

普通高中 物理课程标准

(2017年版2020年修订)

中华人民共和国教育部制定

人民教育出版社

· 北京 ·

前 言

习近平总书记在全国教育大会上强调，要在党的坚强领导下，全面贯彻党的教育方针，坚持马克思主义指导地位，坚持中国特色社会主义教育发展道路，坚持社会主义办学方向，立足基本国情，遵循教育规律，坚持改革创新，以凝聚人心、完善人格、开发人力、培育人才、造福人民为工作目标，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人，加快推进教育现代化、建设教育强国、办好人民满意的教育。

基础教育课程承载着党的教育方针和教育思想，规定了教育目标和教育内容，是国家意志在教育领域的直接体现，在立德树人中发挥着关键作用。

2003年，教育部印发的普通高中课程方案和课程标准实验稿，指导了十余年来普通高中课程改革的实践，坚持了正确的改革方向和先进的教育理念，基本建立起适合我国国情、适应时代发展要求的普通高中课程体系，促进了教育观念的更新，推进了人才培养模式的变革，提升了教师队伍的整体水平，有效推动了考试评价制度的改革，为我国基础教育质量的提高作出了积极贡献。但是，面对经济、科技的迅猛发展和社会生活的深刻变化，面对新时代社会主要矛盾的转化，面对新时代对提高全体国民素质和人才培养质量的新要求，面对我国高中阶段教育基本普及的新形势，普通高中课程方案和课程标准实验稿还有一些不相适应和亟待改进之处。

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

2013年，教育部启动了普通高中课程修订工作。本次修订深入总结21世纪以来我国普通高中课程改革的宝贵经验，充分借鉴国际课程改革的优秀成果，努力将普通高中课程方案和课程标准修订成既符合我国实际情况，又具有国际视野的纲领性教学文件，构建具有中国特色的普通高中课程体系。

一、修订工作的指导思想和基本原则

（一）指导思想

以马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观、习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十八大、十九大精神，落实全国教育大会精神，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，推进教育公平，以社会主义核心价值观统领课程改革，着力提升课程思想性、科学性、时代性、系统性、指导性，推动人才培养模式的改革创新，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。

（二）基本原则

1. 坚持正确的政治方向。坚持党的领导，坚持社会主义办学方向，充分体现马克思主义的指导地位和基本立场，充分反映习近平新时代中国特色社会主义思想，有机融入坚持和发展中国特色社会主义、培育和践行社会主义核心价值观的基本内容和要求，继承和弘扬中华优秀传统文化、革命文化，发展社会主义先进文化，加强法治意识、国家安全、民族团结、生态文明和海洋权益等方面的教育，培养良好政治素质、道德品质和健全人格，使学生坚定中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信和文化自信，引导学生形成正确的世界观、人生观、价值观。

2. 坚持反映时代要求。反映先进的教育思想和理念，关注信息化环境下的教学改革，关注学生个性化、多样化的学习和需求，促进人才培养模式的转变，着力发展学生的核心素养。根据经济社会

发展新变化、科学技术进步新成果，及时更新教学内容和话语体系，反映新时代中国特色社会主义理论和建设新成就。

3. 坚持科学论证。遵循教育教学规律和学生身心发展规律，贴近学生的思想、学习、生活实际，充分反映学生的成长需要，促进每个学生主动地、生动活泼地发展。加强调查研究和测试论证，广泛听取相关领域人员的意见建议，重大问题向权威部门、专业机构、知名专家学者咨询，求真务实，严谨认真，确保课程内容科学，表述规范。

4. 坚持继承发展。对十余年普通高中课程改革实践进行系统梳理，总结提炼并继承已有经验和成功做法，确保课程改革的连续性。同时，发现并切实面对改革过程中存在的问题，有针对性地进行修订完善，在继承中前行，在改革中完善，使课程体系充满活力。

二、修订的主要内容和变化

（一）关于课程方案

1. 进一步明确了普通高中教育的定位。我国普通高中教育是在义务教育基础上进一步提高国民素质、面向大众的基础教育，任务是促进学生全面而有个性的发展，为学生适应社会生活、高等教育和职业发展作准备，为学生的终身发展奠定基础。普通高中的培养目标是进一步提升学生综合素质，着力发展核心素养，使学生具有理想信念和社会责任感，具有科学文化素养和终身学习能力，具有自主发展能力和沟通合作能力。

2. 进一步优化了课程结构。一是保留原有学习科目，调整外语规划语种，在英语、日语、俄语基础上，增加德语、法语和西班牙语。二是将课程类别调整为必修课程、选择性必修课程和选修课程，在保证共同基础的前提下，为不同发展方向的学生提供有选择的课程。三是进一步明确各类课程的功能定位，与高考综合改革相衔接：必修课程根据学生全面发展需要设置，全修全考；选择性必修课程根

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

据学生个性发展和升学考试需要设置，选修选考；选修课程由学校根据实际情况统筹规划开设，学生自主选择修习，学而不考或学而备考，为学生就业和高校招生录取提供参考。四是合理确定各类课程学分比例，在毕业总学分不变的情况下，对原必修课程学分进行重构，由必修课程学分、选择性必修课程学分组成，适当增加选修课程学分，既保证基础性，又兼顾选择性。

3. 强化了课程有效实施的制度建设。进一步明确课程实施环节的责任主体和要求，从课程标准、教材、课程规划、教学管理，以及评价、资源建设等方面，对国家、省（自治区、直辖市）、学校分别提出了要求。增设“条件保障”部分，从师资队伍建设、教学设施和经费保障等方面提出具体要求。增设“管理与监督”部分，强化各级教育行政部门和学校课程实施的责任。

（二）关于学科课程标准

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。为建立核心素养与课程教学的内在联系，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，对知识与技能、过程与方法、情感态度价值观三维目标进行了整合。课程标准还围绕核心素养的落实，精选、重组课程内容，明确内容要求，指导教学设计，提出考试评价和教材编写建议。

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。结合学生年龄特点和学科特征，课程内容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。各学科明确学生完成本学科学习任务后，学科核心素养应该达到的水平，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，帮助教师和学生把握教与学的深度和广度，为阶段性评价、学业水平考试和升学考试命题提供重要依据，促进教、学、考有机衔接，形成育人合力。

4. 增强了指导性。本着为编写教材服务、为教学服务、为考试评价服务的原则，突出课程标准的可操作性，切实加强对教材编写、教学实施、考试评价的指导。课程标准通俗易懂，逻辑更清晰，原则上每个模块或主题由“内容要求”“教学提示”“学业要求”组成，大部分学科增加了教学与评价案例，同时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。

