

2020年西南地区高校物理基础课程线上教学交流会



重庆大学物理实验线上教学方案

重庆大学物理实验教学中心

何光宏

2020.4.26





总体方案



自主实验系列



虚拟仿真实验系列



考核方式



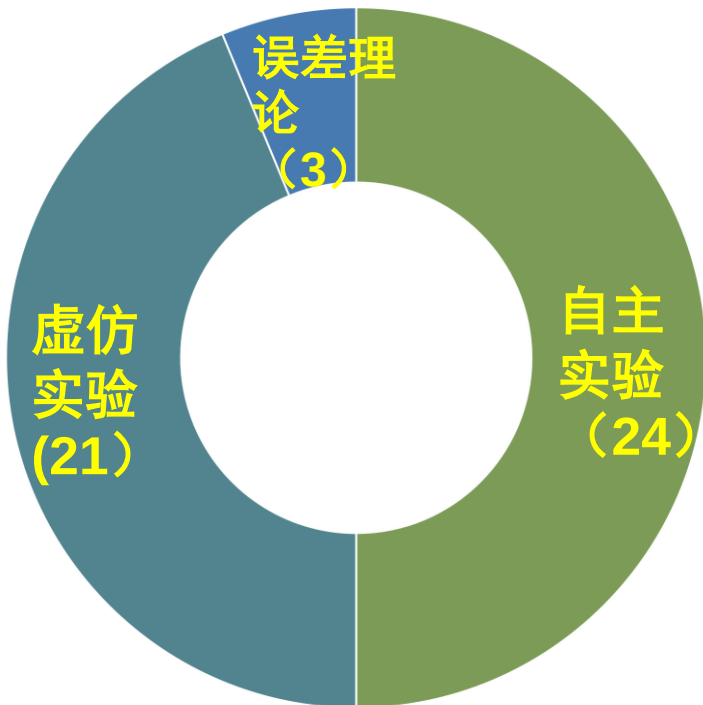
一点思考

1、总体方案

- 1、广大教师积极参与，构建重庆大学物理实验“战疫”方案；
- 2、及时在中心网站上发布相关信息，方便师生及时得到帮助。



1、总体方案



自主实验

自制单摆测定重力加速度

光栅衍射测手机屏幕分辨率

声波速度的测量

透镜的焦距测量及像差观测

研究光的夫琅禾费衍射现象

双缝干涉实验研究

自制三线摆测量物体的转动惯量

利用Tracker、Phyphox软件研究非弹性碰撞

虚拟仿真实验

杨氏弹性模量

动态磁滞回线测量
实验

密立根油滴实验

光电效应法测普朗克
常量

迈克尔逊干涉

热敏电阻温度特性

夫兰克-赫兹实验

2、自主实验

以材料易获取为原则，主要考虑力学和光学内容

项目名称	类型	负责老师
自制单摆测定重力加速度	必修	何光宏,汪涛
光栅衍射测手机屏幕分辨率	必修	何光宏
声波速度的测量	选修	郭莉杰、何光宏
透镜的焦距测量及像差观测	选修	汪涛、刘婷、徐巧英
研究光的夫琅禾费衍射现象	选修	赵艳、张选梅、向红
双缝干涉实验研究	选修	徐玮婧、蒲贤洁、潘量
自制三线摆测量物体的转动惯量	选修	杨东侠，杨骏骏，余沛
利用Tracker、Phyphox软件研究非弹性碰撞	选修	郑雪丽，李巧梅

自主实验1——自制单摆测定重力加速度

(实验建设教师：何光宏,汪涛)

<http://phylab.phys.cqu.edu.cn/info/1002/1436.htm>

【实验内容】

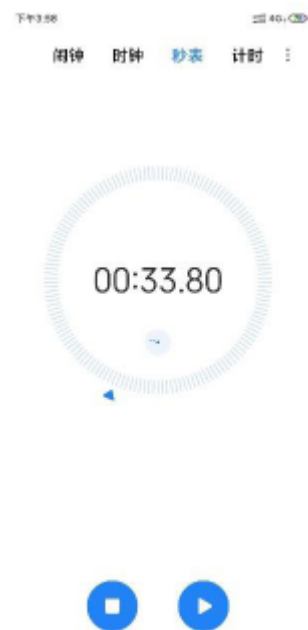
- 1、根据相对不确定度不大于5%的要求确定摆长和测量的周期数。
- 2、测量单摆的小角度摆动周期(方案自拟)。
- 3、利用作图法或最小二乘法，根据 T^2-L 关系计算重力加速度，并分析其不确定度。（基础内容）
- 4、研究不同摆角对实验结果的影响。（提高内容）

