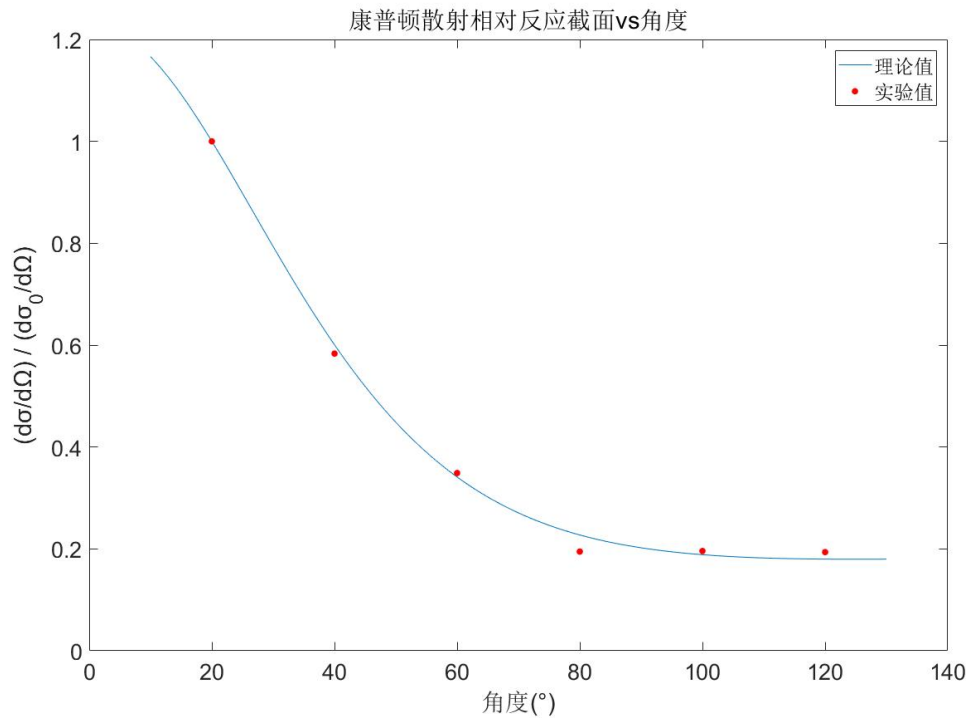


图 11 康普顿散射相对反应截面 vs 角度

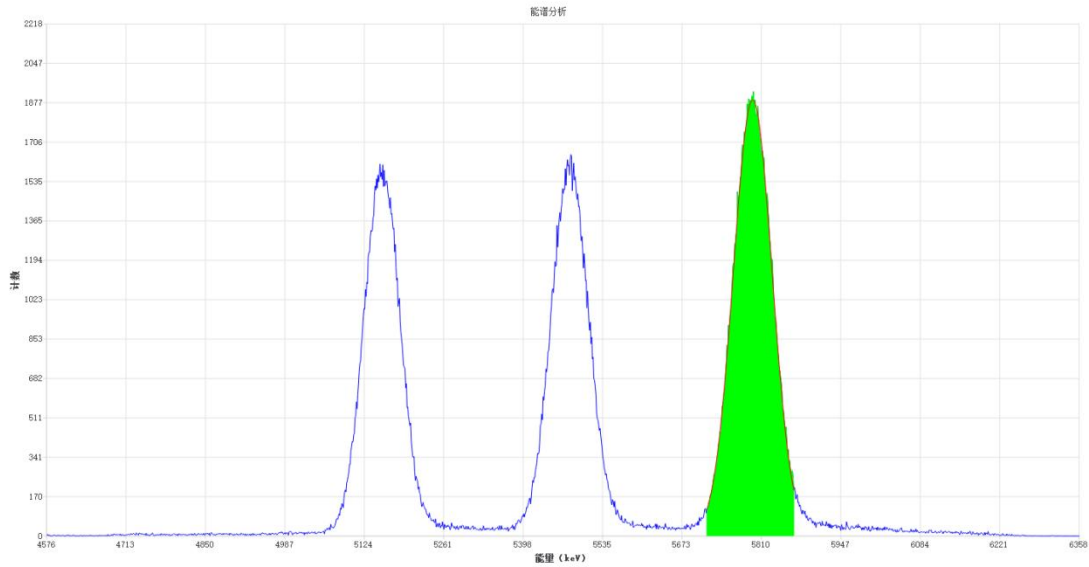


图 12 卢瑟福散射实验刻度能谱 (Am241, Pu239, Cm244)

