

附件 2

2018 年度国家虚拟仿真实验教学项目申报表

学校名称	兰州大学
实验教学项目名称	阿司匹林的色谱纯化、药动学及药效学虚拟仿真综合实验
所属课程名称	药学综合实验
所属专业代码	100701
实验教学项目负责人姓名	王少华
实验教学项目负责人电话	18298417418
有效链接网址	http://121.42.195.122/virlab/shenbao2018/lzu.html

教育部高等教育司制

二〇一八年七月

填写说明和要求

1. 以 Word 文档格式，如实填写各项。
2. 表格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。
3. 所属专业代码，依据《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》填写 6 位代码。
4. 涉密内容不填写，有可能涉密和不宜大范围公开的内容，请特别说明。
5. 表格各栏目可根据内容进行调整。

1. 实验教学项目教学服务团队情况

1-1 实验教学项目负责人情况								
姓名	王少华	性别	男	出生年月	1980 年 6 月			
学历	研究生	学位	博士	电话	18298417418			
专业技 术职务	教授	行政 职务	无	手机	18298417418			
院系	兰州大学药学院			电子邮箱	wangshh@lzu.edu.cn			
地址	兰州市东岗西路 199 号			邮编	730000			
教学研究情况： 主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限，不超过 5 项）；作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间，不超过 10 项）；获得的教学表彰/奖励（不超过 5 项）。								
主持的教学研究课题：								
1. 在专业英语教学中加强人文素质教育—以兰州大学药学院专业英语教学为例，兰州大学，2017-2018 年。 2. 仪器分析（药学）慕课课程建设项目，兰州大学，2017-2019 年。								
参编教材：								
1. Comprehensive Organic Synthesis II (Second Edition), chapter 3.16 , The Semipinacol Rearrangement. 2. Applications of Domino Transformations in Organic Synthesis 1. Lewis Acid/Base Induced Reactions								
教学表彰/奖励：								
1. 2017 年甘肃省青年教师成才奖。 2. 2014 年甘肃省精品课程（第二完成人）。 3. 2017 年获得兰州大学本科毕业论文优秀指导教师。 4. 2016 兰州大学创新创业行动计划中获“优秀指导教师”。 5. 2016 年获得兰州大学本科毕业论文优秀指导教师。								
学术研究情况： 近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、来源、年限、本人所起作用，不超过 5 项）；在国内外公开发行刊物上发表的学术论文（含题目、刊物名称、署名次序与时间，不超过 5 项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、署名次序、时间，不超过 5 项）								
学术研究课题：								
1. 国家自然科学基金项目-虎皮楠生物碱 Daphniyunnine C 的全合成，国家自然科学基金委，2013-2015 年，主持人。 2. 国家自然科学基金项目-石松科生物碱 Lycojaponicums A,B,E 和 serratezomine A 的不对称全合成，国家自然科学基金委，2015-2018 年，主持人。 3. 国家自然科学基金项目-基于 α -氨基丙二腈化合物的合成方法学及合成应用研究，国家自然科学基金委，2018-2021 年，主持人。 4. 国家科技重大专项子课题阿托伐他汀钙的创新合成方法，科技部，2012-2015 年，参与。								
学术论文：								
1. Copper-catalyzed cyclization of 2-cyanobenzaldehydes and 2-isocyanoacetates: an efficient strategy for the synthesis of substituted 1-aminoisoquinolines. <i>Chem. Commun.</i> ., 通讯作者，2018, 54 (59), 8194-8197. 2. Improved synthesis of 8-oxabicyclo[3.2.1]octanes via tandem C-H oxidation/oxa-[3,3] Cope								

- rearrangement/aldol cyclization. *Chem. Commun.*, 通讯作者, 2018, 54 (2), 196-199.
- Recent applications of the 1,2-carbon atom migration strategy in complex natural product total synthesis. *Chem. Soc. Rev.*, 通讯作者, 2017, 46 (8), 2272-2305.
 - The Synthesis of MultisubstitutedPyrroles via a Copper-Catalyzed Tandem Three-Component Reaction. *Org. Lett.*, 通讯作者, 2016, 18 (16), 4032-4035.
 - Divergent and Efficient Syntheses of the Lycopodium Alkaloids (−)-Lycojaponicumin C, (−)-8-Deoxyserratinine, (+)-Fawcettimine, and (+)-Fawcettidine. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 通讯作者, 2013, 52 (43), 11373-11376.