- 【实验资料要求】
- 1、电子版实验报告；
 - 2、实验方案图片和视频





自制铁架台



时间相对不确定度:

$$U_r(t) = \frac{U_t}{t} \times 100\% = 0.104\%$$

重力加速度不确定度:

$$U_g = \bar{g} \sqrt{\left(\frac{U_t}{t}\right)^2 + \left(2\frac{U_l}{l}\right)^2} = 0.03(m \cdot s^{-2})$$

故:

$$g = 9.74 \pm 0.03(m \cdot s^{-2}), \quad U_r(g) = \frac{U_g}{\bar{g}} \times 100\% =$$

0.308%

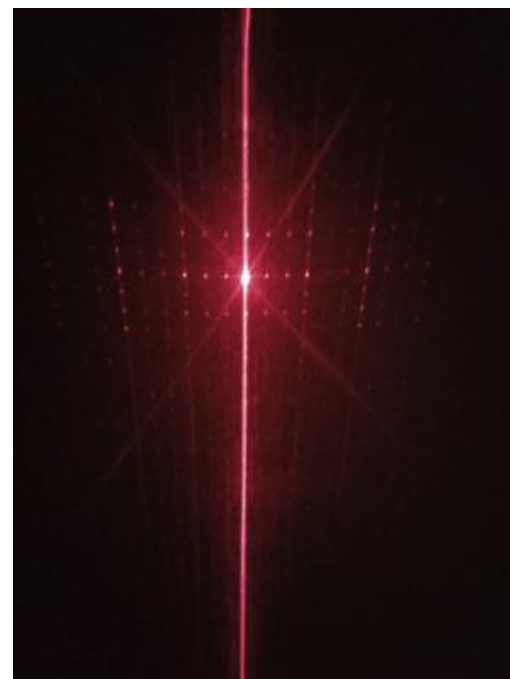
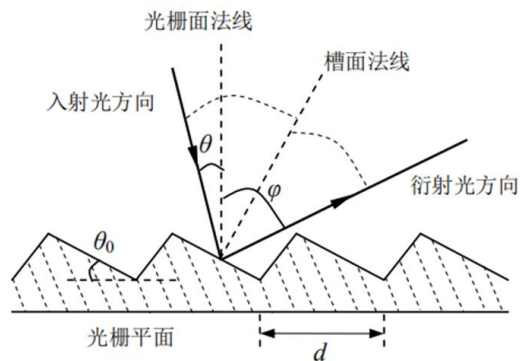
自主实验2——光栅衍射测手机屏幕分辨率

(实验建设教师：何光宏)

<http://phylab.phys.cqu.edu.cn/info/1002/1437.htm>

【实验内容】

- 1、布置光路，观察光栅衍射现象（尽量确保正入射）
- 2、测量并记录相关数据
- 3、分析数据，测量手机屏幕分辨率。（基础内容）
- 4、和标准数据比较，计算百分误差，分析误差因素。
- 5、观察中央亮斑的特点，并分析其原因。（提高内容）



自主实验2——光栅衍射测手机屏幕分辨率

(实验建设教师：何光宏)

学生的实验报告

3、实验总结

- (1) 方法虽然比较简单，但测量出的分辨率相对误差较小，还是比较准确的
- (2) 物理实验源于生活，高于生活
- (3) 要想方设法在现有条件下提升测量结果准确性

实验总结

生活中隐藏着许多的物理知识，一个最常见的手机，巴掌大的屏幕里，也蕴含着光栅衍射的理论和现象。通过这次实验，一部手机，一束激光，就让我们见识到了物理与生活联系的紧密，也许他所蕴含的知识不是很复杂，但这一次实验，让我们对物理的兴趣，又增添了不少。

自主实验3——声波速度的测量

(实验建设教师：郭莉杰、何光宏)

<http://phylab.phys.cqu.edu.cn/info/1002/1439.htm>

【实验内容】

1. 用驻波法测量空气中的声速；
2. 用逐差法处理数据。

【实验器材】

- 1、装有Phyphox软件的手机或装有MusicScope软件的电脑；
2. 接收器：载有Phyphox软件的手机
3. 卷尺或直尺
4. 反射面



步骤二
将拖有手机的书本缓缓沿卷尺向前拖动，观察振幅变化，记录振幅变化时产生最大值时的距离。



自主实验3——声波速度的测量

(实验建设教师：郭莉杰、何光宏)

