基于新课标的物理实验教学的思考

北京师范大学物理学系 李春密

2023.12.17 天津

一 核心素养与物理实验教学

国际趋势

- （逆）全球化
- 科技革命
- 知识经济

中国目标

- 建设富强民主文明和谐的社会主义现代化国家

未来生活的变化对人的要求

- 德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人
- 具有终身学习能力和现代精神的公民
- 具有突出创新素养的劳动者
- ……

教育哲学的转变：以知识和技能为本位的教育转向以能力和素养为本位的教育



《中国学生发展核心素养》



领域	素养	要点
社会参与	责任担当	社会责任
		国家认同
		国际理解
	实践创新	劳动意识
		问题解决
		技术应用
自主发展	学会学习	乐学善学
		勤于反思
		信息意识
	健康生活	珍爱生命
		健全人格
		自我管理
文化基础	科学精神	理性思维
		批判质疑
		勇于探究
	人文底蕴	人文积淀
		人文情怀
		审美情趣

核心素养的三大功能

•画像：为学校育人画像

核心素养是对党的教育方针的具体化表征，将领域教育目的转化为个体发展目标，明确社会主义建设者和接班人的基本特征，描绘时代新人的具体形象。

•架桥：为教师教学架桥

核心素养是落实立德树人根本任务的具体操作化体现，使各学科课程与立德树人的总体要求有效对接，建立起宏观教育方针与具体教育教学的有机联系。

•导航：为学生成长导航

核心素养是对学与教方向的规定，为学生勾画人生发展的愿景，为学生的成长引路，促使学生从小立志，指引其朝着合格的建设者和可靠的接班人努力。

2019年6月11日，国务院办公厅关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见，共八各方面，总共23条。

- 一、总体要求
- 二、构建全面培养体系
- 三、优化课程实施
- 四、创新教学组织管理
- 五、加强学生发展指导
- 六、完善考试和招生制度
- 七、强化师资和条件保障
- 八、切实加强组织领导

三、优化课程实施 → 全面实施新课程新教材；完善学校课程管理

四、创新教学组织管理 → 有序推进选课走班；深化课堂教学改革；优化教学管理

六、完善考试和招生制度 → 规范学业水平考试；深化考试命题改革

提出优化课程实施，创新教学组织管理，积极探索基于情境、问题导向的互动式、启发式、探究式、体验式等课堂教学等。

2019年6月23日，**中共中央 国务院关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见，共六个方面，26条。**

一、坚持立德树人，着力培养担当民族复兴大任的时代新人

二、坚持“五育”并举，全面发展素质教育

三、强化课堂主阵地作用，切实提高课堂教学质量

四、按照“四有好老师”标准，建设高素质专业化教师队伍

五、深化关键领域改革，为提高教育质量创造条件

六、加强组织领导，开创新时代义务教育改革发展新局面

坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，坚持德育为先、全面发展、面向全体、知行合一，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。

优化教学方式，注重启发式、互动式、探究式教学。加强教学管理，健全教学管理规程，规范教学行为。完善作业考试辅导，落实减轻过重学业负担要求。促进信息技术与教育教学融合应用，缩小城乡教育差距。

2019年11月20日，**教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见**（教基〔2019〕16号）

实验教学是国家课程方案和课程标准规定的重要教学内容，是培养创新人才的重要途径。

一、总体要求

全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，发展素质教育，努力构建与德智体美劳全面培养的教育体系相适应、与课程标准要求相统一的实验教学体系。

夯实基础，开齐开足开好国家课程标准规定实验，切实扭转忽视实验教学的倾向；

拓展创新，不断将科技前沿知识和最新技术成果融入实验教学，丰富内容，改进方式；

注重实效，强化学生实践操作、情境体验、探索求知、亲身感悟和创新创造，着力提升学生的观察能力、动手实践能力、创造性思维能力和团队合作能力，培育学生的兴趣爱好、创新精神、科学素养和意志品质。

二、主要举措

1. 完善实验教学体系。将实验教学作为课程体系的重要内容纳入教学基本规范，强化实验教学要求；精心设计实验教学内容，组织开展好基础性实验和拓展性实验（含探究性实验、创新性实验、综合性实验等）。注重加强实验教学与多学科融合教育。

2. 创新实验教学方式。要丰富实验教学实施形式，综合运用观察、观测、模拟、体验、设计、制作、加工、参观、调查等多种方式，促进传统实验教学与现代新兴科技有机融合，切实增强实验教学的趣味性和吸引力，提高实验教学质量和效果。积极推动学生开展研究型、任务型、项目化、问题式、合作式学习。开放实验室，以独立或小组合作方式开展实验探究。广泛利用校外资源积极开展科学实验活动。

3. 规范实验教学实施。加强实验教学过程管理，确保实验教学内容和课时，严格实验教学程序和规范。

4. 提高教师实验教学能力。

5. 保障实验教学条件。要落实教育部颁布的学科教学装备配置标准，保质保量配置并及时更新教学仪器设备，确保实验材料的补充与供给，满足实验教学基本需求。

6. 健全实验教学评价机制。把实验教学情况纳入教育质量评价监测体系，强化对学校实验室建设与管理、实验教学开展情况和实验教学质量等方面的评价。2023年前要将实验操作纳入初中学业水平考试，考试成绩纳入高中阶段学校招生录取依据；在普通高中学业水平考试中，有条件的地区可将理化生实验操作纳入省级统一考试。

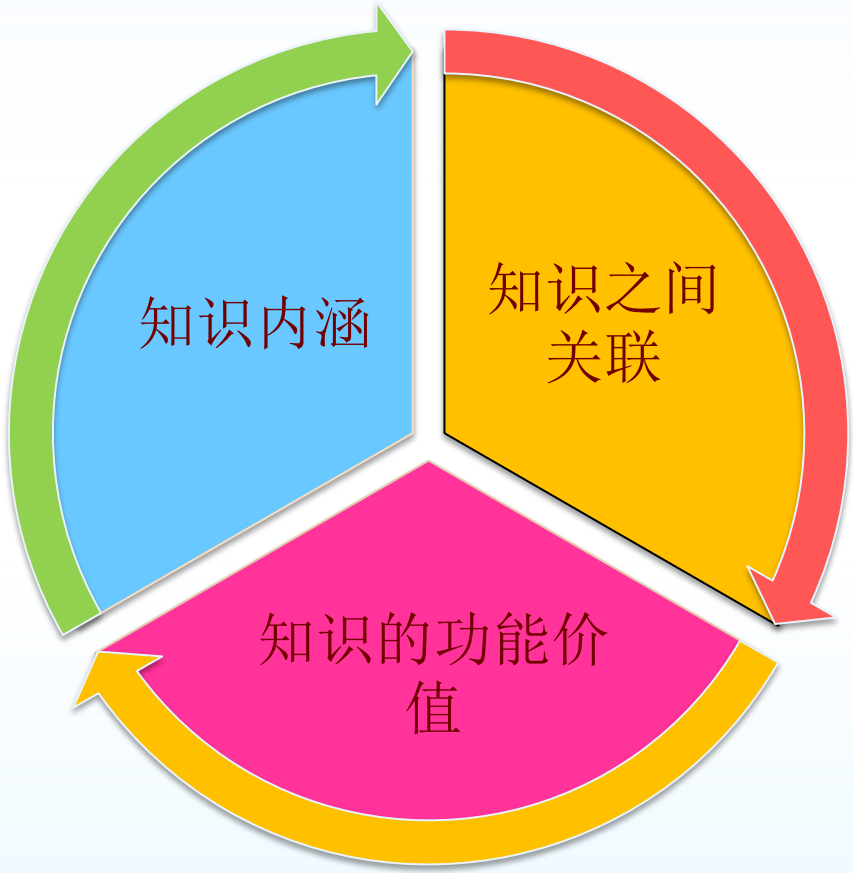
7. 加强实验教学研究与探索。要加强实验教学研究和教研活动，积极组织相关学科教师开展实验教学校本教研活动。开展优秀自制教具评选，鼓励教师自制实验教具。