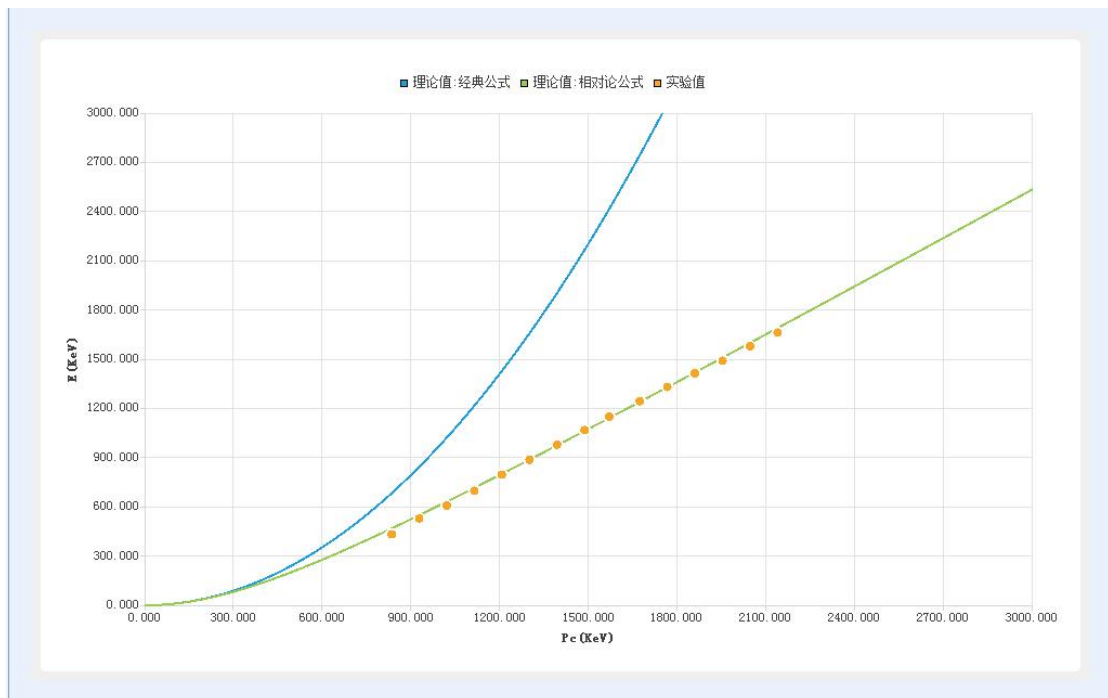


图 13 相对论效应验证

能力培养

散射实验研究物质结构的方法，设计精确测量的实验方法，大数据的处理方法。

知识点

康普顿效应，卢瑟福效应，相对论效应，康普顿散射的微分截面，散射粒子能量的测量，微分散射截面的相对值的测量

技术指标

- 1) 具有真实探测器实验的演示与对比功能
 - 2) 控制软件许可证符合 LGPL
 - 3) 220V 交流供电
- 放射源模拟器参数
- 4) 输出脉冲波形可任意调节，可以合成任意放射源与探测器组合的信号
 - 5) 输出通道数 ≥ 2 ，可生成具有时间相关性的两路信号
 - 6) 输出脉冲波形前沿上升时间最快 $\leq 8\text{ns}$ ，脉冲后沿任意可调
 - 7) 可模拟信号堆积现象,可模拟放射源信号的能量与时间随机性
 - 8) 输出脉冲幅度 $-3.5\text{V}\sim 3.5\text{V}$
 - 9) 可调节信号输出正负极性
 - 10) 支持以太网数据传输和控制
 - 11) 具有 OLED 显示屏
- 多功能数字多道参数
- 12) 具有能谱测量，统计计数，简易示波器等功能
 - 13) 输入通道数 ≥ 2 ，具有双通道符合能谱测量、双通道符合计数测量等功能
 - 14) 最高采样率 $\geq 250\text{msps}$
 - 15) ADC 分辨 $\geq 14\text{bit}$
 - 16) 支持增益可调
 - 17) 输入脉冲幅度 $-3.5\text{V}\sim 3.5\text{V}$
 - 18) 支持以太网数据传输和控制
 - 19) 具有 OLED 显示屏
- 康普顿平台
- 20) 数字式闭环步进驱动器
 - 21) 精密蜗轮蜗杆分度台
 - 22) 行程： $0^\circ - 130^\circ$
 - 23) 重复定位精度： 0.005°
 - 24) 分辨率： 0.01°
 - 25) 减速比： $1:180$
- 卢瑟福平台
- 26) 数字式闭环步进驱动器
 - 27) 精密蜗轮蜗杆分度台
 - 28) 行程： $0^\circ - 360^\circ$
 - 29) 重复定位精度： 0.005°
 - 30) 分辨率： 0.02°
 - 31) 减速比： $1:90$
- 相对论平台

