

洛阳师范学院购货合同

(洛阳师范学院物理虚拟仿真实验室建设项目)

甲方：洛阳师范学院

合同编号：豫财磋商采购-2024-1176

乙方：河南博奥贸易有限公司

签约地址：洛阳师范学院

甲、乙双方根据 2024 年 11 月 04 日项目编号为 豫财磋商采购-2024-1176 的洛阳师范学院物理虚拟仿真实验室建设项目的磋商文件和响应文件，并经协商一致，在平等互利的基础上，就 洛阳师范学院物理虚拟仿真实验室建设项目达成以下条款：

一、声明

磋商文件及响应文件作为合同签订的基础，是构成本合同的主要组成部分，并与本合同一起阅读和解释。

二、合同总价及设备清单

合同总金额：叁佰壹拾贰万捌仟贰佰元整（大写）（¥：（小写）3128200.00元）。

清单见附件 1：“洛阳师范学院物理虚拟仿真实验室建设项目设备清单”、规格见附件 2：“洛阳师范学院物理虚拟仿真实验室建设项目设备技术规格表”。

三、设备质量要求及对质量负责的条件和期限

1. 乙方必须按合同提供原厂全新设备（包括零部件），并符合国家以及该产品的出厂标准（以合格证为准），并负责可能的缺陷弥补。乙方提供的产品与合同要求的品牌、型号、规格、产地必须一致，交货时出具原产地证明及合格出厂证明（合格证）。

2. 乙方在产品交付期限内，承担所提供的货物因自身质量原因产生的责任。

四、交货安装时间、地点、方式

乙方在合同签订后 30 日历天内交付验收使用，交货安装地点为甲方指定地点。

五、运输

乙方负责将货物直接运至甲方指定地点，所发生的费用全部由乙方负担。

六、技术资料及技术服务

乙方在交货时提供全套附带资料，并向甲方提供技术服务。

七、验收

1. 货物到达指定地点后，甲方根据合同要求，确认货物产地、规格、型号和数量等。安装调试后，乙方先自检，调试运行稳定后向甲方提出验收申请。

2. 甲方接到验收申请后组织专家进行验收并依据专家组意见出具验收结论，如有所需

相关费用由乙方承担。

八、售后服务

详细内容见附件3“售后服务承诺书”。

九、结算方式

项目验收合格后，甲方向乙方支付至合同价款的100%。

十、履约保证金

1. 合同签署后10日内，乙方以对公转账形式向甲方缴纳合同金额的3%作为履约保证金。供应商以对公转账方式向采购人缴纳磋商文件中所规定的履约保证金，在项目验收合格并正常运行1年后如无质量问题，采购人将履约保证金无息退还给中标人。

2. 若乙方未能按照合同规定履约，甲方有权扣除乙方履约保证金。

十一、法律责任

1. 乙方所交的货物品种、品牌、型号、规格、质量等，若不符合本合同文件的规定，甲方有权拒收，乙方应在本合同规定的交货期内负责更换并承担因更换而支付的费用。因更换而造成的逾期交货，则按逾期交货处理。

2. 除受不可抗力事件(诸如战争、严重火灾、洪水、台风、地震等)的影响外，如果乙方没有按照合同规定的时间交货和提供服务，甲方可从合同价中扣除误期赔偿费。每延误一周的赔偿费按迟交货物交货价或未提供的服务费用的百分之零点五(0.5%)计收，直至交货或提供服务为止。误期赔偿费的最高限额为合同价格的百分之五(5%)。一旦达到误期赔偿最高限额，甲方有权终止合同，并追回已拨付至乙方的合同经费。

3. 甲方无正当理由拒收设备，每延误一周应向乙方支付无正当理由拒收设备金额百分之零点五(0.5%)的违约金，违约金的最高限额为合同价格的百分之五(5%)。一旦达到违约金最高限额，乙方有权终止合同。

4. 甲方在本合同规定的付款期内不能付款，每延误一周甲方应向乙方支付货物交货价百分之零点五(0.5%)的违约金，违约金的最高限额为合同价格的百分之五(5%)。一旦达到违约金最高限额，乙方有权终止合同。

5. 因乙方原因造成逾期付款，甲方不承担责任。

6. 施工过程中一切安全责任由乙方负责。

7. 因设备质量问题发生的争议，由河南省技术监督局或其指定的有技术鉴定能力的单位进行质量鉴定。

十二、合同生效

本合同经双方法定代表人或委托代理人签字盖章后生效。本合同壹式陆份，甲方叁份、乙方贰份、河南省教育招标服务有限公司壹份。

十三、其他

1. 未尽事宜，由双方协商解决，签订补充协议，与本合同同样具有法律效力。

2. 本合同执行期间，如果发生纠纷，双方协商解决。如协商不成，双方可到合同签订地人民法院诉讼解决。

甲方：洛阳师范学院

地址：洛阳市伊滨区吉庆路6号

甲方委托代理人：

乙方：河南博奥贸易有限公司

地址：郑州市金水区东明路187号B座第4层401、402、403、404、405

乙方委托代理人：

开户行：郑州银行兴华街支行

汇款全称：河南博奥贸易有限公司

帐号：9991 5600 0250 0033 52

电话：0379-68618249

电话：15938741558

签约时间：2024年11月15日

附件 1: 洛阳师范学院物理虚拟仿真实验室建设项目设备清单

序号	设备名称	品牌型号	单位	数量	单价	小计	制造厂商
1	实验室门户网站 (定制)	合肥明径达 V1.0	套	1	30500	30500	合肥明径达科技有限公司
2	基于组件的物理学虚拟仿真实验软件 (定制)	科大奥锐 V4.0	套	1	658200	658200	安徽省科大奥锐科技有限公司
3	核物理及原子物理虚拟仿真系统	科大奥锐 V1.0	套	1	251500	251500	安徽省科大奥锐科技有限公司
4	大型仪器类虚拟仿真实验系统	科大奥锐 V1.0	套	1	217600	217600	安徽省科大奥锐科技有限公司
5	大学物理实验预习自动评判系统	合肥明径达 V1.0	套	1	98200	98200	合肥明径达科技有限公司
6	中学物理虚拟仿真实验软件	科大奥锐 V1.0	套	1	140900	140900	安徽省科大奥锐科技有限公司
7	大学物理实验考试与自动评判系统	合肥明径达 V1.0	套	1	112000	112000	合肥明径达科技有限公司
8	基础信息及虚拟仿真实验资源管理平台	合肥明径达 V1.0	套	1	152100	152100	合肥明径达科技有限公司
9	实验报告自动评判系统及定制自动评判模板	合肥明径达 V1.0	套	1	82600	82600	合肥明径达科技有限公司
10	实验室特色实验项目的仿真资源 (定制开发)	合肥明径达 定制	项	8	92300	738400	合肥明径达科技有限公司
11	实验室高效服务器	联想 ThinkSystem SR650	台	1	65500	65500	联想 (北京) 信息技术有限公司
12	综合布线系统和中控、音响、投影系统	/	项	1	/	/	/

12.1	综合布线系统	定制	套	1	20000	20000	河南博奥贸易有限公司
12.2	中控	佳音捷 HK-230A	套	1	3200	3200	广州声曼电子有限公司
12.3	音响	佳音捷 JY-260	套	1	1500	1500	广州声曼电子有限公司
12.4	投影系统	NECNP-CR3100H	套	1	6800	6800	夏普恩益禧视频科技(中国)有限公司
13	数据终端	联想扬天 M400-4 5IRB	套	70	5000	350000	联想(北京)信息技术有限公司
14	翻转电脑桌椅	定制	套	70	1200	84000	河南博奥贸易有限公司
15	设计性电工电子虚拟仿真实验平台	科大奥锐 V1.0	套	1	135000	135000	安徽省科大奥锐科技有限公司

附件 2: 洛阳师范学院物理虚拟仿真实验室建设项目设备技术规格表

序号	设备或配置名称	品牌型号	规格参数	生产厂家
1	实验室门户网站(定制)	合肥明径达;V1.0	<p>1、量身设计网站,以精彩美观的网页展现实验中心的教学特色、可根据实验中心的需要随时更换网站内容,多达8种以上网页风格可供选择、网站易于更新,易于扩展,便于管理。</p> <p>2、可与虚拟仿真平台及教学管理系统、仿真实验、物理实验考试及自动判卷系统、无缝结合,形成实验教学信息化管理平台、实验中心网站提供强大的安全机制,保证网站数据安全、网站参数可配置(上传文件类型,大小限制,水印等)</p>	合肥明径达科技有限公司
2	基于组件的大物理学物理仿真软件(定制)	科大奥锐;V4.0	<p>1、采用真实3D建模,提供模式实际3D实验操作环境,用户可自由操作仪器、观察现象、完成实验。</p> <p>2、提供实验原理和背景介绍:介绍该实验由来以及在物理学理论发展及研究中的作用、在国民经济和日常生活中的应用,培养学生创新思想,激发学习热情,符合课程思政建设需要。</p> <p>3、提供实验仪器三维展示图和功能说明,将实验原理、仪器工作原理等采用动画等方式直观讲解。</p> <p>4、将实验内容划分成不同步骤,用户选择某个特定步骤后,支持直接从当前步骤开始实验。支持某个步骤反复练习。</p> <p>5、从实验原理、仪器功能出发,建立相应的数学、物理模型,根据实验操作实时计算实验现象,不同实验操作得到不同的实验结果,正确操作观察到正确的现象,错误操作得到合理的错误现象和结果,真实性强。</p> <p>6、实验灵活度高。学生虚拟环境中自行设计实验方案、自主操作仪器完成实验,不同的实验操作得到与实际相符的不同实验现象,实验路径不唯一。</p> <p>7、实验操作提供智能视角功能。</p> <p>(1)突出了实验操作,实现智能化最佳视角自动调整,使仿真实验更加易用。</p> <p>(2)提供可调视角的观察窗,学生可通过调整观察角度在观察窗内观察实验各部位的现象。</p> <p>8、融入专家教学经验,提供智能指导功能,可对学生提问给出智能回答。</p> <p>9、系统功能为满足不同性能机器的运行需要,可设置实验室环境、画质、音效、画面亮度等。</p> <p>(1)支持实验操作过程自动评判,并提供数据接口与配套教学系统对接,考核包含操作考核及数据考核。</p> <p>10、支持实验操作过程自动评判,并提供数据接口与虚拟仿真资源管理平台无缝对接,考核包含操作考核及数据考核。</p> <p>11、为保证软件的质量,在响应文件中提供有生产厂家的产品技术证明文件。</p> <p>12、软件包含的实验项目包含如下:</p>	安徽省科大奥锐科技有限公司

- (1) 力学实验项目 12 项;
- (2) 电磁学实验项目 13 项;
- (3) 光学实验项目各 13 项;
- (4) 热学实验项目 5 项;
- (5) 近代物理实验项目 9 项;

13、为保障软件的实验项目能满足以上实验项目, 提供有该软件所含虚拟仿真实验项目的软件界面截图。

力学实验项目:

1、用单摆测量重力加速度仿真实验

实验仪器: 单摆仪, 秒表, 游标卡尺, 卷尺。

实验内容

- (1) 使用游标卡尺, 测量 5 次单摆摆球的直径, 记录数据。
- (2) 在单摆上调节摆线长度, 读出摆线长度。根据测量的摆球直径计算出摆长。
- (3) 根据“不确定度均分原理”, 要使最大不确定度小于 1%, 设计需要测量的最低周期数。
- (4) 用手拖动摆球, 拖动角度小于 5 度之后松开, 使用秒表测量周期, 计算重力加速度。
- (5) 计算重力加速度和重力加速度测量结果的标准差。

3. 功能说明

- (1) 实验中摆球直径以及重力加速度随机生成, 不同操作时可观察到与实际相符的实验现象。
- (2) 建立了小摆角摆动系统的物理模型, 根据相关物理公式带入参数得到对应现象, 确保了实验的准确性, 可支持摆角小于 5° 时的相应实验现象。实验中, 对于摆角角度小于 5° 时, 摆球的受力状态分析的实验原理采用了动画的表现形式, 直观展示了摆球在小角度时测量重力加速度的实验方法。

2、利用波尔共振仪研究受迫振动仿真实验

虚拟实验仪器:

波尔共振仪、电气控制箱。

实验内容:

- (1) 波尔共振仪摆轮固有频率、空气阻尼系数、电磁阻尼系数随机生成, 保证每个学生数据独一无二, 避免学生数据雷同。
- (2) 模拟了阻尼系数变化时, 摆轮幅度衰减快慢相应变化; 模拟了受迫力周期变化时, 摆轮稳定时最大振幅相应变化。
- (3) 建立了阻尼振动、受迫振动模型, 实时计算摆轮振幅大小, 体现阻尼振动和受迫振动过程。
- (4) 实验原理对阻尼振动和受迫振动两种过程下角位移与角速度和角加速度实时变化关系直观展示; 展示了对光电门与短凹槽、长凹槽配合进行振幅测量及周期测量工作原理。

3、扭摆法测量物体的转动惯量仿真实验

实验仪器：塑料圆柱体、金属空心圆柱、塑料实心球、金属细杆、滑块、转动惯量周期测量仪、直尺、游标卡尺（长爪游标卡尺和短爪游标卡尺）、托盘、电子天平、扭摆测量转动惯量实验仪。

实验内容

- (1) 测定仪器常数：测量塑料圆柱体的直径，金属空心圆柱的内、外径，塑料实心球的直径，金属细杆长度，金属细杆长度、滑块内、外径和高度。
- (2) 用扭摆法测定几种规则形状物体（塑料圆柱体、金属空心圆柱、塑料实心球、金属细杆）的转动惯量，并与理论值进行比较，考查所用实验装置的可靠性和准确性。

(3) 验证转动惯量平行轴定理：测量滑块高度、内外径大小，将滑块对称放置在金属细杆上，用扭摆法测出转动惯量，并通过公式计算出理论的转动惯量大小，进行比较，验证转动惯量平行轴定理。

3. 功能说明

(1) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模，模拟真实的操作，观察到与实际相符的实验现象，在扭摆摆动过程中带入空气阻尼，摆动效果更符合现实。

(2) 实验操作真实性强，扭摆仪底座初始水平度、塑料圆柱体直径、金属圆筒内外径、金属细杆长度、圆柱体内外径和高度、扭摆仪弹簧弹性系数随机生成，保证每个学生数据独一无二，避免学生数据雷同。建立了扭摆系统运动的物理模型，根据相关物理公式带入参数得到物体放置在扭摆上转动的实验现象。

实验原理中，以动画的形式展示了扭转常数一定的情况下，通过物体形状大小的改变来展示不同物体的转动惯量。直观的描述了扭摆测量物体转动惯量的验证方法。

4、气垫导轨上的直线运动仿真实验

实验仪器：气垫导轨，气泵，计时计数测速仪，滑块，垫块。

实验内容

- (1) 打开气泵开关。
- (2) 打开计时计数测速仪开关。
- (3) 静态调节法：将滑块放在导轨上，调节螺丝的升降，若滑块在导轨上任何位置都能保持静止不动，或在一个位置左右微动，则说明基本调平。
- (4) 动态调节法：将滑块放到气垫导轨上的最右端起点位置，使滑块获得初速度逐个通过光电门。完成后查看滑块通过两个光电门的时间分别为 t_1 和 t_2 ，点击计时计数测速仪上的取数按钮，若时间差在 0.05ms 以内则说明已经气垫导轨已经调平。
- (5) 调整水平后，记录好光电门 G1 和 G2 的刻度位置，得出 G1、G2 间的距离 S。
- (6) 将垫块垫在已经调平的气垫导轨的单脚螺丝下方。
- (7) 将滑块放到气垫导轨上的顶端位置，由静止释放后滑块开始从该点沿斜面加速下滑。

(8) 点击计时计数测速仪上的取数按钮，读取滑块经过光电门 G1 的时间 T1 和滑块经过光电门 G2 的时间 T2，将结果记录进实验数据表格中。

(9) 点击计时计数测速仪上的复位按钮，将当前记录的数据清零。

(10) 重复测量步骤共三次，读取数据并进行数据的处理。

(11) 根据实验测得的数据理解物体瞬时速度的概念和加速度的概念。

功能说明

(1) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模，模拟真实的操作，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性，可模拟滑块在斜面上进行加速运动时的相应实验现象。

(2) 建立了物体直线运动的物理模型，根据相关物理公式带入参数得到对应现象。模拟了气泵打开时，气垫导轨喷气滑块悬浮在导轨上的实验现象。

(3) 实验中，对于动态法和静态法调节导轨水平的实验方法，以及如何计算加速度的实验原理采用了动画的表现形式，直观展示出调节导轨水平的方法和滑块的加速度的测量手段。

5、声速的测量仿真实验

实验仪器：函数信号发生器、数字示波器、声速测定仪。

实验内容

(1) 连线：将信号发生器的 CH1 输出接口与声速测定仪的换能器 S1 连接，将声速测定仪的换能器 S2 与示波器的 CH1 端口连接。

(2) 点击超声声速测定仪的调节手轮，将发射换能器调至最左端。

(3) 打开信号发生器，调节信号发生器的 CH1 输出信号为正弦信号，频率为 35KH，振幅为 2V。

(4) 打开示波器，调节示波器，将信号发生器输出的信号在显示屏上清晰地显示出来，并将正弦图像调节到合适的大小和位置。

(5) 缓慢改变信号发生器的输出信号的频率，同时观察示波器显示屏上正弦图像的变化，当正弦图像的振幅最大时，停止调节，并记下此时信号发生器的输出频率。

(6) 调节手轮，慢慢向右移动声速测定仪上换能器 S2 的位置，同时观察示波器显示屏上正弦图像的变化，当正弦图像的振幅最大时，记下此时发射换能器在声速测定仪导轨上的位置，分别向左和向右移动发射换能器，重复记录多组数据。

(7) 连线：将信号发生器的 CH1 的另一路输出端口与示波器的 CH2 输入端口连接。

(8) 调节示波器，将输出示波器 CH2 端口的正弦信号图像调节到合适的大小和位置。

(9) 将示波器的显示模式调节为 X-Y 进行显示。

(10) 调节手轮，慢慢向右移动声速测定仪上换能器 S2 的位置，同时观察示波器显示屏上李萨如图像的变化，当李萨如图像变为一条倾斜的“线段”时，记下此时换能器 S2 在声速测定仪导轨上的位置，分别向左和向右移动换能器 S2，重复记录多组数据。

功能说明

- (1) 实验中换能器的谐振频率是一个随机值，每次实验确定一个值，学生每次做实验时，谐振频率都不相同，保证每个学生数据独一无二，避免学生数据雷同。
- (2) 数字示波器可以模拟出真实的信号图像进行显示，且换能器移动时，正弦图像和李萨如图形可以按照物理规律连续变化的实验现象。

- (3) 实验中开发了声波信号随距离的增加而产生衰减的功能和输出频率与谐振频率的偏差而产生衰减的功能。
- (4) 实验中，对于驻波法和相位法的实验原理以动画的形式，直观的表现了两种实验方法测量声波波长的实验原理。

6、弦线上驻波仿真实验

实验仪器：弦线上驻波实验仪、实验平台、砝码、砝码盘、弦线。

实验内容

- (1) 调节频率大小至一个合适的数值。
- (2) 选择合适的砝码放到砝码盘中。
- (3) 移动可动滑轮至出现稳定且振幅较大的驻波，点击可动滑轮上的微调按钮直至找到振幅最大的状态。
- (4) 将可动刀口移动某一波节点处。
- (5) 记录砝码及砝码盘质量、可动滑轮与可动刀口之间的距离、波节个数、频率大小。

功能说明

- (1) 实验中可以改变驻波实验仪的输出频率、弦线的张力、支架的位置等参数，当这些参数变化时，弦线上的驻波形态也会变化。
- (2) 每次开始实验时弦线的线密度是一个随机值，使得学生每次在做实验时，所测出的线密度都不一样，避免学生答案雷同。
- (3) 实验中模拟了真实驻波的形态，并进行了一定程度的优化，使其更加方便观察。

实验中以动画的形式，直观展示了驻波的形成和产生的实验原理，以及应用驻波法测量金属弦线密度的实验方法。

7、用拉伸法测量金属杨氏模量仿真实验

实验仪器：杨氏模量测定仪、数字拉力计、望远镜、千分尺、游标卡尺、钢卷尺。

实验内容

- (1) 实验架的调节：
- 1) 打开数字拉力计开关，预热 10 min。
 - 2) 旋转施力螺母，给钢丝施加一定的预拉力 m_0 (2.0 kg 左右)，将钢丝原本可能存在弯折的地方拉直。
- (2) 望远镜的调节：
- 1) 调节目镜视度调节手轮，使望远镜视场中的十字分划线清晰可见。
 - 2) 调节物镜调焦手轮，使视野中标尺的像清晰可见。
 - 3) 调节高度调节螺钉和支架螺钉，使十字分划线横线与标尺刻度线平行。

(3) 实验测量:

- 1) 用钢卷尺测量钢丝原长 L , 计入数据表格中。
- 2) 用钢卷尺测量平面镜转轴到标尺的垂直距离 H , 计入数据表格中。
- 3) 用游标卡尺测量光杠杆杆常数, 计入数据表格中。
- 4) 用千分尺测量钢丝的直径 d , 在不同位置测量 6 次, 计入数据表格中。
- 5) 记录初始状态与十字分划线横线对齐的刻度值 x_0 和钢丝所受拉力 m_0 , 记录在数据表格中。
- 6) 旋转施力螺母, 在钢丝所受拉力 m_0 的基础上等间距 (0.5kg) 的增加, 测量 10 组数据, 记录每个拉力 m_i 以及对应的标尺刻度 x_i 于数据表格中; 测量完成后, 反向旋转施力螺母, 逐渐减小钢丝受到的拉力, 测出与加力过程对应的拉力值下的标尺刻度并填入数据表格中。

(4) 整理实验仪器, 结束实验:

旋松施力螺母, 使钢丝处于不受力的状态, 关闭数字拉力计, 结束实验。

功能说明

(1) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模, 模拟真实的操作。杨氏模量的值在一定范围内随机生成, 旋转施力螺母对钢丝施加 (减) 力, 调节望远镜的目镜调节旋钮, 调焦旋钮等, 可看到实时变化的物理实验现象。实验中考虑弹性滞后问题, 加力、减力过程对应数据变化有区别。实验中, 对光杠杆测量微小长度变化量的实验原理采用了动画的表现形式, 直观展示了静态拉伸法测量钢丝的弹性模量的实验原理。

8、质量和密度的测量仿真实验

实验仪器: 物理天平、砝码盒、比重瓶、恒温水浴锅、镊子、烧杯、细丝、吸水纸、空心圆柱体、锌粒。

实验内容

(1) 流体静力称量法测量空心圆柱体密度:

- 1) 调节物理天平下的两个水平调节旋钮, 使水平气泡居中。
 - 2) 将游码调至零刻度线位置, 调节两侧的平衡螺丝使天平处于平衡状态。
 - 3) 将空心圆柱体放到天平的称量盘上进行称量, 记录称量结果为 m 。
 - 4) 将盛放蒸馏水的烧杯移至测量支架上, 将空心圆柱体连接上金属丝后挂上天平挂钩进行称量, 记录称量结果为 m_1 。
 - 5) 利用公式 算出空心圆柱体的密度, ρ_0 为蒸馏水的密度, 可通过温度查表得出。
- (2) 比重瓶法测量锌粒的密度:

- 1) 打开恒温水浴锅电源开关, 设置温度为 16.5°C , 将比重瓶放入水浴锅内静置 20 分钟后取出比重瓶, 再用吸水纸将比重瓶瓶身上的水擦拭干净。
- 2) 将干燥的、充满空气的比重瓶放入天平秤盘上进行称量, 记录结果为 m_0 。

- 3) 取下比重瓶盖，用镊子将锌粒放入比重瓶中达到比重瓶容积的三分之一到二分之一左右时，盖上瓶盖，再将比重瓶放入天平上进行称量，记录结果为 m_1 。
- 4) 取下比重瓶盖，将烧杯内的蒸馏水缓缓加入比重瓶中至满状态时，盖上瓶盖将多余的水溢出，打开恒温水浴锅电源开关，设置温度为 16.5°C ，将比重瓶放入水浴锅内静置 20 分钟后取出比重瓶，再用吸水纸将比重瓶身上的水擦拭干净，然后将比重瓶放入天平上进行称量，记录结果为 m_2 。
- 5) 取下比重瓶盖，将比重瓶内的蒸馏水和锌粒倒出，再加满蒸馏水后再倒出，反复几次，再往比重瓶内缓缓倒入蒸馏水至满状态，盖上瓶盖至溢出，再将比重瓶放入水浴锅内静置 20 分钟后取出，用吸水纸将比重瓶身上的水擦拭干净，然后放入天平上进行称量，记录结果为 m_3 。
- 6) 利用公式 算出锌粒的密度， ρ_0 为蒸馏水的密度，可通过温度查表得出。

功能说明

- (1) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模，模拟真实的操作，观察到与实际相符的实验现象。对空心圆柱体和比重瓶进行称衡时，在不同的状态下，称衡的结果不尽相同。
- (2) 对空心圆柱体和比重瓶进行称衡，在空心圆柱体和比重瓶处于不同的状态时，称衡的数值结果都符合真实实验的数据。实验中模拟了液体的倾倒效果，以及擦拭比重瓶的实验现象。
- (3) 实验中，空心圆柱体的密度和锌粒的密度是两个随机值，学生每次做实验时，测量出的密度都不相同。
- (4) 实验原理中以动画的形式，直观的展示了流体静力称衡法和比重瓶法测量空心圆柱体和锌粒的密度。

9、拉脱法测液体表面张力系数仿真实验

实验仪器：液体表面张力系数测定仪、砝码和砝码盘、镊子、金属圆环、玻璃皿、游标卡尺、温度计

按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模，模拟真实的操作，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性。建立了液体表面张力模型，可根据数字电压表是否打开，金属圆环在液体表面测定仪上的位置，玻璃皿高度，水温等参数观察到合理的实验现象。

考虑到力敏传感器灵敏度对于实验数据的影响，真实模拟了对应的实验现象。

实验中模拟了液体表面张力现象。

在操作考核中考察了学生对于液体表面张力测定仪的使用方法和操作，以及对于力敏传感器灵敏度、水温、圆环内外径的测量，利用拉脱法测量拉脱前后的电压值等。

实验中，对于液体表面张力的形成以动画的形式展示出来，也使学生明白力敏传感器的原理。通过动画生动的描述了拉力大小与电压值之间的关系

10、三线摆测量刚体的转动惯量仿真实验

实验仪器：通用计时器、三线摆测转动惯量实验仪、游标卡尺、待测金属圆环、圆柱体、直尺。

实验内容

(1) 测定仪器常数 H 、 R 、 r ：
恰当选择测量仪器和用具，减小测量不确定度。自拟实验步骤，确保三线摆上、下圆盘的水平，是仪器达到最佳测量状态。
(2) 测量下圆盘的转动惯量：线摆上方的小圆盘，使其绕自身转动一个角度，借助线的张力使下圆盘作扭摆运动，而避免产生左右晃动。自己拟定测量下圆盘转动惯量的方法。

(3) 测量圆环的转动惯量：盘上放上待测圆环，注意使圆环的质心恰好在转动轴上，测量圆环的质量和内、外直径。利用公式求出圆环的转动惯量。

(4) 验证平行轴定理：将质量和形状尺寸相同的两金属圆柱体对称地放在下圆盘上。测量圆柱体质心到中心转轴的距离。计算圆柱体的转动惯量。

功能特色

(1) 三线摆测转动惯量实验仪的上下盘悬线间距、圆环内外径、圆柱体直径以及上下圆盘的质量为随机生成，保证每个学生数据独一无二，避免学生数据雷同。

(2) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模，模拟真实的操作，观察到与实际相符的实验现象，在三线摆摆动过程中带入空气阻尼，摆动效果更符合实际情况。

(3) 建立了三线摆系统运动的物理模型，根据相关物理公式带入参数得到物体放置在三线摆上转动的实验现象。
实验中，对于三线摆实验仪器结构以及平行轴定理的实验原理采用了动画的表现形式，直观展示出三线摆测量刚体的转动惯量的实验方法。

11、大摆角时单摆周期的研究仿真实验

实验仪器：单摆仪，游标卡尺，卷尺，通用计时器，光电门。

实验内容

使用游标卡尺，测量 5 次单摆摆球的直径，记录数据。

在单摆上调节摆线长度，读出摆线长度。根据测量的摆球直径计算出摆长

打开通用计时器电源开关，通用计时器设置测量周期数 $N=10$ 。

用手拖动摆球，拖动角度 $5^\circ \sim 50^\circ$ ，之后松开。

点击通用计时器“执行”按钮，使用通用计时器测量不同摆角下的周期，完成表格。

功能说明

实验中摆球直径以及重力加速度随机生成，不同操作时可观察到与实际相符的实验现象。

建立了大摆角摆动系统的物理模型，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性，可支持摆角大于 5° 时的相应实验现象。

实验中，对于摆角角度大于 5° 时，摆球的受力状态分析的实验原理采用了动画的表现形式，直观展示了摆球在大角度时测量重力加速度的实验方法。

12、用气垫导轨验证碰撞和动量守恒实验

实验仪器：气泵、气垫导轨、滑块、计时计数器、电子天平、尼龙搭扣、弹簧。

实验内容：打开气泵开关。打开计时计数器速度开关。使用电子天平称量两个滑块的质量。

静态调节法：将滑块放在导轨上，调节螺丝的升降，若滑块在导轨上任何位置都能保持静止不动，或在一个位置左右微动，则说明基本调平。

动态调节法：将滑块放到气垫导轨上的最右端起点位置，使滑块获得初速度逐个通过光电门。完成后查看滑块通过两个光电门的时间分别为 t_1 和 t_2 ，点击计时计数器速度上的取数按钮，若时间差在 0.05ms 以内则说明已经气垫导轨已经调平。

完全弹性碰撞：将两个滑块分别置于气垫导轨的两端，并压缩两端弹簧，释放滑块，完成完全弹性碰撞实验。点击计时计数器速度上的取数按钮，记录数据。

完全非弹性碰撞：切换弹簧和尼龙搭扣的位置，发生碰撞时使两滑块黏在一起向同侧运动。将一滑块置于气垫导轨的中间位置，一滑块置于气垫导轨的一端，释放滑块，完成完全非弹性碰撞，点击计时计数器速度上的取数按钮，记录数据。

点击计时计数器速度上的复位按钮，将当前记录的数据清零。

重复测量步骤共三次，读取数据并进行数据的处理。

根据实验测得的数据验证动量守恒。

功能说明：实验中滑块质量为随机生成，保证每个学生数据独一无二，避免学生数据雷同，操作步骤考核导轨的水平调节。实验中设定两种碰撞方式来探究验证动量守恒；建立了物体碰撞的物理模型，根据相关物理公式带入参数得到相应的碰撞现象。模拟了气泵打开时，气垫导轨喷气滑块悬浮在导轨上的实验现象；实验中，对于动态法和静态法调节导轨水平的实验方法，以及验证动量守恒的两种碰撞方式的实验原理采用了动画的表现形式，直观展示出调节导轨水平的方法和用气垫导轨验证动量守恒的实验方法。

电磁学实验项目：

1、交流电桥仿真实验

实验仪器：交流电桥实验仪

(1) 实验中电容值电感值随机生成，确保实验之间的差异性。

(2) 实验中可以改变电阻 R_a 、 R_b 、 R_n 以及标准元件 C_n 的大小，当这些参数发生改变时，检流计指针偏转角度也会发生变化。

(3) 支持学生自由进行电路连线，系统可根据学生连线情况，实时计算得到准确的电路现象。

实验中对交流电桥平衡时的状态采用了动画的表现方式，直观的展现出了交流电桥平衡所需要的充分条件。又继续通过交流电桥测电感的实际应用，加深了学生对交流电桥原理的认识以及调节平衡的操作方法。

	<p>2、示波器仿真实验</p> <p>实验仪器 SG1005A 数字合成信号发生器，待测信号源，GOS-6051 模拟示波器。</p> <p>内容及功能说明</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 从实验原理、仪器功能出发，建立相应的数学、物理模型，根据实验操作实时计算实验现象，实验路径不唯一，真实性强。示波器的衰减器、放大器、扫描发生器、触发器、示波器管等模块均按照物理原理进行模拟，可以显示任意频率的正弦、三角波、锯齿波、方波信号以及他们之间的组合信号的波形，可以显示以上信号任意两个信号的直接的 XY 模式下的轨迹。可以调节示波器触发电平，现象与实际实验保持一致。 2) 示波器实验的待测信号源频率为随机生成，保证每个学生数据独一无二，避免学生数据雷同。 3) 示波器支持通道幅度校准、时基档校准等，校准不好时，会在测量结果中体现影响的偏差。 4) 示波器提供多通道信号输入，并自由组合形成内触发、外触发等李萨如图形。 5) 使用动画展示阴极射线示波管的显示原理，让学生对水平偏转和垂直偏转有直观的认识； 6) 使用动画展示 XY 模式下的显示过程，让学生对李萨如图像的形成过程有直观的认识； <p>使用动画展示两路信号同步触发的过程，让学生对示波器触发模式和触发电平有直观的认识。</p> <p>3、箱式直流电桥仿真实验</p> <p>实验仪器 待测电阻、直流单臂电桥。</p> <p>实验内容</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 使用内接电源和内接检流计，进行实验电路连线。 (2) 线路连接好以后，检流计调零。 (3) 打开电源开关调节输出电压，选择合适的比例臂，调节比较臂的电阻值，依次按下 BG 按钮观察检流计指针偏转情况，直到检流计指针指向零，则电桥处于平衡状态。 (4) 测量并计算出待测电阻值，微调电路中的电阻箱，测量并根据电桥灵敏度公式：或计算出直流电桥的电桥灵敏度。 (5) 测量并记录数据。 <p>功能说明</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 实验中可以改变单臂电桥箱的电源电压值、比较臂阻值、比例臂阻值等参数，当这些参数改变时，可通过检流计观察出电路中电流的变化。 (2) 实验中待测电阻值随机生成，确保实验之间的差异性。 (3) 实验灵活度高，内部建立物理模型，模拟真实电路，确保了实验的准确性，用户可自主连线，连线结果根据内部算法计算符合
--	--

	<p>实际效果。 实验中对电桥平衡状态及电桥灵敏的探究采用动画的形式直观展示。</p> <p>4、霍尔效应仿真实验 实验仪器 仪器包括：霍尔效应测试仪，霍尔效应组合仪。 实验内容及功能说明 (1) 实验中霍尔片类型、励磁参数、霍尔系数、霍尔片厚度、霍尔片宽度、霍尔片位于磁场中的位置等参数随机生成，保证每个学生数据独一无二，避免学生数据雷同。 (2) 模拟了霍尔测试仪调零的变化，每次开启霍尔测试仪电源，电压显示数都会产生一定的随机值。 (3) 实验灵活度高，建立物理模型，根据仪器原理模拟霍尔效应产生的原理，确保实验的可靠性，根据相关物理公式带入参数得到相应现象，确保实验的准确性，可模拟磁场方向、工作电流方向改变以及霍尔片在磁场中位置变化时，由于霍尔副效应产生电压值的不同。 (4) 励磁线圈可选择是否半透明，学生可以直观观察电压随霍尔片在磁场中位置变化而变化的情况，通过霍尔片位置观察以及电压数值的变化综合判断霍尔片是否位于匀强磁场中。 (5) 实验中通过动画展现霍尔片的类型、磁场方向以及工作电流方向的改变，影响载流子受力情况，从而改变载流子运动的轨迹。仪器原理框图展现仪器原理结构，学生得以深入了解实验原理。</p> <p>5、RLC 电路的暂态过程仿真实验 实验仪器 信号发生器、示波器、电阻箱、电容箱、电感箱。 实验内容及功能说明 (1) 实验中信号发生器及示波器的两路通道可随意使用，符合实际情况。 (2) 实验中改变电阻值、电容值、电感值等参数时，电路波形也会随之发生改变，得到符合实际结果的波形图。 (3) 采用电学算法，支持学生自由进行电路连线，系统可根据学生连线情况，实时计算得到与实际相符的电路情况。 (4) 实验中以动画的形式，直观的展示了 RC 暂态电路、RL 暂态电路的波形图在不同参数下的变化过程。同时展现了 RLC 暂态电路在欠阻尼、临界阻尼、过阻尼三种状态下所应具备的条件以及对应波形图。</p> <p>6、RC、RL 电路的稳态过程仿真实验 仪器包括：信号发生器、示波器、电阻箱、电容箱、电感箱 (1) 采用 1:1 的方式建立 3D 模型，提供模拟实际的实验室环境，用户可自由操作仪器、观察现象、完成实验。 (2) 从实验原理、仪器功能出发，建立相应的数学、物理模型，根据实验操作实时计算实验现象，实验路径不唯一，真实性强。</p>
--	--

(3) 支持实验操作过程自动评判, 并提供数据接口与配套教学系统对接, 考核包含操作考核及数据考核。

(4) 实验中信号发生器及示波器的两路通道可随意使用, 符合实际情况。

(5) 实验中改变信号发生器输出频率、电阻值、电容值、电感值等参数时, 电路波形也会随之发生改变, 得到符合实际结果的波形图。

(6) 采用电学算法, 支持学生自由进行电路连线, 系统可根据学生连线情况, 实时计算得到与实际相符的电路情况。

(7) 实验中对 RC、RL 串联电路中各元件的电压值、电流和电源电压间的相位差与频率之间的关系采用动画的展现形式, 直观的表现了 RC、RL 串联电路的频率特性。

(8) 实验中对 RC 低通滤波电路、RC 高通滤波电路传递函数的模的大小、函数幅角与频率之间的关系采用动画的展现形式, 直观的表现了 RC 低通、高通滤波电路的频率特性。

7、磁聚焦法测电子荷质比仿真实验

实验仪器: 电子束测试仪、示波管

实验支持示波管亮度、聚焦操作, 电子束测试模式切换操作。

实验具有不同阳极电压电子束在示波管上显示的物理模型, 支持模拟不同励磁电流下示波管现象变化。

支持亮度调节, 示波管上显示亮度变化。

实验中励磁调节旋钮初始位置随机生成, 确保实验之间的差异性。

实验原理中使用动画展示磁聚焦法测定电子荷质比仪器结构原理, 不同励磁电流对电子束的影响。

8、电压表、电流表的改装仿真实验

实验仪器: 微安表、多档开关、电阻箱、表笔、待测信号箱

每次实验开始时会随机生成一套实验数据, 保证每个学生的实验数据独一无二, 避免学生数据雷同。

实验中可以改变分流电阻、分压电阻等参数, 当这些参数发生改变时, 微安表的示数也会随之发生改变, 得到符合实际结果的示数值

实验中对微安表的原理、电流档改装原理以及电压档改装原理采用动画的展现形式, 直观的表现出了电压表、电流表的改装过程。

9、设计万用表仿真实验

实验仪器: 微安表、多档开关、电阻箱、表笔、单刀开关、待测信号箱、电池

每次实验开始时会随机生成一套实验数据, 保证每个学生的实验数据独一无二, 避免学生数据雷同。

实验中可以改变分流电阻、分压电阻等参数, 当这些参数发生改变时, 微安表的示数也会随之发生改变, 得到符合实际结果的示数值

实验中对微安表的原理、电流档改装原理、电压档改装原理以及欧姆表改装原理采用动画的展现形式, 直观的表现出了万用表的改装过程

10、二极管伏安特性的测量仿真实验

实验仪器：直流稳压电源、开关、电压表、电流表、微安表、二极管、高压直流电源。

实验内容

(1) 二极管正向伏安特性的测量实验；(2) 二极管反向伏安特性的测量实验

功能特色

- (1) 实验中二极管大致模拟实际二极管参数，具体参数随机，提供足够的实验自由度。
- (2) 实验中电源电压大小、电压表量程、电流表量程等参数可自由设置，电路计算与电表显示结果也会随之发生改变，得到符合实际结果的数据。
- (3) 采用电学算法，支持学生自由进行电路连线，系统可根据学生连线情况，实时计算得到与实际相符的电路情况。实验中以动画的形式，直观的展示了二极管的伏安特性曲线在不同参数下的变化过程。同时展现了二极管为达到正向与反向伏安特性所应具备的不同的电压条件以及对应的结果。

11、PN 结温度特性与伏安特性的研究实验

(1) 实验仪器：温度控制仪、PN 结正向特性综合实验仪、样品室、Pt100 定标温度传感器、待测 PN 结。

(2) 实验内容

1) 测量 PN 结正向电流与正向电压关系（提供有演示视频）

将待测 PN 结和 Pt100 定标温度传感器放置到样品室上。

连接实验线路（正负极不能接错）。

打开温度控制仪，设置样品室温度为 30℃。

打开 PN 结正向特性综合实验仪，调节正向电流值，测量 PN 结正向伏安特性，要求 VF 在 0.450V~0.540V 范围内每变化 0.005V 记录对应的 IF。

根据所测数据计算玻尔兹曼常数。

2) 测量 PN 结温度与正向电压关系（提供有演示视频）

调节正向电流值 IF=50uA。

改变样品室温度，要求样品室温度在 30℃~80℃ 范围内每隔 5℃ 测量一个点，记录对应的 VF。升温和降温过程各测一遍。

根据所测数据计算 PN 结灵敏度以及禁带宽度。

功能说明

- (1) 每次实验开始时会随机生成一套实验数据，保证每个学生的实验数据独一无二，避免学生数据雷同。
- (2) 实验中可以改变温度大小、正向电流值等参数，当这些参数发生改变时，正向电压值也会随之发生改变，得到符合实际结果的电压值。

(3) 实验中对 PN 结的正向电流和正向电压的关系以及正向电压与温度之间的关系采用动画的展现形式, 直观的表现出了 PN 结的伏安特性与温度特性。

12、箱式电桥测量热敏电阻温度系数实验

实验仪器: 恒温控制加热器、热敏电阻 (半导体 NTC 型热敏电阻)、直流单臂电桥。

实验内容

- (1) 使用内接电源和内接检流计, 进行实验电路连线。
 - (2) 线路连接好以后, 检流计调零。
 - (3) 打开电源开关调节输出电压, 选择合适的比例臂, 调节比较臂的电阻值, 依次按下 BG 按钮观察检流计指针偏转情况, 直到检流计指针指向零, 则电桥处于平衡状态。
 - (4) 使用恒温控制加热器, 进行样品加热, 温度每升高 5 摄氏度, 调节一次电桥平衡, 记录比较臂电阻值, 这当前热敏电阻的电阻值为。
 - (5) 作图法求出金属电阻温度系数。
- 功能说明