8. 强化实验教学安全管理。各地各校要切实增强实验教学安全意识，落实实验室安全管理制度，制定实验教学安全预案。

二 《义务教育物理课程标准（2022年版）》对实验教学提出了新要求

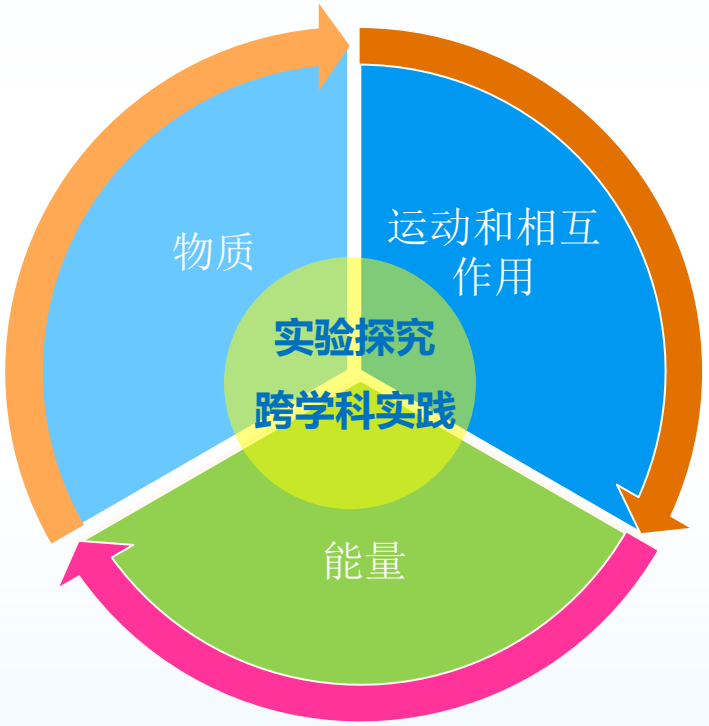


核心素养对指导教学的意义



核心素养对知识结构化的导向

条件化、情境化、结构化



- 主题间相互关联，各有侧重。
- 物质、运动和相互作用、能量主题作为科学内容，体现了物理学科体系的核心内容，体现了物理课程的基础性。
- 实验探究和跨学科实践主题，体现了物理学科是以实验为基础的学科特点，凸显了物理课程的实践性。

实验探究

4.1 测量类学生必做实验

4.1.1 用托盘天平测量物体的质量。

4.1.2 测量固体和液体的密度。

4.1.3 用常见温度计测量温度。

4.1.4 用刻度尺测量长度，用表测量时间。

4.1.5 测量物体运动的速度。

4.1.6 用弹簧测力计测量力。

4.1.7 用电流表测量电流。

4.1.8 用电压表测量电压。

4.1.9 用电流表和电压表测量电阻。

4.2 探究类学生必做实验

4.2.1 探究水在沸腾前后温度变化的特点。

4.2.2 探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关。

4.2.3 探究液体压强与哪些因素有关。

4.2.4 探究浮力大小与哪些因素有关。

4.2.5 探究杠杆的平衡条件。

4.2.6 探究光的反射定律。

4.2.7 探究平面镜成像的特点。

4.2.8 探究凸透镜成像的规律

4.2.9 探究通电螺线管外部磁场的方向。

4.2.10 探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件。

4.2.11 探究串联电路和并联电路中电流、电压的特点。

4.2.12 探究电流与电压、电阻的关系。

跨学科实践

跨学科实践

物理学与日常生活

能发现日常生活中与物理有关的问题，提出解决方案。

能运用所学知识分析日常生活中的安全问题，提出解决方案，践行安全与健康生活。

能运用所学知识指导和规范个人行为，践行低碳生活，具有节能环保意识。

物理学与工程实践

了解我国古代的技术应用案例，体会我国古代科技对人类文明发展的促进作用。

调查物理学应用于工程技术的案例，体会物理学对工程技术发展的促进作用。

了解物理学在信息技术中的应用。

物理学与社会发展

结合实例，尝试分析能源的开发与利用对社会发展的影响。

结合实例，了解一些新材料的特点及其应用。了解新材料的研发与应用对社会发展的影响。

了解我国科技发展的成就，增强科技强国的责任感和使命感。

跨学科实践

（二）准确把握跨学科实践教学定位

跨学科实践教学相对于单一学科教学，更具综合性、开放性，教师要处理好以下关系。

1.处理好立足本学科与跨学科的关系。选取跨学科实践的课题，既要立足于物理课程内容，又要跨出物理学科。活动设计应以物理教师为主，可邀请相关学科教师共同研究、确定方案。

2.处理好知识建构与知识应用的关系。跨学科实践既有所学知识的应用，也有新知识的建构；既要关注学生解释、预测、操作等能力的表现，也要关注学生对物理概念的建立或深化，以及对其他概念的综合了解。跨学科实践应与其他主题教学一体化设计，可以独立完成，也可以穿插在其他主题中进行，使跨学科实践成为物理课程的有机组成部分。

3.处理好教师指导与学生自主的关系。既要有教师的合理指导，确保活动循序渐进开展，又要让学生自主实践、独立思考、大胆设计、敢于创新，在自主活动中提升解决问题的能力，养成良好的科学态度。实施跨学科实践教学要注意控制学生学业负担。

教学建议：

1. 围绕学生核心素养的发展设计教学目标

2. 灵活运用多种教学方式

倡导情境化教学

突出问题教学

注重“做中学”“用中学”

注重合理运用信息技术。

3.确保物理课程实践活动教学质量

规范物理实验教学

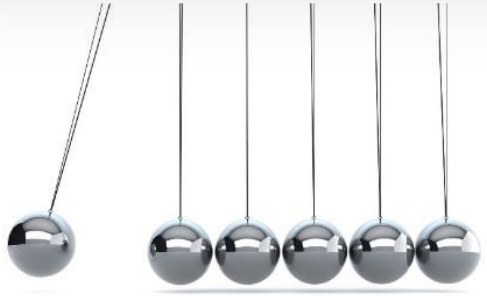
准确把握跨学科实践教学定位。

新课程实施的教学建议

注重科学探究，突出问题导向，强调真实问题情境，引导学生不断探索，提高分析问题、解决问题的实践本领和科学思维能力，发展核心素养。倡导教学方式多样化，鼓励教学中根据教学目标、教学内容、教学对象及教学资源等的实际情况，灵活选用教学方式，合理运用信息技术。

- 坚持 素养导向
- 注重 科学探究
- 突出 问题导向
- 强调 实际情境
- 倡导 方式多样
- 运用 信息技术

2.注重科学探究，灵活运用多种教学方式





中学物理课程
- 情境化
- 条件化
- 科学化
- 结构化

教学目标
学生基础
教学条件
教学资源
……

学习活动
教学方式
教学过程
……

（1）倡导情境化教学

（2）突出问题教学

（3）注重“做中学”“用中学”

（4）注重合理运用信息技术



3.彰显实践性，确保物理课程实践活动教学质量



（1）规范物理实验教学

切实发挥实验育人功能。

演示实验教学应注意引导学生观察实验现象，启发学生积极思考和交流。

学生实验教学应引导学生自主进行实验，并鼓励学生用生活中的常见物品做实验。

（2）“跨学科实践”教学实施的思考

选择具有综合性、实践性的课题。

合理制订跨学科实践方案。以问题的解决过程为线索设计方案，将跨学科实践的课题分解为若干驱动性任务，以观察、实验、设计、制作、调查等方式设计活动，将跨学科实践的课题转化为可操作的教学设计和实施方案。

科学引导、循序渐进实施跨学科实践。

重视活动成果的呈现和交流。注重活动总结，以设计作品、制作模型、撰写报告等多种物化形式呈现成果。根据物化形式的特点，组织开展成果展览、报告会、研讨会等多种方式的交流活动。

