

申报编号 : 2021-206429

第二批国家级一流本科课程申报书

(虚拟仿真实验教学课程)

课程名称：药学综合虚拟仿真实验

专业类代码：1007

负责人：王少华

联系电话：18298417418

申报学校：兰州大学

填表日期：

推荐单位：兰州大学

中华人民共和国教育部制

二〇二一年四月

填报说明

- 1.专业类代码指《普通高等学校本科专业目录（2020）》中的专业类代码（四位数字）。
- 2.文中○为单选；□可多选。
- 3.团队主要成员一般为近5年内讲授该课程教师。
- 4.文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
- 5.具有防伪标识的申报书及申报材料由推荐单位打印留存备查，国家级评审以网络提交的电子版为准。
- 6.涉密课程或不能公开个人信息的涉密人员不得参与申报。

1. 基本情况

实验名称	药学综合虚拟仿真实验	是否曾被推荐	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否
实验所属课程(可填多个)	分析化学实验（药学）、药剂学实验、药理学实验		
性质	<input type="radio"/> 独立实验课 <input checked="" type="radio"/> 课程实验		
实验对应专业	药学		
实验类型	<input type="radio"/> 基础练习型 <input checked="" type="radio"/> 综合设计型 <input type="radio"/> 研究探索型 <input type="radio"/> 其他		
虚拟仿真必要性	<input type="checkbox"/> 高危或极端环境 <input checked="" type="checkbox"/> 高成本、高消耗 <input checked="" type="checkbox"/> 不可逆操作 <input type="checkbox"/> 大型综合训练		
实验语言	<input checked="" type="radio"/> 中文 <input type="radio"/> 中文+外文字幕（语种） <input type="radio"/> 外文（语种）		
实验已开设期次	共 3 次： 1. 2018-09-01 ~ 2019-08-31、116 人 2. 2019-09-01 ~ 2020-08-31、131 人 3. 2020-09-01 ~ 2021-06-30、121 人		
有效链接网址	(要求填写标准 URL 格式的实验入口网页，不允许仅为文件下载链接) https://yxxn.lzu.edu.cn/shenbao2021/YAB10730006/index.html		

2. 教学服务团队情况

2-1 团队主要成员（含负责人，总人数限 5 人以内）								
序号	姓名	出生年月	单位	职务	职称	手机号码	电子邮箱	承担任务
1	王少华	1980-06-24	兰州大学	院长	教授	18298417418	41660992@qq.com	课程负责人，课程内容维护，在线教学

								服务人员
2	李加忠	1979-11-29	兰州大学	无	副教授	17794226006	lijiazhong@lzu.edu.cn	在线教学服务人员
3	史彦斌	1971-07-26	兰州大学	无	教授	13893467727	shiyb@lzu.edu.cn	在线教学服务人员
4	索占伟	1978-06-28	兰州大学	无	副教授	13893119210	suozhw@lzu.edu.cn	在线教学服务人员
5	薛伟华	1975-11-29	兰州大学	无	副教授	18719812348	xuewh@lzu.edu.cn	在线教学服务人员

2-2 团队其他成员

序号	姓名	出生年月	单位	职务	职称	承担任务
1	支德娟	1970-01-10	兰州大学	无	副教授	在线教学服务人员
2	杨娴	1971-02-05	兰州大学	无	讲师	实验管理与维护(技术支持与维护)
3	刘小花	1976-06-05	兰州大学	无	副教授	实验管理

						与维 护(技 术支 持与 维护)
4	秦芳	1982-02-14	兰州大学	无	讲师	实验 管理 与维 护(技 术支 持与 维护)
5	张雅 雯	1989-03-28	兰州大学	无	讲师	实验 管理 与维 护(技 术支 持与 维护)
团队总人数: 10 人 其中高校人员数量: 10 人 企业人员数量: 0 人						
2-3 团队主要成员教学情况 (限 500 字以内)						
(近 5 年来承担该实验教学任务情况, 以及负责人开展教学研究、学术研究、获得教学奖励的情况)						
<p>1. 实验教学任务情况:</p> <p>自课程设置以来, 团队成员均参与课程的教学与系统维护工作, 并结合线下实验教学对学生进行全方位的指导, 整体教学成效优秀。</p> <p>2. 负责人开展的教学研究</p> <p>教学项目: 教育部产学合作协同育人项目, 2019 年; 甘肃省教学成果培育项目, 2019 年; 甘肃省虚拟仿真实践教学一流课程, 2020 年。</p>						

参编教材：Comprehensive Organic Synthesis II (Second Edition) ; Applications of Domino Transformations in Organic Synthesis ; 中国学科发展战略-手性物质化学-复杂天然产物和药物分子的不对称合成一节。

3. 负责人学术研究情况

学术研究课题：主持国家自然科学基金项目 3 项（编号 21202073, 21472077, 21772071）。

学术论文：工作以来，发表学术论文 38 篇。

4. 获得教学奖励：

2014 年甘肃省精品课程；2015 年教育部自然科学一等奖；2016 年国家自然科学二等奖；2017 年甘肃省青年教师成才奖；2018 年教育部“长江学者奖励计划”青年学者。

注：必要的技术支持人员可作为团队主要成员；“承担任务”中除填写任务分工内容外，请说明属于在线教学服务人员还是技术支持人员。

3. 实验描述

3-1 实验简介（实验的必要性及实用性，教学设计的合理性，实验系统的先进性）

药学是一门实践性很强的综合性学科。实验教学是人才培养的重要手段之一，能激发学生的创新思维，提高实践能力。由于药学学科涉及多个二级学科，相互之间联系紧密，互为依托，在教学过程中开设药学综合实验教学，通过模拟创新药物的研究过程，将药学各个专业课程内容有机结合起来，可以更为有效地促进学生对于相关知识点的系统理解，以及对于综合实验技能的掌握。但是，传统的综合实验教学由于实验周期长、许多实验涉及仪器和动物无法反复练习等客观因素，使得整体教学效果难以保证。本项目以基于双语教学模式的药学综合虚拟仿真实验的开发和完善为目标，基于化学药阿司匹林的药学综合实验进行设计，将其中实验周期较长的几个实验内容（阿司匹林的色谱分离纯化，家兔药动学实验，以及解热镇痛效果评价）通过虚拟仿真课程形式供学生学习，有利于学生理解和掌握课程重要知识点；促进学生自主学习，提高学习积极性，方便学生高效、安全、便捷的开展学习活动。本课程通过现代化的动画虚拟仿真模式结合实验视频演示的方式，最大限度地模拟真实实验操作场景，方便学生学习。使得学生对于真实实验所具有的安全隐患和危险能够有充分的准备，可以避免人身安全事故，并减少设备的损坏和磨损。