学术研究表彰/奖励:

- 教育部自然科学一等奖—基于化学键重排的季碳合成方法与天然产物合成,教育部,第四完成人(4/6),2015年。
- 国家自然科学二等奖—碳碳键重组构建新方法与天然产物合成,国务院,第四完成人(4/5),2016年。

1-2 实验教学项目教学服务团队情况

1-2-1 团队主要成员 (5 人以内)

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	李加忠	兰州大学药学院	副教授	副院长	项目牵头与管理	在线教学服务人员
2	史彦斌	兰州大学药学院	教授	无	项目开发	在线教学服务人员
3	索占伟	兰州大学药学院	副教授	无	项目开发	在线教学服务人员
4	薛伟华	兰州大学药学院	副教授	无	项目开发	在线教学服务人员
5	王小红	兰州大学药学院	讲师	无	项目开发	在线教学服务人员

1-2-1 团队其他成员

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	支德娟	兰州大学药学院	副教授	无	项目开发	在线教学服务人员
2	杨娴	兰州大学药学院	高级实验师	无	实验管理与维护	技术支持人员
3	秦芳	兰州大学药学院	实验师	无	实验管理与维护	技术支持人员
4	刘小花	兰州大学药学院	高级实验师	无	实验管理与维护	技术支持人员

项目团队总人数: 10 (人) 高校人员数量: 10 (人) 企业人员数量: 0 (人)

- 注: 1. 教学服务团队成员所在单位需如实填写, 可与负责人不在同一单位。
2. 教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员, 请在备注中说明。

2. 实验教学项目描述

2-1 名称

阿司匹林的色谱纯化、药动学及药效学虚拟仿真综合实验

2-2 实验目的

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。开设药学综合实验，将药学各个学科实验进行有机组合，不仅可以有效地提高学生综合应用实验技能的能力，加深对相关知识点的理解，而且能培养学生产严谨的科学态度，增强学生之间团结合作的意识。但是，传统的综合实验教学由于实验周期长等客观因素，使得整体教学效果难以保证。

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，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。

2-3 实验原理（或对应的知识点）

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，具体的分离原理是根据物质在硅胶上的吸附力不同而得到分离。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，定量描述体内药物吸收、分布、代谢和排泄过程动态变化规律的学科。其主要内容是研究和建立机体内不同部位药物浓度（数量）与时间之间的关系，阐明药物在体内经时量变规律，为新药、新剂型、新型递药系统的研发以及临床合理用药提供科学依据。

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, Fe(NO)₃, HgCl₂) 混合后，HgCl₂ 可沉淀蛋白质；酸化条件下，Fe(NO)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：

(1) **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 (COX-2) 的活性，减少局部组织前列腺素 (PG) 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。

(2) **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。

(3) **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。

2-4 实验仪器设备（装置或软件等）

1. 阿司匹林薄层色谱、柱色谱分析纯化实验

紫外灯、旋转蒸发仪、分析天平、烘箱。

2. 阿司匹林在家兔体内的药动学实验

台式电子天平、台式离心机、移液枪、可见分光光度计。

3. 阿司匹林的药效学评价

电子天平、体温计、PL-200型热刺痛仪。

2-5 实验材料（或预设参数等）

1. 阿司匹林薄层色谱、柱色谱分析纯化实验

薄层板、层析缸、硅胶、羧甲基纤维素钠、石油醚、乙酸乙酯、蒸馏水、试管、试管架、研钵、毛细管、滴管、称量纸、刮刀、玻璃层析柱、烧杯和烧瓶。

2. 阿司匹林在家兔体内的药动学实验

家兔（体重约2.5kg）、剃须刀、注射器、扩口器、烧杯、镊子、干棉签、酒精棉球、混合试剂（HCl, Fe(NO)₃, HgCl₂）、肝素钠、75%乙醇、蒸馏水。

3. 阿司匹林的药效学评价

SD大鼠、昆明小鼠、大鼠肛门温度计、细菌内毒素、角叉菜胶。

PL-200型热刺痛仪预设参数：光照射停止时间（Cut off）：15s，光照强度（Intensity）：45%

2-6 实验教学方法(举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果)