- (1) 实验中可以改变单臂电桥箱的电源电压值、比较臂阻值、比例臂阻值等参数, 当这些参数改变时, 可通过检流计观察到电路中电流的变化。
- (2) 实验中可以调节恒温控制加热器来加热热敏电阻, 通过电桥平衡原理可获取不同温度下热敏电阻的阻值。
- (3) 实验中热敏电阻温度系数随机生成, 确保实验之间的差异性。
- (4) 实验灵活度高, 内部建立物理模型, 模拟真实电路, 确保了实验的准确性, 用户可自主连线, 连线结果根据内部算法计算符合实际效果。
- (5) 实验中对电桥平衡状态采用动画的形式直观展示。

13、自组式直流电桥仿真实验

实验仪器: 电压源、100Ω 滑动变阻器、四线电阻箱、100μA 检流计、电源开关、待测电阻。

实验内容

- (1) 进行电路连线。
- (2) 线路连接好以后, 检流计调零。
- (3) 打开电源开关调节输出电压, 调节电桥臂上的电阻值, 按下电按钮观察检流计指针偏转情况, 直到检流计指针指向零, 则电桥处于平衡状态。
- (4) 测量并计算出待测电阻值, 微调电路中的电阻箱, 测量并根据电桥灵敏度公式: 或计算出直流电桥的电桥灵敏度。
- (5) 测量并记录数据。

	<p>功能说明</p> <p>(1) 实验中可以改变电压值、电阻值等参数，当这些参数改变时，可通过检流计观察出电路中电流的变化。</p> <p>(2) 实验中待测电阻值随机生成，确保实验之间的差异性。</p> <p>(3) 实验灵活度高，内部建立物理模型，模拟真实电路，确保了实验的准确性，用户可自主连线，连线结果符合实际效果。</p> <p>实验中对电桥平衡状态及电桥灵敏的探究采用动画的形式直观展示。</p> <p>光学实验项目：</p> <p>1、F-P 干涉仪测钠黄双线波长差仿真实验</p> <p>实验仪器</p> <p>钠光灯、小孔光屏、F-P 干涉仪、毛玻璃、凸透镜、测微目镜。</p> <p>实验内容</p> <p>实验项目一：调节干涉仪两镜面平行</p> <p>(1) 搭建调节干涉仪镜面平行光路</p> <p>1) 打开钠光灯电源开关。</p> <p>2) 将小孔光屏放置在钠光灯右侧合适位置并固定。</p> <p>3) 将 F-P 干涉仪放置在小孔光屏右侧合适位置并固定。</p> <p>(2) 调节干涉仪两镜面平行</p> <p>1) 调节干涉仪调节螺丝，使干涉仪镜片上的光斑重合。</p> <p>实验项目二：测钠黄双线波长差</p> <p>(1) 搭建测钠黄双线波长差光路</p> <p>1) 打开钠光灯电源开关。</p> <p>2) 将毛玻璃放置在钠光灯与干涉仪之间，并固定。</p> <p>3) 将凸透镜放置在 F-P 干涉仪右侧合适位置。</p> <p>4) 将测微目镜放置在导轨最右端并固定。</p> <p>5) 观察测微目镜上的图像。</p> <p>6) 调节凸透镜位置，使在测微目镜上看到一系列明亮细锐的干涉圆环。</p> <p>(2) 测量钠黄双线波长差</p> <p>1) 转动 F-P 干涉仪测微螺旋，直到一环系恰好位于另一环系中间时，记下测微螺旋读数。</p> <p>2) 继续转动测微螺旋，两个环系经过重合又分开，当一环系再次恰好位于另一环系中间位置时，记下测微螺旋读数。</p> <p>功能说明</p>
--	--

(1) 实验中模拟出激光器光束效果，便于学生去调节仪器位置。
 (2) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模，实验中可以改变 F-P 干涉仪双面间距、仪器间距等参数，当这些参数改变时，观察到合理的干涉条纹变化。能够清晰的观察到不同实验操作的相匹配的合理现象。
 实验考核包含光路的正确搭建，以及不同参数下记录的实验结果。

2、菲涅尔圆孔衍射虚拟仿真实验

实验仪器：激光器、圆孔、光屏。

实验内容

实验一：菲涅耳圆孔衍射

(1) 搭建菲涅耳圆孔衍射光路

1) 打开氦氖激光器，作为光源使用。

2) 将圆孔放置到氦氖激光器后面，锁定。

3) 在圆孔后面放置光屏，控制圆孔与光屏的距离，使光屏距离圆孔 50cm 处。

4) 观察光屏上的衍射条纹。

(1) 观察圆孔半径对衍射条纹的影响

1) 调节圆孔的半径为 0.8mm 处，观察衍射条纹的变化情况。

(2) 观察光屏与圆孔的间距对衍射条纹的影响

1) 调节光屏与圆孔的间距，观察衍射条纹的变化情况。

2) 调节圆孔的半径为 1.1mm 处，观察衍射条纹的变化情况。

3) 调节光屏与圆孔的间距，观察衍射条纹的变化情况。

4) 调节圆孔的半径为 1.4mm 处，观察衍射条纹的变化情况。

5) 调节光屏与圆孔的间距，观察衍射条纹的变化情况。

6) 调节圆孔的半径为 1.7mm 处，观察衍射条纹的变化情况。

7) 调节光屏与圆孔的间距，观察衍射条纹的变化情况。

功能说明

(1) 实验中模拟出激光器光束效果，便于学生去调节仪器位置。

(2) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模，实验中可以改变圆孔半径、仪器间距等参数，当这些参数改变时，观察到合理的衍射条纹变化。能够清晰的观察到不同实验操作的相匹配的合理现象。
 实验考核包含光路的正确搭建，以及不同参数下记录的实验结果。

3、夫琅禾费单缝衍射虚拟仿真实验

实验仪器:激光器、凸透镜、狭缝、光屏、测微目镜。

实验内容

实验一: 观察衍射图像

(1) 搭建夫琅禾费单缝衍射光路

1) 打开激光器电源开关, 使激光器发出激光。

2) 将凸透镜 1 放在激光器后一倍焦距处(10cm) 锁定。

3) 将狭缝放在凸透镜 1 后, 锁定。调节狭缝缝宽, 使光透过狭缝。

4) 将凸透镜 2 放在狭缝后锁定。

5) 将光屏放在凸透镜 2 后, 控制光屏与凸透镜 2 的距离, 基本保持在凸透镜 2 的一倍焦距处 (凸透镜焦距 10cm), 锁定。

(2) 探究影响衍射条纹因素

1) 调节旋钮调节缝宽大小, 观察光屏上的图像变化。

2) 解除狭缝锁定, 调节狭缝与光屏间的距离, 观察光屏上的图像变化。

3) 解除凸透镜 2 的锁定, 调节光屏和凸透镜 2 之间距离, 观察光屏上的图像变化。

实验二: 计算狭缝缝宽

(1) 固定缝宽以及狭缝和测微目镜之间的距离测条纹

1) 打开激光器电源开关。

2) 将测微目镜放在凸透镜 2 后一倍焦距处 ($f = 10\text{cm}$), 锁定。

3) 观察测微目镜上的图像。

4) 将狭缝和测微目镜之间的距离调节为 80cm, 并锁定狭缝。观察图像将测量数据填入表格。

功能说明

(1) 实验中模拟出激光器光束效果, 便于学生去调节仪器位置。

(2) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模, 实验中可以改变狭缝宽度、仪器间距等参数, 当这些参数改变时, 观察到合理的衍射条纹变化。能够清晰的观察到不同实验操作的相匹配的合理现象。

(3) 实验考核包含光路的正确搭建, 以及不同参数下记录的实验结果。

4、分光计仿真实验

实验仪器: 分光计、汞灯、双面镜、三棱镜、光栅。

实验内容及功能说明

(1) 实验中目镜聚焦程度、载物台三个螺钉的高度、平行光管与望远镜的俯仰和水平位移量随机生成, 学生必须在理解实验基础上正确操作才能完成实验。

		<p>(2) 实验灵活度高, 基于光学算法优化实验建模, 支持不同部件联动调节, 例如望远镜、平行光管、载物台等, 观察到实验现象与结果与实际分光计相符, 体现不同实验操作导致的不同现象, 实验真实度高。</p> <p>(3) 根据相关物理公式带入参数得到对应现象, 确保了实验的准确性, 可模拟各种情况下分光计上镜面对光路的反射和折射现象。真实还原了三棱镜衍射和光栅色散的实验现象。</p> <p>实验原理中支持动画展示难以形象描述的二分之一调节法, 通过光束轨迹的变化, 直观展示载物台调节螺钉的调节对最终十字叉丝像的影响。</p> <h3>5、傅里叶光学仿真实验</h3> <h4>实验仪器</h4> <p>氦氖激光器、扩束器、一维光栅、光子屏、傅里叶透镜、滤波器、光屏。</p> <h4>实验内容</h4> <p>(1) 测量傅里叶透镜的焦距。</p> <p>1) 将傅里叶透镜放到导轨上, 并按照光路摆放好。</p> <p>2) 打开激光器, 在完成平行光调节的基础上, 调整傅里叶透镜与光屏之间的距离, 直到光屏上的光斑直径最小, 亮度最亮, 此时光路调节成功。</p> <p>3) 读出仪器在导轨上的位置即为傅里叶透镜的焦距。</p> <p>(2) 利用夫琅禾费衍射测一维光栅常数。</p> <p>1) 将物屏放到导轨上, 并按照光路摆放好。</p> <p>2) 在调整平行光的基础上, 调整物屏、傅里叶透镜和光屏的位置, 使得光屏上出现光栅的衍射光斑。</p> <p>3) 使用游标卡尺, 测量光屏上的光栅衍射图案的± 1级光斑和± 2级光斑的距离。</p> <p>4) 根据光栅方程计算光栅常数: $d \sin \theta = k \lambda$。</p> <p>(3) 观察并记录傅里叶频谱面上不同滤波条件的图样或特征。在调整平行光的基础上, 选择合适的滤光栅, 调整物屏、傅里叶透镜、滤波器位置, 直到滤波器上出现清晰的光栅衍射图案。</p> <p>(4) “光”字屏滤波, 物面上是规则的光栅和一个汉字组成叠加, 观察实验结果。</p> <h4>功能说明</h4> <p>(1) 实验中模拟出氦氖激光器光束效果, 便于学生去调节仪器位置。</p> <p>(2) 实验中可以改变成滤波器的滤波条件、透镜位置等参数, 当这些参数改变时, 观察到的傅里叶图像也会变化。</p> <p>(3) 实验中图像的处理是严格根据物理建模而来, 能够清晰的观察到在不同位置上相同仪器或同一位置上不同仪器之间因真实实验而产生的物理图像;</p> <p>(4) 实验中阿贝成像原理及 4F 光学系统, 不仅进行了以傅里叶变换为基础的夫琅禾费衍射的实验操作, 也进行的动画方式的直观</p>
--	--	---

展示。

6、迈克耳孙干涉仪仿真实验

实验仪器包含激光器，钠光源，白光源，小孔光阑，短焦透镜（扩束镜），迈克耳孙干涉仪，透明薄片。

- (1) 实验过程中将激光光束照射到光屏中的“干涉光路”可视化，更有利于学生理解光路形成的过程。
- (2) 实验中建立了干涉图像物理模型，根据光路中有无扩束镜和M2镜位置叠加计算，实时改变光屏图像状态。
- (3) 实验原理中利用动画技术，讲解了迈克耳孙干涉仪的结构原理，并展示M2镜不同角度下产生的干涉条纹有何影响。
- (4) 实验原理中，分项展示了干涉条纹可见度原理、点光源产生的非定域干涉原理和测量透明薄片折射率的原理。

7、偏振光的观察与研究仿真实验

实验仪器

激光器、偏振片、四分之一波片、二分之一波片、光功率计。

实验内容

(1) 消光；

1) 摆放正确的消光光路；

2) 将两个偏振片的快轴角度调节到相互垂直及完成消光。

(2) 研究四分之一波片对偏振光的影响；

1) 摆放正确的研究四分之一波片对偏振光的影响光路；

2) 将调节四分之一波片的快轴角度调节到 0° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° 。

3) 每调节一次四分之一波片的快轴角度就转动偏振片快轴角度，并观察光功率计示数。

(3) 研究二分之一波片对偏振光的影响；

1) 消光；

2) 摆放正确的研究二分之一波片对偏振光的影响光路；

3) 将调节二分之一波片的快轴角度调节到 0° 、 45° 、 45° 、 135° 、 180° 。

4) 每调节一次二分之一波片的快轴角度就转动偏振片快轴角度，并观察光功率计示数。

功能说明

(1) 实验中模拟出光束效果，便于学生可以直观的观察到光线强度的变化。

(2) 实验中可以改变偏振片的透振方向、二分之一波片或四分之一波片快轴角度等参数，当这些参数改变时，光功率计示数和光线的亮度也会变化。

(3) 实验中可以在导轨上随意摆放仪器，想要探究波片影响光偏振的规律性问题时，实验现象是根据相关物理公式带入参数得到，

		<p>确保了实验的准确性。</p> <p>(4) 实验中将光线打到光功率计上的光斑可视化, 使学生可以动态直观的观察光线随着偏振片的透振方向、二分之一波片或四分之一波片快轴角度等参数而形成的明暗变化。</p> <p>(5) 实验中以动画的形式, 将光的偏振态可视化, 动态的展示了线偏振光、椭圆偏振光的产生过程以及运动轨迹。将偏振片和波晶片特性通过动画的形式生动的展示出来。</p> <p>8、全息技术仿真实验</p> <p>仪器包括: He-Ne 激光器、扩束镜、分束器、反射镜、全息干板、显影液、定影液、被照物体</p> <p>(1) 实验操作真实性强, 仪器初始放置光学防震台, 通过摆放仪器的位置可满足真实实验的标准, 呈现符合物理规律的现象。</p> <p>(2) 实验灵活度高, 内部建立物理模型, 根据物光与参考光的光路搭建来对最终成像结果进行展示, 能够直观的观察成像现象。</p> <p>(3) 原理介绍较为直观, 符合真实的物理结果, 将较难实现的物理现象更形象的展示出来, 能更清晰的观察到该物理现象。</p> <p>(4) 支持自动记录实验操作过程, 可对实验操作过程和实验数据进行全面自动评判。</p> <p>9、牛顿环测透镜的曲率半径仿真实验</p> <p>仪器包括: 牛顿环、读数显微镜、钠光灯</p> <p>(1) 采用 1:1 的方式建立 3D 模型, 提供模拟实际的实验室环境, 用户可自由操作仪器、观察现象、完成实验;</p> <p>(2) 实验操作真实性强, 内部建立物理模型, 根据相关物理公式带入参数得到对应现象, 确保了实验的准确性。真实模拟了牛顿环成像的干涉图样; 使用灯光效果, 模拟钠灯光光照; 使用图像模糊和清晰效果展示显微镜物镜聚焦, 调节十字叉丝与目镜筒平行;</p> <p>(3) 支持自动记录实验操作过程, 可对实验操作过程和实验数据进行全面自动评判。</p> <p>10、劈尖测细丝直径仿真实验</p> <p>实验仪器包含: 劈尖、读数显微镜、钠光灯</p> <p>(1) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模, 模拟真实的操作, 根据相关物理公式带入参数得到对应现象, 确保了实验的准确性。建立了劈尖干涉图样的物理模型, 可根据钠光灯是否打开, 劈尖在载物台上的位置, 分束板角度, 目镜筒高度等参数观察到合理的实验现象。</p> <p>(2) 考虑到读数显微镜的读数回程差对于实验数据的影响, 真实模拟了对应的实验现象。</p> <p>(3) 实验中模拟了钠光灯灯照现象。</p> <p>(4) 在操作考核中考察了干涉图样的清晰度, 以及考察了学生对于读数显微镜使用方法和操作, 以及对于细丝直径测量等。</p> <p>(5) 实验中, 对于劈尖干涉条纹的形成以动画的形式展示出来, 也使学生明白读数显微镜的原理。通过动画生动的描述了劈尖大小与干涉条纹间距之间的关系。</p> <p>11、单缝衍射仿真实验</p>
--	--	---

	<p>实验仪器:氦氖激光器、衍射狭缝、白屏、光电探头、光功率测试仪 提供模拟实际的实验室环境,用户可自由操作仪器、观察现象、完成实验。 从实验原理、仪器功能出发,建立相应的数学、物理模型,根据实验操作实时计算实验现象,实验路径不唯一,真实性强。 支持实验操作过程自动评判,并提供数据接口与配套教学系统对接,考核包含操作考核及数据考核。 实验中衍射狭缝和白屏在光具座上可自由移动,光学算法将根据实验仪器的不同位置绘制衍射图像。 实验中氦氖激光器根据实际情况需要进行预热且不可进行多次开关。 光功率测试仪有多种档位进行选择,学生可根据实验需要选择档位。 实验中以动画的形式,展示了衍射的形成原因;并展示了衍射图像在各种物理因素影响下发生的变化。</p>	
	<p>12、太阳能电池的特性测量仿真实验 实验仪器:红外发射装置、红外发射器、待测镜片样品、红外接收器、红外接收装置 实验支持发射器、接收器的拖动,移动操作,待测镜片切换操作。 实验具有发射器、接收器不同角度红外波传输的物理模型,支持模拟不同电压源发射装置发射红外波的变化。 支持不同反向偏压时,红外接收信号的强度变化。 实验中环境光初始大小随机生成,确保实验之间的差异性。 (5)实验原理中使用动画展示二极管红外波产生原理,红外发射器转动角度对接收红外信号的影响。</p>	
	<p>13、双光栅测微弱振动仿真实验 (提供有该实验项目功能截图) 实验仪器:双光栅微弱振动测量仪、示波器、小磁铁盒 提供模拟实际的实验室环境,用户可自由操作仪器、观察现象、完成实验。 从实验原理、仪器功能出发,建立相应的数学、物理模型,根据实验操作实时计算实验现象,实验路径不唯一,真实性强。 支持实验操作过程自动评判,并提供数据接口与配套教学系统对接,考核包含操作考核及数据考核。 实验中展现了双光栅测微弱振动的基本光路与光拍的测量光路,使学生能够更完整的理解测量光路。 实验过程中,完整的展示了测量光路形成的光拍受到的与音叉振幅、音叉有效质量、驱动信号频率的影响。 实验原理中,利用原理动画形象的展示了光拍的形成原理和光拍测量微弱振动的的基本原理。</p> <p>热学实验项目: 1、落球法测定液体的黏度仿真实验 实验仪器:开放式PID温控实验仪、变温黏度测量仪、玻璃皿、小球、蓖麻油、螺旋测微器、电子秒表、磁铁。 实验内容 (1)测定小球直径 用螺旋测微器测定小球的直径d,并记录测量结果,求出小球直径的平均值。</p>	

	<p>(2)测定小球在液体中下落速度并计算黏度</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)温控仪温度达到设定值后再等待约 10 分钟,使样品管中的待测液体温度与加热水温完全一致,才能测液体黏度。 2)用镊子夹住小球沿样品管中心轻轻放入液体,观察小球是否一直沿中心下落,若样品管倾斜,应调节其铅直。测量过程中,尽量避免对液体的扰动。 3)用停表测量小球落下一段距离的时间 t,并计算小球速度,计算黏度 η,记入表格中。 4)实验全部完成后,用磁铁将小球吸引至样品管口,用镊子夹入蓖麻油中保存,以备下次实验使用。 <p>功能说明</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)实验中 小球直径在一定范围内随机生成,确保实验之间的差异性。 (2)实验灵活度高,内部建立物理模型,根据仪器原理模拟开放式 PID 温控实验仪的控温体系,确保了实验的可靠性,根据相关物理解公式带入参数得到对应现象,确保了实验的准确性,可模拟不同温度下,小球在蓖麻油中下落的速度。 (3)实验中通过动画的方式展示了变温黏滞系数实验仪控温时的水流方向。 (4)实验中,对不同温度下小球下落的速度及小球在液体中的受力情况采用动画方式直观展示。 <p>仪器原理框图展现仪器原理结构,学生得以深入了解实验原理</p>	
	<p>2、AD590 温度特性测试与研究实验仿真实验</p> <p>实验仪器: 温度传感器效应仪、直流稳压电源、精密万用表、精密电阻器、数字万用表、精密电阻器、双刀双掷开关、电阻箱、样品室、Pt100 温度传感器、AD590 温度传感器。</p> <p>实验内容</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)测量 AD590 传感器的电流-温度关系 (提供有演示视频) 连接实验线路 (正负极不能接错),取样电阻为 $1.0k\Omega$ 精密电阻。 改变样品室温度,每隔 5°C 记录一组数据。 把实验结果用最小二乘法进行拟合,求斜率 B、截距 A 和相关系数 r。 (2)用 AD590 传感器设计 ($30^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$) 的数字温度计 (提供有演示视频) 将两个 $1.0k\Omega$ 的固定精密电阻作为桥臂,连接实验线路。 调节直流稳压电源到 AD590 的正常工作电压 ($4.5\sim 20\text{V}$)。 调节电阻箱阻值,使万用表示数的数值与温度的数值相同。 改变温度,继续调节电阻箱使万用表数值与温度相同,对设计的数字温度计进行校准。 (3)用设计的 AD590 传感器设计的数字温度计与 Pt100 的数字温度计的测量结果相比较 (提供演示视频) <p>功能说明</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)AD590 实验仪的参数随机生成,保证每个学生数据独一无二,避免学生数据雷同。 	