3-2 实验教学目标（实验后应该达到的知识、能力水平）

本项目选取阿司匹林作为研究对象，通过虚拟仿真结合实验课程的方式，通过双语教学的模式，克服传统综合实验的局限性，使学生对于化学药物的合成、纯化、制剂、体内药动，以及药效评价过程，有一个更为高效和系统的学习，更深刻的理解药学各学科之间的联系，并掌握以下具体知识点和实验方法：一，薄层色谱、柱色谱分析、纯化的原理及具体实验方法；二，药物动力学的实验方法及步骤；三，药物解热、镇痛作用的实验原理和评价方法。

3-3 实验课时

(1) 实验所属课程课时：162 学时

(2) 该实验所占课时：15 学时

3-4 实验原理

(1) 实验原理(限 1000 字以内)

1. 阿司匹林薄层色谱、柱色谱分析纯化实验：硅胶薄层、柱层析法按照色谱分离机制属于吸附色谱，吸附中心常见为硅胶表面的硅醇基基团。一般情况下极性较大的物质易被硅胶吸附，极性较弱的物质不易被硅胶吸附。整个层析过程即是被分离物质吸附、解吸、再吸附、再解吸过程。按照待分离组分在硅胶上吸附能力的不同实现分离。

2. 阿司匹林在家兔体内的药动学实验：药动学是借助动力学原理与数学处理方法，阐明药物在体内经时量变规律。阿司匹林血浆样品含量测定原理：阿司匹林在体内转化为水杨酸盐，血液经高速离心后分离血浆。含药血浆与混合试剂(HCl , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, HgCl_2)混合后， HgCl_2 可沉淀蛋白质；酸化条件下， $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 与水杨酸作用显紫堇色。在一定温度范围内，显色强度与水杨酸的浓度成正比。应用可见分光光度计在 540nm 波长处测定紫色溶液的吸光度，代入阿司匹林血浆标准曲线即可求出阿司匹林血药浓度。

3. 阿司匹林的药效学评价：

解热作用测试：各种致炎因子作用于机体，产生和释放内源性致热原，后者作用于体温调节中枢引起发热。细菌内毒素是一种重要的外源性致热原，可激活体内多种炎症介质引起发热。阿司匹林是非甾体类抗炎药，可通过抑制体内环氧酶-2 的活性，减少局部组织前列腺素的生物合成，从而产生解热作用。本实验以腹腔注射细菌内毒素建立发热模型，评价阿司匹林的解热作用。

镇痛作用测试——扭体法：小鼠腹腔内密集分布感觉神经末梢，将酒石酸锑钾、冰醋酸等化学刺激物注入腹腔后，可使小鼠快速产生疼痛反应，表现出腹部内凹、躯干及后腿伸张、臀部歪扭等行为，称之为扭体反应。这种反应呈间歇性发作，镇痛药可明显抑制扭体反应的次数。本实验通过腹腔注射 0.05% 酒石酸锑钾溶液诱发扭体反应，观察阿司匹林的镇痛作用。

镇痛作用测试——热刺痛法：大鼠足底光滑、无毛，用一定强度的热源刺激时，大鼠会作出撤足反应。热刺痛仪所带的高热能卤灯可瞬时发热，产生的光束可通过高透热玻璃照射到大鼠后足底皮肤。当照射一定时间后，大鼠迅速抬起后足，这一动作可被位于透热中心处的光纤传感器所侦测，从而自动记录自开始照射到抬腿动作之间的时间，也即撤足潜伏期。具有镇痛作用的药物可延长疼痛动物的撤足潜伏期。本实验通过足底皮下注射致痛物质角叉菜胶，建立炎性疼痛模型，再腹腔给予阿司匹林，观察阿司匹林对疼痛动物撤足潜伏期的影响，以评价阿司匹林的镇痛作用。

知识点：共 15 个

1. 硅胶薄层色谱和柱色谱分离分析的基本原理
2. 固定相、流动相的概念及在色谱法中的应用

3. 薄层色谱法分离分析的操作流程
4. 硅胶柱色谱法分离的操作流程
5. 展开剂、洗脱剂的选择依据
6. 血药浓度测定的原理及过程
7. 药动学参数的求解
8. 阿司匹林的解热原理
9. 大鼠固定、腹腔注射方法
10. 大鼠体温测量方法
11. 扭体法镇痛作用测试方法原理
12. 小鼠固定、药物灌胃方法
13. 扭体反应观察与记录
14. 热刺痛仪法镇痛作用测试方法原理
15. 痛阈测定方法

(2) 核心要素仿真设计（对系统或对象的仿真模型体现的客观结构、功能及其运动规律的实验场景进行如实描述，限 500 字以内）

核心仿真要素主要包括：

色谱分析内容中涉及的薄层板的制备、点样及展开过程；色谱纯化的装柱、上样及分离过程。虚拟仿真的设计可以比较真实地反应具体实验场景和相关仪器设备的使用方法

药动学实验内容涉及阿司匹林在家兔体内的药动学实验，虚拟实验过程可以比较真实地示范家兔采血的具体步骤和体位等细节信息，方便学生课下了解和掌握具体操作手法，促进真实实验开展过程中的关键步骤的学习和掌握。

药效学评价内容主要涉及阿司匹林解热镇痛药效学的具体评价实验内容，通过解热评价虚拟仿真实验内容的学习，可以使学生基本掌握大鼠抓持、腹腔注射及体温的测量方法，熟悉内毒素致大鼠发热模型的制备原理及方法，以及掌握非甾体类药物解热作用的评价方法；通过镇痛评价实验的学习，可以使学生掌握小鼠捉持、灌胃基本操作手法，巩固化学刺激法评价药物镇痛作用的基本原理和操作方法，以及测试阿司匹林镇痛作用的常用实验手段。此外掌握利用热刺痛仪评价药物镇痛作用的基本原理及操作方法。