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，以培养学生产严谨的学习、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

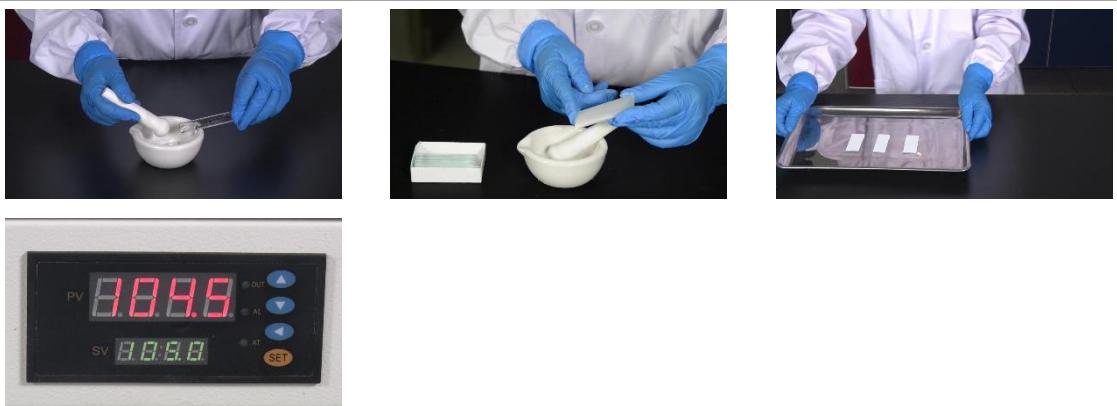
学生可登陆实验课程共享平台，自主开展实验项目的学习，对不理解的内容可进行反复、自主实验，以巩固对课程内容的理解与掌握。

2-7 实验方法与步骤要求（学生交互性操作步骤应不少于 10 步）

防护措施：实验人员应穿上白大褂、戴好口罩，手套。

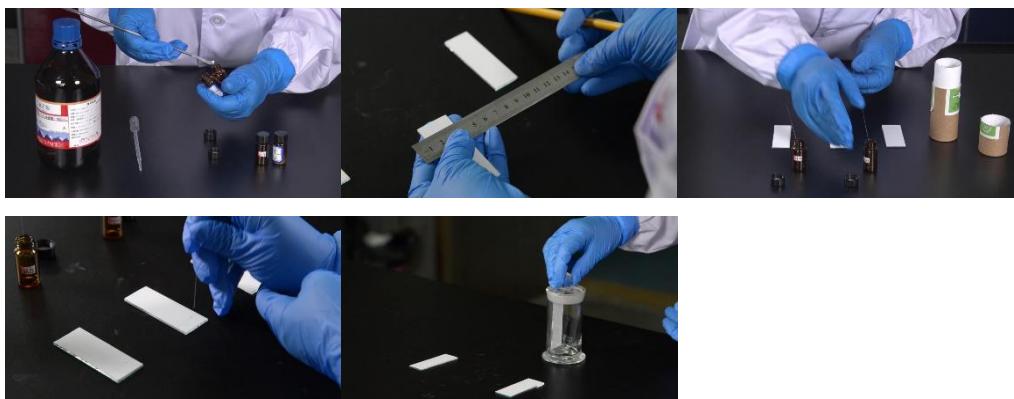
阿司匹林粗品薄层色谱分析

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

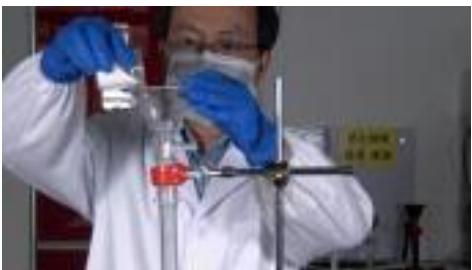
结论。(学生交互性操作)