	<p>(2)支持学生自由进行电路连线, 系统可根据学生连线情况, 实时计算得到与实际相符的电路现象。</p> <p>(3)实验包含了AD590 温度传感器的电流-温度特性测试功能, 实验内部建立了物理模型, 能根据学生的不同电路连线得到符合物理原理的现象。</p> <p>实验中对 AD590 温度传感器的电流-温度关系采用动画的展现形式, 直观的表现出了 AD590 温度传感器的温度特性, 并继续展示 AD590 数字温度计的原理动画, 深入展示了运用 AD590 温度传感器的温度特性及非平衡电桥法设计数字温度计的具体过程。</p> <p>3、不良导体热导率的测量仿真实验</p> <p>实验仪器包含: 稳态法固定导热系数测定仪、加热器、游标卡尺、铜盘、橡胶盘。</p> <p>(1)按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模, 模拟真实的操作, 根据相关物理公式带入参数得到对应现象, 确保了实验的准确性, 可模拟不良导体升温、降温测量的相应实验现象。</p> <p>(2)实验操作真实性强, 样品盘大小尺寸初始随机产生, 使得学生参数不唯一, 避免学生数据雷同; 加热盘位置可调节, 不同的实验操作得到与实际相符的实验现象。</p> <p>(3)实验中, 热传导的热量传递原理和导热系数测定仪的工作原理采用动画的表现形式, 直观的展现出系统加热和散热的原理。</p> <p>4、金属线胀系数的测定仿真实验</p> <p>实验仪器包含: 望远镜、加热装置、温度计、游标卡尺、光杠杆、钢卷尺、金属管。</p> <p>(1)按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模, 模拟真实的操作, 实验中光杠杆在金属管上位置需要学生手动调节, 光杠杆位置不同, 展示对应不同的实验现象。通过加热装置对金属管加热, 调节望远镜的目镜调节旋钮, 调焦旋钮等, 可看到实时变化的物理实验现象。</p> <p>(2)每次进入实验时, 线胀系数的值在一定范围内随机生成, 防止学生数据雷同。</p> <p>实验中, 对光杠杆测量微小长度变化量的实验原理采用了动画的表现形式。直观展示出金属管受热膨胀时, 在一维方向上的伸长, 来计算线胀系数的实验原理。</p> <p>5、空气比热容比的测定仿真实验</p> <p>实验仪器: 空气比热容比测定仪、储气瓶、气压计。</p> <p>按照实际实验的原理和功能进行物理建模, 模拟真实的操作, 每次进入实验大气压和温度按照春夏秋冬四季随机, 等容吸热和绝热膨胀过程符合物理现象, 同时模拟了储气瓶中放气阀放气变化声音, 不同操作时可观察到与实际相符的实验现象。</p> <p>(2)建立了绝热过程和等容吸热过程的物理模型, 并对绝热过程和等容吸热过程中系统状态变化物理规律的工作原理采用动画方式直观展示。</p> <p>近代实验项目:</p> <p>1、法拉第效应仿真实验</p> <p>实验仪器: 直流稳压电源、激光器、偏振片、螺旋线圈、特斯拉计、光屏、样品(纯水、乙醇、食盐水、重火石玻璃)、光功率计。</p>
--	---

	<p>支持学生自由进行电路连线，系统可根据学生连线情况，实时计算得到准确的电路现象。实验中模拟出光束效果，用户可以看到激光出射光束效果，经过一个个镜片，最终被接收的全过程，对实验有一个直观的了解。</p> <p>实验操作真实性强，偏振片初始角度初始随机，激光初始偏振角度随机。</p> <p>实验灵活度高，内部建立物理模型，确保了实验的准确性，可模拟法拉第效应未消光时的仪器显示状态。</p> <p>实验中对光经过磁光介质后光的偏振方向的改变采用动画的表现方式，直观的表现出法拉第效应原理。</p> <p>2、磁光调制与解调仿真实验</p> <p>实验仪器：直流稳压电源、激光器、偏振片、螺旋线圈、信号发生器、光敏电阻、示波器、电阻箱、样品（纯水、乙醇、食盐水、重火石玻璃）。</p> <p>支持学生自由进行电路连线，系统可根据学生连线情况，实时计算得到准确的电路现象。</p> <p>实验中模拟出光束效果，用户可以看到激光出射光束效果，经过一个个镜片，最终被接收的全过程，对实验有一个直观的了解。</p> <p>实验操作真实性强，偏振片初始角度初始随机，激光初始偏振角度随机。</p> <p>实验灵活度高，内部建立物理模型，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性，可模拟法拉第效应未消光时的仪器显示状态。</p> <p>实验中对光经过磁光介质后光的偏振方向的改变采用动画的表现方式，直观的表现磁光调制与解调原理。</p> <p>3、光电效应测普朗克常量仿真实验</p> <p>实验仪器：汞灯、光电管、光电效应实验仪。</p> <p>实验支持汞灯预热操作，实验仪断线调零操作。</p> <p>实验具有光强与光电流物理模型，支持光电管与汞灯不同距离时光电流的变化和不同光阑时光电流的变化。</p> <p>实验中光电效应实验仪开启后初始电流示数随机生成，确保实验之间的差异性。</p> <p>实验原理中支持动画展示入射光频率对光电流的影响，入射光频率对截止电压的影响，入射光强对饱和电流的影响，光电管两端电压对光电流的影响。</p> <p>(5) 实验原理中直观的描绘了仪器连线和电路原理图的对应关系。</p> <p>4、光纤温度传感器仿真实验</p> <p>实验仪器：光纤，激光器，分光镜，加热装置，CCD 传感器，显示屏。</p> <p>实验灵活度高，内部建立物理模型，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性，可模拟显示器显示光纤干涉条纹。</p> <p>实验过程中对于分光光系统的调节，加入了可切换视角的观察框，方便让用户观察分光光系统的组成结构，以及实验光路的细节。</p> <p>将实际实验中很难观察到的光路通过 3D 渲染技术展示在虚拟实验场景中，让学生了解实验光路的具体情况。</p> <p>本实验对光线全反射原理和马赫曾德尔干涉仪实验原理进行了动画展示，可了解光纤传输过程中的全发射发生的条件，学生能够</p>
--	--

	<p>进行参数调整，观察全反射过程；马赫曾德尔干涉仪原理动画通过对分光镜、光纤参考臂、光纤干涉臂、干涉系统进行数学建模，使得学生了解马赫曾德尔干涉仪干涉条纹的形成过程。</p> <p>5、拉曼光谱仿真实验</p> <p>实验仪器：拉曼光谱仪，拉曼光谱分析仪软件</p> <p>实验操作真实性强，拉曼光谱仪中每个调节旋钮的初始值都是随机的，保证每个学生操作有差异，符合真实的实验场景。实验灵活度高，内部建立物理模型，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性，可模拟各种参数下的拉曼光谱线。</p> <p>实验中，以动画的形式展现拉曼光谱仪内部单色仪工作过程，同时将扫描过程与扫描的光谱对应上，使用户能够更清楚的明白单色仪的工作原理。</p> <p>实验支持四氯化碳，苯，环己烷等多种样品的选择，提高了实验的灵活性。</p> <p>实验中，通过动画的形式展示了拉曼光谱线中反斯托克斯与斯托克斯线以及瑞利线的形成过程。</p> <p>(6) 将实际实验中很难观察到的光路通过 3D 渲染技术展示在虚拟实验场景中，让学生了解实验光路的具体情况。</p> <p>6、拉曼光谱退偏度仿真实验</p> <p>实验仪器：拉曼光谱仪，拉曼光谱分析软件，1/2 波片，偏振片</p> <p>实验操作真实性强，拉曼光谱仪中每个调节旋钮的初始值都是随机的，保证每个学生操作有差异，符合真实的实验场景。实验灵活度高，内部建立物理模型，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性，可模拟各种参数下的拉曼光谱线。</p> <p>实验中，以动画的形式展现拉曼光谱仪内部单色仪工作过程，同时将扫描过程与扫描的光谱对应上，使用户能够更清楚的明白单色仪的工作原理。</p> <p>实验中，通过动画的形式展示了拉曼光谱线中反斯托克斯与斯托克斯线以及瑞利线的形成过程。</p> <p>将实际实验中很难观察到的光路通过 3D 渲染技术展示在虚拟实验场景中，让学生了解实验光路的具体情况。</p> <p>7、密立根油滴仿真实验</p> <p>实验仪器：密立根油滴仪、显示器、油滴管</p> <p>密立根油滴仪底座高度初始随机，油滴管产生的油滴带电量为随机生成，保证每个学生数据独一无二，避免学生数据雷同。模拟了显微镜焦距变化时，不同油滴根据距离产生不同模糊效果；模拟了油滴仪非水平状态下油滴运动路径的变化。建立了油滴运动模型，根据其自身所受重力、电场力、浮力、空气阻力叠加计算，实时改变其运动状态。</p> <p>对静态法和动态法两种测量方法的工作原理采用动画方式直观展示</p> <p>8、塞曼效应实验仿真实验</p> <p>实验仪器：汞灯+汞灯专用电源、毫特斯拉计+探测笔、直流稳压电源、电磁铁、滤光片、法布里-珀罗标准具、偏振片、$\lambda/4$ 波</p>
--	--

		<p>晶片、会聚透镜、成像透镜、望远镜</p> <p>(1) 实验中模拟出汞灯光束效果, 便于学生去调节光路共轴。</p> <p>(2) 实验中可以改变成像透镜、会聚透镜的高度及位置等参数, 当这些参数改变时, 望远镜观察到的圆环的亮暗也会变化。</p> <p>(3) 实验中可以改变直流稳压电源的输出电流值, 当电流值改变后, 电磁铁中的磁感应强度会随着发生改变, 从而望远镜中观察到的圆环也会变化。</p> <p>(4) 实验中可随意调节偏振片的透振方向以及波晶片的晶轴方向来观察谱线中的成分, 不同角度观察到与实际相符的现象。</p> <p>实验中以动画的形式, 直观的展示了法布里-珀罗标准具的原理和使用方式、塞曼分裂的现象, 以及分裂谱线与原谱线的关系、Hg 546.1 nm 塞曼分裂画面的原理图。</p> <p>9、红外波的物理特性及其研究仿真实验 (提供有该实验项目功能截图)</p> <p>实验仪器: 红外发射装置、红外发射器、待测镜片样品、红外接收器、红外接收装置</p> <p>实验支持发射器、接收器的拖动, 移动操作, 待测镜片切换操作。</p> <p>实验具有发射器、接收器不同角度红外波传输的物理模型, 支持模拟不同电压源发射装置发射红外波的变化。</p> <p>支持不同反向偏压时, 红外接收信号的强度变化。</p> <p>实验中环境光初始大小随机生成, 确保实验之间的差异性。</p> <p>实验原理中使用动画展示二极管红外波产生原理, 红外发射器转动角度对接收红外信号的影响。</p>	
3	核物理及原子物理虚拟仿真系统	<p>科大奥锐; V 1.0</p> <p>1、测量相对论速度电子的动能和动量关系仿真实验</p> <p>实验仪器: 半圆磁谱仪、高压电源、直流电源、多道采集仪、多道采集分析软件、137Cs 放射源、90Sr 放射源以及电离隔离箱</p> <p>(1) 实验包含对 137Cs 的 γ 能谱进行探测, 并根据其能谱中光电峰及背散射峰位置进行能谱仪定标, 定标完成后在不同位置对 90Sr 电子能谱峰位进行探测;</p> <p>(2) 基于相对论原理和放射源产生不同能量放射性粒子的概率统计分布建立模型</p> <p>(3) 支持模拟真实实验中随时间演化的不同道址的粒子分布情况。</p> <p>(4) 支持模拟真实实验中不同学生实际操作情况, 可观察到不同高压对测量结果的影响。</p> <p>(5) 支持通过模拟粒子的峰位分布, 比较经典力学与相对论理论下快速电子动量与动能的关系之间差异。</p> <p>2、卢瑟福散射实验仿真实验</p> <p>实验包含仪器: 可调数显电源、卢瑟福散射实验控制仪、散射真空室、进气阀和真空表、机械泵、多道分析仪</p> <p>(1) 测量 α 粒子在空气中的射程。</p>	安徽省科大奥锐科技有限公司

	<p>(2) 验证 $N \propto 1/(\sin(\theta/2))^4$ 关系。实验包含仪器：可调数显电源、卢瑟福散射实验控制仪、散射真空室、进基于卢瑟福散射公式原理建模，可以模拟不同角度时，α 粒子散射后的计数率。</p> <p>(3) 基于放射源产生不同能量放射性粒子的概率统计分布建立模型，可模拟真实实验中随时间演化的不同道址的粒子分布情况。</p> <p>(4) 实验中根据物质自身参数建立对 α 粒子散射影响，实验中可模拟不同物质（空气、金箔）对散射的影响。气阀和真空表、机械泵、多道分析仪</p> <p>3、探测物质对 β 射线的吸收仿真实验</p> <p>仪器包括：自动定标器、电隔离箱、放射源、计数管、铝片盒</p> <p>(1) 采用 1:1 的方式建立 3D 模型，提供模拟实际的实验室环境，用户可自由操作仪器、观察现象、完成实验；</p> <p>(2) 实验操作真实性强，通过调节自动定标器的电压和时间，实验中可清晰的观察到计数值变化，并且可以做到实时观察物理变化的现象。</p> <p>(3) 实验灵活度高，内部建立物理模型，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性；通过增加铝片在计数管内的数量，可实时观察到计数值变化。</p> <p>(4) 支持自动记录实验操作过程，可对实验操作过程和实验数据进行全面自动评判。</p> <p>4、G-M 计数器和核衰变的统计规律仿真实验</p> <p>G-M 计数管实验：</p> <p>1) 测量 G-M 计数管的坪特性，画出坪曲线，求出坪长度、坪坡度，确定合适的工作电压范围。</p> <p>2) 观察测量次数对计数率标准误差的影响。</p> <p>3) 观察本底对净计数率的影响。</p> <p>4) 验证核衰变所遵从的统计规律。</p> <p>5、闪烁谱仪测定 γ 射线的能谱和 γ 能谱的吸收仿真实验</p> <p>实验仪器：电隔离箱、放射源、放射源、闪烁探头、紫铜片、直流电源、多道分析仪实验盒、光电倍增管高压显示器、多道分析仪软件</p> <p>(1) 不同的脉冲幅度的脉冲数目是基于放射性粒子概率分布规律建模的，实验中可模拟不同的脉冲幅度的脉冲数目随时间的演化。</p> <p>(2) 实验中根据物质自身参数建立 γ 射线的吸收模型，实验中可模拟不同厚度样品对 γ 射线的吸收。</p> <p>6、弗兰克-赫兹仿真实验</p> <p>实验包括：弗兰克-赫兹实验仪、示波器</p> <p>(1) 通过测定氩原子等元素的第一激发电位，证明原子能级的存在；</p> <p>(2) 了解研究原子内部能量问题时所采用的基本实验方法；</p> <p>(3) 了解电子与原子碰撞和能量交换过程的微观图像；</p>
--	---

4	大型仪器类虚拟仿真真实实验系统	科大奥锐;V1.0	<p>(4) 进一步理解玻尔的原子里论。</p> <p>7、β-γ符合测量 60Co 源活度仿真实验</p> <p>仪器包括：β 闪烁探头、γ 闪烁探头、脉冲发生器、符合插件、示波器、60Co、137Cs、铝片、镊子、放射源隔离箱</p> <p>(1) 采用 1:1 的方式建立 3D 模型，提供模拟实际的实验室环境，用户可自由操作仪器、观察现象、完成实验。</p> <p>(2) 从实验原理、仪器功能出发，建立相应的数学、物理模型，根据实验操作实时计算实验现象，实验路径不唯一，真实性强。</p> <p>(3) 支持实验操作过程自动评判，并提供数据接口与配套教学系统对接，考核包含操作考核及数据考核。</p> <p>(4) 实验中以动画的形式，直观的展示了 β-γ 符合测量 60Co 源活度的计数原理，展现 60Co 衰变一次释放粒子的情况和铝片可以阻挡 β 粒子的功能，方便学生掌握。</p> <p>(5) 每次实验开始时随机生成一套实验数据，保证每个学生数据独一无二，避免学生数据雷同。</p> <p>(6) 实验中支持学生自由进行连线，根据学生的连线可以在示波器上观察到不同通道输出的信号。</p> <p>实验中支持学生自由对输入到示波器中的信号进行增益、延时处理，得到不同幅值、位置的信号。</p> <p>8、斯特恩-盖拉赫方仿真实验</p> <p>实验仪器：实验装置电源（微电流放大器、控制电源、激磁电源、复合真空计、离子泵电源）、斯特恩-盖拉赫实验装置（束源、电磁铁、狭缝、探测器、电机）、无油超高真空机组（机械泵、离子泵）、钾、镊子、氮气瓶、函数记录仪（电脑）、试剂瓶、滤纸。</p> <p>(1) 实验中系统发生装置可透明化并给出钾原子的粒子动画，用不同颜色粒子表示原子的不同自旋方向，可观察钾原子发生热运动后的现象，以及钾原子在非均匀磁场中因原子自身的自旋而发生偏移的现象。</p> <p>(2) 实验中可以改变激磁电流大小、束源温度等参数，当这些参数数发生改变时，函数记录仪中的束强曲线图也会随之发生变化，得到符合实际结果的曲线图。</p> <p>实验中以动画的形式，直观的展示了钾原子受热之后通过两个狭缝，再通过非均匀磁场发生偏移，最后打到检测平面上的原理现象，直观的验证了原子在非均匀磁场中取向是量子化的。</p> <p>三. 为保证软件的质量，在响应文件中提供有生产厂家的产品技术证明文件。</p> <p>该系统包含实验项目：共计 14 个实验项目</p> <p>一、扫描隧道显微镜的使用仿真实验</p> <p>1. 实验仪器 SPM 仪器、控制机箱、计算机控制系统</p> <p>2. 实验内容</p> <p>1) 选择扫描器。</p> <p>2) 设置扫描区域、偏压及参考点。</p> <p>1 设置扫描范围、扫描角度、X 偏移、Y 偏移等参数，并观察当前扫描区域的变化，设定好实验中想扫描的样品区域。</p>	安徽省科大奥锐科技有限公司
---	-----------------	-----------	---	---------------

	<p>1 设定合理的实验中扫描样品所需的偏压、参考点值。</p> <p>3) 进针 先开始自动进针操作，当 Z 电压过大，超于 20V，可选择单步进针，进行进一步进针，直至 Z 电压变化至 0V 左右，20V 以内位置。</p> <p>4) 扫描样品 1 对样品进行扫描时，可选择单次或者循环扫描。 1 扫描样品过程中，观察“形貌通道”的“示波器”窗口中的扫描曲线，调节参数设置中的“信号放大”参数的数值，改变数据曲线线的振幅，使示波器上的信号处于中间并不超过可测量的范围且可观察到合适对比度的扫描图像。 1 扫描样品过程中，可观察“电流”的“示波器”窗口中的扫描曲线，调节参数设置中的“信号放大”参数的数值，改变数据曲线线的振幅，使示波器上的信号处于中间并不超过可测量的范围且可观察到合适对比度的扫描图像。 1 设定扫描样品时的积分增益及比例增益值，使示波器上的信号最灵敏而且不出现自激噪音。 1 设定合适的实验中扫描样品所需的扫描频率。</p> <p>5) 退针 完成扫描后，完成自动退针。</p> <p>3. 功能要求</p> <p>1) 实验中根据实际仪器设备建模，与真实的实验仪器基本保持一致，提供一个真实操作的虚拟实验环境。 2) 从实验原理、仪器功能出发，建立相应的数学、物理模型，根据实验操作实时计算实验现象，真实性强。 3) 扫描范围、扫描角度、X 偏移、Y 偏移、参考点值等参数可连续调节、协同工作，设置合适的自选观察区域。 可对用户自选的区域进行扫描，观察的图像随着积分增益及比例增益等参数的连续调节呈现相应的图像变化。</p> <p>二、原子力显微镜仿真实验</p> <p>1. 实验仪器：原子力显微镜、轨迹球、显示器、Nanoscope 3D 控制器、DiDimension Controller 控制器、稳压电源、电脑主机。</p> <p>2. 实验内容</p> <p>实验默认条件：默认实验电源打开，电脑机箱电源打开，电脑主机打开，主控制器打开，扫描管上没有探针夹，显微镜上盖关闭；</p> <p>1) 选择成像模式和显微镜；2) 消除静电、取下扫描头、安装探针；3) 调节激光调节旋钮将光斑调节至探针悬臂前端；4) 调节探测器调节旋钮将光斑调节至 Detector 中心；5) 寻找探针；6) 通过轨迹球调节 Vision System 图片清晰度；7) 调节光学旋钮将探针调节至交叉叉丝处；8) 振针寻峰；</p> <p>9) 放置样品，聚焦样品表面。10) 扫描样品；11) 平滑图片，查看图像粗糙度、3D 图、2D 图。</p> <p>3. 功能说明</p> <p>1) 按照实际实验的原理和功能进行物理建模，模拟真实的操作，根据实验操作实时计算实验现象，确保了实验的准确性。</p>
--	--