3-5 实验教学过程与实验方法

实验教学过程：

1. 启发式教学

以激发学生的学习积极性、自觉性和主动性为主要目标，科学地引导学生思维和智力发展，使学生更加深刻的掌握基础知识，培养学生独立思考问题、分析问题、解决问题、靠已学知识探求新知识的能力。同时，通过实验实训操作、实验数据分析，提出新问题，不仅扩充新知识，而且培养学生理论联系实际的动手能力和实事求是的科学态度。“问题”是心灵的一把钥匙，靠这把钥匙使学生自主进入学习角色。本项目涉及的实验中，精心设计了诸多启发性问题。如在讲解阿司匹林镇痛实验中，首先提出了“什么是疼痛？为什么会疼痛？疼痛是如何发生的？阿司匹林为什么会镇痛？如何衡量镇痛作用？”等诸多问题，激发学生的学习兴趣和主动性，随后结合实验的具体设计，进一步了解热刺痛仪工作原理、参数设定原则、及操作方法。在实验过程中，提倡学生主动发现问题，并随时跟进解答，进一步增加学习兴趣和实验信心。尤其在最后的结果分析中，无论得到什么样的数据，都要配合学生仔细分析，尤其针对每一个“不合理”结果都给出合理解释，以培养学生严谨的学习、科研态度。

2. 多人协同互动教学

学生之间，学生与教师之间组成团队进行学习。药学实验的多个环节需要两人、甚至多人协同完成。在这个过程中，除了在实验具体操作中的相互协助，更重要的是提供了一个相互交流、相互学习的平台。例如，在药动学试验中，家兔的采血过程包括动物固定、器械传递、采血等多个分工，需要每位同学的同力协作才能完成。在实际操作中，我们会尽可能让每位学生轮换、承担不同任务，感受整个实验过程。这样，不仅通过相互交流，更加深刻的掌握了基本理论与操作方法，同时培养了学生团结协作的学习、工作精神。

3. 情景教学

以真实的实验装置和虚拟化信息资源相互融合、相互作用的教学平台为支撑，开展情景教学。通过虚拟仿真教学设备和软件，使学生身临其境，接近于真实场景的感受，整个身体共同协调参与学习活动，深刻感受药物纯化、药动学、药效学等药学研究的基本过程，巩固理论知识。

4. 案例贯穿法教学

药学是一门实践性很强的学科。药学专业培养的目标之一是学生具备药物研发、生产和质量评价的能力。在实践教学中，紧扣药学专业人才培养目标，根据药物研发链各环节，结合本科生具体实验内容，在讲授实验目的时，贯穿药学研发案例，激发学生学习兴趣，强调每个操作环节的重要性。譬如，阿司匹

林在家兔体内的药动学实验目的是要求学生掌握药动学实验的方法和操作步骤。案例教学可针对操作步骤中的某一环节举一案例，如阿司匹林用作解热镇痛和预防心血管疾病的给药剂量就不同，因此基于不同临床用药目的时，药动学实验的给药剂量应有差异，否则求出的部分药动学参数参考价值不高，譬如达峰浓度，其与治疗目的直接相关。

5. 自主学习

学生可登陆实验课程共享平台，自主开展实验项目的学习，对不理解的内容可进行反复、自主实验，以巩固对课程内容的理解与掌握。

实验方法：

本项目虚拟仿真内容主要涉及以下三个主要实验。阿司匹林的色谱分析、纯化。色谱分析纯化，是药学专业中常见的一种物理或物理化学分离分析方法。在本项目中，将通过虚拟仿真的形式，以阿司匹林粗品作为研究对象，为学生生动呈现硅胶薄层板的制备、点样、展开和分析过程，以及硅胶柱色谱的装柱、上样、分离和收集等实验步骤，并通过学生交互性操作，巩固关键知识点的理解和掌握。阿司匹林的药动学实验。采用家兔口服阿司匹林片的药动学模拟药物制剂在人体内的动态变化过程。在给药前后不同时间点经心脏采血，血液样品经处理后，采用可见分光光度计测定水杨酸和三价铁离子螯合形成紫堇色溶液的吸光度，计算血药浓度，根据单室模型血管外给药的药动学相关公式得到药动学参数，从而阐明阿司匹林片在体内的经时量变规律。阿司匹林的药效学评价。解热镇痛是阿司匹林最主要的药理作用。以虚拟仿真结合实验的方式，利用内毒素诱导大鼠发热模型，评价阿司匹林解热活性的基本方法与原理，展示小鼠“扭体”法和大鼠热刺痛仪法在药物镇痛测试中的实际应用，从而为学生提供了药理学基本操作方法的学习平台。

3-6 步骤要求（不少于 10 步的学生交互性操作步骤。操作步骤应反映实质性实验交互，系统加载之类的步骤不计入在内）

(1) 学生交互性操作步骤，共 23 步

步骤序号	步骤目标要求	步骤合理用时	目标达成度赋分模型	步骤满分	成绩类型
1	了解掌握硅胶混合液的配置及薄层板的铺布，活化过程。	5	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	10	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
2	了解掌握层析缸的使用规范。	3	按步骤操作完全正确给予分值。	6	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input type="checkbox"/> 教师评价报告
3	掌握点样的基本要求和溶剂的选择规范。	3	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	6	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
4	掌握薄层色谱板的展开操作及注意事项。	3	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	6	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
5	了解掌握薄层色谱板的定性分析及常用检测方法和显色试剂。	5	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	10	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
6	掌握样品称量操作方法。	1	按步骤操作完全正确给予分值。	2	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input type="checkbox"/> 教师评价报告
7	掌握柱层析色谱柱的选择，硅胶用量的计算方式，以及硅胶装柱填充	5	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	10	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告

	操作步骤和注意事项。				
8	掌握干法上样的操作步骤及注意事项。	3	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	6	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
9	了解干法上样中硅胶湿润的操作步骤。	1	按步骤操作完全正确给予分值。	2	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input type="checkbox"/> 教师评价报告
10	熟练掌握硅胶柱色谱分离洗脱剂的比例选择。	3	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	6	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
11	掌握色谱分离过程中通过薄层板监测的具体方法及操作。	2	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	4	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
12	掌握旋转蒸发仪的操作方法及注意事项。	5	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	10	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
13	掌握家兔的正确抓取手法。	2	按步骤操作完全正确给予分值。	4	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
14	了解掌握药动学实验常用仪器及仪器的使用规范。	5	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	10	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
15	掌握家兔给药的正确操作手法及开口器的使用方法。	5	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	10	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告