摘要：

声音的变化看似千奇百怪，实则充满了大自然的规则韵律。通过简易却不简单的小实验，运用身边唾手可得的工具，尽管实验误差比较大，每个人却都可以感受实验的奇妙，触碰到声音的奥秘。本文叙述了本组成员在课后使用手机软件并运用逐差法进行测声速实验的过程，展示了我们实验后的心得与体会。尽管疫情将我们分隔四方，但趣味实验的进行却不会停止。

以上数据大多与声速精确值误差较大，主要受实验环境、实验器材、实验操作精确度等个方面因素的影响。

四、心得体会

在进行实验的过程中，寻找最大值的过程并不容易，因为数据是在不断变动的，加之周围可能有遮挡物的影响，或者有其他微小的且难以避免的声音干扰，实验的过程艰辛且误差较大。

尽管这次实验精度不高，但是通过这次实验，我们体会到了物理的趣味性，通过这样一种简单的软件和生活中的工具，就可以探索物理现象，让一些看似高大上的物理现象或理论变得实体化，可视化，让我通过自己做实验，得到的结论比去死记硬背，要印象深刻的多。

同时，我们也更好地了解了一些有趣的方法与工具（如 phyphox），它们也带给了我们很多的启发，使我们对物理的世界更有兴趣。

学生的
实验报
告

自主实验4——研究非弹性碰撞

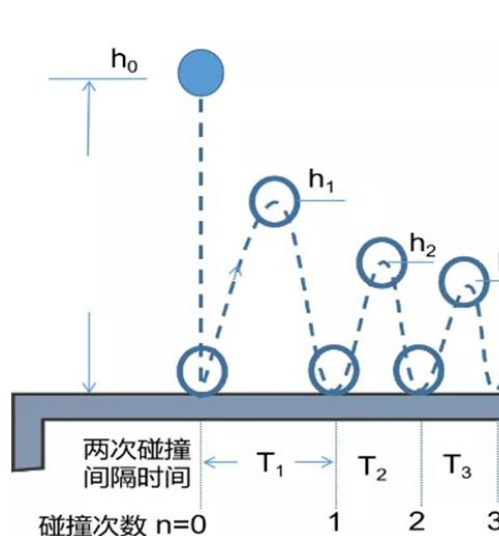
(实验建设教师：郑雪丽，李巧梅)

<http://phylab.phys.cqu.edu.cn/info/1002/1438.htm>

【实验内容】

- 1、利用 Phyphox 软件研究物体在碰撞过程的能量损失、恢复系数；
- 2、拍摄弹性球的弹跳过程，利用软件（如 Tracker）读取视频及截图，获取小球弹跳的运动轨迹，计算重力加速度并分析误差；
- 3、探究不同材质（至少3种）弹性球的碰撞特性及其规律；
- 4、改变弹性球的释放高度或其它参数研究其对能量损失及恢复系数的影响；
- 5、做一个斜抛小球的运动，并用 Tracker 分析它的运动过程及相关物理量。

(1-2为基本内容，3-5为提高内容，另外鼓励查阅资料，自由发挥)



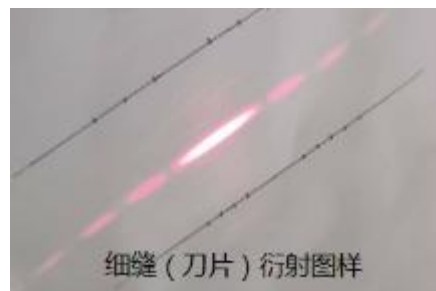
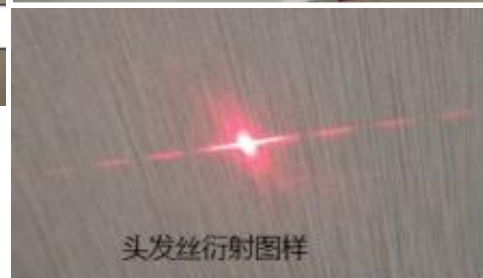
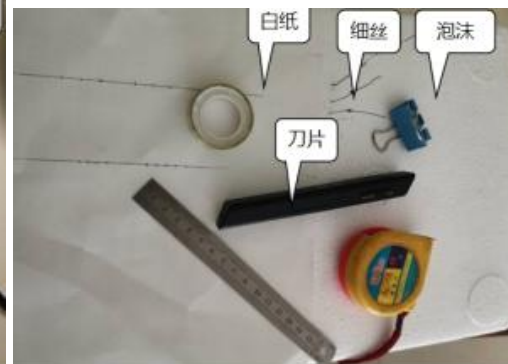
自主实验5——研究光的夫琅禾费衍射现象