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。

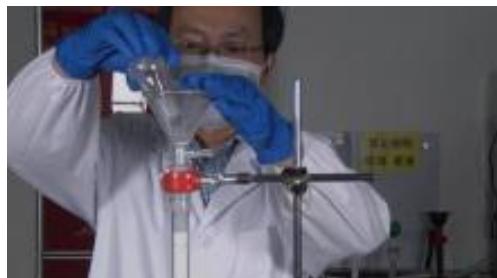
2. 装柱: 将硅胶加入色谱柱, 用双联球或气泵加压压实。



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。



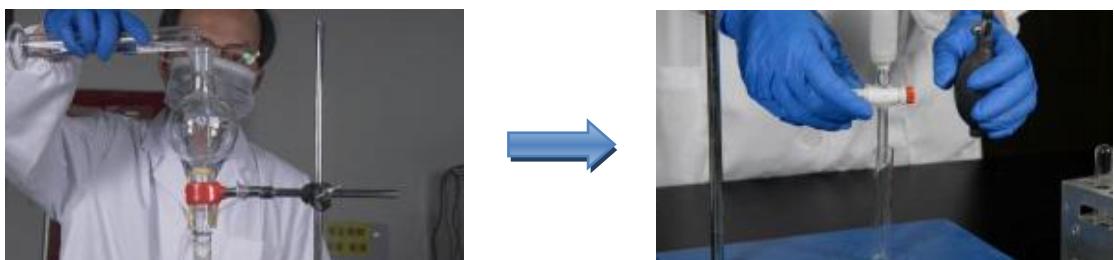
将样品的硅胶粉倒入色谱柱, 并使硅胶柱的上平面水平, 在上端用棉花保护硅胶顶端表面。



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。



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。



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。



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。



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，左右手握住双耳和前肢，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。