本次修订是深化普通高中课程改革的重要环节，直接关系到育人质量的提升。普通高中课程方案和课程标准必须在教育教学实践中接受检验，不断完善。可以预期，广大教育工作者将在过去十余年改革的基础上，在丰富而生动的教育教学实践中，不断提高课程实施水平，推动普通高中课程改革不断深化，共创普通高中教育的新辉煌，为实现国家教育现代化、建设教育强国作出新贡献。

目 录

一、课程性质与基本理念	1
(一) 课程性质 / 1	
(二) 基本理念 / 2	
二、学科核心素养与课程目标	4
(一) 学科核心素养 / 4	
(二) 课程目标 / 5	
三、课程结构	7
(一) 设计依据 / 7	
(二) 结构 / 8	
(三) 学分与选课 / 9	
四、课程内容	11
(一) 必修课程 / 11	
(二) 选择性必修课程 / 24	

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

（三）选修课程 / 36

（四）学生必做实验 / 43

五、学业质量45

（一）学业质量内涵 / 45

（二）学业质量水平 / 46

（三）学业质量水平与考试评价的关系 / 48

六、实施建议50

（一）教学与评价建议 / 50

（二）学业水平考试与命题建议 / 60

（三）教材编写建议 / 67

（四）地方和学校实施本课程的建议 / 72

附录78

附录1 物理学科核心素养的水平划分 / 78

附录2 教学与评价案例 / 81

一、课程性质与基本理念

（一）课程性质

物理学是自然科学领域的一门基础学科，研究自然界物质的基本结构、相互作用和运动规律。物理学基于观察与实验，建构物理模型，应用数学等工具，通过科学推理和论证，形成系统的研究方法和理论体系。从古希腊时代的自然哲学，到17、18世纪的经典物理学，直至近代的相对论、量子论等，物理学始终引领着人类对自然奥秘的探索，深化着人类对自然界的认识。物理学对化学、生命科学、地球与宇宙科学等自然科学产生了重要影响，推动了材料、能源、环境、信息等科学技术的进步，促进了人类生产生活方式的变革，对人类的思维方式、价值观念等都产生了深远影响，对人类文明和社会进步作出了巨大贡献。

高中物理课程是普通高中自然科学领域的一门基础课程，旨在落实立德树人根本任务，进一步提升学生的物理学科核心素养，为学生的终身发展奠定基础，促进人类科学事业的传承与社会的发展。高中物理课程在义务教育的基础上，帮助学生从物理学的视角认识自然，理解自然，建构关于自然界的物理图景；引导学生经历科学探究过程，体会科学研究方法，养成科学思维习惯，增强创新意识和实践能

力；引领学生认识科学的本质以及科学·技术·社会·环境（STSE）的关系，形成科学态度、科学世界观和正确的价值观，为做有社会责任感、有社会参与意识的公民奠定基础。

（二）基本理念

1. 注重体现物理学科本质，培养学生物理学科核心素养

高中物理课程注重体现物理学科的本质，从物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任等方面提炼学科育人价值，充分体现物理学科对提高学生核心素养的独特作用，为学生终身发展、应对现代和未来社会发展的挑战打下基础。

2. 注重课程的基础性和选择性，满足学生终身发展的需求

高中物理课程在结构上注重为全体学生打好共同基础，精选学生终身发展必备的核心概念和科学实践作为必修模块内容，同时针对学生的兴趣、发展潜能和今后的升学或就业需求，设计多样化的课程模块，促进学生自主地、富有个性地学习。

3. 注重课程的时代性，关注科技进步和社会发展需求

高中物理课程在内容上注重与生产生活、现代社会及科技发展的联系，反映当代科学技术发展的重要成果和科学思想，同时关注物理学的应用带来的社会问题，培养学生的社会参与意识和社会责任感。

4. 引导学生自主学习，提倡教学方式多样化

高中物理课程通过创设学生积极参与、乐于探究、善于实验、勤于思考的学习情境，培养和发展学生的自主学习能力。通过多样化的

教学方式，利用现代信息技术，引导学生理解物理学的本质，整体认识自然界，形成科学思维习惯，增强科学探究能力和解决实际问题的能力。

5. 注重过程评价，促进学生核心素养的发展

高中物理课程重视以评价促进学生的学习与发展，重视评价的诊断功能和激励功能，致力于创建一个目标明确、主体多元、方法多样、既重视结果亦重视过程的物理课程评价体系。提倡评价应关注学生的个体差异，帮助学生认识自我、建立自信，改进学习方式，发展核心素养。

二、学科核心素养与课程目标

（一）学科核心素养

学科核心素养是学科育人价值的集中体现，是学生通过学科学习而逐步形成的正确价值观、必备品格和关键能力。物理学科核心素养主要包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面。

1. 物理观念

“物理观念”是从物理学视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的基本认识；是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华；是从物理学视角解释自然现象和解决实际问题的基础。

“物理观念”主要包括物质观念、运动与相互作用观念、能量观念等要素。

2. 科学思维

“科学思维”是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式；是基于经验事实建构物理模型的抽象概括过程；是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用；是基于事

实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑和批判，进行检验和修正，进而提出创造性见解的能力与品格。

“科学思维”主要包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素。

3. 科学探究

“科学探究”是指基于观察和实验提出物理问题、形成猜想和假设、设计实验与制订方案、获取和处理信息、基于证据得出结论并作出解释，以及对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思的能力。

“科学探究”主要包括问题、证据、解释、交流等要素。

4. 科学态度与责任

“科学态度与责任”是指在认识科学本质，认识科学·技术·社会·环境关系的基础上，逐渐形成的探索自然的内在动力，严谨认真、实事求是和持之以恒的科学态度，以及遵守道德规范，保护环境并推动可持续发展的责任感。

“科学态度与责任”主要包括科学本质、科学态度、社会责任等要素。

（二）课程目标

高中物理课程应在义务教育的基础上，进一步促进学生物理学科核心素养的养成和发展。通过高中物理课程的学习，学生应达到如下目标。

1. 形成物质观念、运动与相互作用观念、能量观念等，能用其解释自然现象和解决实际问题。
2. 具有建构模型的意识 and 能力；能运用科学思维方法，从定性

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

和定量两个方面对相关问题进行科学推理、找出规律、形成结论；具有使用科学证据的意识和评估科学证据的能力，能运用证据对研究的问题进行描述、解释和预测；具有批判性思维的意识，能基于证据大胆质疑，从不同角度思考问题，追求科技创新。

3. 具有科学探究意识，能在观察和实验中发现问题、提出合理猜想与假设；具有设计探究方案和获取证据的能力，能正确实施探究方案，使用不同方法和手段分析、处理信息，描述并解释探究结果和变化趋势；具有交流的意愿与能力，能准确表述、评估和反思探究过程与结果。