(实验建设教师：赵艳、张选梅、向红)

<http://phylab.phys.cqu.edu.cn/info/1002/1440.htm>

【实验内容】

- 1、自制不同宽度的缝，观察和研究它们的图样，总结变化规律；
- 2、自制不同宽度的细丝，观察和研究它们的夫琅禾费衍射图样，总结变化规律；
- 3、测量其中一个缝的缝宽或者细丝的直径（宽度）；
- 4、比较单缝衍射和细丝衍射现象，验证巴俾涅原理；
- 5、观察不同形状物体（矩形、圆形、三角形等）的夫琅禾费衍射图样，总结它们各自的衍射光强分布规律（选做）；
- 6、用测量出来的细丝直径或者狭缝宽度来验证绿色激光（532nm）的波长（选做）；
- 7、利用MATLAB中图像处理方法，准确确定最大光强的位置（选做）。



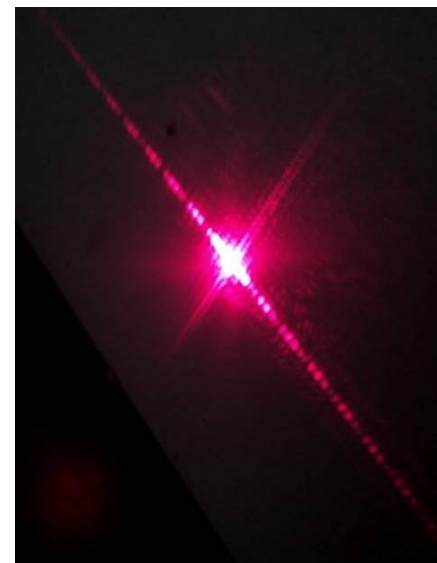
自主实验6——双缝干涉实验研究

(实验建设教师：徐玮婧、蒲贤洁、潘量)

<http://phylab.phys.cqu.edu.cn/info/1002/1441.htm>

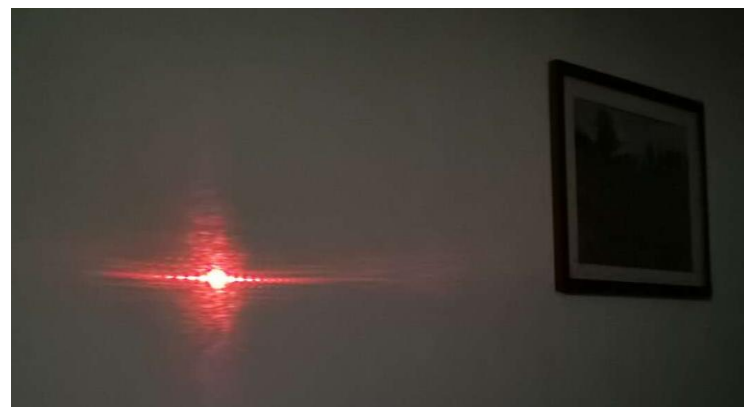
【实验内容】

- 1、布置光路，观察杨氏双缝干涉实验现象，并分析干涉图像形成的原因。
- 2、调节实验原理部分2中的相关参数（缝屏距、缝间距、光源波长），观察干涉图像的变化。（基础内容）
- 3、记录数据，测量光源波长，计算百分误差，分析误差来源。（提高内容）



部分实验仪器（参考）

（左）美工刀刻双缝；（中）3根铅笔芯形成双缝；（右）纸片调节缝宽，针形成缝间距



自主实验7——自制三线摆测量物体的转动惯量

(实验建设教师：杨东侠，杨骏骏，余沛)

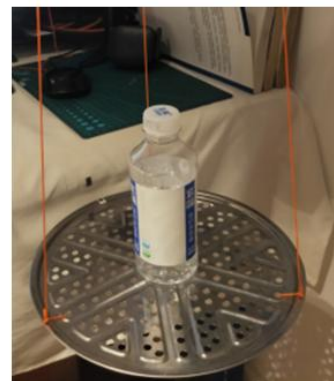
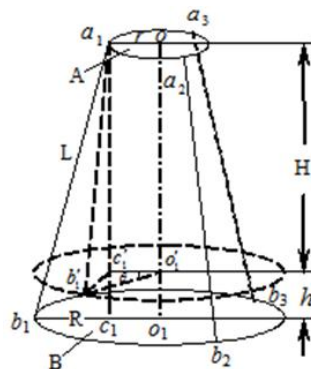
<http://phylab.phys.cqu.edu.cn/info/1002/1442.htm>