三 《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》分析

课程标准的主要变化：

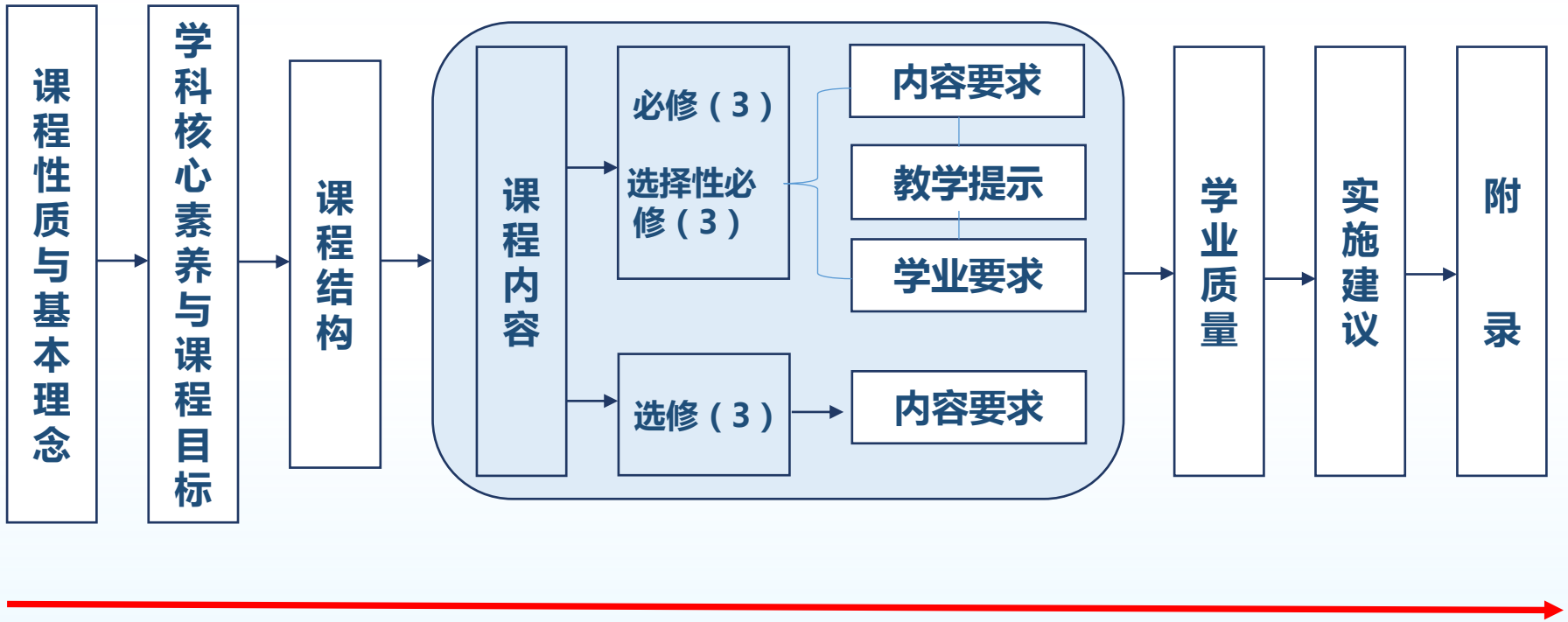
1. 凝练了学科核心素养。中国学生发展核心素养是党的教育方针的具体化、细化。为充分挖掘各学科课程教学对全面贯彻党的教育方针、落实立德树人根本任务、发展素质教育的独特育人价值，各学科基于学科本质凝练了本学科的核心素养，明确了学生学习该学科课程后应达成的正确价值观、必备品格和关键能力。

2. 更新了教学内容。进一步精选了学科内容，重视以学科大概念为核心，使课程内容结构化，以主题为引领，使课程内容情境化，促进学科核心素养的落实。落实习近平新时代中国特色社会主义思想，有机融入社会主义核心价值观，中华优秀传统文化、革命文化和社会主义先进文化教育内容，努力呈现经济、政治、文化、科技、社会、生态等发展的新成就、新成果，充实丰富培养学生社会责任感、创新精神、实践能力相关内容。

3. 研制了学业质量标准。各水平的关键表现构成评价学业质量的标准。引导教学更加关注育人目的，更加注重培养学生核心素养，更加强调提高学生综合运用知识解决实际问题的能力，促进教、学、考有机衔接，形成育人合力。

4. 增强了指导性。加强对教材编写、教学实施、考试评价的指导。每个模块或主题由“内容要求”“教学提示”“学业要求”组成，依据学业质量标准细化评价目标，增强了对教学和评价的指导性。

素养立意



核心素养贯穿课程标准所有方面

高中物理课程结构


选修课程
选修1（2学分）
物理学与社会发展
选修2（2学分）
物理学与技术应用
选修3（2学分）
近代物理学初步
自主考核
选择性必修课程
选择性必修3（2学分）
固体、液体和气体，热力学定律，原子与原子核，波粒二象性
选择性必修2（2学分）
磁场，电磁感应及其应用，电磁振荡与电磁波，传感器
选择性必修1（2学分）
动量与动量守恒定律，机械振动与机械波，光及其应用
必修课程
必修3（2学分）
静电场，电路及其应用，电磁场与电磁波初步，能源与可持续发展
必修2（2学分）
机械能及其守恒定律，曲线运动与万有引力定律，牛顿力学的局限性与相对论初步
必修1（2学分）
机械运动与物理模型，相互作用与运动规律
等级性考试
合格性考试

课程标准对物理教学的建议及要求：

※基于物理学科核心素养确定教学的目标和内容

- 把培养物理学科核心素养作为物理教学的重要目标，将物理学科核心素养的培养落实于教学活动中。
- 通过对物理概念和规律的逐步学习、系统反思和迁移应用，促进物理观念不断发展，并学会应用这些观念解释自然现象，解决实际问题。
- 引导学生经历物理概念的建构过程和物理规律的形成过程，是发展科学思维的重要途径。
- 科学探究能力的培养，应渗透在物理教学的整个过程。
- 通过增加联系生活和现代科技的教学内容、创设生动活泼的课堂氛围，激发学生的学习热情，让学生保持旺盛的求知欲；尽可能为学生交流创造机会，让学生体验和享受合作的成果；引导学生在实验中如实记录、客观对待所读取的实验数据，遵循基本的学术道德规范。

※在教学设计和教学实施过程中重视情境的创设

创设情境进行教学

- 概念的建立需要创设情境
- 规律的探究需要创设问题情境
- 应用物理知识解决具体问题应结合具体的实际情境

※通过问题解决促进物理学科核心素养的达成

- 应把物理课程中所形成的物理观念和科学思维用于分析、解决生活中的问题，在解决问题中进步提高探究能力、增强实践意识、养成科学态度，促进物理学科核心素养的形成。
- 利用生活中的情境生成有价值的科学探究问题。
- 关心大众传媒信息，有利于提高学生的物理核心素养。
- 应鼓励并引导学生基于物理学科核心素养解决生活中的问题。
- 应通过习题教学，使学生在科学思维、探究能力、实践意识、科学态度等方面得到有效提升，全面提高学生的问题解决能力。

重视科学探究能力的培养和信息技术的应用

- 应注重科学探究，尤其应注重物理实验
- 在培养学生发现和提出问题能力方面的潜在价值 ⇒ 教师可在一些物理实验中创设情境，让学生在观察和体验后有所发现、有所联想，萌发出科学问题；还可在实验中创设一些任务，让学生在完成任务中运用科学思维，自己提炼出应探究的科学问题。
- 应通过实验提高学生制订计划的能力 ⇒ 让学生学会把探究课题分解为几个相对独立的小问题，思考解决每个问题的不同方法，根据现实条件选择适当方法构思探究计划；学会从原理、器材、信息收集技术、信息处理方法等各方面形成探究计划；学会通过查询相关资料完善探究计划。教学中应尽量为学生提供制订探究计划的机会。
- 科学探究的交流和 表达 ⇒ 一是交流内容的组织，包括问题的提出、探究方案的设计、数据收集和整理、结论的得出及解释、存在问题的反思等；二是表达的形式，包括文字、表格、图像、公式、插图等，根据内容选择恰当的形式进行交流。教学中要为学生提供交流的机会，让学生准备有条理的讲稿，进行准确和富有逻辑的发言。
- 信息技术与物理学习的融合 ⇒ 要设计各种学习活动让学生利用信息技术提升物理学习能力。例如，鼓励学生上网查询资料，了解感兴趣的科技动态或物理问题解决的实例等；用数字实验或云技术平台解决一些用常规方法难以实现的疑难实验问题；利用手机等信息技术工具便捷地解决某些物理学习问题。

※加强实验室建设，促进学生实验能力发展

- 重视实验室的硬件配置与建设。
- 充分利用实验器材，强化学生实验和演示实验。
- 积极创造条件，建立实验室开放制度。
- 以独立或小组合作方式，开展课外实验研究
- 利用日常用品改进实验或开发新实验
- 创新物理实验，开发出低成本、高质量的物理实验
- 重视数字实验，创新实验方式
- 建设数字化实验室或引进数字实验室系统，研究数字实验系统对传统实验的改进方法，研究数字化实验系统的教学方式，促进教学手段与方式的现代化

新修订课标中高中物理学生必做实验项目：

必修课程的学生必做物理

必修1

1.测量做直线运动物体的瞬时速度
2.探究弹簧弹力与形变量的关系
3.探究两个互成角度的力的合成规律
4.探究加速度与物体受力、物体质量的关系

必修2

5.验证机械能守恒定律
6.探究平抛运动的特点
7.探究影响向心力大小与半径、角速度、质量的关系

必修3

8.观察电容器的充、放电现象
9.长度的测量及其测量工具的选用
10.测量金属丝的电阻率
11.用多用电表测量电学中的物理量
12.测量电源的电动势和内阻

选择性必修课程的学生必做实验

选择性必修1

1.验证动量守恒定律
2.用单摆测量重力加速度的大小
3.测量玻璃的折射率
4.用双缝干涉实验测量光的波长

选择性必修2

5.探究影响感应电流方向的因素
6.探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系
7.利用传感器制作简单的自动控制装置