16	掌握家兔心脏取血的具体操作手法及步骤，以及血样处理的具体方法及步骤。	10	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	20	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
17	掌握利用紫外分光光度法测定血药浓度的具体原理、实验操作方法和数据处理过程。	15	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	30	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
18	掌握鼠、大鼠的抓取固定的操作手法和注意事项。	3	按步骤操作完全正确给予分值。	6	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
19	掌握鼠灌胃的具体操作手法和注意事项。	10	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	20	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
20	掌握鼠、大鼠腹腔注射的基本操作手法和注意事项。	10	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	20	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
21	掌握鼠体温测量的常用方法、操作步骤和注意事项。	10	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	20	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
22	掌握动物的扭体反应的具体表现特征，及相关计数方法。	5	预习内容准确，按步骤操作，实验报告描述正确给予分值。	10	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
23	掌握痛阈测定盒和热辐射	10	预习内容准确，按步骤操	20	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩

射刺激器的具体使用方法，刺激缩足的具体特征及计数方式。	作，实验报告描述正确给予分值。	<input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input checked="" type="checkbox"/> 预习成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 教师评价报告
-----------------------------	-----------------	--

(2) 交互性步骤详细说明

阿司匹林粗品薄层色谱分析

1. 制备薄层固定相色谱板：各称取薄层析硅胶、7%CMC-Na 水溶液一份、三份，于研钵中沿同一个方向研磨混匀至无气泡、拉起时有连线的固定相硅胶匀浆。用滴管吸取 1ml 连续挤涂于平整干净的薄层析玻璃载板上，倾斜玻板至涂布面全部被硅胶浆均匀覆盖，厚度 0.3mm。静置、晾干后，置烘箱 105℃约 30 分钟彻底干燥，活化备用。（学生交互性操作）



2、制备流动相饱和层析室：加入展开剂至 0.5–1cm 高度，保证液面水平在点样基线水平以下，加盖密封，饱和 15 分钟。（学生交互性操作）

3、点样：用管口平整的 0.5mm 毛细管，在画好基线和点样点的薄层板上，分别将样品溶液和对照品溶液进行点样。点样后再行薄层板饱和。（学生交互性操作）



4、展开：点样完成的薄层板保持基线在水平状态下，将薄层板以适宜倾斜角度轻轻置于已饱和的层析室内，加盖先行饱和，然后一端浸入展开剂中，保证基线不被浸入，加盖展开。留心观察，待展开剂前沿距离薄层板边距约 1–

0.5cm 时取出薄层板，立即标画出溶剂前沿。挥干溶剂待查。（学生交互性操作）



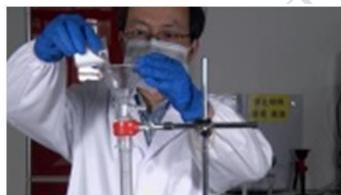
5、检视，得出结果与结论：与紫外灯 254nm 下，用铅笔轻轻圈出样品及对照品各斑点及斑点中心，计算比移值 Rf。分析得出实验结果，探讨得出实验结论。（学生交互性操作）



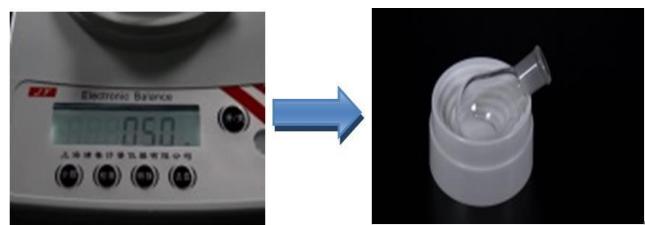
阿司匹林粗品柱色谱分离纯化

1. 称量：200–300 目硅胶，称 30–70 倍于上样量；如果极难分，也可以用 100 倍量的硅胶 H。（学生交互性操作）

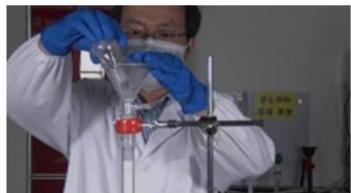
2. 装柱：将硅胶加入色谱柱，用双联球或气泵加压压实。（学生交互性操作）



3. 上样（干法）：称量粗品 0.5 克阿司匹林，用 10 毫升乙酸乙酯溶剂粗品。称量 1 克的 200–300 目的硅胶，与粗品阿司匹林溶液混合。通过减压蒸馏，去除溶剂，获得样品的硅胶粉混合物。



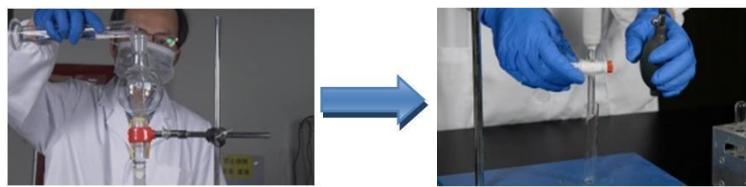
将样品的硅胶粉倒入色谱柱，并使硅胶柱的上平面水平，在上端用棉花保护硅胶顶端表面。（学生交互性操作）



4. 浸润硅胶：再柱子顶端连接 250 毫升的溶剂球，并用橡皮筋固定。倒入石油醚，通过加压，将石油醚将硅胶柱浸润全部硅胶柱，调整石油醚的高度在棉花上方 1 个厘米。（学生交互性操作）



5. 过柱和收集：配制流动相（展开剂，石油醚：乙酸乙酯=3:1），并用淋洗层析柱。用试管收集从层析柱流出的液体，每个试管约 10 毫升。（学生交互性操作）



6. 监测：用薄层析检验每个试管中溶液，确定含有目标组分的试管。（学生交互性操作）



7. 收集：将试管中的阿司匹林溶液倒入茄型瓶，通过减压蒸馏去除溶剂，获得阿司匹林的纯品。（学生交互性操作）



阿司匹林在家兔体内的药动学实验

1. 家兔称重：按照体重给药，给药剂量可根据药效学实验或毒理学实验结果确定。（学生交互性操作）



2. 器材准备：血液在室温静置时会凝固成团，要分离血浆，必须对采血器材和盛血液试管进行肝素化处理。（学生交互性操作）



3. 剪兔毛和采空白血：先用水湿润心脏部位兔毛，剪去兔毛，将兔毛置于盛水烧杯中。家兔由两位同学固定，根据剑突位置确定心脏采血位置，从剑突开始朝颈部方向 1-1.5cm，再偏左 0.2-0.5cm 位置插入注射针头，如果观察不到回血，则稍用力回抽注射器。采血体积约 2.0-2.5ml。