【实验内容】

1. 利用生活用具，自制三线摆实验仪；
2. 测量圆盘的转动惯量；
3. 测量待测刚体的转动惯量，并分析误差；
4. 验证平行轴定理；
5. 研究不同轴间距离 d 和不同刚体材料对实验结果的影响

【实验要求】

- 1、电子版实验报告；
- 2、实验步骤中要有方案和装置的图片



自主实验8——透镜的焦距测量及像差观测

(实验建设教师：汪涛、刘婷、徐巧英)

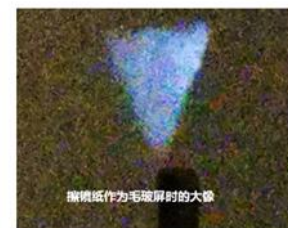
<http://phylab.phys.cqu.edu.cn/info/1002/1443.htm>

【实验内容】

- 1、自制二次成像法所需的光学元件，并搭建光路；
- 2、调节光路等高共轴，利用二次成像法，测量透镜焦距；
- 3、多次测量，计算透镜焦距的完整表达式，与标准值比较；

(标准值可以通过老光镜度数计算)

- 4、研究透镜焦距测量的其他方法并做比较；
- 5、自制方格物屏或圆环物屏，观察透镜的像差，分析像差的原因(提高内容)



3、虚拟仿真实验

两个平台

- 1、科大奥锐虚拟仿真实验平台
- 2、国家虚拟仿真实验共享平台

(<http://www.ilab-x.com/details/v5?id=3482&isView=true>)

两个原则：

虚实结合，能实不虚；互补



3、虚拟仿真实验

大学物理实验

项目名称	基本要求
杨氏弹性模量	● 按科大奥锐系统要求完成实验和数据处理； ● 按正常行课时要求计算不确定度，写出所测细丝杨氏弹性模量的完整表达式。
迈克尔逊干涉	● 观察非定域干涉条纹 ● 测量He-Ne激光的波长 ● 计算完整表达式。
光电效应法测普朗克常量	● 作$U_a-\nu$的关系曲线，用一元线性回归法计算光电管阴极材料的红限频率、逸出功及h值，并与公认值比较； ● 测定光电管的光电特性曲线； ● 验证饱和电流与光强关系；
夫兰克-赫兹实验	● 手动测量法测量氩原子的激发曲线，提供的示波器无需使用； ● 每隔0.5V测量一点，在实验报告上整理数据并作图； ● 逐差法处理数据，并计算Ar原子第一激发电位平均值；
密立根油滴实验	● 测量多个油滴的电量； ● 至少测量5个油滴，用作图法求基本电荷。
热敏电阻温度特性	● 利用箱式电桥测量热敏电阻、铜电阻的电阻温度特性。 ● 采用最小二乘法求电阻温度系数。
动态磁滞回线测量实验	● 测量饱和磁滞回线； ● 测量基本磁化曲线。

3、虚拟仿真实验

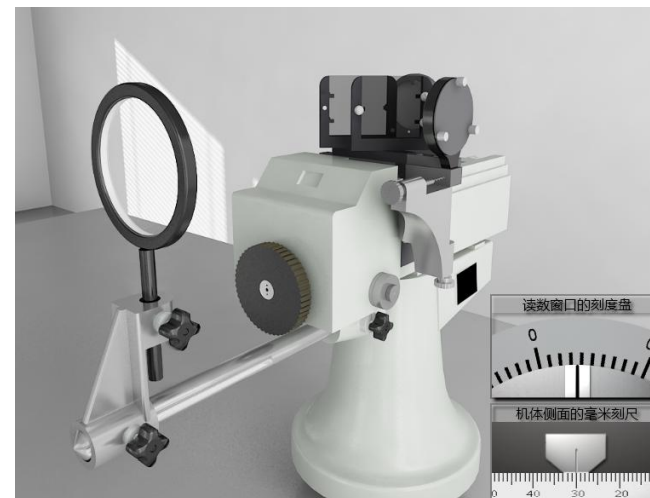
近代物理实验

	教学内容	平台及教学方式
绪论	误差分析理论+课程体系介绍+考核办法, 4学时	“课堂派”直播+在线互动
仿真实验	1. 塞曼效应, 4学时 2. 核磁共振, 4学时 3. 弗兰克-赫兹, 4学时 4. 光电效应, 4学时 5. 密里根油滴实验, 4学时 6. 测光速, 4学时 7. 拉曼光谱, 4学时 8. 原子核衰变放射强度测量及物质吸收, 4学时 9. γ 能谱测定与吸收, 4学时 10. 卢瑟福散射, 4学时	“课堂派”直播+在线虚拟仿真实验系统+国家虚拟仿真实验共享平台
实验总结	分组答辩	QQ直播