选择性必修3

8.用油膜法估测油酸分子的大小
9.探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系

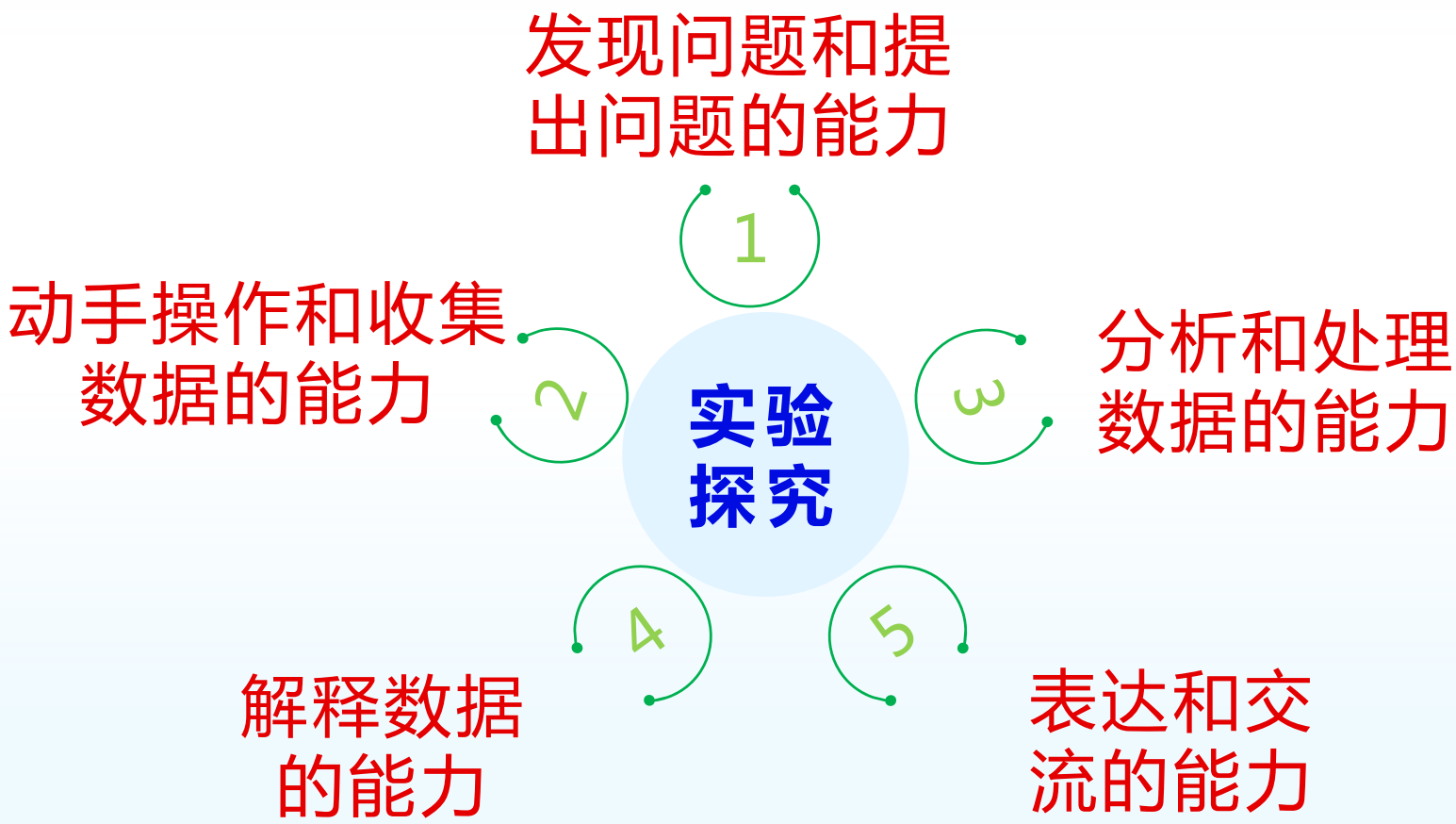
八个探究、八个测量、二个验证、一个观察、一个估测、一个制作

四 物理实验教学的特点与价值

物理课程实践性

学会学习、学会合作

严谨认真、实事求是



测量类学生必做实验是帮助学生理解物理概念及物理量的意义，应用物理规律，训练基本实验技能，学习实验仪器（测量工具）的使用，物理量的测量方法，操作的规范性，读数方法及准确性，数据处理等。

基本物理量的测量

温度 长度 时间
质量 密度 电流
电压 电阻 速度 等

基本仪器的使用

天平 温度计
刻度尺 电流表
电压表 等

测量类实验

1. 形成初步的实验技能
2. 运用相关物理知识，设计简单的实验方案
3. 采用合适的测量工具和测量方法获得实验数据等
4. 完成数据的处理、表述、分析、交流、评估等活动
5. 操作规范、安全等

选择合适的测量方案

学习基本仪器的使用

学习测量方法

锻炼并提高基本的测量技能

正确读数、分析和处理实验数据

学习规范的实验报告表达格式

…

实验设计能力

实验操作能力

实验思维能力

实验观察能力

实验数据处理能力

科学表达能力

合作与交流能力

…

探究类实验

- 在具备基本实验技能的基础上，能够结合实际**提出物理问题和猜想假设**，甄别出自变量和因变量
- 选择合适的仪器、设备与工具，能够采用科学的物理方法**设计实验**，并考虑控制变量和实验对照
- 在**实施探究**方案的过程中，能够获取**证据与信息**，分析和处理数据，**描述、解释、探究实验结果**和研究其变化趋势
- 能够对实验结果进行**科学评估**，并用适宜的方法和手段呈现结果，与**他人交流。**

发现问题和提出问题的能力

动手操作和收集数据的能力

分析和处理数据的能力

解释数据的能力

表达和交流的能力

…

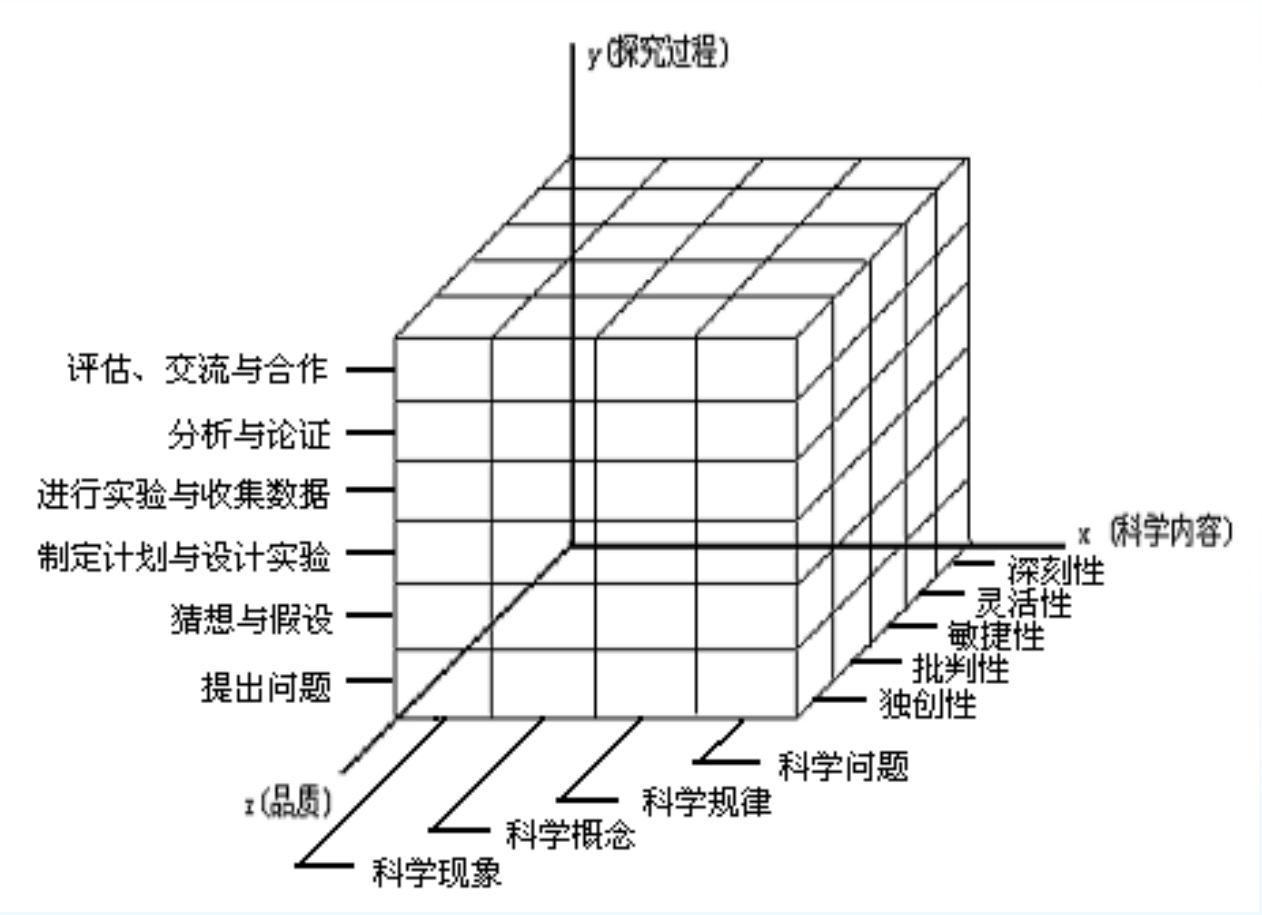
探究既是过程，也是培养学生各种能力的重要手段

这些能力不能仅通过讲授的方式习得，学生需要亲自动手操作，经历完整的实验探究过程，因而只能在实验中有计划、有目的的培养。

有效实施探究活动评价

- 评价应以学生发展为本，基于核心素养的全面发展实施评价，强化评价与课程标准、教学的一致性，促进“教—学—评”有机衔接，充分发挥评价的育人功能。
- 探究活动的评价应以物理课程要培养的学生核心素养和学业质量标准的具体要求为依据
- 创设真实而有价值的问题情境，引发有利于核心素养表现的评价任务，以学业质量为依据，制定详细、可操作性的评价指标
- 采用主体多元、形式多样的评价方式，全面客观地了解学生核心素养的发展状况，充分发挥评价的诊断和激励功能。