4. 给药：给药时，二人协作，一人坐好，将兔躯干体夹于两腿之间，左手握住双耳和前肢，固定头部并使兔嘴成上仰姿态，另一人将开口器横放于兔口中，将舌压在开口器下面，固定开口器，用镊子夹住药片，从开口器洞孔送入咽部，注射器取适量水冲服。（学生交互性操作）

5. 样品处理：给药后，在0.25、0.5、1.0、1.5、2.5、3.5、4.5、5.5h分别经心脏取血2.0–2.5ml。取血毕，用干棉球压住出血口数分钟即可止血。将血样置于37°C水浴中保持2h左右，3000rpm离心10min，分离上清液。吸取血浆1ml置试管中，加蒸馏水至0.5ml，加入混合试剂6.0ml，振摇混合，3000rpm离心10min，分离上清液。（学生交互性操作）



6. 血药浓度测定：以空白血浆1ml，加0.5ml蒸馏水，加6ml混合试剂同血样处理后，作空白对照，540nm处测定上清液的吸光度，代入标准曲线计算阿司匹林血药浓度。（学生交互性操作）

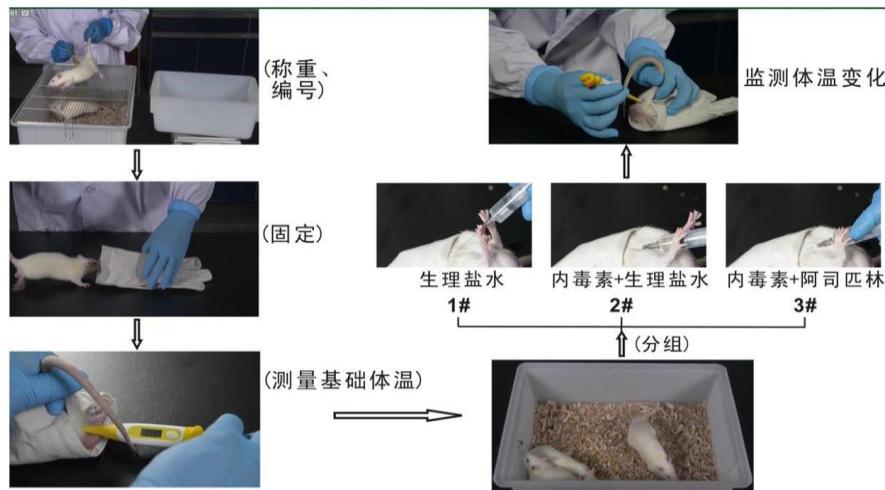


7. 数据处理：根据单室模型血管外给药血药浓度与时间的关系式，求出药动学参数。

阿司匹林的药效学评价

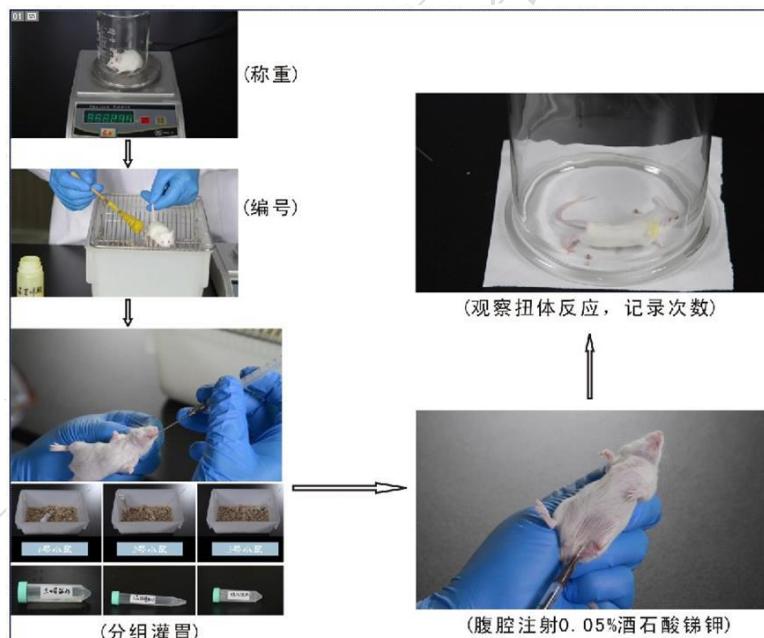
1. 阿司匹林的解热作用测试

将大鼠称重、标记，并测量基础体温，选取体重、基础体温合格的大鼠。将大鼠分为3组：生理盐水对照组（腹腔注射生理盐水）、内毒素对照组（腹腔注射内毒素后随即注射生理盐水）；阿司匹林实验组（腹腔注射内毒素后随即注射阿司匹林）。按分组注射药物完毕后，各只动物每隔1小时测量体温，连续监测4小时，并记录实验结果。