4. 能正确认识科学的本质；具有学习和研究物理的好奇心与求知欲，能主动与他人合作，尊重他人，能基于证据和逻辑发表自己的见解，实事求是，不迷信权威；关心国内外科技发展现状与趋势，了解物理研究和物理成果的应用应遵循道德规范，认识科学·技术·社会·环境的关系，具有保护环境、节约资源、促进可持续发展的责任感。

三、课程结构

（一）设计依据

1. 落实立德树人根本任务要求，体现物理课程的育人功能

注重物理课程对立德树人根本任务的落实，切实将物理学科核心素养的培养贯穿在物理课程的设计和实施中。基于学生在“物理观念”“科学思维”“科学探究”和“科学态度与责任”等方面的物理学科核心素养发展水平，分层设计高中物理课程中各模块的教学目标及学业要求，体现物理课程的育人功能。

2. 依据普通高中课程方案，合理设置高中物理课程结构

普通高中课程方案规定物理课程开设必修、选择性必修和选修课程。物理必修课程是全体学生必须学习的课程，是高中学生物理学科核心素养发展的共同基础；选择性必修课程由学生根据个人需求与升学要求选择学习；选修课程由学生自主选择学习。

3. 遵循学生认知规律及学科特点，设计循序渐进的课程内容

遵循高中生的认知规律及物理学科特点，设计循序渐进的必修与选择性必修课程内容。在必修课程中，纳入物理学的基本学习内容；

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

在选择性必修和选修课程中，进一步深化和拓展力学、电磁学、热学、光学和原子物理学等学习内容。这样既关注全体学生的共同基础，又兼顾部分学生进一步学习的需求。

4. 关注学生多元发展，设计具有基础性和选择性的课程

在必修课程设计中，关注全体学生的共同基础和现代公民对物理学的基本需求。在此基础上，考虑不同学生的发展需求，设计选择性必修和选修课程。选择性必修课程的三个模块有递进关系，注重物理内容的系统性；选修课程的三个模块是并列关系，分别从物理学与社会发展、物理学与技术应用及近代物理学初步等不同方面构建课程，为学生多元发展提供空间。

5. 融入理论和实践新成果，设计先进并具有操作性的课程

高中物理课程的设计参考了国内外物理课程研究的成果，强调课程的基础性、选择性与时代性，注重将现代物理学内容、物理学研究方法、科学·技术·社会·环境的关系等纳入课程。同时，课程设计还吸收了课程改革的成功经验，加强了课程的可操作性与可评价性。

（二）结构

图1展示了高中物理课程结构。必修课程是全体学生必须学习的课程，是高中学生物理学科核心素养发展的共同基础，由必修1、必修2和必修3三个模块构成。选择性必修课程是学生根据个人需求与升学要求选择学习的课程，由选择性必修1、选择性必修2和选择性必修3三个模块构成。选修课程是学生自主选择学习的课程，由选修1、选修2和选修3三个模块构成。无论是必修课程还是选修课

程都应贯彻落实立德树人根本任务，注重发展学生的物理学科核心素养。

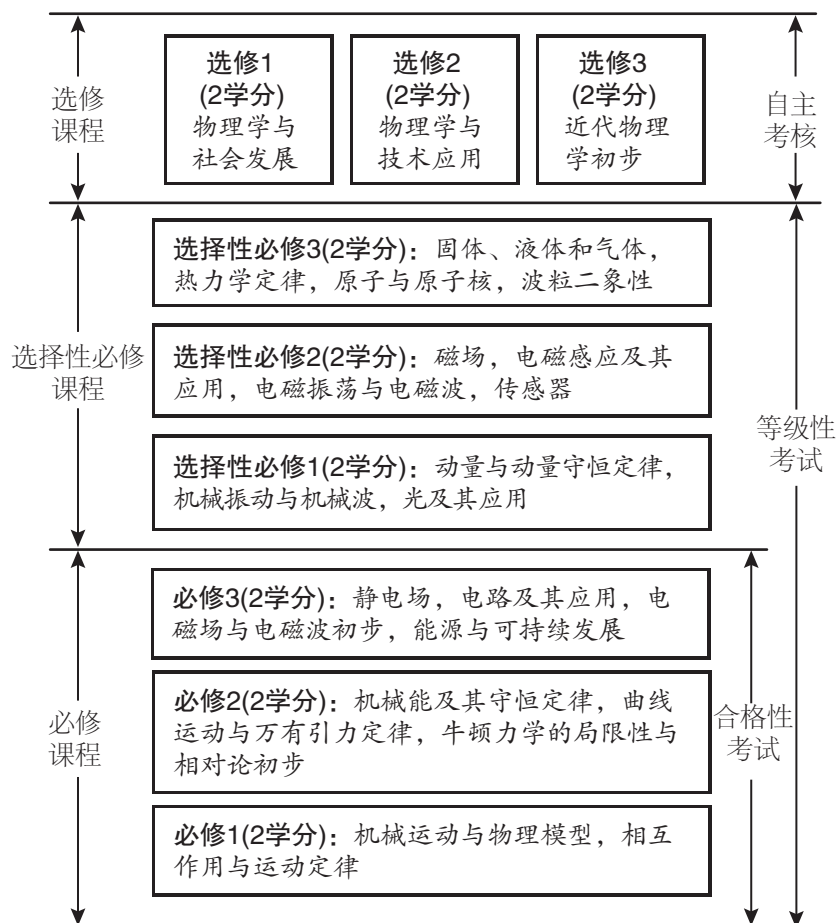


图1 高中物理课程结构

(三) 学分与选课

必修课程：每模块2学分，共计6学分。必修课程学完后，学生可参加用于高中毕业的学业水平合格性考试。

选择性必修课程：每模块2学分，共计6学分。选择性必修课程学完后，学生可参加用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试。

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

选修课程：每模块2学分，共计6学分。学生可根据兴趣爱好、学业发展、职业倾向等自主选择学习。学校可根据实际情况开设选修课程，自主考核。

学生学完必修课程后，可先选学选择性必修课程，再选学选修课程，也可直接选学选修课程的部分模块。对于选择性必修课程，建议按模块顺序学习，确保所学内容之间的前后衔接。

四、课程内容

（一）必修课程

1. 必修1

本模块由“机械运动与物理模型”“相互作用与运动定律”两个主题组成。

1.1 机械运动与物理模型

【内容要求】

1.1.1 了解近代实验科学产生的背景，认识实验对物理学发展的推动作用。

例1 了解伽利略的实验研究工作，认识伽利略有关实验的科学思想和方法。

1.1.2 经历质点模型的建构过程，了解质点的含义。知道将物体抽象为质点的条件，能将特定实际情境中的物体抽象成质点。体会建构物理模型的思维方式，认识物理模型在探索自然规律中的作用。