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）

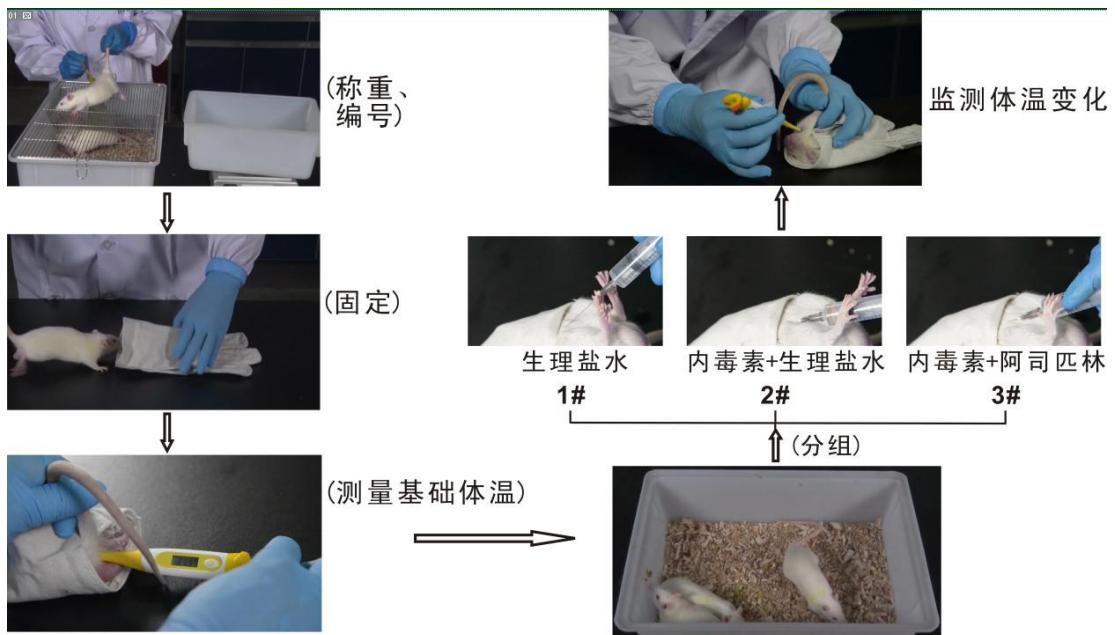


7. 数据处理：根据单室模型血管外给药血药浓度与时间的关系式，求出药动学参数。

阿司匹林的药效学评价

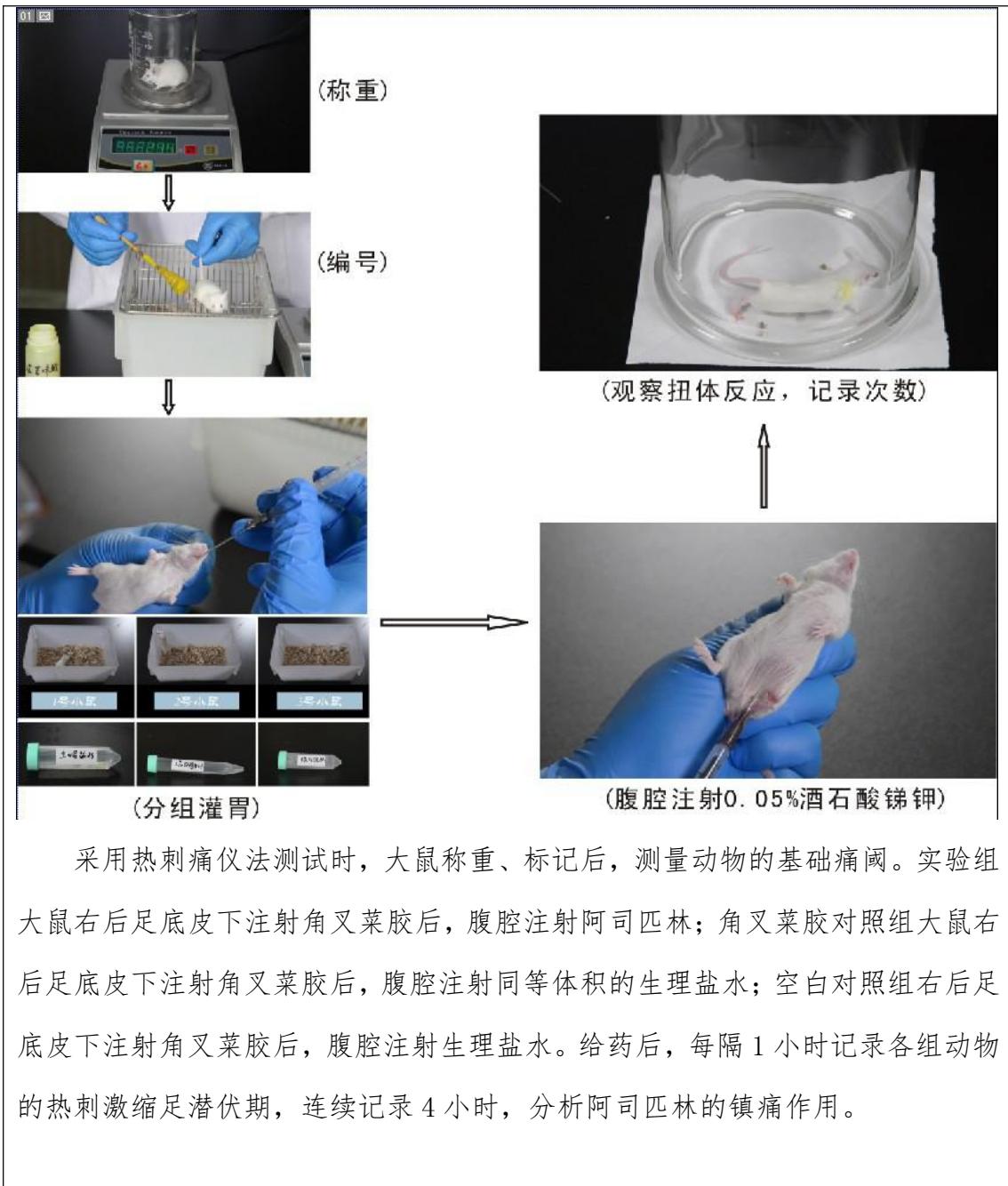
1. 阿司匹林的解热作用测试

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。

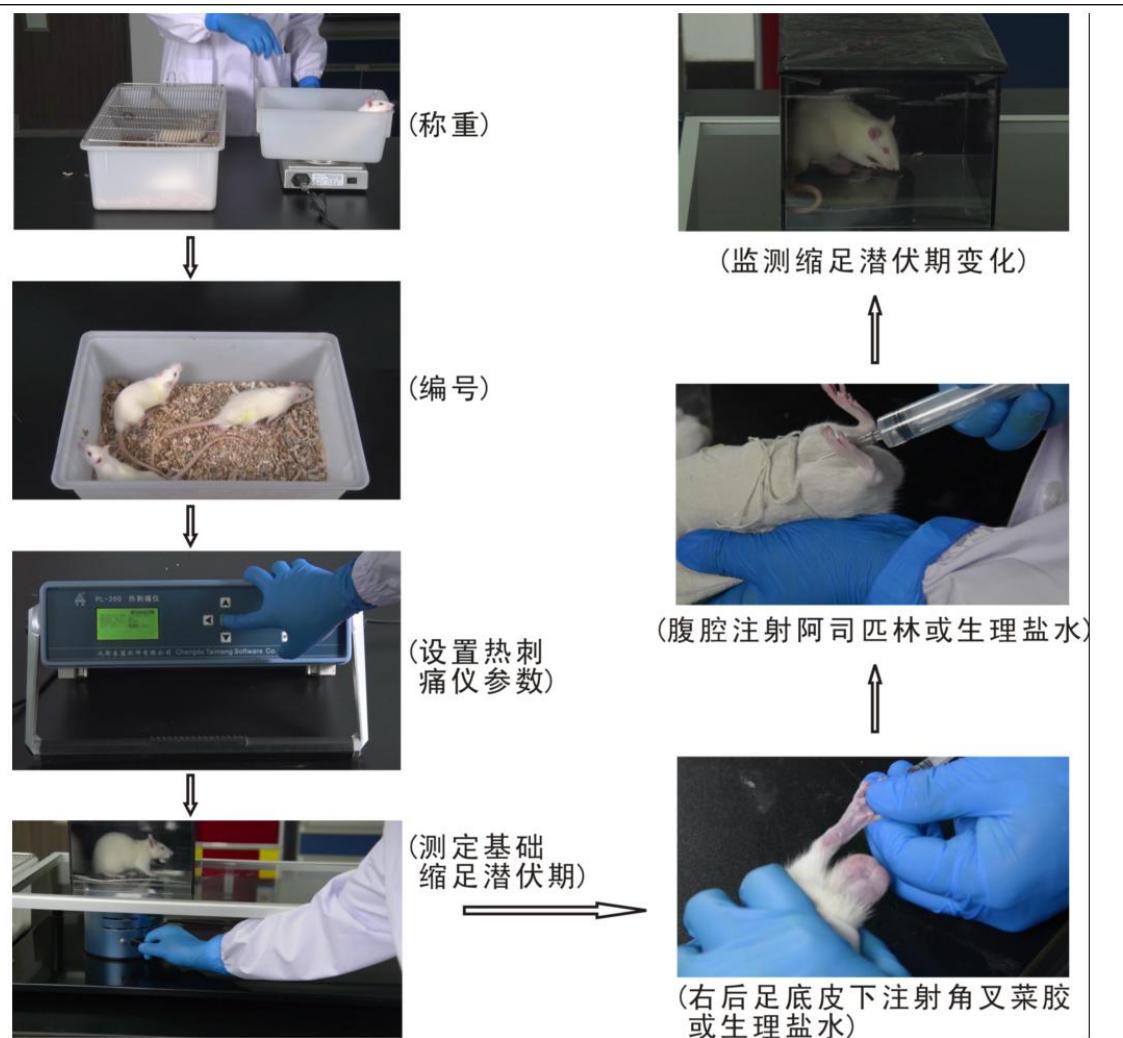


2. 阿司匹林的镇痛作用测试

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℃。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。（2）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）

2-8 实验结果与结论要求

（1）是否记录每步实验结果：√是□否

（2）实验结果与结论要求：√实验报告√心得体会其他

(3) 其他描述: 无

2-9 考核要求

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。具体考核要求及评分细则如下表所示

考核要求	考核内容	分值
实验预习	预习考核	10
	课堂提问	5
实验操作	实验步骤是否清楚	15
	实验操作、数据记录是否准确、规范	20
	对实验现象的观察是否仔细到位	5
实验结果	数据分析、处理是否正确规范	15
实验报告	实验目的、原理、操作步骤、实验结果、注意事项、对实验的建议是否完整、规范	20
	实验结果讨论、分析是否充分、合理	10
总分		100

2-10 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四年级学生开设

(2) 基本知识和能力要求等

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，掌握了色谱、药动学、药效学基本实验方法和操作。

2-11 实验项目应用情况

(1) 上线时间: 2018 年 3 月

(2) 开放时间: 2018 年 3 月

(3) 已服务过的学生成人数: 200

(4) 是否面向社会提供服务: 是 否

3. 实验教学项目相关网络要求描述

3-1 有效链接网址

<http://121.42.195.122/virlab/shenbao2018/lzu.html>

3-2 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) 说明能够提供的并发响应数量 (需提供在线排队提示服务)