科学探究的能力模型



（李春密, 梁洁, 蔡美洁. 中学生科学探究能力结构模型初探[J]. 课程. 教材. 教法, 2004(06):86-90.）

评价的主要内容

关注科学探究的4个要素：问题、证据、解释、交流

同时也要关注实验探究的目的和实验原理基础知识等

A. 明确实验探究目的　　B. 设计实验探究方案

C. 选择实验探究器材　　D. 设计实验探究计划

E. 设计记录数据表格　　F. 实施实验探究

G. 设计数据处理方法　　H. 分析归纳总结规律

指 标			备注
实验准备	基础知识	了解与该实验相关的基础知识	
		熟练掌握实验所用基本仪器的构造和使用方法	
	检查实验材料	实验开始前，认真检查实验材料，理解该实验的目的和内容	
探究过程	问题	能在所给情境的提示下，积极提出科学的探究问题	
		能独立地或在一定提示背景下，针对探究问题做出合理的猜想与假设	
	证据	能根据猜想，制定完整的计划。计划中充分考虑各种可能情况，合理、有效地选择实验材料	
		会利用常用的科学方法（如控制变量法）制定计划	
		计划科学性鲜明，逻辑清楚，表述规范	
		能根据探究计划，逐步开展实验，快速、正确地组装实验器材	
		能规范、熟练地使用实验仪器进行观察和测量	
		认真观察实验现象，及时、准确地记录数据和现象	
		操作过程中，注意保护实验仪器、节约能源，有一定环境保护的意识	
	解释	能独立设计符合实验要求的数据记录表，完整清晰地记录实验现象和数据	
		能根据实验要求做出规范的图形（如温度 - 时间图、电路图等）	
		在认真分析实验数据的基础上，得出概括性较强的结论	
	交流	积极参与讨论，能清楚地表述实验结论，逻辑严密地论证结论的合理性	
		能虚心听取他人的结论和论证，积极总结不同人结论中的相同点和不同点最终达成共识	
		能认真、深刻地反思探究各环节，找出努力方向	
		养成实验结束后主动整理实验仪器的好习惯	
通过本次探究活动你有什么收获和感想？			

参照：（李春密.初中物理实验评价体系的构建[J].教学仪器与实验, 2008(08):5-8.）

五 物理实验教学的实施

4.1 测量类学生必做实验

4.1.1 用托盘天平测量物体的质量。

4.1.2 测量固体和液体的密度。

4.1.3 用常见温度计测量温度。

4.1.4 用刻度尺测量长度，用表测量时间。

4.1.5 测量物体运动的速度。

4.1.6 用弹簧测力计测量力。

4.1.7 用电流表测量电流。

4.1.8 用电压表测量电压。

4.1.9 用电流表和电压表测量电阻。

4.2 探究类学生必做实验

4.2.1 探究水在沸腾前后温度变化的特点。

4.2.2 探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关。

4.2.3 探究液体压强与哪些因素有关。

4.2.4 探究浮力大小与哪些因素有关。

4.2.5 探究杠杆的平衡条件。

4.2.6 探究光的反射定律。

4.2.7 探究平面镜成像的特点。

4.2.8 探究凸透镜成像的规律

4.2.9 探究通电螺线管外部磁场的方向。

4.2.10 探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件。

4.2.11 探究串联电路和并联电路中电流、电压的特点。

4.2.12 探究电流与电压、电阻的关系。

新修订课标中高中物理学生必做实验项目：

必修课程的学生必做物理

必修1

1.测量做直线运动物体的瞬时速度
2.探究弹簧弹力与形变量的关系
3.探究两个互成角度的力的合成规律
4.探究加速度与物体受力、物体质量的关系

必修2

5.验证机械能守恒定律
6.探究平抛运动的特点
7.探究影响向心力大小与半径、角速度、质量的关系

必修3

8.观察电容器的充、放电现象
9.长度的测量及其测量工具的选用
10.测量金属丝的电阻率
11.用多用电表测量电学中的物理量
12.测量电源的电动势和内阻

选择性必修课程的学生必做实验

选择性必修1

1.验证动量守恒定律
2.用单摆测量重力加速度的大小
3.测量玻璃的折射率
4.用双缝干涉实验测量光的波长

选择性必修2

5.探究影响感应电流方向的因素
6.探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系
7.利用传感器制作简单的自动控制装置