例2 通过质点模型、太阳系行星模型等实例，体会物理模型在物理学研究中的意义。

1.1.3 理解位移、速度和加速度。通过实验，探究匀变速直线运

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

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。

例3 结合瞬时速度概念的建构，体会研究物理问题的极限方法。

例4 结合加速度概念的建构，体会物理学中的抽象思维。

例5 用打点计时器、频闪照相或其他实验工具研究匀变速直线运动的规律。

1.1.4 通过实验，认识自由落体运动规律。结合物理学史的相关内容，认识物理实验与科学推理在物理学研究中的作用。

例6 查阅资料，了解亚里士多德关于力与运动的主要观点和研究方法。

例7 查阅资料，了解伽利略研究自由落体运动的实验和推理方法。

活动建议

（1）观察质量相同、大小和形状不同的物体在空气中下落的现象，了解空气阻力对落体运动的影响。

（2）查阅资料，了解并讨论伽利略关于物体运动的实验研究对科学发展和人类进步的重大意义。

1.2 相互作用与运动定律

【内容要求】

1.2.1 认识重力、弹力与摩擦力。通过实验，了解胡克定律。知道滑动摩擦和静摩擦现象，能用动摩擦因数计算滑动摩擦力的大小。

例1 调查生产生活中所用弹簧的形状及使用目的。

例2 制作一个简易弹簧测力计，用胡克定律解释其原理。

1.2.2 通过实验，了解力的合成与分解，知道矢量和标量。能用共点力的平衡条件分析生产生活中的问题。

1.2.3 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。

1.2.4 知道国际单位制中的力学单位。了解单位制在物理学中的重要意义。

活动建议

(1) 调查生产生活中利用或尽量避免摩擦的实例。

(2) 通过各种活动，例如乘坐电梯、到游乐场参与有关游乐活动等，体验失重与超重。

(3) 根据牛顿第二定律，设计一种能显示加速度大小的装置。

..... 必修1的教学提示

本模块注重在机械运动情境下培养学生的运动与相互作用观念和模型建构等物理学科核心素养。教学中应根据本模块所学物理模型的特点，联系生产生活实际，从多个角度创设情境，提出与物理学有关的问题，引导学生讨论，让学生体会建构物理模型的必要性及方法等。让学生经历建构速度、加速度、力等重要物理概念的过程，了解测量这些物理量的方法，进而学习定量描述生活中物体运动和相互作用的方法。通过探究物体间相互作用与运动状态变化的关系等实验，引导学生运用控制变量等研究方法设计实验方案，学会分析和处理实验数据的方法，提高科学探究能力。引导学生结合物理学史认识实验探究与科学思维的结合对物理学发展的重要作用。

..... 必修1的学业要求

能用位移、速度、加速度等物理量描述物体的直线运动，能用匀变速直线运动的规律解释或解决生活中的具体问题。能对物体的受力

和运动情况进行分析，得出结论。能从物理学的运动与相互作用的视角分析自然与生活中的有关简单问题。

了解建立质点模型的抽象方法和质点模型的适用条件，能在特定情境下将物体抽象为质点，体会物理模型建构的思想和方法。通过瞬时速度和加速度概念的建构，体会物理问题研究中的极限方法和抽象思维方法。知道证据是物理研究的基础，能使用简单直接的证据表达自己的观点。

会做“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”等实验。能明确科学探究实验所要解决的问题，知道制订实验方案是重要的，有控制变量的意识。会使用基本的力学实验器材获取数据，能用物理图像描述实验数据，能根据数据得出实验结论，知道实验存在误差。能表达科学探究的过程和结果。

通过直线运动和牛顿运动定律的学习，认识物理学是对自然现象的描述与解释，具有学习物理学的兴趣。

2. 必修2

本模块由“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”三个主题组成。

2.1 机械能及其守恒定律

【内容要求】

2.1.1 理解功和功率。了解生产生活中常见机械的功率大小及其意义。

例1 分析物体移动的方向与所受力的方向不在一条直线上时，该力所做的功。

例2 分析汽车发动机的功率一定时，牵引力与速度的关系。

2.1.2 理解动能和动能定理。能用动能定理解释生产生活中的现象。

例3 根据牛顿第二定律推导出动能定理。

2.1.3 理解重力势能，知道重力势能的变化与重力做功的关系。定性了解弹性势能。

2.1.4 通过实验，验证机械能守恒定律。理解机械能守恒定律，体会守恒观念对认识物理规律的重要性。能用机械能守恒定律分析生产生活中的有关问题。

活动建议

通过查阅资料、访问有关部门，收集汽车刹车距离与车速关系的数据，用动能定理进行解释。

2.2 曲线运动与万有引力定律

【内容要求】

2.2.1 通过实验，了解曲线运动，知道物体做曲线运动的条件。

例1 观察生活中的曲线运动，如投篮时篮球的运动轨迹。

2.2.2 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。能分析生产生活中的抛体运动。

2.2.3 会用线速度、角速度、周期描述匀速圆周运动。知道匀速圆周运动向心加速度的大小和方向。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。能用牛顿第二定律分析匀速圆周运动的向心力。了解生产生活中的离心现象及其产生的原因。

例2 了解铁路和高速公路拐弯处路面有一定倾斜度的原因。

2.2.4 通过史实，了解万有引力定律的发现过程。知道万有引力定律。认识发现万有引力定律的重要意义。认识科学定律对人类探索未知世界的作用。

例3 通过发现海王星等事实，说明科学定律的作用。

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

例4 以万有引力定律为例，了解统一性观念在科学认识中的重要意义。

2.2.5 会计算人造地球卫星的环绕速度。知道第二宇宙速度和第三宇宙速度。

例5 了解牛顿力学对航天技术发展的重大贡献。

活动建议

（1）查阅资料，比较炮弹的实际弹道与理想抛物线的差异，尝试作出解释。

（2）收集资料，探讨自行车拐弯时受到的向心力。

（3）观看有关人造地球卫星、神舟飞船、航天飞机、空间站的录像片，与同学交流观后感。

（4）收集我国和世界航天事业发展历史和前景的资料，写出调查报告。

2.3 牛顿力学的局限性与相对论初步

【内容要求】

2.3.1 知道牛顿力学的局限性，体会人类对自然界的探索是不断深入的。

2.3.2 初步了解相对论时空观。

例1 初步了解长度收缩效应和时间延缓效应。

例2 初步了解时空弯曲。

2.3.3 关注宇宙起源和演化的研究进展。

例3 查阅资料，初步了解典型的恒星演化过程。

活动建议

（1）阅读有关相对论的科普书刊，在同学中举办小型讨论会。

（2）观看有关宇宙起源的科教电视专题片，了解宇宙的演化。

..... 必修2的教学提示

本模块通过实验及理论推导等方法，让学生理解重力势能与重力做功的关系，理解动能定理和机械能守恒定律，学会从机械能转化和守恒的视角分析物理问题，形成初步的能量观念。在应用机械能守恒定律解决问题的过程中，引导学生体会守恒的思想，领悟从守恒的角度分析问题的方法，增强分析和解决问题的能力。让学生通过研究平抛运动、匀速圆周运动等运动形式，体会物理学中化繁为简的研究方法，拓展对运动多样性的认识，深化对位移、速度、加速度等重要概念的理解，进一步提高关于力与运动关系的认识。引导学生关注物理学定律与航天技术等现代科技的联系，了解人类对宇宙天体的探索历程，从万有引力定律的普适性认识自然界的统一性。通过对相对论的初步介绍，引导学生认识牛顿力学的局限性，体会人类对自然界的探索是不断深入的。