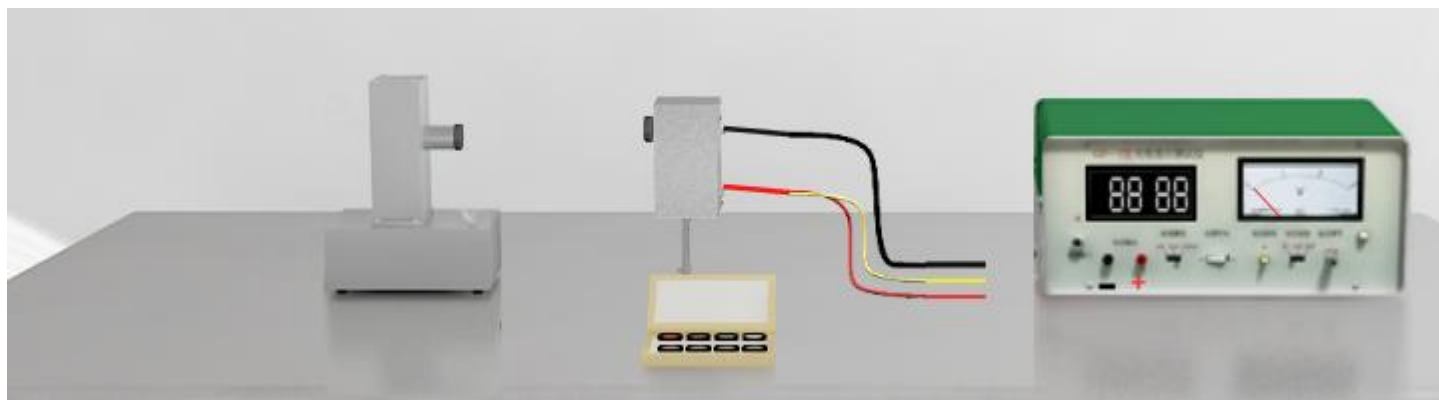
3、虚拟仿真实验



油滴实验



迈克尔逊



光电
效应

3、虚拟仿真实验

国际级虚拟仿真实验项目

原子核衰变放射强度测量及物质吸收虚拟仿真实验

(<http://www.ilab-x.com/details/v5?id=3482&isView=true>)

目前共享服务使用人数已超过4000

实验空间
LAB-X.com
国家虚拟仿真实验教学项目共享平台

首页 实验中心 智能实验室 应用评价 创新联盟 活动专题

2019申报 登录 注册 English

原子核衰变放射强度测量及物质吸收虚拟仿真实验

★★★★★ (5.0) 分

所属专业类: 物理学类 对应专业: 核物理 学校: 重庆大学 负责人: 刘安平 试用账号: S001-S020
试用密码: 123

原子核衰变放射强度测量及物质吸收虚拟仿真实验, 依托重庆大学核物理实验教学平台, 采用3D仿真、动画、数学建模、组件开发等技术重构核物理实验环境, 彻底解除教学中的核辐射安全隐患。实验项目将当前核物理及粒子物理实验中新的测量方法和手段融入实验中, 通过两个经典实验内容设计, 向学生全面展示原子核衰变的规律及辐射射线与物质相互作用的特点, 帮助理解核性质、核参数、核辐射防护、核技术应用及其材料等专业知识。

我要做实验 收藏 点赞 (336)