2) 支持实验操作过程自动评判, 并提供数据接口与配套教学系统对接, 对学生操作进行记录考核。实验中根据物理模型对扫描曲线进行拟合, 扫描过程中改变 Channel 1 中 Data scale 和 Channel 2 中 Data scale 大小, 可清晰观察到扫描曲线和反馈曲线变化, 可自由选择扫描区域, NanoScope Image 界面自动更新为当前所选区域的 Height、Amplitude 图像。

三、真空镀膜仿真实验

1. 实验中包含如下虚拟实验仪器: 真空泵、水冷系统、真空镀膜机、实验样品、数据处理系统软件操作模块。

2. 实验内容

(1) 具有打开总电源系统的功能; (2) 具有打开真空镀膜机的水冷系统的功能; (3) 具有打开真空系统的功能, 准备实验环境; (4) 操作真空镀膜机的各个部件的时候, 如果操作错误可以提示相应的操作提示, 对于不太了解该设备的用户可以及时提示操作错误, 纠正不良的操作行为; (5) 可以设置电压, 电流, 温度, 原子个数等参数开始镀膜操作; (6) 镀膜过程可以通过动画展示镀膜的原理, 将学生难以直观了解的原理用动画的形式形象的展示出来; (7) 打开控制软件的显示部分, 将沉积镀膜后的结构展示出来; (8) 展示蒸发物质速度曲线; (9) 展示沉积二维平面图像、沉积三维图像和 NURBS 展示; (10) 可以将结果以相应的格式导出; (11) 关闭真空系统, 关闭电源和冷却水系统, 完成关机操作。

3. 真空镀膜过程要从实际物理原理出发建立相关模型, 调节相关参数展示与原理相符的实际效果。

(1) 可调节的参数: 真空度、电流、温度、原子个数、转速、蒸发电压, 冷却水压力等。

(2) 相关原理要结合设备内部结构展示, 要求支持 3D 效果, 用户可从不同角度、实时观察现象对应的微观镀膜过程。

四、超高真空对靶磁控溅射镀膜虚拟仿真实验

(1) 实验仪器: 本实验涉及的仪器原型为 DPS-III 型多对靶磁控溅射仪, 仪器包括磁控溅射室、气瓶室、真空系统、循环水系统、气压温度控制柜、溅射电源控制柜、计算机控制系统等, 磁控溅射过程可 100%还原磁控溅射镀膜过程中的所有实验参数设置。

(2) 实验内容

本实验操作内容共包括超高真空抽气实验和对靶磁控溅射镀膜实验两个实验项目模块, 其中超高真空抽气实验项目具体包括组建真空系统实验、低真空获得实验和高真空获得实验三部分; 对靶磁控溅射镀膜实验项目具体包括制备单质薄膜实验、制备化合物薄膜实验和制备隧道结多层膜实验。

整个实验的具体实验内容如下:

基底、靶材选择与安装

1) 鼠标左键点击“基底与靶材”按钮, 弹出“请选择基底和靶材”选择框; 2) 鼠标左键点击基底和靶材置于实验操作台样品盒内, 点击样品盒视角拉近; 3) 鼠标左键点击磁控溅射腔室内的样品托(加热器), 样品托取置于实验操作台, 点击样品托视场拉近; 4) 鼠标左键点击样品托引脚, 引脚打开; 5) 鼠标左键点击样品盒内的基底置于样品托; 6) 鼠标左键再次点击样品托引脚, 引脚夹住; 7) 鼠标左键点击样品托, 样品托被放置在腔体内部对应卡槽内, 上方两端电线与腔体内部电线相连; 8) 鼠标左键点

	<p>击实验台上的靶材，出现靶材清洗进度条后，靶材被放置在腔内靶上；9) 鼠标左键点击总控制电源开关开按钮，打开气压温度控制柜电源；10) 鼠标左键点击降按钮，磁控溅射室上盖缓缓下降直至腔室上盖关闭。</p> <p>超高真空抽气实验</p> <p>组建真空系统实验</p> <p>1) 点击“开始组建真空系统”按钮，实验主场景自动切换至设备透视界面；2) 点击一对阀门接口，此时提示“真空系统连接正确”或“真空系统连接错误，请重新检查连接”。</p> <p>低真空获得实验</p> <p>1) 点击“低真空获得实验”按钮，实验主场景自动切换至设备透视界面，显示腔室和气路中模拟气体分子运动情况；2) 鼠标左键点击按下机械泵按钮，机械泵启动，弹出提示框：“机械泵正在抽机械泵与低阀 V1 之间气路真空”；3) 鼠标左键点击低阀 V1，低阀 V1 顺时针旋转打开，弹出提示框：“低阀 V1 已打开，机械泵与溅射腔室连通，机械泵正在抽腔室内真空”（同时低阀 V1 高亮闪烁）；4) 鼠标左键点击低真空计电源开关，打开低真空计，显示屏显示腔内压强数值，弹框提示：“低真空计已打开”；5) 低真空计气压值达到 20Pa 以下时，弹框提示：“磁控溅射腔室的背底真空度由于 20Pa，可以开启二级分子泵抽高真空”；6) 关闭低阀 V1，弹框提示：“低阀 V1 已关闭，机械泵与磁控溅射腔室连接断开”。</p> <p>高真空获得实验</p> <p>1) 鼠标左键点击电磁阀 DF 按钮，弹框提示：“电磁阀已打开，机械泵与分子泵之间气路连通，机械泵正在抽机械泵与分子泵之间气路真空”；2) 鼠标左键点击分子泵面板上的电源开关“ON”，点击“START”，启动分子泵，显示屏显示分子泵转速，弹框提示：“分子泵已启动”；3) 鼠标左键点击高阀 G，高阀 G 顺时针打开，弹框提示：“高阀 G 已发开，分子泵与磁控溅射腔室连通，分子泵正在抽腔室内真空”；</p> <p>禁止低阀 V1 未关闭的情况下，打开高阀 G，如果未关闭 V1 直接打开高阀 G，则提示框警告：“低阀 V1 尚未关闭，如果继续打开高阀 G，将造成机械泵内油反抽至分子泵，损坏分子泵，请打开高阀前关闭低阀”；4) 低真空计显示“L. LE--”时关闭低真空计电源开关，弹框提示：“低真空计已关闭”，鼠标左键点击高真空计电源开关，弹框提示：“高真空计已打开”；5) 高真空计数降低至 10-3Pa 以后，鼠标左键点击按下烘烤按钮，鼠标左键点击烘烤上方按钮，旋钮顺时针旋转到中间位置，上方显示屏显示 50%，弹框提示：“磁控溅射室内烘烤灯已打开，腔室内壁附着气体分子被烘烤逸出”；烘烤真空腔内气体，此时高真空计示数先升高（大约上升至 2×10^{-2} Pa），然后气压再次开始降低，弹框提示：真实实验环境中，约需烘烤 1.5 小时内真空度可降低至 10-4Pa；6) 高真空计示数降低至 10-4Pa 后，鼠标右键点击烘烤上方按钮，旋钮逆时针旋至最小，上方显示屏显示 0%；7) 高真空计示数低于 1×10^{-5} Pa 时，达到磁控溅射真空条件，可以操作通氩气等溅射准备工作，弹框提示：“磁控溅射腔室的背底真空度由于 1×10^{-5} Pa，已达到磁控溅射真空条件，可以操作通氩气等溅射准备工作”。</p> <p>超高真空镀膜实验</p> <p>制备单质薄膜实验 (Fe 薄膜)</p>
--	--

下面是实验上在单晶 Si 基底上生长单质 Fe 薄膜的标准制备条件及过程。

1) 打开气体流量计和通气阀门, 预热气体流量计 10 min 后, 向真空腔室通入纯度为 99.999% 的 Ar 气, 流量为 100 sccm, 将真空度保持在 0.5 Pa。2) 开启溅射电源, 预热 20 min 左右, 在一对 Fe 靶上施加直流电压, 在 0.3 A 的溅射电流下, 预溅射 5 min。降低直流电压, 将溅射电流调到 0.1 A, 等溅射电流和电压稳定。3) 通过计算机控制挡板转动, 打开基片架上的挡板开始沉积薄膜, 在沉积 Fe 薄膜过程中, Si (100) 单晶片位置固定, 基片架不需加热。4) Fe 薄膜的沉积时间为 5 min。5) 溅射结束后, 关闭基片架上的挡板, 然后关闭溅射电源, 停止通入溅射气体——Ar 气, 完全打开闸板阀, 继续抽真空, 20 min 后关闭抽气系统。6) 关闭真空系统, 打开真空室, 取出样品。

制备化合物薄膜实验 (Fe₄N 薄膜)

下面是实验上在 MgO 基底外延生长 Fe₄N 薄膜的标准制备条件及过程。

由于本实验要沉积外延 Fe₄N 薄膜, 因此选择晶格匹配的表面抛光的 MgO 单晶基底, 在对向靶头上安装一对纯度为 99.99% 的 Fe 靶, 一头作为磁力线的 N 极, 另一头为 S 极。通过反应溅射法制备外延 Fe₄N 薄膜, 具体实验步骤如下:

1) 打开气体流量计电源, 预热气体流量计 20 分钟; 2) 开启溅射电源, 预热 20 分钟; 3) 打开基底加热控制电源, 设置基底目标温度及升温时间, 使基底以 15°C/min 的速度升高到 450°C; 4) 打开进气阀, 向真空腔室通入高纯溅射气体 (Ar 气和 N₂ 气混合气体, Fe₄N: Ar 气流量为 100 sccm, N₂ 气流量为 20 sccm), 通过调节高阀的开始程度, 将溅射腔室真空度保持在 1 Pa 左右, 并稳定 5 分钟, 使气体充分混合; 5) 待溅射压强稳定, 待基底温度稳定在设定温度后, 设置温度装置至 “HOLD” 状态, 打开溅射电源, 调节溅射电流与电压, 得到稳定的辉光。在 Fe 靶上施加直流电压 (Fe₄N: 700V), 在 0.3A 的溅射电流下进行预溅射 5 分钟 (此时挡板遮挡基底)。其中预热时间和预溅射时间可设定。

6) 待辉光稳定后, 通过计算机控制挡板转动, 打开基片架上的挡板开始沉积薄膜, 设置薄膜的沉积时间。7) 溅射完毕后, 关闭挡板, 调节溅射电流和电压为零, 关闭溅射电源开关, 关闭流量计开关, 升高阀, 关气瓶, 待低真空计显示 “LOW” 时关闭, 开启高真空计。8) 取消温控装置的 “HOLD” 状态, 按设定程序降温, 待温度低于 80°C 时可以开盖。9) 关闭高真空计, 关闭高阀并降气压, 等待转数为 “0” 时, 关闭分子泵电源开关、电磁阀、机械泵。10) 打开放气阀, 向真空溅射腔室充入空气, 直到溅射室内的气压达到一个标准大气压, 关闭放气阀, 升盖打开真空室, 取出样品;

制备自旋阀多层膜实验 (Fe₄N/Cu/Co 多层膜)

下面是实验上在 MgO 基底制备 Fe₄N/Cu/Co 自旋阀多层膜标准制备条件及过程。

由于本实验要沉积纳米级 Fe₄N/Cu/Co 多层膜, 其中 Fe₄N 为外延生长, 因此选择 MgO 单晶作为基底材料, 在三对不同对向靶上分别安装纯度为 99.99% 的 Fe 靶、Cu 靶和 Co 靶, 通过在不同靶位交替沉积薄膜来制备 Fe₄N/Cu/Co 隧道结多层膜。

1) 打开气体流量计和通气阀门, 预热气体流量计 10 min 后, 向真空室通入纯度为 99.999% 的 Ar 气和 N₂ 气混合气体, 其中 Ar 气的流量为 100 sccm, N₂ 气流量为 20 sccm, 将真空度保持在 1 Pa; 2) 打开基底加热控制电源, 设置基底目标温度及升温时间, 使基底以 15°C/min 的速度升高到 450°C, 待基底温度稳定在设定温度后, 设置温度装置至 “HOLD” 状态; 2) 开启溅射电源, 预热

	<p>20 min 左右, 在一对 Fe、Cu 和 Co 靶上施加直流电压, 在 0.3 A 的溅射电流下, 预溅射 5 min, 关闭溅射电源;</p> <p>3) 将 Fe 的溅射电流调到 0.05 A, Cu 靶和 Co 靶的溅射电流调到 0.02 A, 等待溅射电流和电压稳定;</p> <p>4) 通过计算机控制挡板转动, 打开 Fe 靶侧面和基片之间的挡板开始溅射, 基片位置固定。薄膜沉积时间为 10 min。关闭 Fe 靶侧面和基片之间的挡板, 关闭 Ar 气和 N₂ 气流量计, 停止进气, 继续抽真空; 同时取消温控装置的“HOLD”状态, 按设定程序降温。5) 磁控溅射腔室的背底真空度由于 1×10⁻⁵ Pa, 待基底温度低于 80℃时已达到磁控溅射真空条件, 可以操作通氩气等溅射 C 膜准备工作, 向真空室通入纯度为 99.999% 的 Ar 气, 其中 Ar 气的流量为 100 sccm, 将真空度保持在 0.5 Pa;</p> <p>6) 通过计算机控制, 将基片架转至 Cu 靶位, 打开 Cu 靶侧面和基片之间的挡板, 基片位置固定。薄膜沉积时间为 10 min。关闭 Cu 靶侧面和基片之间的挡板; 7) 通过计算机控制, 将基片架转至 Co 靶位, 打开 Co 靶侧面和基片之间的挡板, 基片位置固定。薄膜沉积时间为 10 min。关闭 Co 靶侧面和基片之间的挡板; 8) 溅射完毕后, 关闭挡板, 调节溅射电流和电压为零, 关闭溅射电源开关, 关闭流量计开关, 升高阀, 关气瓶, 待低真空计显示“LOW”时关闭, 开启高真空计; 9) 关闭高真空计, 关闭高阀并降转, 等待转数为“0”时, 关闭分子泵电源开关、电磁阀、机械泵; 10) 打开放气阀, 向真空溅射腔室充入空气, 直到溅射室内的气压达到一个标准大气压, 关闭放气阀, 升盖打开真空室, 取出样品。</p> <p>(3) 功能说明</p> <p>1) 采用 1:1 的方式建立 3D 模型, 提供模拟实际的实验环境, 用户以第一视角在虚拟实验中漫游, 自由操作仪器、观察现象、完成实验。</p> <p>按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模, 模拟真实的操作, 观察到与实际相符的实验现象。</p> <p>五、金刚石压腔原位高压同步辐射 X 射线衍射仿真实验</p> <p>1. 实验仪器: 加速器、光束线与实验站, 拉曼光谱仪, 金刚石压腔制作相关仪器主要有超声清洗机、电火花打孔机、显微镜及电镜, 以及若干十字螺丝等小器件。</p> <p>2. 实验内容</p> <p>1) 金刚石与坐垫清洗、粘结: 对两颗金刚石顶砧分别进行清洗, 并分别于显微镜下观察清洁状况。</p> <p>对两个碳化钨坐垫分别进行打磨及清洗, 并于显微镜下观察光滑及清洁状况;</p> <p>按比例配置 AB 粘胶剂;</p> <p>分离调平工具; 取出粘接好的金刚石顶砧与碳化钨坐垫。</p> <p>2) 金刚石对顶砧调平: 将粘结好的一对金刚石顶砧-碳化钨坐垫移入压腔的一个半腔内; 通过四个顶丝调节半腔内金刚石顶砧-碳化钨坐垫的位置, 使其处于金刚石压腔的中间位置, 然后拧紧顶死, 固定坐垫; 重复上述操作, 将另一对金刚石顶砧-碳化钨坐垫放置于金刚石压腔的另一个半腔, 观察并调整位置;</p> <p>用四个螺丝初步固定合拢后的金刚石压腔; 于显微镜下观察对中情况, 并进行调节, 确保压腔中两个金刚石顶砧对齐。</p> <p>3) 调平测试: 对初步调平后的金刚石压腔进行分离; 采用橡胶泥在金刚石周边形成对称的支撑点, 准备放入封垫; 将不锈钢封垫放</p>
--	--

入一个金刚石压腔的半腔内；利用四个螺丝再次合拢金刚石压腔；对不锈钢封垫进行预压。预压后取下封垫，合上压腔于显微镜下观察两颗金刚石顶砧是否仍然完全同轴，方可进行下面的步骤。

4) 拆封垫预压。：分离金刚石压腔，取下不锈钢封垫；将铰封垫放置于两颗金刚石的台面，重新合上金刚石压腔。预压结束后立即泄压并分离金刚石压腔；在分离的压腔一侧放入红宝石样品，随即合拢压腔；对压腔加压，将压腔移入拉曼光谱仪的载物台进行荧光谱测试与压强转换。

打开用于荧光谱测定的激光光源，微调确保样品聚焦，打开拉曼测试软件，对样品进行荧光测试。重复聚焦、荧光测试操作，测量加压后的荧光谱，获得力学性能最佳的金刚石压腔。

5) 封垫打孔与复位。

6) 装样：分别用碳化钨针尖将红宝石及待测样品放入无封垫一侧的金刚石台面上；在显微镜下调整样品及红宝石的位置，以确保两边的金刚石合上时，样品仍然处于样品腔的中间位置。

7) 填充传压介质：用注射器吸少量传压介质注入压腔内；快速合拢压腔，并给压腔加压。将加压后的压腔移至拉曼光谱仪进行压强标定，标定前仍需对样品进行聚焦和光源调节；扫描光谱，获得此时的荧光谱；对荧光谱进行寻峰与压强转换，测得此时压腔的压强值。

8) 同步辐射 X 射线衍射测试：将经压强标定后的金刚石压腔转移到同步辐射仪样品台，开始进行 X 射线衍射谱测量之前需对实验线站进行调试；将准备好的金刚石压腔装置固定于实验线站样品台，通过显微镜或者 X 射线找到样品腔，确定样品所在位置；开始 X 射线衍射谱测量。

(3) 功能要求

1) 采用 3D 建模，提供模拟实际的实验环境，用户以第一视角在虚拟实验中漫游，自由操作仪器、观察现象、完成实验。

2) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模，模拟真实的操作，观察到与实际相符的实验现象

六、表面原子结构与能带表征仿真实验

1. 实验仪器：超高真空低温扫描隧道显微镜系统，包含三个腔室，快速进样腔 (Load-Lock)、准备室 (Prep Chamber) 和分析室 (STM chamber)，主动减振系统，抽真空系统，电流放大与反馈系统，Nanonis 控制器及数据采集系统等。

利用 ARPES 研究单晶 Au (111) 表面能带结构，包括样品处理系统，抽真空系统，氦灯光源系统，五轴样品台，能量分析器，SES 数据采集与处理系统。

2. 实验内容

1) 利用 STM 研究单晶 Si (111) 表面原子结构 (提供有演示视频)

具体教学目的如下：a. 理解扫描隧道显微镜的基本原理并了解其基本构造及工作模式；b. 熟悉 Si (111)-7×7 表面的制备及样品传送过程；c. 熟悉扫描隧道显微镜实验中针尖的粗逼近和自动逼近过程；d. 熟悉通过调节 Nanonis 控制器软件上的隧穿电流、电压、扫描范围、扫描速度等参数获取表面形貌的一般操作流程；e. 了解 Si (111)-7×7 表面的 DAS 模型及其在正、负偏压下的

形貌图。

2) 利用 ARPES 研究单晶 Au(111) 表面能带结构 (提供有演示视频)

以半球形能量分析器为主要实验装置的角分辨光电子能谱仪 (ARPES) 是测量单晶样品电子能带结构的最直接手段之一。本实验通过测量高质量单晶 Au(111) 表面态的特征图像, 理解通过光电效应研究材料电子能带结构的基本原理。本实验将基于 DA30 能量分析器, 以氦灯为光源测量单晶 Au(111) 面的表面态特征谱。具体教学目的如下: a. 理解 ARPES 测量材料电子能带结构的基本原理和测量过程; b. 熟悉运用 ARPES 测量电子能带结构的一般操作流程; c. 了解高质量单晶 Au(111) 表面的处理过程, 以及表面态 Rashba 自旋轨道耦合劈裂的特征图像。

(3) 功能说明

1) 实验中根据实际仪器设备建模, 与真实的实验仪器基本保持一致, 提供一个真实操作的虚拟实验环境。

2) 从实验原理、仪器功能出发, 建立相应的数学、物理模型, 根据实验操作实时计算实验现象, 真实性强。

模拟 STM 系统操作流程, 包括进样、快速升温-降温过程和扫描隧道显微镜表征表面原子结构等操作, 展示相应的变化; 模拟 ARPES 系统操作流程, 展示传样系统、真空系统、氦灯光源系统, 五轴样品台, 能量分析器, SES 数据采集与处理系统等操作流程。