选择性必修3

8.用油膜法估测油酸分子的大小
9.探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系

八个探究、八个测量、二个验证、一个观察、一个估测、一个制作

2023.11.23，教育部教育技术与资源发展中心（中央电化教育馆）制定了《中小学实验教学基本目录》（2023 年版）。

五、初中物理实验教学基本目录

一级主题	二级主题	课标要求	基本实验活动
物质	物质的形态和变化	会用常见温度计测量温度。 用常见温度计测量温度。（学生必做实验）	1. 用常见温度计测量温度
		经历物态变化的实验探究过程，知道物质的熔点、凝固点和沸点，了解物态变化中的吸热和放热现象。 探究水在沸腾前后温度变化的特点。（学生必做实验）	2. 探究晶体熔化和凝固的过程及特点
			3. 观察升华和凝华现象
			4. 探究水在沸腾前后温度变化的特点
			5. 探究蒸发快慢的影响因素
	物质的属性	通过实验，了解物质的一些物理属性，如弹性、磁性、导电性和导热性等。	6. 体验不同物质的弹性
			7. 观察磁现象
			8. 比较物质的导电性
			9. 比较物质的导热性
		会测量固体和液体的质量。 用托盘天平测量物体的质量。（学生必做实验）	10. 用托盘天平测量物体的质量
		通过实验，理解密度。会测量固体和液体的密度。 测量固体和液体的密度。（学生必做实验）	11. 探究物体的质量与体积之间的关系
			12. 测量固体和液体的密度
运动和相互作用	多种多样的运动形式	知道自然界和生活中简单的热现象。了解分子热运动的主要特点，知道分子动理论的基本观点。	13. 观察扩散现象
			14. 观察分子之间存在间隙的现象
			15. 观察分子之间存在引力的现象
运动和相互作用	机械运动和力	会选用适当的工具测量长度和时间，会根据生活经验估测长度和时间。 用刻度尺测量长度，用表测量时间。（学生必做实验）	16. 用刻度尺测量长度
			17. 用表测量时间
		会测量物体运动的速度。 测量物体运动的速度。（学生必做实验）	18. 测量物体运动的速度
		通过常见事例或实验，了解重力、弹力和摩擦力，认识力的作用效果。探究并了解滑动摩擦力的大小与哪些因素有关。 探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关。（学生必做实验）	19. 观察力使物体产生形变
			20. 观察力使物体运动状态发生改变
			21. 探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关
		会测量力的大小。 用弹簧测力计测量力。（学生必做实验）	22. 用弹簧测力计测量力
		了解同一直线上的二力合成。知道二力平衡条件。	23. 观察二力平衡现象
		通过实验和科学推理，认识牛顿第一定律。	24. 观察惯性现象
			25. 探究阻力对运动的影响
		探究并了解杠杆的平衡条件。 探究杠杆的平衡条件。（学生必做实验）	26. 探究杠杆的平衡条件
		通过实验，理解压强。	27. 探究压力作用效果与哪些因素有关
		探究并了解液体压强与哪些因素有关。 探究液体压强与哪些因素有关。（学生必做实验）	28. 观察液体对器壁的压强
			29. 观察或体验液体的内部压强
			30. 探究液体压强与哪些因素有关
		通过实验，认识浮力。探究并了解浮力大小与哪些因素有关。 探究浮力大小与哪些因素有关。（学生必做实验）	31. 探究浮力产生的原因
			32. 探究浮力大小与哪些因素有关
运动和相互作用	声和光	通过实验，认识声的产生和传播条件。	33. 探究声音的产生条件
			34. 探究声音的传播条件
		了解声音的特性。	35. 体验不同声音的特性
		探究并了解光的反射定律。通过实验，了解光的折射现象及其特点。 探究光的反射定律。（学生必做实验）	36. 探究光的反射定律
			37. 观察光的折射现象及其特点
		探究并了解平面镜成像时像与物的关系。 探究平面镜成像的特点。（学生必做实验）	38. 探究平面镜成像的特点
		探究并了解凸透镜成像的规律。 探究凸透镜成像的规律。（学生必做实验）	39. 探究凸透镜成像的规律
		了解凸透镜成像规律的应用。能发现日常生活中与物理学有关的问题，提出解决方案。	40. 用凸透镜设计与制作简易照相机
			41. 模拟近视眼和远视眼的矫正
		通过实验，了解白光的组成和不同色光混合的现象。	42. 观察白光的色散现象
			43. 观察色光的混合
	电和磁	观察摩擦起电现象，了解静电现象。	44. 观察摩擦起电现象
		通过实验，认识磁场。	45. 用小磁针和铁屑观测磁场的方向和分布情况
		通过实验，了解电流周围存在磁场。探究并了解通电螺线管外部磁场的方向。 探究通电螺线管外部磁场的方向。（学生必做实验）	46. 观察通电导体周围产生磁场的现象
			47. 探究通电螺线管外部磁场的方向
		通过实验，了解通电导线在磁场中会受到力的作用，并知道力的方向与哪些因素有关。	48. 观察通电导线在磁场中的受力情况
			49. 设计与制作简易直流电动机模型
		探究并了解导体在磁场中运动时产生感应电流的条件。了解电磁感应在生产生活中的应用。 探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件。（学生必做实验）	50. 探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件
			51. 设计与制作简易直流发电机模型
能量	能量、能量的转化和转移	通过实验，认识能量可以从一个物体转移到其他物体，不同形式的能量可以相互转化。	52. 观察内能转化为机械能的实验现象
			53. 观察机械能转化为内能的实验现象
			54. 观察电能转化为机械能的实验现象
			55. 观察电能转化为内能的实验现象
	机械能	通过实验，了解动能和势能的相互转化。	56. 观察动能和势能相互转化的实验现象
		知道机械效率。了解提高机械效率的意义和途径。	57. 测量某种简单机械的机械效率
	内能	通过实验，了解比热容。	58. 探究物体吸收的热量跟物体质量、温度变化的关系
		了解热机的工作原理。知道内能的利用在人类社会发展史中的重要意义。	59. 观察热机的工作过程
	电磁能	探究电流与电压、电阻的关系，理解欧姆定律。 探究电流与电压、电阻的关系。（学生必做实验）	60. 探究电流与电压、电阻的关系
		会使用电流表和电压表。 用电流表测量电流。（学生必做实验） 用电压表测量电压。（学生必做实验）	61. 用电流表测量电流
			62. 用电压表测量电压
		会连接简单的串联电路和并联电路。探究并了解串联电路与并联电路中电流、电压的特点。 用电流表和电压表测量电阻。（学生必做实验） 探究串联电路和并联电路中电流、电压的特点。（学生必做实验）	63. 连接串联电路和并联电路
			64. 用电流表和电压表测量电阻
			65. 探究串联电路和并联电路中电流、电压的特点
		通过实验，了解焦耳定律。	66. 探究电流产生热量与哪些因素有关
		了解家庭电路的组成。有安全用电和节约用电的意识。	67. 用低压电模拟家庭电路中的安全用电
	能源与可持续发展	从能源开发与利用的角度体会可持续发展的重要性。	68. 利用新能源设计并制作一种模型

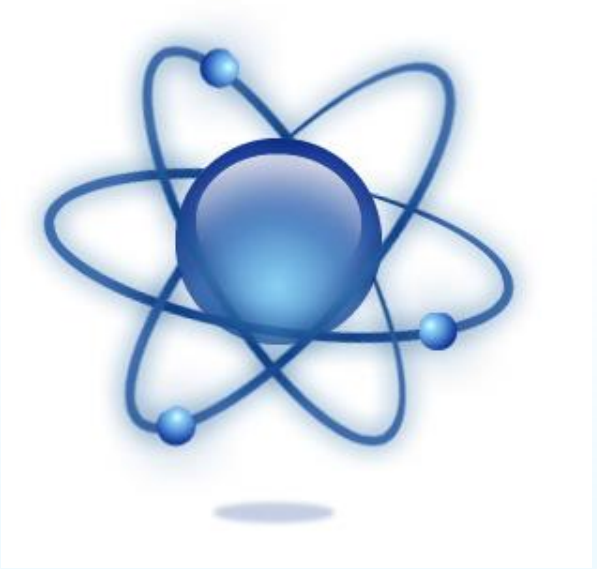
十一、普通高中物理实验教学基本目录

一级主题	二级主题	课标要求	基本实验活动
必修 1	机械运动与物理模型	通过实验，探究匀变速直线运动的特点，能用公式、图像等方法描述匀变速直线运动，理解匀变速直线运动的规律，能运用其解决实际问题，体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究中的极限方法。 （四）学生必做实验 测量做直线运动物体的瞬时速度。	1. 测量做直线运动物体的瞬时速度
			2. 探究匀变速直线运动的特点
			3. 测量匀变速直线运动物体的加速度
		通过实验，认识自由落体运动规律。	4. 探究自由落体运动的规律
			5. 测量自由落体加速度
	相互作用与运动定律	通过实验，了解胡克定律。 （四）学生必做实验 探究弹簧弹力与形变量的关系。	6. 探究弹簧弹力与形变量的关系
		通过实验，了解力的合成与分解，知道矢量和标量。 （四）学生必做实验 探究两个互成角度的力的合成规律。	7. 探究两个互成角度的力的合成规律
		通过实验，探究物体运动的加速度与物体受力、物体质量的关系。理解牛顿运动定律，能用牛顿运动定律解释生产生活中的有关现象、解决有关问题。通过实验，认识超重和失重现象。 （四）学生必做实验 探究加速度与物体受力、物体质量的关系。	8. 伽利略理想斜面实验
			9. 探究加速度与物体受力、物体质量的关系
			10. 探究牛顿第三定律
			11. 研究超重和失重现象
必修 2	机械能及其守恒定律	通过实验，验证机械能守恒定律。 （四）学生必做实验 验证机械能守恒定律。	12. 验证机械能守恒定律
	曲线运动与万有引力定律	通过实验，了解曲线运动，知道物体做曲线运动的条件。	13. 观察做曲线运动物体的速度方向
			14. 探究物体做曲线运动的条件
		通过实验，探究并认识平抛运动的规律。会用运动合成与分解的方法分析平抛运动。体会将复杂运动分解为简单运动的物理思想。 （四）学生必做实验 探究平抛运动的特点。	15. 探究平抛运动的特点
			16. 探究运动的合成与分解
		通过实验，探究并了解匀速圆周运动向心力大小与半径、角速度、质量的关系。 （四）学生必做实验 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系。	17. 探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系
必修 3	静电场	通过实验，了解静电现象。	18. 观察静电感应现象
		知道点电荷模型。知道两个点电荷间相互作用的规律。体会探究库仑定律过程中的科学思想和方法。	19. 探究电荷间相互作用力与电荷量和距离的关系
		知道电场是一种物质。了解电场强度，体会用物理量之比定义新物理量的方法。会用电场线描述电场。	20. 模拟常见电场的电场线分布
		知道静电场中的电荷具有电势能。了解电势能、电势和电势差的含义。知道匀强电场中电势差与电场强度的关系。能分析带电粒子在电场中的运动情况，能解释相关的物理现象。	21. 描绘静电场中的等势线
			22. 观察带电粒子在电场中的运动
		观察常见的电容器，了解电容器的电容，观察电容器的充、放电现象。 （四）学生必做实验 观察电容器的充、放电现象。	23. 观察电容器的充、放电现象
必修 3	电路及其应用	观察并能识别常见的电路元器件，了解它们在电路中的作用。会使用多用电表。 （四）学生必做实验 用多用电表测量电学中的物理量。	24. 用多用电表测量电学中的物理量
			25. 利用多用电表检测、排除电路故障
		通过实验，探究并了解金属导体的电阻与材料、长度和横截面积的定量关系。会测量金属丝的电阻率。 （四）学生必做实验 长度的测量及其测量工具的选用。 测量金属丝的电阻率。	26. 长度的测量及其测量工具的选用
			27. 探究金属导体的电阻与材料、横截面积、长度的定量关系
			28. 测量金属丝的电阻率
		理解闭合电路欧姆定律。会测量电源的电动势和内阻。 （四）学生必做实验 测量电源的电动势和内阻。	29. 验证闭合电路欧姆定律
			30. 测量电源的电动势和内阻
	电磁场与电磁波初步	通过实验，认识磁场。了解磁感应强度，会用磁感线描述磁场。体会物理模型在探索自然规律中的作用。	31. 观察通电导线周围的磁场分布
		知道磁通量。通过实验，了解电磁感应现象，了解产生感应电流的条件。	32. 探究产生感应电流的条件
		通过实验，了解电磁波，知道电磁场的物质性。	33. 电磁波的发射与接收
选择性必修 1	动量与动量守恒定律	通过理论推导和实验，理解动量定理和动量守恒定律，能用其解释生产生活中的有关现象。 （四）学生必做实验 验证动量守恒定律。	34. 探究碰撞中的不变量
			35. 验证动量守恒定律
		通过实验，了解弹性碰撞和非弹性碰撞的特点。	36. 探究弹性碰撞和非弹性碰撞的特点
选择性必修 1	机械振动与机械波	通过实验，认识简谐运动的特征。能用公式和图像描述简谐运动。	37. 观察弹簧振子的运动
			38. 描绘简谐运动的图像
		通过实验，探究单摆的周期与摆长的定量关系。知道单摆周期与摆长、重力加速度的关系。会用单摆测量重力加速度的大小。 （四）学生必做实验 用单摆测量重力加速度的大小。	39. 探究单摆周期与摆长之间的关系
			40. 用单摆测量重力加速度的大小
		通过实验，认识受迫振动的特点。了解产生共振的条件及其应用。	41. 研究受迫振动的频率
			42. 观察共振现象
		通过观察，认识波的特征。能区别横波和纵波。能用图像描述横波。	43. 观察波的产生和传播
			44. 观察波的特征
		通过实验，了解波的干涉与衍射现象。	45. 观察波的干涉现象
			46. 观察波的衍射现象
		通过实验，认识多普勒效应。	47. 体验多普勒效应
	光及其应用	通过实验，理解光的折射定律。会测量材料的折射率。 （四）学生必做实验 测量玻璃的折射率。	48. 探究光的折射定律
			49. 测量玻璃的折射率
		知道光的全反射现象及其产生的条件。	50. 观察光的全反射现象
		观察光的干涉、衍射和偏振现象，了解这些现象产生的条件，知道其在生产生活中的应用。知道光是横波，会用双缝干涉实验测量光的波长。 （四）学生必做实验 用双缝干涉实验测量光的波长。	51. 观察光的干涉现象
			52. 观察光的衍射现象
			53. 观察光的偏振现象
			54. 用双缝干涉实验测量光的波长
		通过实验，了解激光的特性。	55. 观察激光的特性