项目简介视频 项目引导视频



项目团队 项目描述 网络要求 技术架构 项目特色 服务计划 知识产权 附件材料 承诺意见

实验教学项目负责人情况

姓名	刘安平	性别	男	出生年月	1979-03-01
----	-----	----	---	------	------------

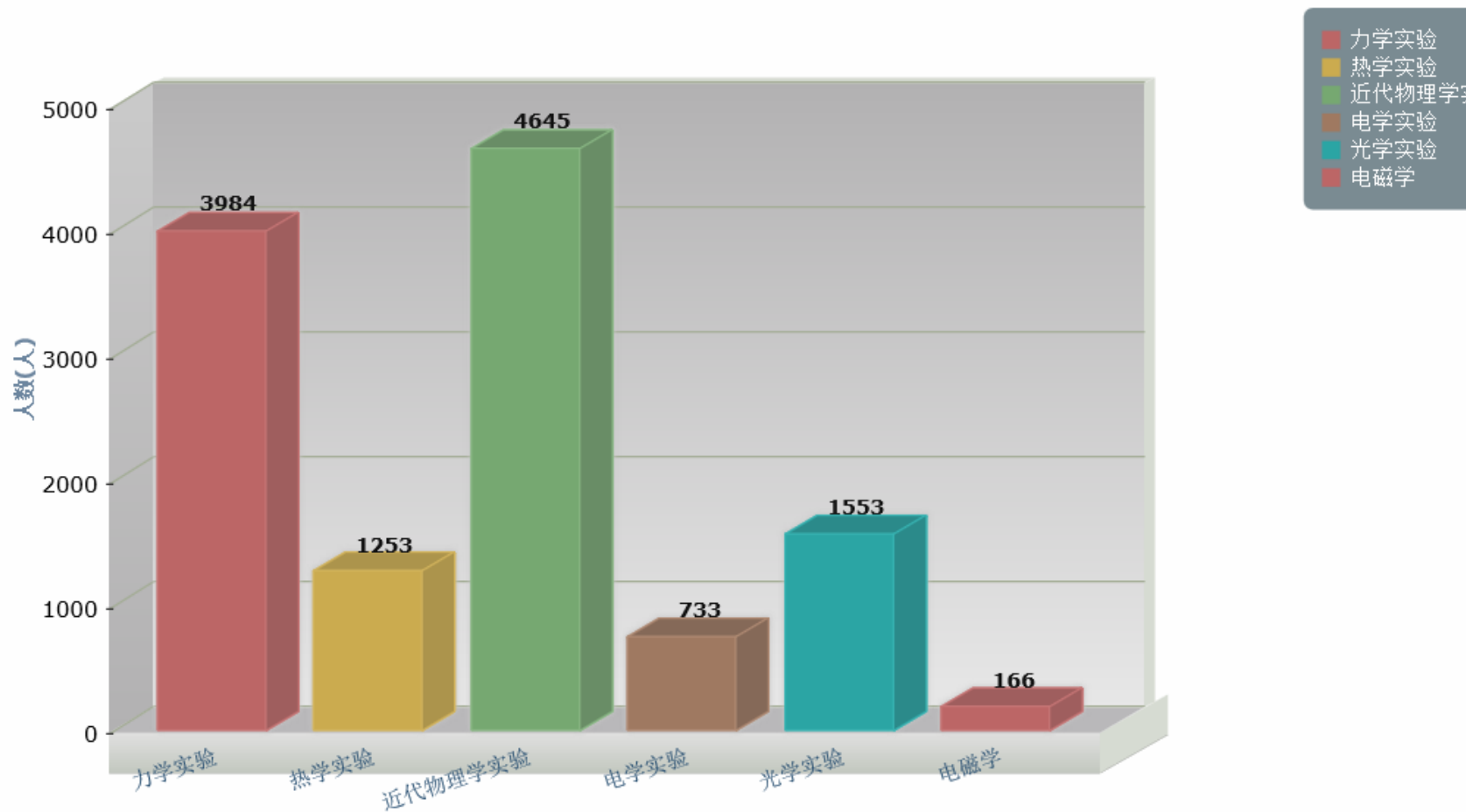
共享应用

实验浏览量 4031

做实验人数 704

3、虚拟仿真实验

实验分类使用人次统计图表



4、考核要求

实验场地变了，方式变了，**目标不变！要求不变！**

实验环节	考核建议	分值比例
考勤+预习	● 尽量用可以考勤和记录学生预习状态的平台，保留考勤和预习记录。 ● 必须在实验报告中增加预习问题（主要针对实验原理、背景、实验方案设计提问）。	20%
实验操作	● 虚拟仿真实验的操作成绩在系统中体现，系统评分仅为参考。 ● <u>宅家实验</u>通过照片、视频和数据体现。照片视频至少包含： ➢ 用到的所有实验器材图（最好汇集成一张） ➢ 实验搭建好以后全貌图 ➢ 实验结果相关的重要图像视频（如衍射结果、几秒钟的单摆摆动计时短视频）。 ● 图片附在实验报告中。	30%
实验报告	原理 10%、实验仪器 5%、实验步骤 10%、数据记录 5%、数据处理与讨论 20%	50%