..... 必修2的学业要求

能对常见的机械运动进行分类。会用运动与相互作用的知识分析曲线运动问题，能用万有引力定律分析简单的天体运动问题，初步了解相对论时空观。能用能量的观点分析和解释常见的有关机械运动问题。

能认识平抛运动、匀速圆周运动的物理模型特征。通过研究平抛运动、匀速圆周运动等运动形式，体会物理学中实验和理论推导的方法，以及化繁为简的研究方法。能使用证据说明自己的观点，能对关于机械能、曲线运动、引力的一些错误认识提出质疑。

会做“探究平抛运动的特点”等实验。能明确实验需要测量的物理量，由此设计实验方案。会使用所提供的实验器材进行实验并获得

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

数据，通过对数据的分析发现其中的特点，进而归纳出实验结论，并尝试对其作出解释。能撰写简单的实验报告。

通过对行星运动规律和相对论的学习，认识到科学研究包含大胆的想象和创新，科学理论既具有相对稳定性，又是不断发展的，人类对自然的探索永无止境。具有探索自然、造福人类的意识。

3. 必修3

本模块由“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”四个主题组成。

3.1 静电场

【内容要求】

3.1.1 通过实验，了解静电现象。能用原子结构模型和电荷守恒的知识分析静电现象。

例1 通过多种方式使物体带电，观察静电现象。

例2 演示并分析静电感应现象。

3.1.2 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。

例3 与质点模型类比，体会在什么情境下可将带电体抽象为点电荷。

例4 体会库仑扭秤实验设计的巧妙之处。

3.1.3 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。

例5 用电场线描绘两个等量异种点电荷周围的电场。

3.1.4 了解生产生活中关于静电的利用与防护。

例6 分析讨论静电在激光打印、静电喷雾和静电除尘等技术中的应用。知道在有可燃气体、粉尘的环境中如何防止静电事故。

3.1.5 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。

3.1.6 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。能举例说明电容器的应用。

例7 查阅资料，了解电容器在照相机闪光灯电路中的作用。

活动建议

(1) 通过观察、查阅资料等方式，了解避雷针的结构和基本原理，撰写一篇研究报告。

(2) 收集资料，综述静电的危害，了解预防的方法。

(3) 通过观察、查阅资料等方式，了解并分析电容器应用的实例，撰写研究报告。

3.2 电路及其应用

【内容要求】

3.2.1 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。

3.2.2 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。

例1 知道滑动变阻器的工作原理。

例2 通过 $I-U$ 图像了解材料的电阻特性。

3.2.3 了解串、并联电路电阻的特点。

3.2.4 理解闭合电路欧姆定律。会测量电源的电动势和内阻。

例3 通过探究电源两端电压与电流的关系，体会图像法在研究物理问题中的作用。

3.2.5 理解电功、电功率及焦耳定律，能用焦耳定律解释生生活中的电热现象。

3.2.6 能分析和解决家庭电路中的简单问题，能将安全用电和节

约用电的知识应用于生活实际。

例4 根据某家庭的电器设施，估算该家庭电路中所需导线的规格。

活动建议

（1）分别描绘电炉丝、小灯泡、半导体二极管的 I - U 特性曲线，对比它们导电性能的特点。

（2）收集新型电热器的资料，了解其发热原理。

（3）观察家庭用电器的的工作状况，检查是否存在安全隐患，知道安全用电的基本方法。

（4）调查近年来家庭用电的情况，讨论节约用电如何从自己做起，养成节约用电的习惯。

3.3 电磁场与电磁波初步

【内容要求】

3.3.1 能列举磁现象在生产生活中的应用。了解我国古代在磁现象方面的研究成果及其对人类文明的影响。关注与磁相关的现代技术发展。

3.3.2 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。

例1 判断通电直导线和通电线圈周围磁场的方向，用磁感线描绘通电直导线和通电线圈周围的磁场。

3.3.3 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。知道电磁感应现象的应用及其对现代社会的影响。