选择性必修 2	磁场	通过实验，认识安培力。能判断安培力的方向，会计算安培力的大小。了解安培力在生产生活中的应用。	56. 探究安培力的方向与电流方向、磁场方向的关系
		通过实验，认识洛伦兹力。能判断洛伦兹力的方向，会计算洛伦兹力的大小。	57. 观察电子束在磁场中的偏转
		能用洛伦兹力分析带电粒子在匀强磁场中的圆周运动。了解带电粒子在匀强磁场中的偏转及其应用。	58. 观察带电粒子在磁场中的运动径迹
	电磁感应及其应用	探究影响感应电流方向的因素，理解楞次定律。 （四）学生必做实验 探究影响感应电流方向的因素。	59. 探究影响感应电流方向的因素
			60. 探究楞次定律
		通过实验，理解法拉第电磁感应定律。	61. 探究法拉第电磁感应定律
		通过实验，了解自感现象和涡流现象。	62. 观察通电和断电自感现象
			63. 观察涡流、电磁阻尼与电磁驱动现象
		通过实验，认识交变电流。能用公式和图像描述正弦交变电流。	64. 观察交变电流的特点
		通过实验，探究并了解变压器原、副线圈电压与匝数的关系。知道远距离输电时通常采用高压输电的原因。 （四）学生必做实验 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系。	65. 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系
	电磁振荡与电磁波	通过实验，了解电磁振荡。	66. 观察电磁振荡电路中电流的波形
		知道电磁波的发射、传播和接收。	67. 观察赫兹实验
	传感器	通过实验，了解常见传感器的工作原理。会利用传感器制作简单的自动控制装置。 （四）学生必做实验 利用传感器制作简单的自动控制装置。	68. 观察常见传感器的工作原理
			69. 利用传感器制作简单的自动控制装置
选择性必修 3	固体、液体和气体	通过实验，估测油酸分子的大小。 （四）学生必做实验 用油膜法估测油酸分子的大小。	70. 用油膜法估测油酸分子的大小
		通过实验，了解扩散现象。观察并能解释布朗运动。	71. 观察布朗运动
		知道晶体和非晶体的特点。	72. 观察晶体的各向异性和非晶体的各向同性
		观察液体的表面张力现象。了解表面张力产生的原因。知道毛细现象。	73. 观察液体的表面张力
			74. 观察毛细现象
		通过实验，了解气体实验定律。知道理想气体模型。能用分子动理论和统计观点解释气体压强和气体实验定律。 （四）学生必做实验 探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系。	75. 探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系
			76. 探究气体的等压变化、等容变化规律
	原子与原子核	了解人类探索原子及其结构的历史。知道原子的核式结构模型。通过对氢原子光谱的分析，了解原子的能级结构。	77. 观察阴极射线及原子光谱
			78. 模拟 α 粒子散射实验
	波粒二象性	通过实验，了解光电效应现象。知道爱因斯坦光电效应方程及其意义。能根据实验结论说明光的波粒二象性。	79. 观察光电效应现象

物理实验教学的实施应重点关注情境创设、引发思考、发展思维。

1. 会做实验
   - 有趣 、有疑、有惊
2. 会设计实验
3. 会创新实验



2.会设计实验

① 确定变量

就是确定决定事物规律的多个变量(因变量,自变量…)

确定实验变量的方法:

- 根据生活经验提出猜想，确定实验变量
- 根据实验感受提出猜想，确定实验变量
- 根据物理事物的因果关系提出猜想，确定实验变量
- 根据物理事物所处环境提出猜想，确定实验变量
- 根据物理现象产生条件提出猜想，确定实验变量

一般都是多个变量:如引起I变化的U、R；一个因变量I,二个自变量R、U；

② 确定要控制的变量

所谓控制变量实验就是在决定事物规律的多个因素中，先固定一些因素不变，只改变其中的一个因素，进行观察实验，如此多次反复，然后再综合出多个因素之间的关系。也叫作单因子实验方法。

这样只研究两个变量：一个因变量I，一个自变量R或U。

③ 设计实验

A. 明确实验目的 — 问题

B. 设计实验方案

C. 选择实验器材 — 证据

D. 设计实验步骤

E. 设计记录表格

F. 实施实验

G. 设计数据处理方法 — 解释

H. 分析归纳总结规律 — 交流

3. 会创新实验

- 富有新意的实验是一个教师创新精神、意识和创新能力的最好的体现
  - 反思设疑 改进创新
  - 随时捕捉生成的资源，点燃创新的思维火花
  - 可以是内容、方法、仪器的创新等