支持并发响应数量为500。可支持2000人同时访问，访问人数超过2000时，根据实际的网络情况，访问可能会变慢。

3-3 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

(3) 支持移动端：√ 是□否

3-4 用户非操作系统软件配置要求 (如浏览器、特定软件等)

(1) 需要特定插件□是□否

(勾选是请填写) 插件名称插件容量

下载链接

(2) 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) 无特殊配置要求

3-5 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

(3) 其他计算终端硬件配置要求

无

3-6 用户特殊外置硬件要求 (如可穿戴设备等)

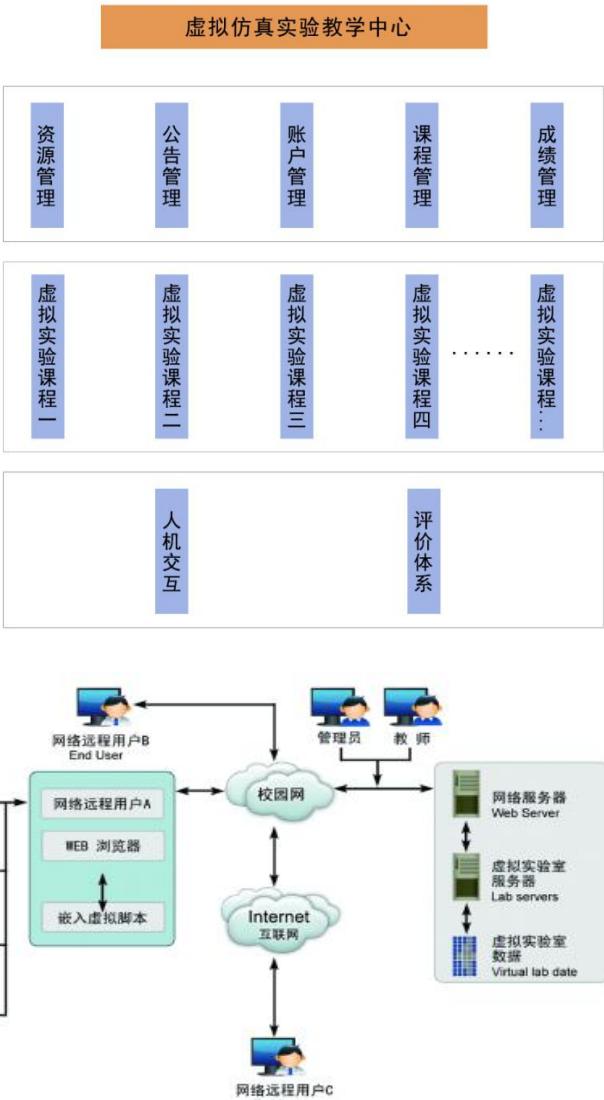
(1) 计算机特殊外置硬件要求

无

(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求

无

4. 实验教学项目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	<p style="text-align: center;">虚拟仿真实验教学中心</p> 
实验教学项目	<p>开发技术（如：3D 仿真、VR 技术、AR 技术、动画技术、WebGL 技术、OpenGL 技术等）</p> <p>开发工具（如：VIVE WAVE 、Daydream 、Unity3d 、Virtools 、Cult3D、Visual Studio 、Adobe</p> <p>本项目采用 2D 动画技术进行场景和动物绘制，并对实验内容进行分解，采用了 Animate CC 技术进行程序合成，实现人机互动。</p> <p>Animate CC 2017 是 Adobe 最新开发的新型 html 动画编辑软件，对 HTML5 Canvas 和 WebGL 等多种输出提供原生支持，并可以进行扩展以支持 SnapSVG 等自定义格式。</p> <p>新增 HTML 5 创作工具，为网页开发者提供更适应现有网页应用的音频、图片、视频、动画等创作支持。Animate CC 将拥有大量的新特性，特别是在继续支持 Flash SWF、</p>