- 32)数字式闭环步进驱动器
- 33)精密滚珠丝杆滑台
- 34)行程：300mm
- 35)重复定位精度：0.01mm
- 36)分辨率：0.02mm
- 37)扭矩：2N.M

产品组成

序号	名称	规格/型号	数量	备注
1	放射源模拟器	ANG1252	1 台	带电源线
2	多功能数字多道	DMCB2502	1 台	带电源线
3	路由器	TL-WDR5610	1 个	带 3 根 2M 网线
4	BNC 连接线	1M	2 个	
5	设备箱	/	1 件	
6	专项探测演示平台		1 件	选配

用户自备设备

电脑一台。

4、虚实结合核物理专业实验仪

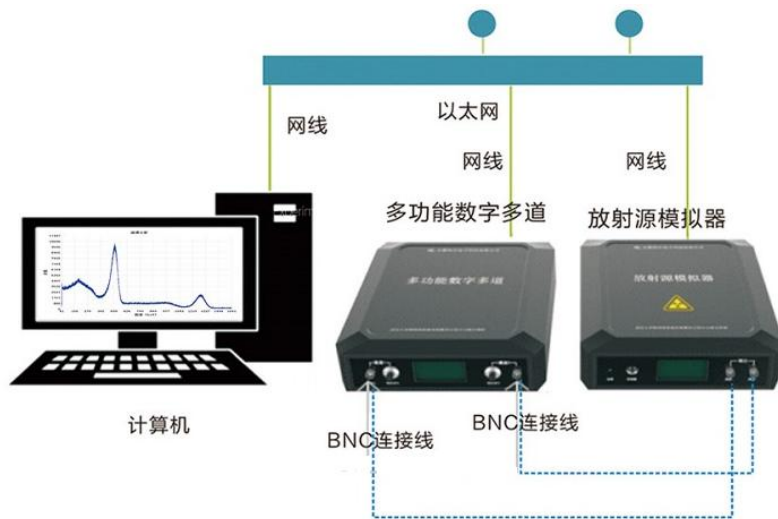


图 14 虚实结合核物理专业实验（图片仅供参考，以实物为准）

型号：NPE100EXPERT

产品简述：

虚实结合核物理专业实验仪可以完成正电子湮没寿命谱实验、穆斯保尔谱实验、宇宙线 μ 子综合测量实验等三个近代物理实验，使用放射源模拟器代替真实的放射源探测器系统，可以在不使用放射源的情况下，安全、完整的重现核物理专业实验。实验的操作过程与使用真实放射源的设备完全一致。同时配套有仿真演示系统，即使在不启用硬件的情况下，也可以正常开展核物理教学实验。

产品特点

- 1、不需要真实放射源即可使用
- 2、同时兼容真实放射源探测器系统
- 3、增加了动手实践环节
- 4、物理内容丰富，可开设多个实验，可涵盖基础、高阶实验

实验内容

1、正电子湮没寿命谱实验，了解正电子湮没寿命谱的形成原理，学会测量仪器的使用和获取正电子湮没寿命谱。初步掌握使用计算机解谱的数学方法和应用解谱结果来分析样品的微观结构。

2、穆斯堡尔谱实验，学习并掌握穆斯堡尔效应的原理，了解、熟悉穆斯堡尔谱仪的结构和工作原理；了解并掌握通过测量穆斯堡尔谱获取物质超精细参数的方法。

3、宇宙线 μ 子综合测量实验，通过测量宇宙线中 μ 子进入探测器的时间然后在其中衰变为电子加中微子的时间来计算出 μ 子的平均寿命。实验中了解如何使用塑料闪烁体来定时以及时间的测量；了解如何除去设备噪声，如何估算物理本底并从数据中将其扣出；如何处理实验数据，假设检验，（二项式）拟合质量和误差估计。定量地计算地表宇宙线通量随方向的变化从而和实验结果做精确的比较超出该实验的范围。