例2 收集资料，了解手机无线充电的原理。

3.3.4 通过实验，了解电磁波，知道电磁场的物质性。

3.3.5 通过实例，了解电磁波的应用及其带来的影响。

例3 知道手机和卫星通信等都是电磁波的应用。

3.3.6 知道光是一种电磁波。知道光的能量是不连续的。初步了解微观世界的量子化特征。

活动建议

(1) 查阅资料,了解我国古代对磁现象的认识和应用及其对人类文明的影响。

(2) 查阅资料,了解电磁感应现象的发现过程。

(3) 调查电磁波在现代社会中应用的实例。

3.4 能源与可持续发展

【内容要求】

3.4.1 了解利用水能、风能、太阳能和核能的方式。初步了解核裂变与核聚变。

3.4.2 知道不同形式的能量可互相转化,在转化过程中能量总量保持不变,能量转化是有方向性的。

3.4.3 了解可再生能源和不可再生能源的分类,认识能源的过度开发和利用对环境的影响。

例1 讨论家庭生活中一天所用的能量哪些来自可再生能源,哪些来自不可再生能源。

3.4.4 认识环境污染的危害,了解科学·技术·社会·环境协调发展的重要性,具有环境保护的意识和行为。

例2 讨论在生活中可采取哪些方式节能。

例3 收集资料,调查当地大气污染、水污染、声污染等的主要污染源,了解预防方法。

例4 收集资料,从能源的角度讨论为什么要对垃圾进行分类。

活动建议

（1）查询一个火力发电厂的发电量和单位发电量煤耗，计算该厂的发电效率，估算该厂每日发电的用煤量。

（2）设计利用太阳能取暖的方案，讨论环境对太阳能利用的影响。

（3）查阅资料，了解人类利用核裂变和核聚变释放核能的前景与挑战。

（4）调查家庭中与热有关的器具的使用情况，讨论如何使用才能节约能源。

必修3的教学提示

本模块通过静电场、电路及其应用、电磁场与电磁波初步以及能源与可持续发展等内容的学习，引导学生了解场的物质性，知道光是一种电磁波、光的能量是不连续的，初步了解微观世界的量子化特征，培养学生的物质观念、运动与相互作用观念、能量观念。引导学生学会建立点电荷、电场线、磁感线等物理模型，体会物理模型在研究具体问题中的重要作用。让学生了解应用物理量之比定义新物理量的方法，了解电场强度、电势等物理量的含义并体会其定义方法。重视发挥物理学史的教育功能，让学生了解库仑定律的探索历程，体会库仑扭秤实验设计的实验思想与方法。让学生了解磁场的基本概念，利用与静电场对比的方法了解磁感应强度，知道磁通量是一个重要的物理量。引导学生通过实验了解产生感应电流的条件，体会科学实验在物理学发展中的重要作用。在实验探究金属导体的电阻与材料、长度和横截面积的定量关系，以及闭合电路欧姆定律等内容的学习中，努力创设激发学生探究欲望的问题情境，引导学生进行科学探究，培养学生实验设计、分析论证、反思评估等能力。本模块内容与生产生活、科技进步、社会发展密切相关，要充分利用多种教学资源，引导

学生了解电磁感应现象在生产生活中的应用，认识能源开发与利用对人类生活和社会发展的影响，关注科学·技术·社会·环境的关系，培养学生解决实际问题的能力。

..... 必修3的学业要求

能用电场强度、电势、磁感应强度等物理量描述电场或磁场的性质。会用库仑定律分析点电荷之间的相互作用，会用闭合电路欧姆定律等分析电路各部分之间电学量的相互关系，能用电势能和焦耳定律等分析电学中的能量转化问题，在实践中能做到安全用电和节约用电，具有可持续发展与环境保护的意识。知道电磁场的物质性，能说出电磁感应现象在生产生活中应用的实例，能利用场的性质解释有关电磁波的现象。形成初步的物质观、运动与相互作用观和能量观，并能以此观察和解释简单的自然现象，解决简单的实际问题。

能用点电荷模型研究电荷间的相互作用，能用物理量之比定义电场强度、电势、磁感应强度等物理量，进一步了解用物理量之比定义新物理量的方法。能用电场线、磁感线等模型分析电场和磁场中比较简单的问题，并得出结论。在分析和论证过程中，能使用证据说明自己的观点。

会做“测量电源的电动势和内阻”等实验。能在教师指导下制订实验方案，能选用实验器材进行实验，获取实验数据；会用图像处理实验数据，能根据图像获得结论；能分析实验中存在的误差，并能提出减小误差的方法。能运用学过的物理术语撰写实验报告。

通过对电磁学及能源相关内容的学习，认识科学对技术的推动作用，体会科技进步对人类生活和社会发展的影响，认识科学·技术·社会·环境的关系，知道保护环境、节约能源、促进可持续发展的重要意义。

（二）选择性必修课程

1. 选择性必修1

本模块由“动量与动量守恒定律”“机械振动与机械波”“光及其应用”三个主题组成。

1.1 动量与动量守恒定律

【内容要求】

1.1.1 理解冲量和动量。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。知道动量守恒定律的普适性。

例1 知道火箭的发射利用了反冲现象。

例2 查阅资料，了解中子的发现过程，讨论动量守恒定律在其中的作用。

1.1.2 通过实验，了解弹性碰撞和非弹性碰撞的特点。定量分析一维碰撞问题并能解释生产生活中的弹性碰撞和非弹性碰撞现象。

1.1.3 体会用守恒定律分析物理问题的方法，体会自然界的和谐与统一。

例3 查阅资料，了解太空物体的碰撞和微观粒子的碰撞等相关信息。

活动建议

（1）制作“水火箭”。

（2）观察台球碰撞前后的运动情况，尝试用动量知识定性解释。

1.2 机械振动与机械波

【内容要求】

1.2.1 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。

1.2.2 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。

1.2.3 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。

例1 调查生产生活中受迫振动的应用实例。

例2 调查生产生活中利用和防止共振的实例。

1.2.4 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。理解波速、波长和频率的关系。

1.2.5 知道波的反射和折射现象。通过实验，了解波的干涉与衍射现象。

例3 用波动演示器显示波的叠加。

例4 观察音叉双臂振动激发的水波干涉现象。

1.2.6 通过实验，认识多普勒效应。能解释多普勒效应产生的原因。能列举多普勒效应的应用实例。

活动建议

(1) 学生们手拉手站成一排，依次下蹲、起立，模拟机械波。

(2) 查阅资料，了解多普勒效应的实际应用。

(3) 查阅资料，举办关于引力波的讨论会。

1.3 光及其应用

【内容要求】

1.3.1 通过实验，理解光的折射定律。会测量材料的折射率。

1.3.2 知道光的全反射现象及其产生的条件。初步了解光纤的工

作原理、光纤技术在生产生活中的应用。

例1 演示光沿水柱（或弯曲的玻璃柱）的传播。

例2 观察光缆的结构，分析光的全反射在光纤中是如何产生的。

1.3.3 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。

例3 演示双缝干涉和单缝衍射现象，观察双缝干涉和单缝衍射图样，并以此说明光具有波的性质。

例4 利用生活中的器材设计实验，观察光的薄膜干涉现象，讨论薄膜干涉的原因。

1.3.4 通过实验，了解激光的特性。能举例说明激光技术在生产生活中的应用。

活动建议

（1）通过调查研究，收集光的偏振现象应用的实例。

（2）观看3D电影，查阅资料，了解3D电影的原理。

..... 选择性必修1的教学提示

本模块在学生初步形成的运动与相互作用观念和能量观念的基础上，引导学生通过研究碰撞现象、机械振动和机械波、光的干涉和衍射等现象，拓展对物理世界的认识和理解。通过探究碰撞过程中的守恒量，进一步发展学生运动与相互作用的观念和能量观念，使其了解物理规律具有适用范围和条件。通过实验探究和理论推导，让学生经历科学论证过程，理解动量定理的物理实质与牛顿第二定律的一致性。通过创设学生感兴趣的问题情境，引导学生运用已有的概念和规律分析常见的碰撞、机械振动、机械波等现象，建构弹性碰撞、简谐运动、单摆等模型，学会用守恒定律解决问题的方法。在研究碰撞现

象、单摆运动等实验过程中，进一步领会守恒思想，提高建模能力。通过根据光的干涉、衍射等现象来论证光具有波动性，增强学生的证据意识，提升科学论证能力。引导学生从相互作用和能量的角度认识机械振动和机械波，了解波动的特征，为深入学习和研究电磁波打好基础。注意拓展学生的视野，从动量守恒定律的普适性来认识自然界的统一性。