七、TEM 实验虚拟仿真实验

(1) 实验仪器

透射电镜、冷却机、UPS 不间断电源、计算机、铍双倾样品杆、样品盘、镊子、固定样品专用工具、待测样品。

(2) 实验内容

1) 检查仪器运行状态: 查看仪器控制面板上的指示灯 (正常情况为 0n 灯灭, Off、Vac 和 HT 灯亮)。

查看样品台的指示灯 (正常情况指示灯不亮)。在正常情况下, 高压指示值为 200kV, 灯丝开启状态。

2) 装载样品到铍双倾样品杆上。3) 进样: 预抽时间结束后, 样品台红灯熄灭, 就可以进样。手握样品杆末端, 绕轴逆时针旋转样品杆, 将样品杆的销钉对准样品台的圆孔, 使样品杆在真空吸力作用下慢慢滑入电镜, 要送到底。

4) 开启阀门: 等待系统真空值小于 20, 关闭分子泵; 开启阀门。

5) 调节光路: 调节 Intensity, 使光斑汇聚到一点; 选择 Beam Shift, 调节能按钮, 将光斑移动到屏幕中心。调节 Gun Tilt。用 Intensity 调节光强度; 若发现光斑中心亮点不在中心点, 则需要调节 Gun Tilt, 调节多功能按钮, 将中心亮点移动到光斑中心。调节聚光镜像散和光阑。用 Intensity 调节光强度; 若发现光斑不是同心收缩 (即光斑不圆), 则需要调节聚光镜像散。点击 Stigmator 下的 Condenser 按钮, 使之变为黄色。调节多功能按钮, 将光斑调圆。若发现光斑不是沿中心发散, 需要调节聚光镜光阑。分别调节镜筒的聚光镜 C2 光阑上的两个螺圈, 使光斑沿中心扩散。

6) 设置共心高度。按操作面板上的 Eucentric Focus 按钮 (保证样品中心轴位置不变)。调节 Intensity, 使光斑汇聚到屏幕中心一点, 调 Z-axis 使影像聚焦到衬度最小 (即中心光斑点没有光晕)。调节 Rotation Center。调节 Intensity, 将光散开铺满整屏, 调出小屏, 调 Focus, 将样品图像调节到比较清楚。按右操作面板上的 Eucentric Focus 按钮, 选择 Rotation Center。调节多功能

	<p>能按钮,使小屏的图像不晃动,仅是收缩。</p> <p>6) 形貌观察及拍摄照片:选择样品感兴趣区域。用 Magnification 旋钮选择合适放大倍数,并将光发散至全屏。将大荧光屏抬起。选择 Start View 进行图像扫描,选择 Start View 进行图像扫描。</p> <p>调节 Focus 旋钮,观察不同聚焦状态下的图像。调节 Magnification 旋钮,观察不同放大倍数下的图像。</p> <p>7) 观察电子衍射像:将选区光阑底部开关拨向左侧,按下 Diffraction 按钮,观察电子衍射像。</p> <p>8) 观察明、暗场像</p> <p>(3) 功能要求</p> <p>1) 实验中根据实际仪器设备建模,与真实的实验仪器基本保持一致,提供一个真实操作的虚拟实验环境。</p> <p>2) 从实验原理、仪器功能出发,建立相应的数学、物理模型,根据实验操作实时计算实验现象,真实性强。</p> <p>3) 调节光路时,可设置同参数连续调节,观察相关参数联动后的与实际相符的实时光斑的动态变化,例如光斑的移动、聚焦、调圆、同心收缩等。</p> <p>八、PPMS 物性测量实验虚拟仿真实验</p> <p>(1) 实验仪器:PPMS 的基本系统按功能可以分为以下几个部分:温度控制、磁场控制、直流电学测量和 PPMS 控制软件系统。基本系统的硬件包括样品室、液氮杜瓦、温控流阻、超导磁体及电源、真空泵、计算机和电子控制系统等</p> <p>(2) 实验内容</p> <p>1) 启动程序,完成自检。2) 开腔准备。升温。将 SetPoint 处值设为 300.00,点击 Set 按钮,Temp 中温度开始增加。充气。选择“Vent/Seal”按钮,开始往腔体充气,压强最后升到 700Torr 左右后完成充气。激活。激活结束后,马达上小黄球此时会浮到顶端。</p> <p>3) 在 Chamber 窗口中,点击 Seal 按钮,State 状态变为 Sealed;保证样品室外围的 vacuum space 与空气隔绝。4) 取出样品杆。</p> <p>5) 装载样品 6) 将样品杆放回杜瓦瓶。7) 关样品腔,抽真空。8) 编写 Sequence (测试任务) 文件。9) 运行 Sequence (测试任务) 文件,扫描样品磁滞回线。</p> <p>运行已编写好的 Seq 程序,对样品进行测试。测试过程中,可调出数据文件对测试结果实时观察。10) 结束实验升温、充气,取出样品杆,将样品杆放回,抽真空,退出激活。</p> <p>(3) 功能要求</p> <p>1) 实验中根据实际仪器设备建模,与真实的实验仪器基本保持一致,提供一个真实操作的虚拟实验环境。</p> <p>2) 从实验原理、仪器功能出发,建立相应的数学、物理模型,根据实验操作实时计算实验现象,真实性强。</p> <p>九、激光等离子体瞬态诊断与定量分析虚拟仿真实验</p> <p>1. 实验中虚拟仪器:</p> <p>矩形腔室、真空系统、样品靶架、样品靶、三维移动平台、MC600 控制器、MC600 控制器控制软件、DG465 数字延迟发生器、能量</p>
--	--

计、能量计探头、Dawa200 激光器、智能水箱、智能水箱控制器、ICCD 光谱仪、ICCD 光谱仪控制器、ICCD 光谱仪控制软件、平板分束镜 (1064 nm)、平凸透镜、成像透镜、sCMOS 相机 (尼康镜头)、sCMOS 相机控制软件、平板反射镜 (1064 nm)。
(1) 激光等离子体瞬态诊断方法与定量分析实验原理要结合实际物理原理出发建立相关模型, 调节相关参数展示与原理相符的实际效果。

(2) 可调节的参数: 真空度、激光器的触发模式、DG645 的触发模式和延迟时间以及频率设、sCMOS 相机控制软件中的增益设置和延迟设置以及门宽设置、ICCD 光谱仪控制软件的延迟。

(3) 相关原理要结合设备内部结构展示, 支持 3D 效果, 用户可从不同角度、实时观察现象对应的微观粒子运动状态

十、脉冲激光沉积镀膜虚拟仿真实验 (提供有该实验项目功能截图)

实验仪器: 准分子激光器电源、准分子激光器、PLD 沉积设备、PLD 沉积控制柜、稀有气体瓶。

实验内容: 单层膜的制备; 多层膜的制备

实验中所有仪器采用 1:1 的方式建立 3D 模型, 与真实的实验仪器基本保持一致, 仿真度极高。同时为了体现出虚拟实验的特色, 对一些仪器进行了优化。

实验中支持对真空气路系统进行操作, 支持多种基片的选择, 支持多种靶材的搭配选择, 支持单层膜及多层膜的制备。

支持动画效果展示镀膜过程及镀膜厚度变化曲线, 实验支持步骤考察;

十一、量子自旋调控计算虚拟仿真实验

1. 实验仪器: 该项目主要在量子自旋调控计算虚拟仿真系统上进行, 即实验仿真平台及虚拟操作平台等。该系统通过 3D 建模, 真实反映实验室场景。该虚拟系统中主要仪器包括: 光源、可调衰减片、消色差双胶合透镜、辐射结构、非球面透镜、长波通滤光片、光电探测器、微波中控装置、微波源、微波功率放大器、任意序列发生器、激光驱动板、电源模块和软件: DiamondI Studio 组成。

2. 实验内容: 点击量子自旋调控计算实验, 进入实验场景; 点击实验仪器按钮, 打开实验仪器框, 从实验仪器框中将光源拖到光学防震台上的指定位置; 从实验仪器框中将可调衰减片拖到光学防震台上的指定位置; 从实验仪器框中将消色差双胶合透镜拖到光学防震台上的指定位置; 从实验仪器框中将辐射结构拖到光学防震台上的指定位置; 从实验仪器框中将非球面透镜拖到光学防震台上的指定位置; 从实验仪器框中将长波通滤光片拖到光学防震台上的指定位置; 从实验仪器框中将光电探测器拖到光学防震台上的指定位置; 点击激光驱动板上的开关按钮, 光源发出平行光; 双击电脑界面, 打开软件界面, 点击连接设备按钮; 连接成功后, 点击仪器调节实验图标, 切换到仪器调节实验界面; 进行参数配置, 时基输入合适的值, 切换通道选择采集 1; 点击编辑按钮进入编辑界面, 编辑通道 2 的脉冲, 进行合理的参数配置, 点击完成编辑后回到绘制曲线界面; 点击开始实验, 观察仪器调节实验输出波形。参数配置中切换通道选择采集 2, 点击编辑按钮进入编辑界面, 编辑通道 1 的脉冲, 进行合理的参数配置, 后点击完成编辑后回到绘制曲线界面; 点击开始实验, 观察仪器调节实验输出波形; 调节光源的光学调整架上的三个旋钮, 观察输出波形的振幅变化情况; 鼠标点击可调衰减片, 根据输出波形的振幅将光线强度降低到合适范围; 鼠标点击消色差双胶合透镜的底座, 让消色差双胶合透镜

沿着光轴方向,使光束焦点位于辐射结构中心空区域内;适当调整辐射结构后的非球面透镜的位置,使产生适当大小的平行光束;调整第二个消色差双胶合透镜在光轴方向的位置,使光线经过长波通滤光片后光线焦点位于光电探测器中心的小接收端上;调节完毕后观察输出波形;点击连续波实验图标,进入该实验参数设置界面,进行参数配置;切换到实验场景中,打开微波中控装置1的电源,切换输出模式为连续频率,设置合适的起始值和结束值;回到软件界面,点击开始实验,观察连续波实验输出波形;切换到实验场景,移动磁铁,改变磁铁与辐射结构之间的距离;回到软件界面,点击开始实验,观察连续波实验输出波形变化情况;再次调节磁铁与辐射结构之间的距离,多次测量,观察输出波形变化情况;点击拉比振荡实验图标,进入该实验界面,进行合适的参数配置;将实验场景中微波中控装置1切换输出模式为固定频率;返回软件界面,进入脉冲编辑界面,设置好脉冲序列和参数配置后点击完成编辑,回到绘制曲线界面;点击开始实验按钮,观察拉比振荡实验输出波形;点击回波实验图标,进入该实验界面,进行合适的参数配置;将实验场景中微波中控装置1输出模式调为固定频率;点击T2实验图标,进入该实验界面,进行合适的参数配置;将场景中微波中控装置1的输出模式调为固定频率;回到软件界面,点击开始实验,观察T2实验输出波形;点击动力学去耦实验图标,进入该实验界面;将场景中微波中控装置1的输出模式调为固定频率;回到软件界面,进行合适的参数配置;点击编辑脉冲,按照实验原理编辑通道1、5的脉冲,点击完成编辑;点击开始实验,观察动力学去耦实验输出波形;点击编辑脉冲按钮,在编辑脉冲界面重新编辑,改变实验原理中的M值,完成编辑后点击开始实验,观察输出波形;多次重复上面的步骤;点击D-J算法实验图标,进入该实验界面;将场景中微波中控装置1、2的输出模式都调为固定频率;回到软件界面,实验序列选择DJ1,进行合适的参数配置,点击开始实验,观察DJ1实验输出波形;点击开始实验,观察DJ3实验输出波形;实验序列选择DJ3,进行合适的参数配置,点击开始实验,观察DJ3实验输出波形;实验序列选择DJ4,进行合适的参数配置,点击开始实验,观察DJ4实验输出波形。

(1) 实验中模拟出激光器光束效果,便于学生去调节仪器位置。

(2) 按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模,实验中可以改变软件上各个参数,当这些参数改变时,观察到合理的曲线变化。能够清晰的观察到不同实验操作的相匹配的合理现象。

实验考核包含光路的正确搭建,以及不同参数下记录的实验结果。

十二、量子保密通信虚拟仿真实验

1. 实验仪器:量子保密通信虚拟仿真平台所用到的实验仪器包括激光器,偏振片,可调衰减片,分束镜,偏振分束镜,反射镜,光学耦合器,单光子计数器,电脑,密钥分发系统组成。

2. 实验内容:(1)搭建单光子发射端光路(2)量子密钥分发原理(3)量子保密通信展示

3. 软件特色:(1)实验中模拟出激光器光束效果,便于学生去调节仪器位置。

(2)按照实际实验的原理和功能进行数学物理建模,实验中可以改变波片快轴角度等参数,当这些参数改变时,观察到合理的信号数据变化。能够清晰的观察到不同实验操作的相匹配的合理现象。

实验考核包含光路的正确搭建,以及不同参数下记录的实验结果

	<p>十三、X射线衍射技术(XRD)虚拟仿真实验</p> <p>1. 实验仪器：XRD 虚拟仿真实验仪器包括：粉末状样品、固体样品、研磨棒、样品载玻片、药勺、橡皮泥、X射线衍射仪、电脑</p> <p>2. 实验内容：制备粉末样品；通过 X 射线衍射仪对粉末样品进行 X 射线衍射测试，获得衍射数据和图谱；通过 Jade 软件，对粉末样品所测数据进行定性分析；制备固体样品；通过 X 射线衍射仪对固体样品进行 X 射线衍射测试，获得衍射数据和图谱；通过 Jade 软件，对固体样品所测数据进行定性分析并计算峰面积；计算钢中残余奥氏体含量。</p> <p>3. 功能特色</p> <p>(1) 按照实际实验的原理和功能进行物理建模，模拟真实的操作，根据相关物理公式带入参数得到对应现象，确保了实验的准确性。</p> <p>(2) 从实验原理、仪器功能出发，建立相应的数学、物理模型，根据实验操作实时计算实验现象，实验路径不唯一，真实性强。</p> <p>(3) 支持实验操作过程自动评判，考核包含隐藏考核及数据考核；</p> <p>(4) 实验中提供多重粉末及固体样品，学生可自由选择要制备的样品种类，不限制学生操作。</p> <p>(5) 实验中建立了样品分析数据库模型，不同样品得到的衍射数据及图谱不同。</p> <p>十四、有机光电器件制备与测试虚拟仿真实验</p> <p>(1) 实验仪器</p> <p>本实验中使用仪器：超声波清洗机、晶片、洗片架、烧杯、氧等离子体清洗机、匀胶机、加热台、真空镀膜机、紫外固化机、电源表、光谱扫描辐射度计等。</p> <p>(2) 实验内容</p> <p>1) 检查实验系统各部分情况是否正常；2) 清洗透明导电玻璃衬底；3) 除去晶片表面的有机物杂质；4) 将晶片放到手套箱 1 中；5) 用匀胶机旋转涂覆空穴传输层材料；6) 用加热台加热晶片；7) 用匀胶机旋转涂覆发光层材料；8) 用匀胶机旋转涂覆空穴传输层材料；9) 将晶片从手套箱 1 传到手套箱 2 中；10) 用真空蒸镀系统蒸发金属阴极；11) 将晶片由手套箱 2 传至手套箱 3 中；12) 器件封装；13) 将晶片从手套箱中取出；14) 器件发光特性或光伏特性的电学、光学测试。</p> <p>(3) 功能说明</p> <p>1) 实验中根据实际仪器设备建模，与真实的实验仪器基本保持一致，提供一个真实操作的虚拟实验环境。</p> <p>2) 从实验原理、仪器功能出发，建立相应的数学、物理模型，根据实验操作实时计算实验现象，真实性强。实验模拟真实的操作流程，以第一视角方式展示实验过程，手套箱模块，摄像头直接拉进手套箱观察操作。</p>
	<p>二、其他要求：</p> <p>为保证软件的质量，在响应文件中提供有生产厂家产品技术证明文件。</p>

5	大学物理实验预习自动评判系统	合肥明径达;V1.0	<p>1.采用B/S+C/S混合架构建设学生网络自主预习平台,通过虚拟实验环境在线运行仿真实验,有效降低服务器负载、实现大面积实验教学。系统对服务器要求不高,建设方案性价比比高,支持2000人以上在线学习。</p> <p>2.预习题管理:含选择题、判断题、填空题、问答题和操作题管理。题目支持手动录入和批量导入功能。</p> <p>3.题目可定义分值、难易、难易、所属实验等分类信息。</p> <p>4.预习卷管理:系统内置57理实验的动手操作预习,可直接用于物理实验预习,可根据教学需要自行组建预习卷,可设置分值、预习时间等。</p> <p>5.预习分配:组织预习、预习安排管理,用于建立、修改、取消某次预习。</p> <p>6.预习安排支持手动安排试卷、自动组卷、自动默认试卷多种试卷分配方式。</p> <p>7.预习试卷支持题目选项随机打乱,标准答案内容唯一情况下,标准答案的顺序随机,有效避免作弊情况。</p> <p>8.学生预习:学生登录系统后,在线完成预习试卷。可通过网页直接调用虚拟实验环境在线运行仿真实验,完成实验操作题。</p> <p>9.预习批阅与成绩管理:问答题外的其他题型的预习结果系统自动批阅、统计,教师可以对自动批阅的结果进行必要的修改和调整。</p> <p>10.学生预习完毕后,可立刻看到预习结果,不满意时可再次预习。</p> <p>11.可由教师设定单个实验预习的最大次数,系统会自动保存学生多次预习结果,并自动取最高分为预习成绩。</p> <p>12、可以接入教学信息化平台,基础信息、教学安排和成绩管理等无缝对接。本系统可与虚拟仿真实验项目数据对接,实现仿真实验操作预习并对实验操作过程进行评判计分。预习批阅与成绩管理:问答题外的其他题型的预习结果系统自动批阅、统计,教师可以对自动批阅的结果进行必要的修改和调整。学生预习完毕后,可立刻看到预习结果,不满意时可再次预习。可由教师设定单个实验预习的最大次数,系统会自动保存学生多次预习结果,并自动取最高分为预习成绩。</p> <p>13.为保证软件的质量,在响应文件中提供有生产厂家的产品技术证明文件。</p>	合肥明径达科技有限公司
6	中学物理虚拟仿真实验软件	科大奥锐;V1.0	<p>1.从实际教学出发,围绕中学考试核心,设计实验操作考核方案,实验操作过程专业性强。</p> <p>2.采用1:1的方式建立3D模型,完成高度逼真的三维虚拟仿真场景,以及虚拟设备的实时交互功能,并在虚拟场景中采用第一人称视角,提供沉浸式的真实效果,体验感强。</p> <p>3.虚拟仪器操作和模拟现象从物理基本原理出发,建立仿真算法数学物理模型,采用数据驱动方式实时渲染,实验过程符合实际物理规律,真实度高。</p> <p>4.系统对学生操作过程和操作结果进行自动评判,保障考查的全面性建立统一的评分标准,系统自动评判考试成绩;所有学生使用的仪器设备、考试环境完全一致。</p> <p>5.操作实验中初始物理量都是随机产生,次实验操作所得的正确结果是不同,避免考场作弊。</p> <p>6.软件包含22个虚拟仿真实验项目: 测量小车运动的瞬时速度与加速度仿真实验</p>	安徽省科大奥锐科技有限公司

	<p>1、利用纸带求瞬时速度的方法。</p> <p>2、利用纸带求加速度的方法。</p> <p>3、学习实验操作流程，减少实验误差方法。</p> <p>探究弹簧的弹力与形变的关系仿真实验</p> <p>1、实验操作流程，掌握胡可定律，学会用胡可定律计算弹簧劲度系数。</p> <p>2、利用描点作图法，计算斜率。</p> <p>探究两个互成角度的力的合成规律仿真实验</p> <p>1、掌握实验流程，学会实验操作步骤。</p> <p>2、通过验证两个互成角。</p> <p>探究加速度与力仿真实验</p> <p>1、掌握实验流程，学会实验操作步骤。</p> <p>2、探究的内容是寻找加速度与力、质量三者间的关系。</p> <p>质量的关系，探究平抛运动的特点仿真实验</p> <p>1、掌握实验流程，学会实验操作步骤。</p> <p>2、通过本实验，掌握绘制小球做平抛运动的曲线，学会计算小球初速度。</p> <p>验证机械能守恒定律仿真实验</p> <p>1、掌握实验流程，学会实验操作步骤。</p> <p>2、实验中可利用重物下落时带动纸带一起运动，然后利用打点计时器打出的纸带，从纸带上测量 h 和 v 进行验证。</p> <p>验证动量守恒定律仿真实验</p> <p>1、掌握实验流程，学会实验操作步骤。</p> <p>2、用两个大小相同但质量不等的小球的碰撞来验证动量守恒定律</p> <p>长度的测量及其测量工具的使用仿真实验</p> <p>1、掌握实验流程，学会实验操作步骤。</p> <p>2、支持根据对长度测量的不同精度要求，合理选择仪器，以及根据测量对象和测量条件采用适当的测量手段。</p> <p>探究等温情况下一定质量气体的体积与压强的关系仿真实验</p> <p>本实验支持用气体与压强的探究装置来探究等温情况下一定质量气体的体积与压强的关系，了解气体等温变化的规律。</p> <p>测量金属的电阻率（不含螺旋测微器）仿真实验</p> <p>要求学生连线使用螺旋测微器，学会用伏安法测量电阻的阻值，学会测定金属电阻率的方法。</p> <p>用多用电表测量电学中的物理量仿真实验</p>
--	---