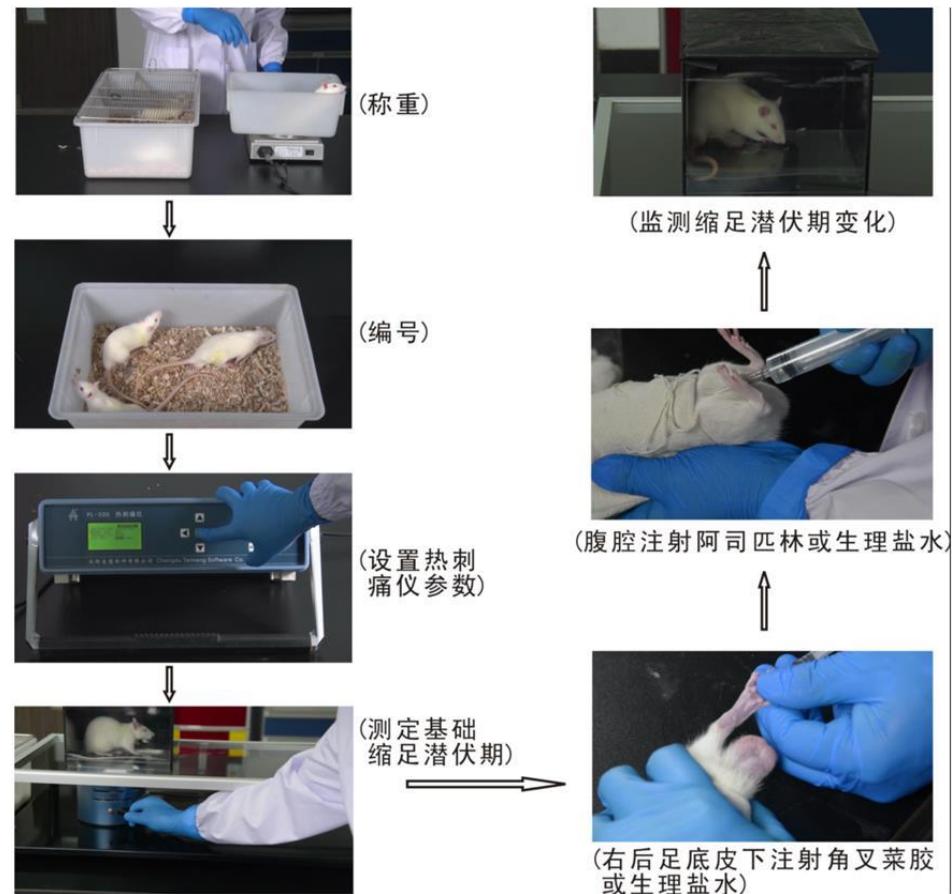


2. 阿司匹林的镇痛作用测试

分别采用扭体法和热刺痛仪法测试阿司匹林的镇痛作用。采用扭体法测试时，将小鼠称重、标记后，实验组小鼠进行阿司匹林灌胃，对照组小鼠灌胃同体积的生理盐水。灌胃结束后，各组动物再腹腔注射 0.05% 酒石酸锑钾，观察、记录 15 分钟内扭体反应的发生次数。



采用热刺痛仪法测试时，大鼠称重、标记后，测量动物的基础痛阈。实验组大鼠右后足底皮下注射角叉菜胶后，腹腔注射阿司匹林；角叉菜胶对照组大鼠右后足底皮下注射角叉菜胶后，腹腔注射同等体积的生理盐水；空白对照组右后足底皮下注射角叉菜胶后，腹腔注射生理盐水。给药后，每隔 1 小时记录各组动物的热刺激缩足潜伏期，连续记录 4 小时，分析阿司匹林的镇痛作用。



涉及的关键性操作步骤：

① 鼠、大鼠的抓取固定：将小鼠放在鼠笼盖上，右手拉住小鼠尾巴，左手拇指、食指配合中指，抓紧小鼠颈部及头部皮肤，小指和无名指固定小鼠腰背部及尾部。轻柔抓住大鼠尾巴，让其自行钻入鼠袋，适当封住袋口，利用左手连同鼠袋轻柔握住大鼠背部皮肤。操作时不能激怒动物，以避免结果不稳定，甚至造成无法测试的局面。（学生交互性操作）

② 鼠的灌胃：左手固定小鼠，右手拿起灌胃针，使针头从小鼠的口角进入，压住舌头，用针尖部斜上 45 度角抵住抵住上颚小心向内推进，进入食道后会有一种刺空感，继续推进灌胃针，直至其三分之二进入，即可推药。注意：如在进针过程中小鼠出现强烈挣扎表现，有可能针头进入了气管，应及时退针，更不能推药，待动物恢复后，方可再次操作。（学生交互性操作）

③ 鼠、大鼠腹腔注射：左手固定动物，使腹部向上，头部呈低位，右手用酒精棉球对注射部位皮肤进行消毒，随后拿起注射器，使针头与腹部皮肤呈 45 度角进针，当刺入腹腔时会有种落空感，此时再稍撤回针头少许，以防扎入腹腔脏器。待整个动作稳定后，推注药物。（学生交互性操作）

④ 鼠体温测量：先用 75% 的酒精棉球擦拭体温计后，再均匀涂上少许凡士

林，以免对大鼠肛门造成损伤。测量时，先将大鼠自行钻入鼠袋中，固定后将尾巴提起，将温度计轻柔插入肛门内。开启温度计，待温度计停止闪烁后，读取数字，并记录。选择基础体温正常的大鼠用于实验。通常，正常大鼠的体温范围是 36.6–38.5°C。注意事项：每次插入温度计探头的深度应保持一致，以免造成差异；在抓取、固定、放置温度计、腹腔注射时，均要保持手法轻柔，以防激怒大鼠，造成体温不稳定。（学生交互性操作）

⑤ 体反应计数：动物的扭体反应包括腹部内凹，同时伴有躯干扭曲、臀部抬高以及后肢伸张。当所有上述表现出现时，才算一次完整的扭体反应，部分动作的发生不宜计入扭体反应的次数。（学生交互性操作）

⑥ 刺激缩足潜伏期测量：将大鼠放入实验平台上的痛阈测定盒中，待大鼠适应环境、完全安静后，将平台下方的热辐射刺激器移至大鼠后足足底处，使光源发射中心正对大鼠足底，按下刺激器上的“开始”按钮，此时红外线光束辐射到大鼠足底，同时仪器开始计时。当热刺激积累到一定程度，大鼠做出抬脚动作，此时仪器将自动停止，并显示热刺激总时间，即缩足潜伏期（PWL）。读取数字，进行记录。注意事项：抓取大鼠要轻柔，以防激怒，造成无法测试或测试结果不稳定。刚放入测定盒中时，大鼠难免不安，待完全安静后方可测试。（学生交互性操作）

3-7 实验结果与结论（说明在不同的实验条件和操作下可能产生的实验结果与结论）

本课程设计思路如下：

1. 对于每步实验结果都进行记录并打分，并只有全部操作正确后才能顺利完成实验，保证虚拟实验的最终学习效果。
2. 完成试验后，学生必须完成对应实验报告的撰写，提供最终实验结果与结论，进一步强化和巩固学习效果。
3. 在实验过程中产生的问题和疑问，可以通过教学群咨询的方式及时与教师进行沟通，及时解答相关问题，完善虚拟教学课件内容。