实验结果

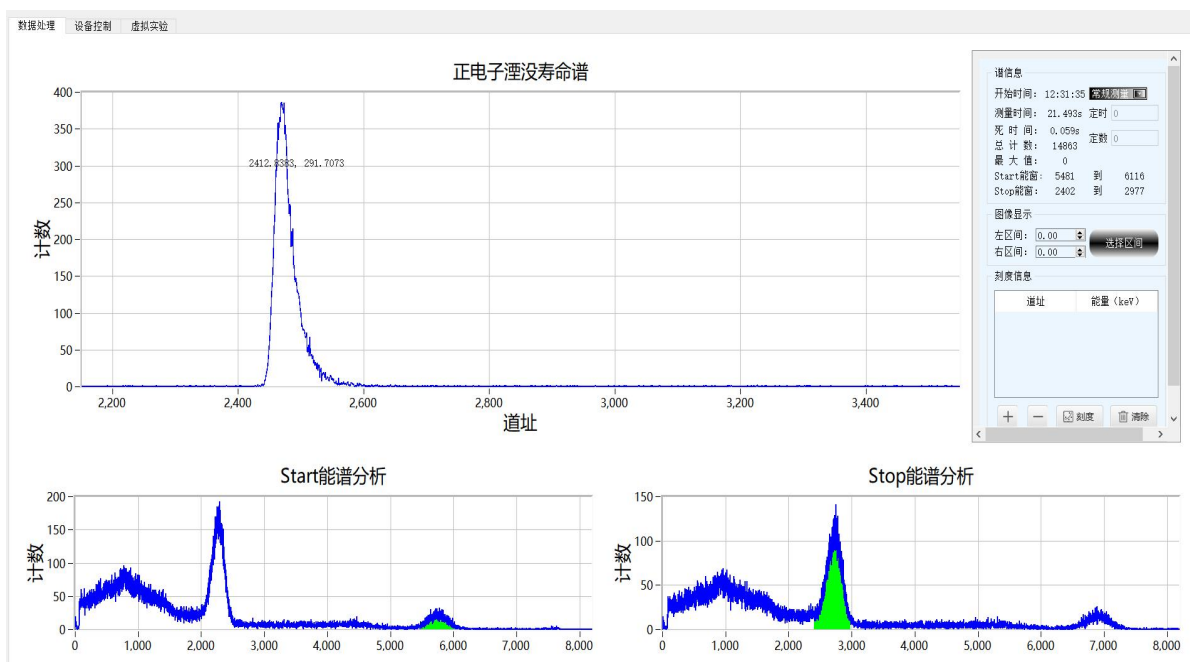


图 15 正电子湮没谱实验

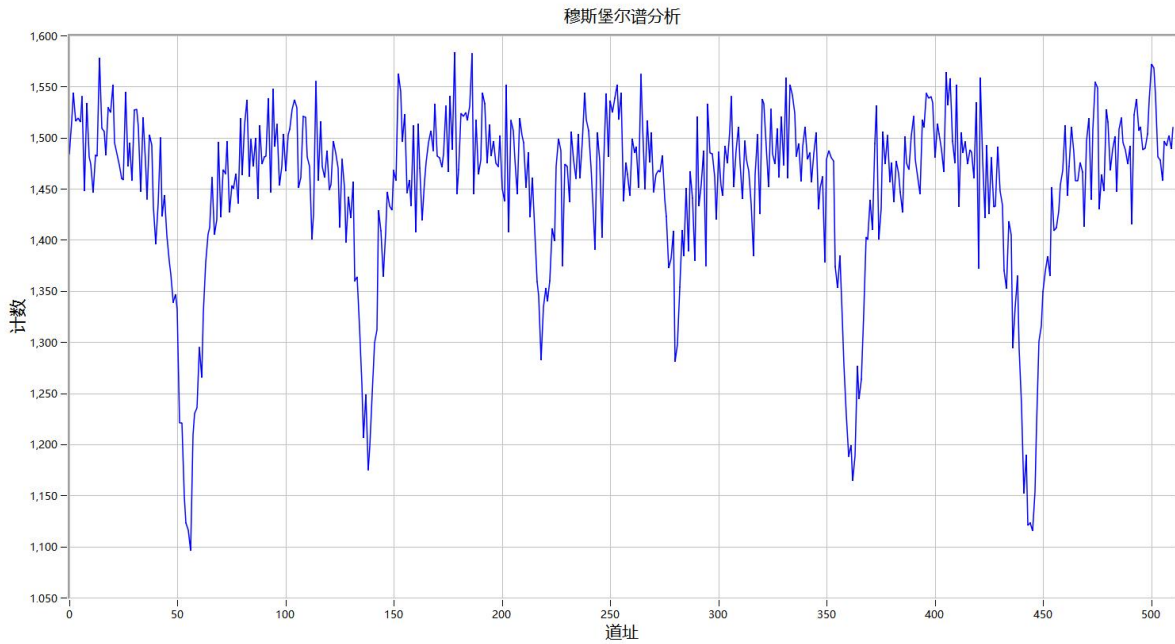


图 16 穆斯堡尔谱实验

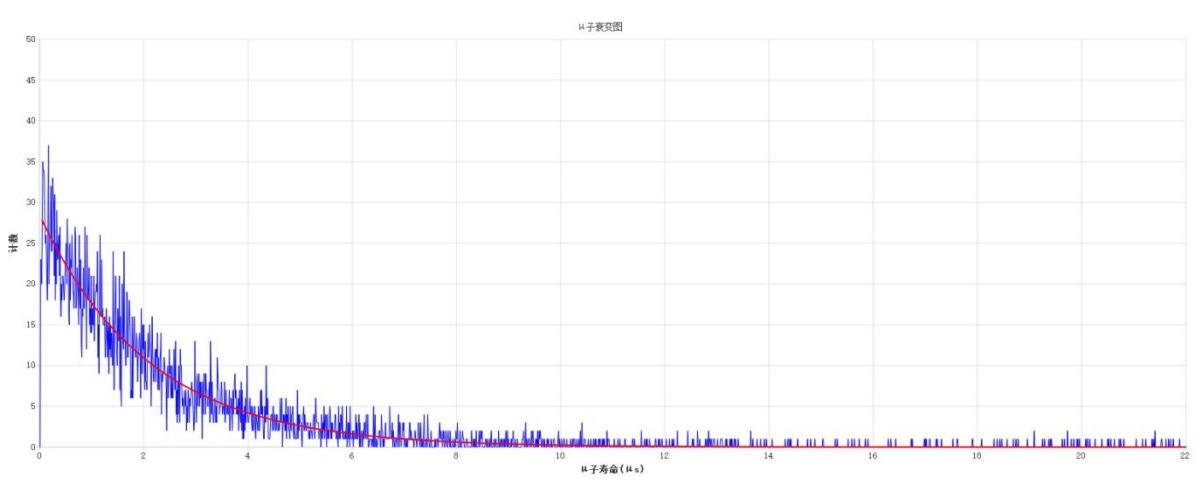


图 17 宇宙线 μ 子衰变图

能力培养

掌握使用计算机解谱的数学方法，学会分析样品的微观结构，掌握通过测量穆斯堡尔谱获取物质超精细参数的方法，学会宇宙线 μ 子的综合测量方法。

知识点

正电子湮没寿命，穆斯堡尔谱效应，多普勒效应，核与环境间的超精细相互作用，宇宙线通量， μ 子的平均寿命。

技术指标

- 1) 具有真实探测器实验的演示与对比功能
 - 2) 控制软件许可证符合 LGPL
 - 3) 220V 交流供电
- 放射源模拟器参数
- 4) 输出脉冲波形可任意调节，可以合成任意放射源与探测器组合的信号
 - 5) 输出通道数 ≥ 2 ，可生成具有时间相关性的两路信号
 - 6) 输出脉冲波形前沿上升时间最快 $\leq 8\text{ns}$ ，脉冲后沿任意可调
 - 7) 可模拟信号堆积现象,可模拟放射源信号的能量与时间随机性
 - 8) 输出脉冲幅度-3.5V~3.5V
 - 9) 可调节信号输出正负极性
 - 10) 支持以太网数据传输和控制
 - 11) 具有 OLED 显示屏
- 多功能数字多道参数
- 12) 具有能谱测量，统计计数，简易示波器等功能
 - 13) 输入通道数 ≥ 2 ，具有双通道符合能谱测量、双通道符合计数测量等功能
 - 14) 最高采样率 $\geq 250\text{msps}$
 - 15) ADC 分辨 $\geq 14\text{bit}$
 - 16) 支持增益可调
 - 17) 输入脉冲幅度-3.5V~3.5V
 - 18) 支持以太网数据传输和控制
 - 19) 具有 OLED 显示屏

产品组成

序号	名称	规格/型号	数量	备注
1	放射源模拟器	ANG1252	1 台	带电源线
2	多功能数字多道	DMCB2502	1 台	带电源线
3	路由器	TL-WDR5610	1 个	带 3 根 2M 网线
4	BNC 连接线	1M	2 个	
5	设备箱	/	1 件	
6	专项探测演示平台			选配

用户自备设备

电脑一台。