（二）、探究性实验教学

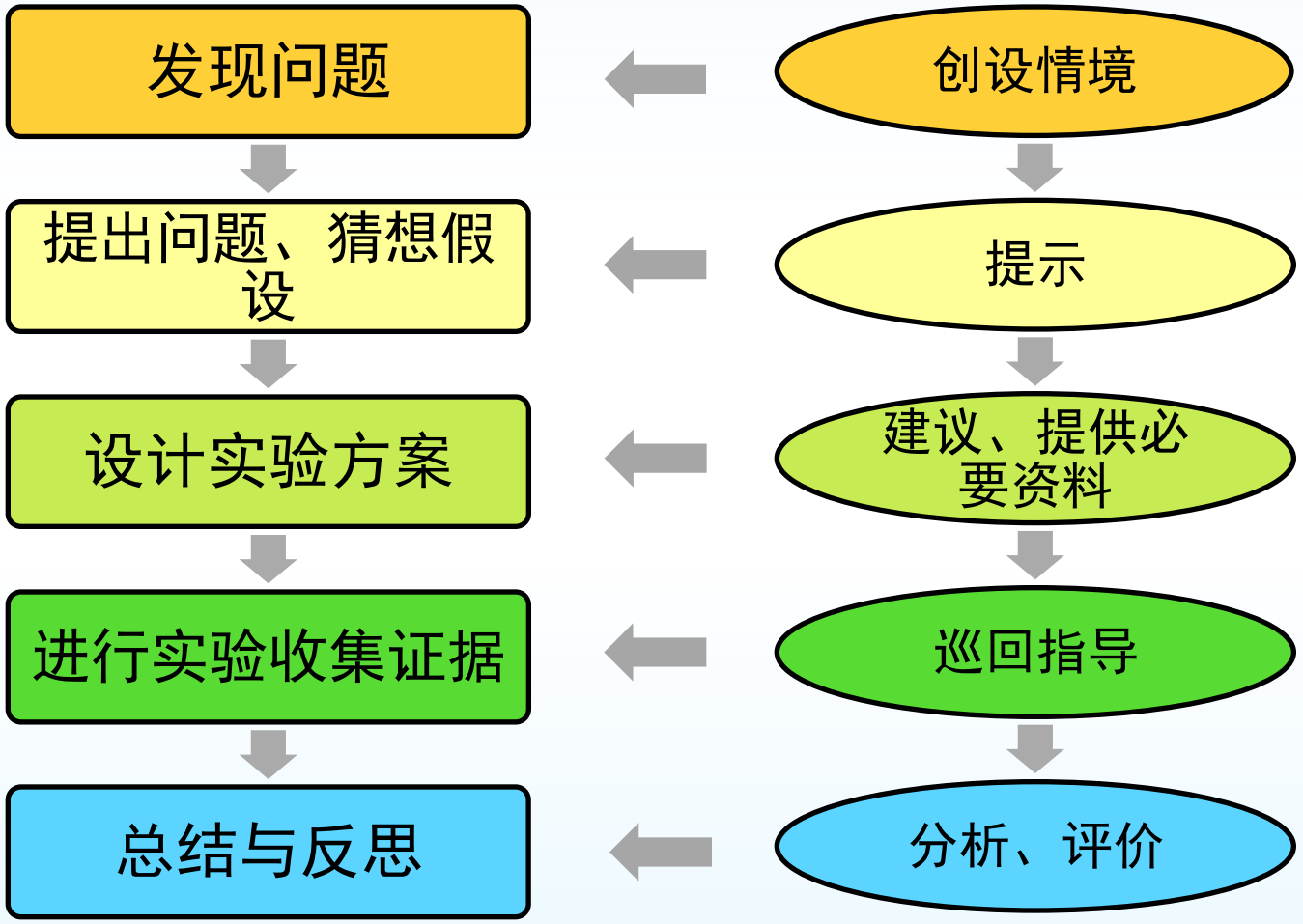
探究性实验教学的流程

1.学生自主探究为主

学生围绕物理问题展开探究实验活动

- 第一，学生小组讨论制定计划、设计实验方案；
- 第二，进行小组实验探究过程，获取可以帮助解释所探究物理问题的证据；
- 第三，从获得实验数据中提炼出证据和结论，对此物理问题做出解释；
- 第四，学生通过比较其他可能的解释，特别是那些体现出对此物理问题作出了科学性理解的解释来评价他们自己的解释；
- 最后，学生交流和修正小组所提出的解释。

学生自主探究为主的简要流程



2. 教师指导学生探究为主

教师指导探究性实验教学模式将探究教学和传统教学的优势进行整合，它可以很好地用于建立某些特定的概念和规律。

- 第一，教师创设问题情境，启发学生思考、发现问题；
- 第二，师生共同探讨提出问题，引导学生猜想假设；
- 第三，师生共同讨论设计实验方案，或者教师提供实验探究方案；
- 第四，学生进行分组实验，收集证据。实验过程中教师巡回指导，解决学生遇到的问题；
- 最后，学生将实验探究结果进行分享交流，教师总结。

教师指导学生探究为主的简要流程

创设情境、发现问题

创设问题情境　　受启发进行思考、发现问题

提出问题、猜想假设

师生讨论提出问题　　在引导下进行猜想假设

设计实验方案

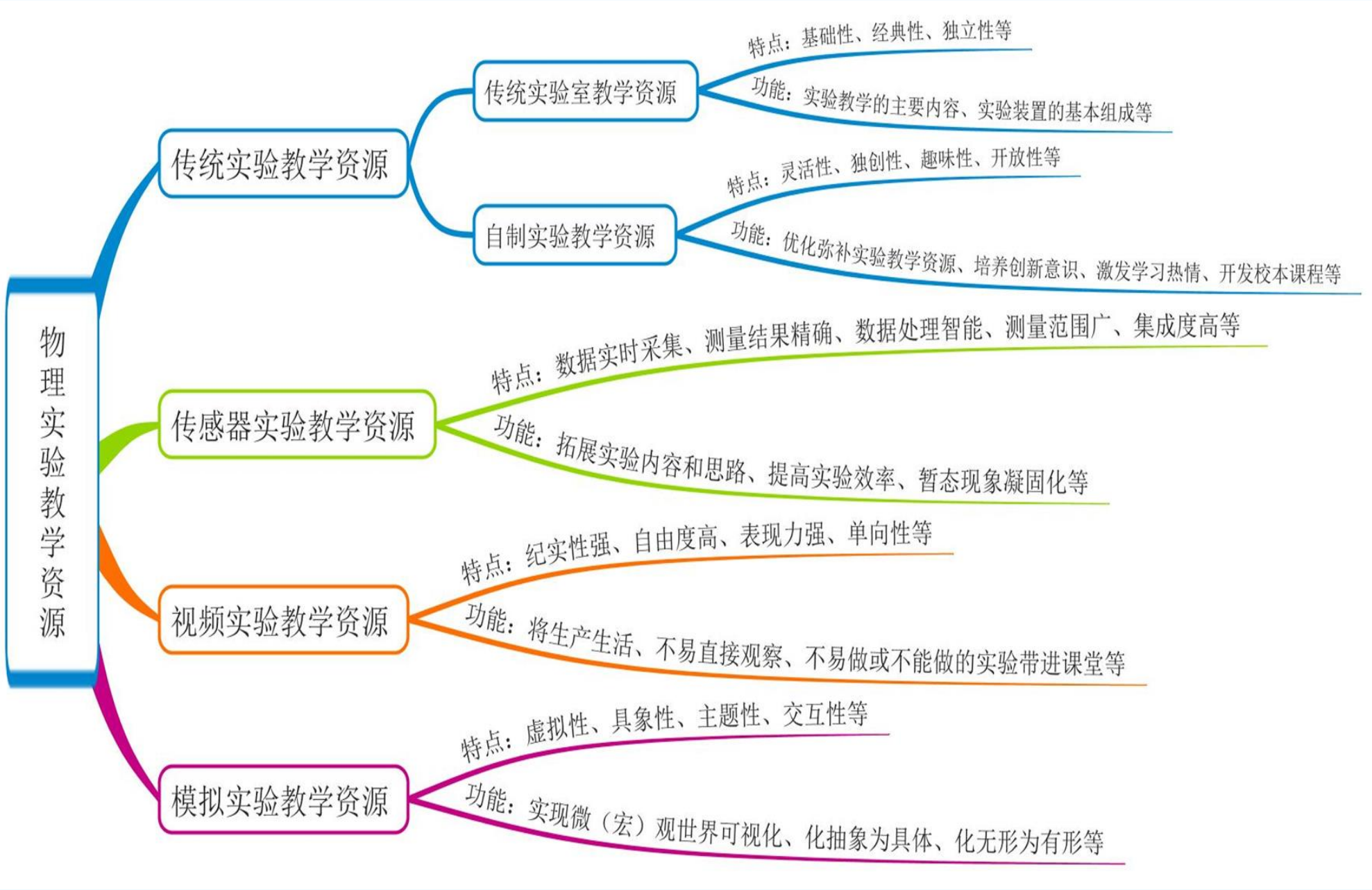
给予提示或实验方案　　教师指导下设计实验方案

小组实验、收集证据

巡回指导、解决问题　　合作进行实验探究，收集数据

总结陈述、交流反思

教师总结　　小组汇报


物理实验教学资源
传统实验教学资源
传统实验室教学资源
特点：基础性、经典性、独立性等
功能：实验教学的主要内容、实验装置的基本组成等
自制实验教学资源
特点：灵活性、独创性、趣味性、开放性等
功能：优化弥补实验教学资源、培养创新意识、激发学习热情、开发校本课程等
传感器实验教学资源
特点：数据实时采集、测量结果精确、数据处理智能、测量范围广、集成度高等
功能：拓展实验内容和思路、提高实验效率、暂态现象凝固化等
视频实验教学资源
特点：纪实性强、自由度高、表现力强、单向性等
功能：将生产生活、不易直接观察、不易做或不能做的实验带进课堂等
模拟实验教学资源
特点：虚拟性、具象性、主题性、交互性等
功能：实现微（宏）观世界可视化、化抽象为具体、化无形为有形等

谢谢大家！

敬请批评指正