	<p>实验要求学生用万用表测量小灯泡电压、电流、导体电阻和二极管的正向反向电阻。</p> <p>测量电源的电动势和内电阻仿真实验</p> <p>本实验采用电流表内接法测量电源的电动势和内阻。学生可分析实验误差的来源，学会用图像法处理数据。</p> <p>测量玻璃的折射率仿真实验</p> <p>本实验利用插针法，测量玻璃砖折射率</p> <p>用双缝干涉实验测量光的波长仿真实验</p> <p>本实验学生可在操作过程中了解白光、红光、绿光的干涉图样，能够测定单色光的波长以及分析实验误差的来源。</p> <p>测定某种食物中的能量仿真实验</p> <p>用天平称取花生的质量，读数并记录其质量；2. 用量筒量取 100mL 水，记录水的体积数；3. 将量筒中的水倒入锥形瓶中；4. 用温度计测出水的初温并记录温度；5. 用解剖针插住花生，点燃花生对锥形瓶的水进行加热；6. 至完全燃烧完后，再次读温度计读数，并记录数据，算出温度差；7. 用另两粒花生种子重复上述实验后，计算单位质量花生种子中含有的能量值。</p> <p>测量金属块的密度仿真实验</p>
	<p>实验内容：</p> <p>1. 选择仪器：从仪器栏中选择合适的实验仪器；2. 游码归零：用镊子调游码至零刻度；3. 调节天平平衡：调节平衡螺母，直至天平平衡；4. 天平放入物体：左盘中放入金属块；5. 添加砝码：用镊子夹取砝码放入右盘；6. 增减砝码或游码：用镊子增减砝码或移动游码，直至天平平衡；7. 测量金属块质量：读取金属块质量并记录；8. 细线系住金属块：移动金属块到细线上，细线自动系住金属块；9. 量筒中加水：将大烧杯中的水倒入量筒，胶头滴管吸取烧杯的水，滴加适量液体进量筒中，读取液体示数 V1</p> <p>10. 测量金属块体积：将系着细线的金属块缓缓放入量筒中直到完全浸没，读取示数 V2，得出体积 V</p> <p>11. 计算结果：根据公式 $\rho = m/v$ 计算出密度</p> <p>测量小车运动的平均速度仿真实验</p> <p>本实验用到的实验仪器有：机械停表、钢卷尺、垫块、金属板、木板、玩具小车。</p> <p>实验内容：1. 观察并记录刻度尺和停表的量程、最小分度值；2. 把一块金属板放到斜面顶端，另一块金属片放在斜面底端，用卷尺测出小车将要通过的全程路程 s1；3. 把小车放在斜面顶端，移开顶端金属板，用停表测量小车从斜面顶端滑下到撞击斜面底端金属片的时间 t1；4. 把一块金属板放到斜面顶端，另一块金属片放在斜面中部，用卷尺测出小车将要通过的半程路程 s2；5. 把小车放在斜面顶端，移开顶端金属板，用停表测量小车从斜面顶端滑下到撞击斜面中部金属片的时间 t2；6. 分别计算出小车通过斜面半程和全程的平均速度 v1、v2。</p> <p>测量小灯泡正常发光时的电阻仿真实验</p> <p>实验仪器：电源、开关、电流表、电压表、滑动变阻器、小灯泡</p> <p>实验内容：1. 选择仪器：从仪器栏中选择合适的实验仪器；2. 摆放仪器：按照电路图，将器材按照合理位置摆放；3. 连接导线：</p>

按照电路图，连接导线，将滑动变阻器移至阻值最大端。检查电路无误后，闭合开关，观察电表偏转情况；4. 量程调整：若电表指针偏转程度较小，断开开关，将接线柱改接到小量程；5. 移动滑片：检查电路无误后，闭合开关。移动滑片位置，观察到小灯正常发光时停止移动滑片，此时小灯泡两端的电压为 2.5V；6. 记录示数：记录小灯正常发光时，记录电表的示数；7. 仪器整理：断开开关，拆除导线，整理实验仪器；8. 计算结果：根据公式 $R=U/I$ 计算电阻，填写表格

探究平面镜成像时像与物的关系仿真实验

实验仪器：玻璃板、塑料人、铅笔、白纸、直尺、三角尺

实验内容：1. 从仪器栏中选择合适的实验仪器；2. 白纸平铺在桌面上，进入俯视图，选择“画标线”功能，在白纸上画出反射面标线；3. 将玻璃板竖直放置在白纸上，玻璃板反射面与白纸上的标线对齐；

4. 用三角板检验玻璃板是否放置竖直；5. 在玻璃板前放置一个塑料人作为物体，观察其在玻璃板中所成的像；6. 在玻璃板后移动另一个塑料人使之与像重合，比较像与物的大小关系；7. 进入俯视图，选择“描点”功能，选取物体底边上有代表性的两个点，在白纸上分别标记出物点和像点的位置；

8. 选择“画虚线”功能，在白纸上连接物点和对应像点；9. 利用三角板检查像与物体的连线是否与标线垂直，垂直会自动出现垂直符号；10. 用刻度尺测量物距和像距；试卷中填写相关数据及结论，整理实验仪器，并提交答卷。

探究杠杆平衡的条件仿真实验

实验内容：1. 选择仪器：从仪器栏中选择合适的实验仪器；2. 安装杠杆：把杠杆安装在支架上；3. 调节平衡螺母：调节平衡螺母，直至杠杆平衡；4. 测量钩码重力：拖动钩码挂在弹簧测力计下，用弹簧测力计测出一个钩码的重力；5. 实验 1 测量：在支点的一侧任意位置悬挂 1 个钩码，在支点另一侧悬挂 1 个钩码；6. 实验 1 数据记录：调节使杠杆处于水平平衡状态，读出有关数据填入表格；7. 实验 2 测量：在支点的一侧任意位置悬挂 2 个钩码，在支点另一侧悬挂 2 个钩码；8. 实验 2 数据记录：调节使杠杆处于水平平衡状态，读出有关数据填入表格；9. 实验 3 测量：在支点的任意位置悬挂 2 个钩码，用弹簧测力计在支点同侧任意位置向上拉卡环；10. 实验 3 数据记录：调节使杠杆处于水平平衡状态，读出有关数据填入表格。

探究凸透镜成像规律仿真实验

实验内容

1. 选择仪器：从实验仪器栏中选择合适的实验器材，检查实验器材是否齐全、完好；
2. 安装仪器：将 LED 光源、光屏、凸透镜按照正确的顺序安装在光具座上；
3. 调节仪器：(1) 打开 LED 光源；(2) 调整 LED 光源、凸透镜和光屏的高度，使它们的中心大致在同一高度；(3) 寻找焦距 f ；
4. 观察记录：(1) 利用凸透镜，在光屏上呈现光源清晰的、缩小的实像。观察并记录物距与像距；(2) 利用凸透镜，在光屏上呈现光源清晰的、放大的实像。观察并记录物距与像距；(3) 尝试用光屏寻找凸透镜所成放大的虚像，找不到时用眼睛观察凸透镜所成放大的虚像，观察并记录结果；
5. 整理仪器：点击仪器整理。

		<p>一定溶质质量分数的氯化钠溶液仿真实验</p> <p>实验仪器：托盘天平、烧杯、量筒、玻璃棒、胶头滴管、药匙、滤纸、氯化钠、蒸馏水、试剂瓶</p> <p>实验内容：1. 计算氯化钠和水的质量；根据题目要求，计算所需的氯化钠及蒸馏水的质量，并填入到数据表格中；2. 选择仪器；根据实验要求从实验仪器栏中选取正确量程的烧杯及量筒；3. 清洗仪器；</p> <p>清洗实验过程中需要用到仪器（烧杯、量筒、试剂瓶、玻璃棒）；4. 称量：用托盘天平称量一定质量的氯化钠并倒入烧杯中；5. 量取：用量筒量取一定体积的蒸馏水并倒入烧杯中；6. 溶解：用玻璃棒搅拌烧杯中的溶液使氯化钠充分溶解；7. 装瓶，贴签：将充分溶解的氯化钠溶液倒入试剂瓶中，盖好瓶塞并填写试剂标签；8. 清洗仪器：清洗实验过程中用到的仪器（烧杯、量筒、玻璃棒）；</p>	
7	大学物理实验考试与自动评判系统	<p>合肥明径达：V1.0</p>	合肥明径达科技有限公司
		<p>6、为保证软件的质量，在响应文件中提供有生产厂家的产品技术证明文件。</p> <p>1. 采用 B/S+C/S 混合架构建设在线实验考试自动评判平台，通过虚拟实验环境在线运行仿真实验，有效降低服务器负载、实现大面积实验考试。系统对服务器要求不高，建设方案性价比高，支持 1000 人以上在线考试。</p> <p>2. 开放式试题库，教师可自行增加试题，支持含选择题、判断题、填空题、问答题和操作题管理。题目支持手动录入和批量导入功能。</p> <p>3. 题目可定义分值、难易、难易、所属实验等分类信息。</p> <p>4. 开放式仿真实验库，支持用户自行扩展实验项目。有操作评分功能，可检查学生对实验原理、实验过程、仪器操作的掌握。每个学生实验操作的初始状态和测量值都是随机产生，所对应的正确结果各不相同，从根本上避免了考试中实验操作的作弊现象。</p> <p>5. 试卷管理：系统对接《基于组件的物理学物理仿真实验软件》，内置物理虚拟仿真实验的动手操作预习，可直接用于物理实验考试。可根据教学需要自行组建预习题卷，可设置分值、预习时间等。</p> <p>6. 同场考试可调用多份试卷，可安排不同学生对应不同的试卷，可有效避免书面试题的作弊现象。</p> <p>7. 试卷支持手动安排试卷、自动组卷、自动默认试卷多种试卷分配方式。</p> <p>8. 试卷支持题目选项随机打乱，标准答案内容唯一情况下，标准答案的顺序随机，有效避免作弊情况。</p> <p>9. 考试过程支持学生重考。</p> <p>考试过程中突发情况时，老师可选择让学生重考，重新分发试卷。</p> <p>10. 支持在线监控。</p> <p>学生考试过程中系统会自动抓拍学生图像并上传到服务器，管理员在线查看学生考试情况。</p> <p>注：硬件需要 Windows 标准摄像头支持，并考试用户具备摄像头访问权限。</p> <p>11. 系统自动评判问答外其他题型，并自动统计成绩，教师可调整学生成绩的分布。</p> <p>12. 支持考试题目得分情况统计。</p> <p>管理员可以针对考试安排查看并导出该安排下所有的考题学生得分情况，根据这个统计可以在教学过程中发现一些易错点。</p>	

		<p>13. 试卷并可长期保存、批量导出。学生的考试结果可长期保存，同时教师还可以把学生的试卷以 word 的形式批量导出以便存档。可以接入教学信息化平台，基础信息、教学安排和成绩管理等无缝对接。</p> <p>14. 为保证软件的质量，在响应文件中提供有生产厂家的产品技术证明文件。</p>	
8	基础信息及虚拟仿真实验资源管理平台	<p>1. 系统主要包括人员组织管理、教学基本信息管理、数据备份管理、权限管理、智能统计分析、统一数据接口等；</p> <p>2. 人员组织管理包括院系班级、教师、学生的基础信息管理；</p> <p>3. 教学基本信息管理包括学期管理、节假日管理、课程管理、实验室管理、实验项目管理、学生类别、实验模块、资源类型管理；</p> <p>4. 权限管理，赋予老师不同的角色及角色对应的权限和菜单。权限可控制到按钮级别。</p> <p>5. 数据备份管理通过页面直接对系统数据进行备份还原管理、降低用户操作数据库难度，增强安全性；</p> <p>6. 智能统计分析包括各子系统的访问人次和使用人次的统计</p> <p>7. 统一数据接口提供对接、《物理实验考试系统》、《物理实验预习系统》、《物理实验报告自动评判系统》、《大学物理仿真软件》、《核物理虚拟仿真实验》等系统进行数据对接；</p> <p>8. 支持对接学校的教务系统数据。（因各学校教务系统不同、需要定制）</p> <p>9. 灵活多变的配置，可以根据需要配置接入内部和外部系统并支持单点登录。系统主要包括人员组织管理、教学基本信息管理、数据备份管理、权限管理、智能统计分析、统一数据接口等。</p> <p>10. 采用开放架构，支持用户自行扩充实验库。可快速兼容第三方虚拟仿真实验资源，无须修改代码。系统架构优化，能有效降低服务器负载、实现大面积实验教学，不限客户端数，支持 2500 人以上在线学习。能够和实验预习、实验考试自动判卷系统保持同步，实验操作一致，提供实验数据接口，可用于预习及考试结果评判。系统配套虚拟仿真实验对应多媒体配音解说和操作指导功能，同时提供接口，支持用户自主更新、形成学校特色教学资源。用户自主更新与实验配套的教案、演示录像等教辅资源。</p> <p>11. 支持教师查看学生实验操作情况；管理员可通过仿真实验系统网站的“实验统计”查看学生对虚拟实验的完成情况。方便用户清晰详细的了解学生虚拟实验完成情况。同时会记录学生每次操作的实验数据，用户可以通过分析数据了解学生对实验的掌握情况</p> <p>12. 支持师生在线实时互动讨论：学生在操作学习实验过程中，遇到问题可以通过“在线讨论”按钮，对当前操作该实验的用户发出疑问以便得到指导。</p> <p>13. 支持学生在线评价实验功能：学生操作完实验后可对实验进行评价打分，提出自己对实验的建议。支持资源权限管理，授权用户可开展虚拟实验操作。</p> <p>14. 系统支持在线用户实验队列管理：可根据需要配置队列最大并发数，超过队列最大数后，系统自动提示用户。</p> <p>15. 为保证软件的质量，在响应文件中提供有生产厂家的产品技术证明文件。</p>	合肥明径达科技有限公司

1. 开放式的实验报告模板库
实验报告模板可定制，可实时更新算法库。教师可根据本校教学特色，制定符合自身教学目标的实验报告模板，针对性强。
2. 实验报告支持不确定处理、有效数字及多种数据处理、拟合算法，并可根据用户需要的提供定制，灵活度高。
3. 对于报告中数据处理等机械性高、占用时间大的部分采用计算机自动评判，报告评阅效率高。
4. 对于报告中实验分析、总结、思考题等体现学生实验的理解和综合、创新能力部分，采用人工评判，充分发挥教师教学经验，有效保证教学质量。
5. 实验报告包含教师签字的电子原始数据，避免数据造假。
6. 支持学生重做
学生完成报告不理想，或者数据有造假嫌疑，教师可根据情况选择让学生重新完成报告（可选择以空模板重做或者在原有模板基础上重做）
7. 支持对学生报告进行查重
针对学生之间存在抄袭报告现象，该系统可对学生报告进行查重，并且用户可以自己设定查重最低重复率以及查重时间范围支持在线公式编辑、完成报告
8. 支持上传实验数据图片自动优化
学生上传实验图片过大时，系统自动调整为默认大小。教师评阅时可点击显示原图。
9. 人工评判的通用格式报告可以适用于物理、化学、电子、机械等各学科。
对于数据处理不用自动评判的学科，系统提供通用报告模板以符合教学需要，并可根据用户需要提供灵活的模板配置。
10. 系统自动统计报告成绩，学生报告模板，系统报告模板可长期保存，支持以 word 形式导出存档，提供了教学资料的方便管理。
11. 系统支持自定义报告功能。
用户可选实验内容，自行调整报告文字部分、分数等，并可调整评分规则。
12. 支持教师评阅报告过程在线批注，报告结束时给出教师评阅意见总结，辅助评阅。开放式的实验报告模板库。实验报告模板可定制，可实时更新算法库。教师可根据本校教学特色，制定符合自身教学目标的实验报告模板，针对性强。
13. 实验报告支持不确定处理、有效数字及多种数据处理、拟合算法，并可根据用户需要的提供定制，灵活度高。对于报告中数据处理等机械性高、占用时间大的部分采用计算机自动评判，报告评阅效率高。
14. 对于报告中实验分析、总结、思考题等体现学生实验的理解和综合、创新能力部分，采用人工评判，充分发挥教师教学经验，有效保证教学质量。
15. 实验报告包含教师签字的电子原始数据，避免数据造假。
16. 按实验室要求，根据线下实验报告规则要求定制开发 25 个实验报告的自动评判模板。
17. 为保证软件的质量，在响应文件中提供有生产厂家的产品技术证明文件。

实验报告自动评阅系统及定制自动评判模板

合肥明径达;V
1.0

10	实验特色实验目的仿真资源(定制开发)	合肥明径达;定制	<p>1. 依据各专业特色, 针对学院物理实验中心现有实验项目, 定制第 2 项中未涉及的实验虚拟仿真资源。</p> <p>2. 采用 1:1 的方式建立 3D 模型, 模拟实际实验室环境, 用户以第一视角在虚拟实验中漫游, 可自由操作仪器、拖动和调节任意参数、观察对应的现象、完成实验。</p> <p>3. 实验提供必要的原理展示动画, 方便学生快速理解实验。</p> <p>4. 实验中可根据学生操作自动判断当前实验步骤, 提供智能提示, 实现实验操作结果实时记录、实验过程操作自动评判。实验过程提供考核功能。</p> <p>5. 提供配套的在线教学系统, 符合国家示范性虚拟实验项目对接规范, 支持教学资源在线学习、在线实验、教学交互、实验后教学资源评价等功能, 教师可查看学生实验耗时和实验得分。</p> <p>6. 教学系统提供接口, 可供教师自行调整在线学习所需的实验原理、实验指导、演示录像等配套教学资源。</p> <p>7. 配套的仿真实验教学系统采用具有统计分析功能, 能够知道学生使用仿真实验的时间、次数等。</p> <p>8、为保证软件的质量, 在响应文件中提供有生产厂家的产品技术证明文件。</p>	合肥明径达科技有限公司
11	实验室高效服务器	联想; Think System SR650	<p>1、CPU 数量: 2 颗, intel4214 至强处理器</p> <p>2、CPU 主频, 12 核, 2.2GHZ;</p> <p>3、内存: 64 GB, DDR4. 最大内存容量 1TB.</p> <p>4、存储: 4 块 4T 硬盘;</p> <p>5、主板插槽: 支持 6 个 PCIe3.0, 可实现多种 I/O 配置。</p> <p>6、最大硬盘容量: 支持 16 个 2.5 英寸易插拔或热插拔 SATA.</p> <p>7、标准接口: 前端 VGA 连接器 (可选); 网络 LED; 2 个 USB 端口; 两个 1GB RJ45 端口; USB 端口; VGA 连接器</p> <p>8、网卡: 4 口千兆网卡。</p> <p>10、光驱: DVD RW 光驱。</p> <p>9、电源: 2 个 550W 电源。</p> <p>10、软件环境:</p> <p>操作系统: Microsoft Windows 2012 Server 标准版。</p> <p>web 服务: Internet Information Server (IIS) 7.0 及以上</p> <p>.Net Framework: 中文版 4.0sp1</p> <p>数据库: Microsoft SQL 2008R2</p>	联想(北京)信息技术有限公司
12	综合布线系统	综合布线系统	<p>1、综合布线系统: 包含所有实验室的硬件线路及通信网络改造, 用于软件有声教学。</p> <p>2、投影技术: DLP</p> <p>标准亮度: 3300 流明 (根据 ISO21118 标准)</p>	河南博奥贸易

中和 控、音 响、投 影系 统	统： 定制 中 控： 佳音 捷；H K-23 0A 音 响： 佳音 捷；J Y-26 0 投影 系 统；N EC；N P-CR 3100 H	<p>DMD 尺寸: 0.65 英寸 标准分辨率: 1920×1080 灯泡: 190W 标准模式下灯泡寿命≥4500 小时 (节能模式下灯泡寿命≥6000 小时) 变焦比: 1.1 对比度: 8000: 1 端口: D-SUB15 针输入×1; HDMI×1; 复合视频 RCA×1; D-SUB9 RS232×1; USB TYPE B×1 功耗 (标准): 240W, 最低待机功耗: 0.5W</p> <p>功能: 预制节能模式 支持垂直梯形校正 支持 DLP Link 3D 技术 支持蓝光、帧连续、左右/上下多种 3D 视频格式 支持 NEC NaViSet 网管软件, 可同时管控多达 3000 台投影机 支持 VRT 虚拟遥控器功能 (提供中文版软件) 接通电源可自动投射画面的自动开机功能 机身标识、遥控器及菜单为中文 密码防盗功能</p> <p>3、功放设备: (1) 4 路话筒输入自带 6V 环保电源, 2 组话筒单独音量控制; (2) 四组线路输入, 一组线路信号输出; (3) A+B 组功率输出, 可驱动 4 只 8 欧音箱; (4) 本机设置反馈、混响调节功能, 话筒、线路的音量可独立调节、高低音 2 段均衡, (5) 功放采用超大超薄铝制散热器, 无风扇噪音, 具有过流、过载、超温、DC 保护等; (6) 2U 机架式机箱, 主要功能键采用暗藏式设计、不便产生误动, 也能有效延长扩音系统的使用期限; (7) 额定功率: 2×200W (8) 输入灵敏度: 线路 300mV±30mV; 话筒 15mV±2mV (9) 音调控制: 高音 10KHz±12dB 低音 100Hz±12dB (10) 频率响应: 20Hz~20KHz ±1dB</p> <p>4、音响</p>
-----------------------------	--	--