4、考核要求

手机屏幕分辨率实验报告



实验示意图



实际实验平台

5. 用游标尺测量手机至投影屏的距离 L ，白尺测量三棱镜顶角顶的水平距离 d ，每个数据测三次；

4. 旋转手机屏幕，测量屏内像素，由上至下，记录数据。

数据记录及数据处理

1. 手机屏幕的长宽 宽 a : 6.90cm 长 b : 12.10

2. 记录像素数据

测屏内像素:

测量次数	1	2	3
$L(\text{cm})$	127.50	104.00	85.50
$d(\text{cm})$	2.05	5.60	5.40

测屏外像素:

测量次数	1	2	3
$L(\text{cm})$	97.00	91.00	127.50
$d(\text{cm})$	5.10	5.70	2.00

3. 数据处理

测光源波长 λ 取 650.5nm，用公式

$$\sin \beta = \pm K \lambda$$

取一级衍射 $K=1$, $\sin \beta \approx \tan \beta = \frac{L}{d}$, $d = \frac{L}{\sin \beta}$

单摆实验报告



由原始数据记录表，各直接测量量结果如下：

被测量量	平均值	$U_A \approx S$	$U_B \approx \Delta_{\text{仪}}$	$U = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$
l' (cm)	68.50	0.126	0.1	0.160
d (cm)	1.967	0.001	0.002	0.002
t (s)	33.80	0.034	0.01	0.035

其中:

$$S = \sqrt{\frac{1}{6-1} \sum_{i=1}^6 (x_i - \bar{x})^2}$$

故:

$$\bar{l} = \bar{l}' + \frac{1}{2} \bar{d} = 68.50 + 1.967 = 70.467(\text{cm})$$

$$\bar{g} = 4\pi^2 \frac{n^2 \bar{l}}{T^2} = 9.74(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$$

摆长不确定度:

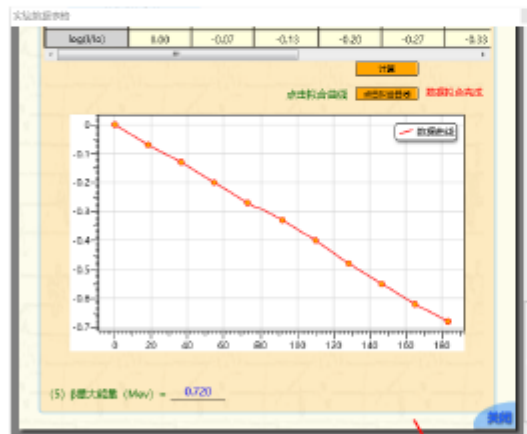
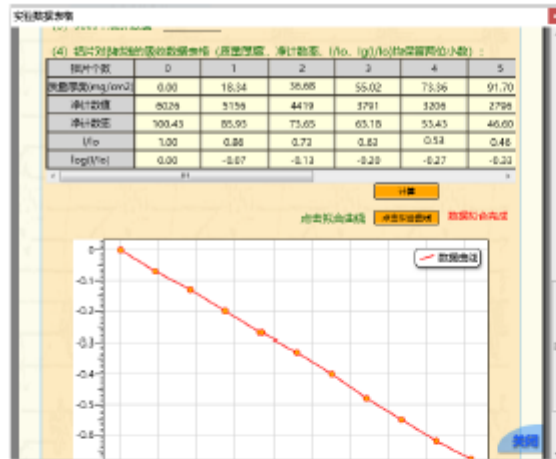
$$U_l = \sqrt{U^2(l') + \frac{1}{4} U^2(d)} = 0.160(\text{cm})$$

摆长相对不确定度:

$$U_r(l) = \frac{U_l}{\bar{l}} \times 100\% = 0.23\%$$

4、考核要求

原子核衰变放射强度测量及物质吸收虚拟仿真实验报告



β 射线最大能量: $E_{\text{实验}} = 0.720 \text{ MeV}$, $E_{\text{理}} = 0.6065 \text{ MeV}$

$$\text{误差 } \Delta = \frac{|E_{\text{实验}} - E_{\text{理}}|}{E_{\text{理}}} \times 100\% = \frac{|0.72 - 0.6065|}{0.6065} \times 100\% = 18.7\%$$

思考题

— 分析?

5、一点思考

- 物理实验的初心

- 培养基本科学实验技能；
- 提高科学素养，培养学生理论联系实际和实事求是的科学作风，认真严谨的科学态度，积极主动的探索精神。

- 自主实验大有潜力

计划在实验教学大纲里增加自主实验内容

敬请批评指正！