3-8 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

本课程主要面向药学及相关专业的本科二、三年级学生开设。

(2) 基本知识和能力要求

正在学习或完成了《有机化学》、《分析化学》、《药剂学》、《药物化学》、《药理学》课程的学习，了解或掌握了色谱、药动学、药效学基本实验方法和操作原理。

3-9 实验应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2018年12月7日（上传系统日志）

(2) 已服务过的学生人数：本校355人，外校16581人

(3) 附所属课程教学计划或授课提纲并填写：

纳入教学计划的专业数：1，具体专业：药学专业，

教学周期：3，学习人数：368

(4) 是否面向社会提供服务：是 否

(5) 社会开放时间：2018年12月7日

(6) 已服务过的社会学习者人数：未统计人

4. 实验教学特色

(该虚拟仿真实验教学课程的实验设计、教学方法、评价体系等方面特色的描述，

限800字以内)

(1) 实验方案设计思路：

药学综合实验是一门实践性很强的课程，涉及多个二级学科，通过模拟创新药物的研究过程，将药学各个专业课程内容有机结合起来，可以更为有效地促进学生对于相关知识点的系统理解和综合实验技能的掌握。

本项目基于化学药阿司匹林的药学综合实验进行设计，通过虚拟仿真教学手段可达到如下效果：1. 促进学生对于重要知识点的理解和掌握。通过虚拟仿

真教学手段的使用，可以将教学中涉及的难点重点直观动态的展示出来，并通过仿真实验的方法，让学生在虚拟仿真环境中通过对应操作去感受实验的各种变化过程，提高教学质量。2.有利于学生自主学习，提高学习积极性。在虚拟仿真教学中，学生作为课程的主体，可以自主选择时间、地点和内容进行生动、有趣的学习，消除有限实验时间下的学习差异性。3.有利于高效、安全、便捷的开展学习活动。虚拟仿真教学可以不受时空的限制，学生对于真实实验所具有的安全隐患和危险能够有充分的准备，可以避免人身安全事故，并减少设备的损坏和磨损。

(2) 教学方法：

本项目采用学生作为中心的教学模式，通过虚拟仿真教学手段的使用，为学生提供一个自主发挥的平台；结合“启发式教学”、“多人协同互动教学”“情景教学”等教学方法，来提升综合试验的教学效果。此外，教师通过虚拟课程用户端的动态信息的访问，也可以对学生学习的情况随时进行了解，并根据相关信息对自己的课堂教学方式、方法和内容进行实时调整来改善最终的教学效果。

(3) 评价体系：

本课程将通过实验预习、实验操作、实验结果、实验报告“四位一体”的方式全面考核学生的学习效果。教师可通过布置作业、课堂提问、统计虚拟仿真操作完成度、在线考核结果、真实实验结果及实验报告等方式对学生进行考核与评价。上述方式的整体结合可形成一个客观、公正、全面、系统的评价体系。

5. 实验教学在线支持与服务

(1) 教学指导资源： 教学指导书 教学视频 电子教材 课程教案

(申报系统上传) 课件 (演示文稿) 其他

(2) 实验指导资源： 实验指导书 操作视频 知识点课件库 习题库

(申报系统上传) 测试卷 考试系统 其他

(3) 在线教学支持方式： 热线电话 实验系统即时通讯工具 论坛

支持与服务群 其他

(4) 6名提供在线教学服务的团队成员；3名提供在线技术支持的技术人员；教学团队保证工作日期间提供1小时/日的在线服务

6. 实验教学相关网络及安全要求描述

6-1 网络条件要求

(1) 说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务）

项目总体文件大小为：100 兆，客户端到服务器按照 2 兆带宽计算，约 30 秒完成全部下载，考虑到本项目采用了按需下载技术，采取便使用便下载的技术模式，一般宽带用户均可正常访问，校园网到教室的带宽为 100 兆接入，完全满足日常教学要求。

(2) 说明能够支持的同时在线人数（需提供在线排队提示服务）

2000

6-2 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）

(1) 计算机操作系统和版本要求

本项目可在 windows xp 以上版本均可运行。

(2) 其他计算终端操作系统和版本要求

无

(3) 支持移动端： 是 否

6-3 用户非操作系统软件配置要求（兼容至少 2 种及以上主流浏览器）

(1) 非操作系统软件要求（支持 2 种及以上主流浏览器）

谷歌浏览器 IE 浏览器 360 浏览器 火狐浏览器 其他

(2) 需要特定插件 是 否

如勾选“是”，请填写：

插件名称：（插件全称）

插件容量： M

下载链接：

(3) 其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）

无

6-4 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）

(1) 计算机硬件配置要求

CPU 推荐使用 Intel 双核以上级别；内存至少 1G 以上；建议用户显示器的分辨率调至 1280×720。系统硬盘剩余空间不小于 1G

(2) 其他计算终端硬件配置要求

无

6-5 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

(1) 计算机特殊外置硬件要求

无

(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求：●无○有

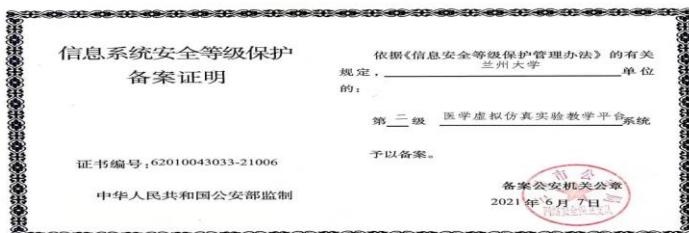
如勾选“有”，请填写其他计算终端特殊外置硬件要求：

6-6 网络安全（实验系统要求完成国家信息安全等级二级认证）

(1) 证书编号：

62010043033-21006

(2) 请附信息系统安全等级保护备案证明



7. 实验教学技术架构及主要研发技术

指标	内容
系统架构图及简要说明 系统架构图及简要说明	<p>本系统是一个 B2C 模式的在线教育云平台，分为前台用户系统和后台运营平台。服务通过虚拟专有云 vpc 承载，弹性计算云服务器具有实时监控能力，视频流播放通过 CDN 加速。前端采用阿里云安全组建进行端到端安全防护，通过前端负载均衡实现 WEB 高并发。</p>
实验教学	<p>开发技术</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> VR <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> MR <input type="checkbox"/> 3D 仿真 <input checked="" type="checkbox"/> 二维动画 <input type="checkbox"/> HTML5 <input type="checkbox"/> 其他
	<p>开发工具</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Unity3D <input type="checkbox"/> 3D Studio Max <input type="checkbox"/> Maya <input type="checkbox"/> ZBrush <input type="checkbox"/> SketchUp <input checked="" type="checkbox"/> AdobeFlash <input type="checkbox"/> UnrealDevelopment Kit <input checked="" type="checkbox"/> Animate CC <input type="checkbox"/> Blender <input type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其他