..... 选择性必修1的学业要求

能从理论推导和实验验证的角度，理解动量守恒定律，深化对物体之间相互作用规律的理解。能用动量和机械能的知识分析和解释机械运动现象，解决一维碰撞问题。能用恰当的物理量描述简谐运动和机械波，能说明机械波的特点，并能解释生产生活中的有关现象。知道光的干涉、衍射和偏振现象及其应用，认识光的波动性，知道光是横波。

能根据现实生活中的振动或摆动的特点，建构简谐运动、单摆等物理模型。能运用这些模型分析问题，通过推理得到结论，对相关现象作出解释。会用系统的思想和守恒的思想分析物理问题。能恰当使用证据说明自己的观点，质疑他人的观点。能从运动定律、动量守恒、能量守恒等不同角度思考物理问题。

会做“用单摆测量重力加速度的大小”等实验。能恰当选用基本的实验器材进行实验，会设计实验方案，能对实验器材进行规范操作，获得实验数据。认识实验误差是不可避免的，具有尽量减小实验误差的意识。能通过不同方式分析数据，获得结论，并尝试作出解释。能用科学的语言撰写实验报告。

通过对动量守恒定律等内容的学习，认识到物理规律的内在一致性和适用范围，认识到物理研究是建立在观察和实验基础上的一项创造性工作，在研究中必须坚持实事求是的态度。

2. 选择性必修2

本模块由“磁场”“电磁感应及其应用”“电磁振荡与电磁波”“传感器”四个主题组成。

2.1 磁场

【内容要求】

2.1.1 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。

例1 利用电流天平等简易装置测量安培力。

例2 了解磁电式电表的结构和工作原理。

2.1.2 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。

2.1.3 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。

例3 观察阴极射线在磁场中的偏转。

例4 了解质谱仪和回旋加速器的工作原理。

活动建议

(1) 用电磁继电器设计一个自动控制电路，说明其工作原理。

(2) 观察洛伦兹力演示仪的结构，定性讨论电子束偏转的原理。

2.2 电磁感应及其应用

【内容要求】

2.2.1 探究影响感应电流方向的因素，理解楞次定律。

例1 用能量的观点解释楞次定律。

2.2.2 通过实验，理解法拉第电磁感应定律。

2.2.3 通过实验，了解自感现象和涡流现象。能举例说明自感现

象和涡流现象在生产生活中的应用。

例2 了解电磁炉的结构和原理。

2.2.4 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。

例3 用示波器或其他设备观察交变电流的波形，并测算其峰值和有效值。

2.2.5 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。

例4 观察常见的变压器，了解其作用。

例5 探讨远距离输电中导致电能损耗的因素。

2.2.6 了解发电机和电动机工作过程中的能量转化。认识电磁学在人类生活和社会发展中的作用。

活动建议

(1) 查阅资料，与同学讨论动车组进站过程中是如何进行能量转化的。

(2) 查阅资料，撰写报告分析奥斯特电流磁效应和法拉第电磁感应定律对第二次工业革命的贡献，体会科学技术对社会发展的意义。

2.3 电磁振荡与电磁波

【内容要求】

2.3.1 初步了解麦克斯韦电磁场理论的基本思想，初步了解场的统一性与多样性，体会物理学对统一性的追求。

例1 结合牛顿万有引力定律和麦克斯韦电磁场理论，体会物理学发展过程中对统一性的追求。

2.3.2 通过实验，了解电磁振荡。

2.3.3 知道电磁波的发射、传播和接收。

例2 演示赫兹实验，体会理论预言在科学发展中的作用，以及

实验证据对新理论的支撑作用。

2.3.4 认识电磁波谱。知道各个波段的电磁波的名称、特征和典型应用。

活动建议

（1）查阅资料，了解微波炉的加热原理，总结使用微波炉的注意事项。

（2）查阅资料，了解移动通信技术发展情况，并了解蓝牙、Wi-Fi等无线通信设备的原理、使用的电磁波频段和常用频率。

（3）列举家用电器和生活用品中与红外线、紫外线有关的应用实例。

2.4 传感器

【内容要求】

2.4.1 知道非电学量转换成电学量的技术意义。

2.4.2 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。

例1 通过热敏电阻实验，了解温度传感器的工作原理。

2.4.3 列举传感器在生产生活中的应用。

例2 了解光敏传感器及其在生产生活中的应用。

活动建议

（1）调查生产生活中传感器的应用，分析某一种传感器的工作原理。

（2）调查手机中的各种传感器，了解它们的应用。

..... 选择性必修2的教学提示

本模块通过电磁学内容的学习，进一步培养学生关于电磁场的物质观念、运动与相互作用观念和能量观念。要引导学生通过安培力与洛伦兹力的学习进一步认识场的概念。通过对感应电流等相关问题的科学探究，强调对实验现象和实验结果进行归纳推理的方法，以此提升学生对实验结果定性和定量分析的能力。要利用基于实际情境的问题，让学生了解电磁感应定律、楞次定律等电磁学基本规律在生产生活中的应用，了解电磁振荡的过程、交变电流的产生原理和方式以及高压输电、变压器等的原理，认识常用传感器的基本原理和简单的控制电路。深入认识物理学对现代生活和科技社会发展的促进作用。

..... 选择性必修2的学业要求

能理解法拉第电磁感应定律、楞次定律的内涵。能分析带电粒子在磁场中运动的问题和电磁感应的问题。能描述电磁振荡的过程，利用场的物质性和场具有能量的性质解释有关电磁波的现象，能说出电磁技术在生产生活、科技和军事等方面的一些重要应用。能认识简单的自动控制装置。能根据电磁感应、电磁振荡和电磁波理论解释生产生活中的电磁现象，能对常用电子设备、家用电器中有关的一些电磁元件或部件的工作原理作出解释。

能进一步应用磁感线、匀强磁场等模型综合分析磁场和电磁感应问题。能恰当使用证据推出物理结论或质疑已有结论。能通过法拉第电磁感应定律和楞次定律有关的科学探究，掌握对实验证据进行分析与归纳的方法，能从实验归纳和理论演绎等不同方式来研究物理问题。

会做“探究影响感应电流方向的因素”等实验。能根据检验假设

的思路，制订科学探究实验方案。能正确操作实验器材，获得可靠的实验数据，通过分析数据、发现规律，进而通过归纳形成简洁的、具有普遍意义的结论。能分析实验中存在的误差，能判断误差的来源。能写出完整的科学探究报告。

通过对电磁感应、交变电流及电磁波等内容的学习，能根据电磁理论的发展过程及其对人类社会影响的历史，了解科技对人类生活和社会发展的影响，体会基础科学的重大发现在工业革命和社会发展的作用。