	Flash、百度 VR 内容展示 SDK 等)	AIR 格式的同时，还会支持 HTML5Canvas、WebGL，并能通过可扩展架构去支持包括 SVG 在内的几乎任何动画格式。
	项目品质 (如：单场景模型总数、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)	贴图分辨率 1280x1280 以内。 FPS: 60 以上 画面分辨率 1920x1080
管理平台	开发语言 (如：JAVA、.Net、PHP 等)	本项目管理平台采用 JAVA 语言开发，Java 是一门面向对象编程语言，Java 语言作为静态面向对象编程语言的代表，极大地实现了面向对象理论，允许程序员以优雅的思维方式进行复杂的编程
	开发工具 (如：Eclipse、Visual Studio、NetBeans、百度 VR 课堂 SDK 等)	本项目管理平台采用了 Eclipse 作为开发工具，Eclipse 基于 Java 的可扩展开发平台。通过集成的 (Java Development Kit) JDK，完成开发工作。
	采用的数据库 (如：HBASE、Mysql、SQL Server、Oracle 等)	SQL Server2008

5. 实验教学项目特色

(体现虚拟仿真实验项目建设的必要性及先进性、教学方式方法、评价体系及对传统教学的延伸与拓展等方面特色的介绍。)

(1) 实验方案设计思路：

药学是一门实践性很强的综合学科，实验教学是培养人才过程中必不可少的环节。同时，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。

本项目基于化学药阿司匹林的药学综合实验进行设计，由于综合实验的周期较长，或多或少地会影响到整体的教学效果。因此，项目团队将其中实验周期较

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。通过虚拟仿真教学手段的使用可以达到下述的效果：

有利于学生理解和掌握课程重要知识点。药学课程教学活动中，学生的主动参与和亲身经历会极大地促进整体的教学效果。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。根据学生自身情况，还可以对未理解掌握的内容进行多次练习，大大提高教学质量。

有利于学生自主学习，提高学习积极性。在虚拟仿真教学中，教师只是学习活动的组织者、指导者和监督者。学生是主体，可以自主选择时间、地点和内容进行学习，可充分实现教学过程的差异性。另外，通过虚拟现实，把学生引入到生动、有趣、直观的教学环境中，可提高学生的积极性。

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：

本项目将调整教师为中心导向的传统教学模式，将学生作为主导开展对应的实验教学工作。虚拟仿真教学手段的使用，可以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”“案例贯穿法教学”和“自主学习”，对于整体教学周期较长的综合试验的教学效果的提升提供有力的支持。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。特别是项目的虚拟仿真系统坚持学测结合的原则，系统中内建学生考核评价系统，针对每个知识点有对应的测试题库，可以提供在线测验自评功能，为学生的学习、复习提供支持。该考核系统以提高学生的实践和创新能力为导向设计，满足新时代药学人才培养需求。系统可以对学生的测验结果进行汇总分析，考查学生对于相关知识点的掌握程度的同时，也可以对学生的综合能力的评估提供参考。系统设有信息建议反馈模块，学生可以在学习后对系统的完善提出建议。教师可以通过该评价系统对学生整体学习情况进行汇总分析，对教学效果进行综合评定，辅助后期有针对性地调整教学方法，提高教学效果，并按照建议改进虚拟仿真系统，最终形成一个良性循环。

（4）传统教学的延伸与拓展：

虚拟仿真实验是信息技术与实验教学深度融合的产物，课程的建设会充分提高学生的学习积极性，拓展学生的学习资源和空间，特别适合科技快速发展的当下。本虚拟课程的使用，可以对传统教学模式进行延伸与拓展，通过线上线下相结合的方式，教学过程的智能化和个性化会得到进一步的展示，对于激发学生的学习兴趣和创新思维有着显著的促进作用。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划, 包括面向高校的教学推广应用计划、持续建设与更新、持续提供教学服务计划等, 不超过 600 字。)

(1) 持续建设与更新:

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, 将项目内容列入药学本科实验教学大纲, 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, 建立一套完整的虚拟综合实验教学体系, 促进学科的发展。

(2) 面向高校的教学推广应用计划:

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。

(3) 面向社会的推广与持续服务计划:

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。

7. 诚信承诺

本人已认真填写并检查以上材料，保证内容真实有效。

实验教学项目负责人（签字）：

年月日

8. 申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示，并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经评审评价，现择优申报。

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“国家虚拟仿真实验教学项目”，学校承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放并提供教学服务不少于5年，支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

（其它需要说明的意见。）

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年月日