运行环境	<p>服务器 CPU 双核、内存 1 GB、磁盘 500 GB、显存 1 GB、GPU 型号 无限制</p> <p>操作系统 <input checked="" type="checkbox"/>Windows Server <input type="checkbox"/>Linux <input type="checkbox"/>其他 具体版本: win 10</p> <p>数据库 <input type="checkbox"/>Mysql <input checked="" type="checkbox"/>SQL Server <input type="checkbox"/>Oracle <input type="checkbox"/>其他</p> <p>备注说明 (需要其他硬件设备或服务器数量多于 1 台时请说明)</p> <p>是否支持云渲染: ●是 ○否</p>
实验品质 (如: 单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等)	<p>单场景模型面数: 个; 贴图分辨率: 1280px * 1280px; 每帧渲染次数: calls; 动作反馈时间: ms; 显示刷新率: >60FPS; 分辨率: 1920ppi * 1080ppi 其他:</p>

8. 实验教学课程持续建设服务计划

(本实验教学课程今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数)

(1) 课程持续建设

日期	描述
第一年	优化课程内容, 完善操作细节
第二年	丰富与课程相关的教学资料;
第三年	增加与学生的交互内容, 完善题库、试卷库, 增加考试环节
第四年	进一步丰富拓展虚拟仿真实验内容
第五年	整合形成完备的药学综合虚拟仿真实验课程体系

其他描述:

本科实验教学是本科培养的重要组成部分, 在今后 5 年的工作当中, 学校将会贯彻以学生为中心, 以对应本科实验教学为主体的理念, 持续推进实验教学信息化建设和改革创新, 不断优化完善课程内容, 来促进学生对相关知识的理解和掌握, 促进教学工作的开展。在实施过程当中, 项目将通过以教促改的方式, 了解汇总师生的反馈信息, 积极完善项目的内容, 通过加强和完善校园网络建设, 方便学生对于课程内容的获取。同时, 在本项目顺利开展的基础上, 进一步拓展和丰富药学虚拟综合试验的内容, 建立一套完善的虚拟综合实验教

学体系，促进学科的发展。

(2) 面向高校、社会的教学推广应用计划

日期	推广高校数	应用人数	推广行业数	应用人数
第一年	2	100	1	200
第二年	2	100	1	200
第三年	2	100	1	200
第四年	2	100	1	200
第五年	2	100	1	200

其他描述：

本课程在今后5年建设期内，将面向国内高校全面共享，充分实现资源利用的最大化。此外，团队将依托“校校合作、院校合作”，建立虚拟仿真实验教学联盟。建设过程中充分结合各单位的优势，通过合作交流等方式，对教学资源进一步进行整合，对教学内容进一步进行补充和完善，力争建议一个系统的药学虚拟仿真实验课程体系，促进联盟成员之间资源的共享和交流，推动联盟的整体发展。此外，本课程在今后5年建设期内，将面向社会全面共享，基于“校企合作”、“成人继续教育”等模式，通过“技术人员培训”、“网络授课”等方式进行推广，积极主动为地方政府和行业企业进行服务，尤其是对药学相关人才培养有需求的企事业单位及个人提供支持。并以此为依托，进一步加强与地方政府、企业合作，促进双方的共同发展。

9. 知识产权

软件著作权登记情况	
以下填写内容须与软件著作权登记一致	
软件名称	药学综合虚拟仿真实验教学软件
是否与课程名称一致	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否
每栏只填写一个著作权人，并勾选该著作权人类型。如勾选“其他”需填写具体内容；如存在多个著作权人，可自行增加著作权人填写栏进行填报。	
著作权人	著作权人类型

兰州大学	<input checked="" type="radio"/> 课程所属学校 <input type="radio"/> 课程负责人 <input type="radio"/> 企业人员	<input type="radio"/> 企业 <input type="radio"/> 学校团队成员 <input type="radio"/> 其他
上海梦之路数字科技有限公司	<input type="radio"/> 课程所属学校 <input type="radio"/> 课程负责人 <input type="radio"/> 企业人员	<input checked="" type="radio"/> 企业 <input type="radio"/> 学校团队成员 <input type="radio"/> 其他
权利范围	全部	
软件著作登记号		
受理流水号	如软件著作权正在申请过程中，尚未获得证书，请填写受理流水号。 2021R11L1967593	

10. 诚信承诺

本团队承诺：申报课程的实验教学设计具有一定的原创性，课程所属学校对本实验课程内容（包括但不限于实验软件、操作系统、教学视频、教学课件、辅助参考资料、实验操作手册、实验案例、测验试题、实验报告、答疑、网页宣传图片文字等组成本实验课程的一切资源）享有著作权，保证所申报的课程或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。

实验教学课程负责人（签字）：

年 月 日

11. 附件材料清单

1. 课程团队成员和课程内容政治审查意见（必须提供）

（申报课程高校党委负责对本校课程团队成员以及申报课程的内容进行政审，出具政审意见并加盖党委印章；团队成员涉及多校时，各校党委分别对本校人员出具意见；非高校成员由其所在单位党组织出具意见。团队成员政审意见内容包括政治表现、是否存在违法违纪记录、师德师风、学术不端、五年内是否出现过重大教学事故等问题；课程内容审查包括价值取向是否正确，对于我国政治制度以及党的理论、路线、方针、政策等理解和表述是否准确无误，对于国家主权、领土表述及标注是否准确，等等。）

2. 课程内容学术性评价意见（必须提供）

[由学校学术性组织（校教指委或学术委员会等），或相关部门组织的相应学科专业领域专家（不少于 3 名）组成的学术审查小组，经一定程序评价后出具。须由学术性组织盖章或学术审查小组全部专家签字。无统一格式要求。]

3. 校外评价意见（可选提供）

（评价意见作为课程有关学术水平、课程质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由课程应用高校或社会应用机构等出具。评价意见须经相关单位盖章，以 1 份为宜，不得超过 2 份。无统一格式要求。）