13	数据终端	联想; 扬天 M400 -45I RB	<p>(1) 音箱箱体为高密度中纤板喷漆箱体、全钢网面罩设计;</p> <p>(2) 采用一只 6.5 寸橡皮边低音单元, 一只 3 寸纸盆高音, 动态性能良好;</p> <p>(3) 箱体结构采用计算机 CAD 辅助设计;</p> <p>(4) 分频器经过专业扬声器测试系统调校、检测;</p> <p>(5) 音质清晰自然、人声表达准确;</p> <p>(6) 壁挂支架安装模式;</p> <p>(7) 频率响应: 55Hz-20kHz</p> <p>(8) 标称功率: 100W 8Ω</p> <p>(9) 灵敏度: 93dB/1W/1M</p> <p>(10) 最大声压级: 105dB</p> <p>(11) 箱体及外饰: 倒相式喷漆高密度中纤板箱体, 钢网。</p> <p>1、CPU: Intel Core I5-12400 处理器 (主频最大 4.0GHz);</p> <p>2、内存: 8GB DDR4 3200, 2 个内存插槽;</p> <p>3、硬盘: 1T 3.5 SATA 7200 转;</p> <p>4、操作系统: Windows10、11 (支持多操作系统)</p> <p>5、接口: 7 个 USB 接口 (其中前置 3 个 USB 3.2, 后置 4 个 USB 2.0)、PS/2 接口、串口、VGA+HDMI 双输出接口 (VGA 非转接);</p> <p>6、扩展槽: 无 PCI-E;</p> <p>7、显卡: 2G 集成;</p> <p>8、网卡: 集成 10M/100/1000MB 自适应网卡;</p> <p>9、声卡: 集成 HD Audio, 支持 5.1 声道 (提供前 2 后 3 共 5 个音频接口);</p> <p>10、显示器: 21.5 寸 WLED 显示器, 分辨率 1600×900 (16: 9), 显示器具有低蓝光功能;</p> <p>11、机箱: 标准 MATX 立式机箱, 采用蜂窝结构, 散热更为有效; 可选配强力散热风扇, 能够达到有效去除细菌、降解甲醛、净化空气的效果; 机箱不大于 16L, 顶置提手, 方便搬运, 顶置电源开关键;</p> <p>12、键鼠: 防水抗菌键盘、抗菌鼠标;</p>	联想 (北京) 信息技术有限公司
14	翻转电脑桌椅	定制	<p>1、规格尺寸: 长度: 800mm, 宽度: 600mm, 高度: 750mm。</p> <p>2、翻转器: 箱体采用宝钢 1.2mm 厚冷轧钢板制做, 翻转部位采用优质高频率专用气压弹簧, 气动杆一端与箱体焊接固定, 另一端使用止退螺母与翻板托连接, 配减速度减震阻尼装置, 翻转过程中噪音小, 轻便顺畅, 安全性高。显示器挂架可拆卸式楔形挂架, 内配键盘盒和鼠标盒等, 外部设置弹舌拉手和带钥匙锁具 (批量可选通用互开锁具, 方便管理), 实行双重制动, 翻转器可安装 19-24 英寸显示器 (显示器宽度不大于 540mm)。</p>	河南博奥贸易有限公司

15	设计 性电 工电 子虚 拟仿 真实 验平 台	科大 奥 锐; V 1.0	<p>3、翻转器规格：尺寸 长度：610mm，宽度：460mm，高度：180mm。</p> <p>4、桌面：翻转器内嵌面采用 12mm 厚度的防火板，尺寸为 603mm*438mm，桌面采用 25mm 的 E1 级实木颗粒板，前沿采用弧形边设计，外贴防火面板。（桌面颜色可选）</p> <p>5、桌架：桌腿上、下脚采用 30mm*50mm*壁厚 1.2mm 矩形钢管制成，前后方采用塑料脚壳圆弧过渡，避免碰伤学生，下脚带可调整螺丝。桌腿双立柱支撑，立柱采用 40mm×40mm×1.2mm D 型钢管与上下脚焊接相连，立柱内侧镶嵌钢板厚度为 0.6mm，镶板设计圆形工艺孔由一次性磨具冲压而成，美观大方。桌腿左右两侧预留穿孔，配置专用过线软皮套，走线后无任何裸露现象，保证使用的安全。桌腿内侧拉铆螺母与连接拉板螺丝相连，桌架前后两块连接拉板加固，拉板采用 0.8m 厚冷轧钢板，前拉板采用专用磨具一次成型，右上方预留主机一键启动开关圆孔，方便使用时加装一键启动开关。后拉板带可拆卸箱门，箱门上方带锁，前后拉板中间底部放置层板，层板两端设置穿孔。翻转电脑桌设计满足一体机和带主机箱电脑的安装。</p> <p>6、工艺及要求：</p> <p>焊接：采用智能数控双臂焊接机器人 C02 保护焊方式，焊点应满焊、均匀、牢固、平整，无漏焊、假焊、裂纹、烧穿、毛刺、表面气孔、夹渣、焊疤堆积等缺陷，焊接后打磨、除刺及抛光。箱体部分经激光切割、模具冲压、折弯，焊接、喷涂、装配而成。</p> <p>喷涂：采用优质环保产品环氧聚脂静电喷塑，塑粉应符合 GB/T23986 中 10.3 标准。经过“除油—水洗—酸洗—除锈—清洗—中和—陶化—水洗—烘干—喷涂—高温固化”十一工位处理，表面光滑平整，色泽均匀，喷塑层无漏喷、起泡、模糊、划痕或碰伤等缺陷。</p> <p>7、配套椅子：规格：长度：340mm，宽度：240mm，高度：450mm；</p> <p>材料：凳面为多层板，凳面四周带铁包边，凳架为 25×25×1.2cm，方钢管，上部、下部均有拉撑。</p>	安徽 省科 大奥 锐科 技有 限公 司
			<p>1、RC 一阶电路的响应测试</p> <p>(1) 实验仪器：直流稳压电源、函数信号发生器、双踪示波器、定值电阻、单刀双掷开关、电容</p> <p>(2) 实验内容：</p> <p>1) 观察和分析 RC 电路的零输入响应、零状态响应和全响应。</p> <p>按实验电路图所示，将示波器接在电容两端；开关 S 置于位置 2，使电容 C 充分放电后。再将开关 S 置于位 1，电容开始充电；用示波器观察电容电压 $u_C(t)$ 的波形；充电结束，电路进入稳态后，开关 S 由位置 1 转向位置 2。电容开始放电。</p> <p>用示波器观察电容电压 $u_C(t)$ 的波形；改变 R 的值，取 $R=100K\Omega$，重复上述实验步骤。</p> <p>2) 研究 RC 电路的对方波输入响应</p> <p>按电路图所示接线。us 为函数信号发生器。取 $r = 51\Omega$。us 输出方波信号，选择 $f = 1kHz$，$V_{PP} = 2V$。其波形如图 9 所示。双踪示波器的测量探头，CH1 接在端子 1 与 G 之间，用于测量电容电压 $u_C(t)$；CH2 接在端 21 与 G 之间，用于测量采样电阻电压 $u_R(t)$，然后通过换算成电流 $i_C(t)$。用双踪示波器同时测量两个波形时，探头 CH1 和 CH2 的屏蔽接地端子应都接在信号发生器的接地端按照表中所示，选择 R 的阻值，分别测量和观察电容电压 $u_C(t)$ 和电流 $i_C(t)$；根据示波器显示波形 $u_R(t)$ 换算成的电流</p>	

$i_C(t)$ 波形, 测量并计算时间常数 τ 。把有关数据填入表。

2、戴维南定理与诺顿定理的验证和应用

(1) 实验仪器: 直流稳压电源、直流电压表、直流 (毫安) 电流表、数字万用表、定值电阻、单刀单掷开关、电位器

(2) 实验内容

1) 测量线性含源单口网络的端口伏安特性

按照电路图连接电路: 断开开关 S, 测量开路电压 U_{0c} ; 闭合开关时, 按表所列逐步改变电阻箱 RW 的电阻值, 逐点测量对应的电压 U 和电流 I。把测量结果记录在表中; 利用测量数据, 在 U-I 平面上画出单口网络的端口伏安特性曲线。

2) 测量线性含源单口网络的参数: 开路电压 U_{0c} , 短路电流 I_{sc} , 按照电路图连接电路, 在实验电路中; 当开关 S 掷向不同位置时, 分别测量

开路电压 U_{0c} 和短路电流 I_{sc} , 重复测量 2 次, 把测量结果记录在表中; 计算戴维南等效电阻 R_{eq} ; 缓慢调节电路中的电位器 RW, 以使负载电阻可以连续变化。同时测量并观察 U 的变化; 当 $U = 1/2 U_{0c}$ 时, 将 RW 两端与其他电路断开。测量 RW 最终位置的电阻值, 即得到等效电阻 R_{eq} 的值。把测量数据记录入相应表中; 将所图 8 单口网络 N_s 内部的所有独立电压源置零 (即独立源短路), 使它变成一个不含独立源的单口网络 N_s' 。然后, 用欧姆表接在该单口网络的端口 a 与 b 之间, 测量结果即为等效电阻 R_{eq} 。记录测量值。

3、电路元件伏安特性的测量

(1) 实验仪器: 直流稳压电源、直流电压表、直流电流表、电位器、待测电阻、二极管

(2) 实验内容

1) 测量线性电阻的伏安特性

选择待测未知电阻元件 R_x , 用直流稳压电源供电; 对于不同的电源电压, 用直流电压表和直流电流表分别测量电阻元件的电压和电流; 连接实验电路, 接入测量仪器, 记录测量数据入表中; 绘制电阻的伏安特性曲线。

2) 测量二极管的伏安特性

连接电路, 测量二极管的正向伏安特性。内置 $R (100 \Omega)$ 为限流电阻, 以防止调试电路时二极管电流过大而损坏; 调节直流稳压电源的输出电压, 使被测二极管端电压分别为表中所列数值, 测量流过二极管的电流; 记录测量数据入表; 将电路中二极管的两端反接, 电路的其它部分保持原来的状态和连接不变; 调节直流稳压电源的输出电压, 使被测二极管端电压分别为表中所列数值, 测量流过二极管的电流; 记录测量数据入表, 根据表的数据, 绘制二极管的伏安特性曲线。

4、叠加原理的验证

(1) 实验仪器: 直流稳压电源、直流数字电流表、万用表、电位器、开关、理想电流源

(2) 实验内容

按电路图所示连接电路, 并连接测量仪器; 通过设置开关 S1、S2、S3 的连接状态, 将电路分别连接成所有的独立电压源共同作

	<p>用的电路和各独立电 压源单独作用时的分电路。用直流数字电压表、电流表分别测量电阻 R4 与 RW 串联支路的电压 U、U1、 U2、 U3 和电流 I、 I1、 I2、 I3。将测量结果填入表中；调整电位器 KW 改变其电阻值，再次测量电路参数，并填入表中。验证叠加定理。</p>	
	<p>5、 触发器的基本逻辑功能</p> <p>(1) 实验仪器 直流稳压电源、 单次脉冲源、 集成电路芯片 74LS112、 十六位电平输入、 十六位电平输出</p> <p>(2) 实验内容</p> <p>1) 测试双 JK 触发器 74LS112 的逻辑功能</p> <p>2) 测试 74LS112 的逻辑功能</p>	
	<p>6、 基尔霍夫定律的验证</p> <p>(1) 实验仪器：直流稳压电源、 直流数字电压表、 直流数字电流表、 定值电阻</p> <p>(2) 实验内容</p> <p>1) 验证基尔霍夫电流定律 按图所示连接电路，并连接测量仪器，按照表中的 US1 和 US2 数值设置电源电压。用直流数字电流表测量电流 I1、 I2 和 I3。将测量结果填入表中。验证基尔霍夫电流定律。</p> <p>2) 验证基尔霍夫电压定律 验证基尔霍夫电压定律的电路，电路中包含 I、 II、 III 共 3 个回路。各回路的绕行方向分别用虚线箭头表示。按图示连接电路，并连接测量仪器。按照表中的 US1 和 US2 数值设置电源电压。用直流数字电压表测量电压 U1、 U2 、 U3、 U4、 U5。将测量结果填入表中。验证基尔霍夫电压定律。</p>	

附件 3：售后服务承诺书

售后服务承诺书



致：洛阳师范学院

为更好的满足贵单位的需求，我公司就项目编号：豫财磋商采购-2024-1176、项目名称：洛阳师范学院物理虚拟仿真实验室建设项目 制定的售后服务保障方案，具体如下：

一、质量保证期

我公司承诺安装调试经用户验收合格当天起，质量保证期为自验收合格后质保 5 年，系统终身免费升级维护。在质保期内所有服务及配件全部免费（如提供免费上门维修、免费更换零配件、免费的技术咨询服务、免费的技术信息和资料等），质保期满后，按优惠价格为用户提供备品备件，终身提供优质服务。厂家有同系列仪器软件升级，用户享有免费升级的权力。

我方承诺提供的货物型号，技术规格，技术参数等质量与招标文件要求一致，我方所提供的是全新的、未使用的原装产品，且在正常安装，使用和保养的条件下，其使用寿命期内各项指标均达到质量要求。

二、服务保证

响应时间：我们承诺在接到客户服务请求后，在接到用户质量或操作问题后，1 个小时远程响应，4 个小时内定位故障，24 小时内到达现场解决问题；若不能在上述承诺的时间内解决问题，则在 7 个工作日内提供与原问题机器同品牌规格型号的全新仪器备机服务，直到原设备修复，期间产生的所有费用均有我单位承担。原设备修复后的质保期限相应延长至新的保修期截止日，全新备机在使用期间的质保及售后均按上述承诺执行。

服务质量：确保所有服务人员均经过专业培训，持证上岗，确保服务的专业性和高效性。

服务目标：以客户满意为核心，确保问题解决率达到 100%，客户满意度达到 95%以上。

河南省常驻技术服务机构单位信息：

维修单位名称：河南博奥贸易有限公司

售后地点：郑州市金水区东明路 187 号 B 座第 4 层 401、402、403、404、405

售后联系人：赵玲玲，联系电话：18738185077

从事售后方面技术服务 10 年以上，在质量保证期内，凡因正常使用出现的质量问题，我方提供免费维修或更换。在厂家（维修服务中心）维修时我方支付设备或组件的包装和运费，并从修复或更换后重新计算质保期。

三、服务措施

技术支持：提供 7x24 小时电话和在线技术支持，确保客户在使用过程中遇到任何技术问题能够得到及时解决。

定期维护：每季度安排专业技术人员上门进行设备检查和维护，预防设备故障的发生。

培训服务：为客户提供设备操作和日常维护的培训，确保客户能够熟练使用设备。

四、质量保证期内服务体系措施

免费维修：在质量保证期内，对于非人为因素造成的设备故障，提供免费维修服务。

配件更换：对于需要更换的配件，在保证期内免费提供，且保证配件为原厂正品。

技术支持：在质保期内提供不限次数的技术支持服务，确保设备稳定运行。

五、质量保证期外服务体系措施

终身维护：质保期外，我们依然提供设备的终身维护服务，仅收取成本费用。

优惠配件：质保期外，如需更换配件，我们提供优惠价格的原厂配件，并保证配件的供应。

定期回访：即使在质保期外，我们也会定期回访客户，了解设备的使用情况，提供必要的技术支持。

六、上门排除故障能力

快速响应：如客户设备出现故障，我们将在接到通知后在接到用户质量或操作问题后，2个小时远程响应，8个小时内定位故障，24小时内到达现场解决问题；

备品备件：技术人员上门时会根据常见故障携带相应的备品备件，以便快速解决问题。

问题升级：若现场技术人员无法解决问题，我们将及时升级问题至高级工程师，并在48小时内提供解决方案。

七、免费提供安装、调试及所需材料、工具；

提供仪器相关耗材优惠支持，提供保证设备正常运转壹年的易损件计入合同价。保证用户在设备正常作用寿命期内，以市场最低价维修仪器和供应零部件和专用材料。

八、安装及培训：

我公司对用户方购买的软硬件产品设备负责安装调试，直至能正常稳定使用。

8.1 包装与运输：设备交付使用前发生的所有与设备相关的运输、安装及安全保障事项等均由我方负责；设备包装符合抗震、防潮、防冻、防锈以及长途运输等要求，对由于包装不当或防护措施不力而导致的商品损坏、损失、腐蚀等损失均由我方承担；在设备交付使用前所发生的所有与设备相关的经济纠纷及法律责任均与用户方无关。

8.2 我公司提供的安装配送方案：我公司负责把货物送到用户要求的指定地点，费用由我公司承担，仪器到货后，在实验室安装条件具备情况下，我公司委派专业技术人员、生产厂家技术人员和用户一起按投标技术参数和性能描述进行开箱验货，核实与合同的内容和数量无误后，进行免费安装调试。

8.3 我方有责任对采购方相关人员实施免费的现场培训或集中培训措施，保证采购方相关人员能够独立操作、熟练使用、维护和管理有关设备。

我公司将组织由仪器设备厂家认证的工程师2人，负责对所售仪器的安装、调试；为减少用户的操作错误概率，为用户培训至少3人的熟练工作人员，或按用户要求，所有费用均包含在本次投标总报价中。

8.4 人员培训计划：

我方负责对用户方相关人员实施免费的现场培训或集中培训措施，保证用户方相关人员能够独立操作、熟练使用、维护和管理有关设备。

(1)、现场培训为使用户能够顺利地使用该仪器设备，我公司及厂商技术人员提供免费现场培训，仪器设备安装调试验收结束时，即由安装工程师进行现场培训，人数不限。内容包括仪器的基本原理、仪器结构、软件的算法理论、基本操作等，使参加培训的人员能够掌握解决问题的基本技术，熟悉软件的特色功能。并对用户的有关操作人员进行仪器校准、操作、日常保养和维修，直到参训人员能正常操作仪器、初步会判断故障、简单维护保养。

(2)、在用户实际使用两至三月后，将由厂商技术服务工程师进行回访，解决用户实际样品分析中碰到的问题。保修期每季度对用户进行回访，保证仪器设备的正常运转。

(3)、长期提供技术支持，并免费提供所有公开发表的应用文献和最新仪器有关资料、用户论文集等。免费提供仪器使用手册、培训教材、应用文章等。

(4)、不定期开设培训学习班，帮助用户之间交流并建立更多应用方法，使用户以后的分析工作得心应手。

(5)、伴随服务：所有我公司设备均提供一套完整的中文技术资料：包括操作手册、使用说明、维修保养操作手册、维修电路图、操作指南、原理、安装手册、产品合格证等。

九、项目所提供的其它免费物品或服务：我方负责提供维修手册、软件等服务类资料。并解决所提供的软件系统的任何问题：最终用户将终身享受免费升级服务、免费升级软件，及时提供仪器最新技术资料与技术支持。

十、保修期内和保修期外的服务及收费标准

10.1 质保期外服务项目

- 1) 每季度免费对设备进行保养和维护。
- 2) 定期上门巡检。
- 3) 终身提供技术支持，免费培训，电话指导。
- 4) 质保期满后，我方随时以最优惠的价格向买方提供货物所需的备用件、更换件或替代件等备品备件和维修所需的特殊专用工具。只收材料费，不收修理费，免费提供维修。

(2) 收费标准

- 1) 质保期外，保养和维护收取的服务费不高于当地市场价。
- 2) 质保期外，如果需更换零配件只收取成本费。如不更换配件不收任何费用。质保期过后的售后服务计划及收费明细：质保期外，我方仍负责对设备的维修，终身维护，更换易损件只需按成本收费不收维修费。

十一、优惠服务：我方将为用户提供电话咨询和软件升级，及时提供仪器最新技术资料与技术支持，每年内不少于3次上门巡检服务。

十二、紧急援助：在非工作时间，我司可能为用户提供紧急援助。

十三、响应本次采购项目均为交钥匙项目，所需的一切设备、材料、费用等，全部包含在响应报价之中，采购人无须再追加任何费用。

十四、其他服务承诺

客户反馈：建立客户反馈机制，对客户的每一次服务请求进行记录和回访，确保问题得到妥善解决。

持续改进：根据客户反馈和服务过程中发现的问题，不断改进服务流程和提高服务质量。

应急响应：对于紧急情况，我们提供应急响应服务，确保在最短时间内解决客户的燃眉之急。

十五、专利权：采购人使用中标人中标的货物、技术、资料、服务或其他任何一部分时，享有无偿使用权。免受第三方提出的侵犯其专利权、著作权、商标权或其它知识产权的起诉。如果第三方提出侵权指控，中标人应承担由此而引起的一切法律责任和费用。

十六、我单位保证本次所投设备均是全新、未使用过的合格设备。

十七、响应本次采购项目均为交钥匙项目，所需的一切设备、材料、费用等，全部包含在投标报价之中，采购人无须再追加任何费用。

十八、我单位对上述内容的真实性承担相应法律责任。