3. 选择性必修3

本模块由“固体、液体和气体”“热力学定律”“原子与原子核”“波粒二象性”四个主题组成。

3.1 固体、液体和气体

【内容要求】

3.1.1 通过实验，估测油酸分子的大小。了解分子动理论的基本观点及相关的实验证据。

3.1.2 通过实验，了解扩散现象。观察并能解释布朗运动。了解分子运动速率分布的统计规律，知道分子运动速率分布图像的物理意义。

例1 利用显微镜观察布朗运动。

3.1.3 了解固体的微观结构。知道晶体和非晶体的特点。能列举生活中的晶体和非晶体。通过实例，了解液晶的主要性质及其在显示技术中的应用。

例2 利用熔化的石蜡显示云母片的各向异性和玻璃片的各向同性。

3.1.4 了解材料科学的有关知识及应用，体会它们的发展对人类生活和社会发展的影响。

例3 知道半导体的特点，了解半导体技术在生产生活中的应用。

例4 初步了解纳米材料的特性，关注纳米材料的研究和应用及其可能存在的问题。

3.1.5 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。

例5 分析生活中与表面张力相关的实例。

3.1.6 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。

活动建议

(1) 设计实验，比较肥皂水和清水的表面张力。

(2) 通过调查，了解生活中表现统计规律的实例。

3.2 热力学定律

【内容要求】

3.2.1 知道热力学第一定律。通过有关史实，了解热力学第一定律和能量守恒定律的发现过程，体会科学探索中的挫折和失败对科学发现的意义。

3.2.2 理解能量守恒定律，能用能量守恒的观点解释自然现象。体会能量守恒定律是最基本、最普遍的自然规律之一。

3.2.3 通过自然界中宏观过程的方向性，了解热力学第二定律。

活动建议

(1) 基于对热力学定律的认识，结合可持续发展的观念，讨论人类合理开发和利用能源的问题。

(2) 讨论为什么“第一类永动机”和“第二类永动机”不可能实现。

3.3 原子与原子核

【内容要求】

3.3.1 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。

3.3.2 了解原子核的组成和核力的性质。知道四种基本相互作用。能根据质量数守恒和电荷守恒写出核反应方程。

3.3.3 了解放射性和原子核衰变。知道半衰期及其统计意义。了解放射性同位素的应用，知道射线的危害与防护。

3.3.4 认识原子核的结合能，了解核裂变反应和核聚变反应。关注核技术应用对人类生活和社会发展的影响。

3.3.5 了解人类对物质结构的探索历程。

例 了解直线加速器、同步加速器、粒子探测器在核物理和粒子物理研究中的作用。

活动建议

查阅资料，了解华人科学家在粒子物理领域中的杰出贡献。

3.4 波粒二象性

【内容要求】

3.4.1 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。

3.4.2 知道实物粒子具有波动性，了解微观世界的量子化特征。体会量子论的建立对人们认识物质世界的影响。

例1 了解电子衍射实验。

例2 通过史实，了解量子概念的建构对人类认识自然的影响。

活动建议

阅读有关微观世界的科普读物，写出读书体会。

..... 选择性必修3的教学提示

本模块通过对固体、液体和气体、热力学定律、原子与原子核、波粒二象性等内容的学习，进一步促进学生的物质观念、运动与相互作用观念、能量观念和物理模型建构等物理学科核心素养的形成。应通过观察生活现象和实验，让学生了解固体、液体和气体的微观结构、热力学定律等内容。通过让学生了解光电效应等实验，引导学生认识光及实物粒子的波粒二象性，进一步认识光的本性。通过对固体、液体和气体、原子与原子核、波粒二象性等内容的教学，完善学生对物质的认识，帮助学生形成相对完整、科学的物质观念。通过用油膜法估测分子的大小的实验，让学生体会和掌握测量微观量的思想和方法，能利用不同的方法和手段分析和处理信息。应注重运用气体实验定律、热力学定律等分析和解决实际问题。通过多种方法，创设多种问题情境，引导学生探究并讨论，让学生广泛了解核能等对人类生活和社会发展的影响。

..... 选择性必修3的学业要求

能用分子动理论解释固体、液体和气体的微观结构及特点。能用气体实验定律、热力学定律解释生产生活中的一些现象，解决一些实际问题。能用爱因斯坦光电效应方程说明光电效应现象，知道光的波粒二象性。了解原子、原子核的结构和特点，能说明原子核的衰变、裂变、聚变和放射现象。知道四种基本的相互作用。具有较为完整的物理观念。

认识建构理想气体、原子核式结构等模型的必要性，能在一定条件下应用理想气体模型分析和研究实际气体的问题，能用等温、等压、等容的理想过程正确认识和分析现实生活中的气体状态变化。能

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

运用概率统计的方法对热现象问题进行分析，并能恰当、合理地使用证据得出物理结论。具有多视角观察和分析物理问题的能力。

会做“用油膜法估测分子的大小”等实验。知道测量微观物理量的思想和方法，能通过科学、合理的操作获得实验数据，并能在实验中体现减小误差的方法。能运用恰当的方式处理数据并得出正确结论。能写出完整、规范的实验报告，正确表达科学探究的过程和结果。

通过关于热学、原子与原子核以及波粒二象性等相关内容的学习，知道所有物理结论都必须接受实践的检验，在学习与研究中做到实事求是，不迷信权威，能与他人合作。通过对热力学定律和核能等内容的学习，知道科学技术对人类生活和社会发展的积极影响，但同时也会带来一系列问题，认识到人与自然是生命共同体，人类必须尊重自然，遵循自然规律。

（三）选修课程

选修课程是学生自主选择学习的课程，学校可根据学生的兴趣爱好、学业发展、职业倾向等选择性开设。本课程关注学生的兴趣和特长，关注课题探究及应用，关注物理学前沿对学生视野的拓展等。本课程所列的三个模块的内容只是一种参考，学生还可选择由学校开设的选修课程。

1. 选修1

本模块侧重物理学与社会发展有关的内容，由“物理学与人类认识”“物理学与社会变革”“物理学与公民生活”三个主题组成。

1.1 物理学与人类认识

【内容要求】

1.1.1 了解古希腊的宇宙观与中国古代的宇宙观。了解哥白尼日心说对宇宙观的冲击。了解开普勒定律对牛顿发现万有引力定律的重要作用。

1.1.2 了解伽利略的实验方法和逻辑方法对牛顿力学诞生的贡献。了解牛顿力学的成就和局限性。

1.1.3 了解19世纪末物理学的发现对于近代物理学革命的意义。

1.1.4 了解波粒二象性的物理思想，体会人们对物质本性认识的不断发展。

1.1.5 了解相对论的时空观，知道质能关系的意义，了解相对论与量子论对人类认识的影响。

1.1.6 了解中国物理学家的成果与贡献。

活动建议

(1) 通过了解牛顿建立万有引力定律的过程，体会数学方法对物理学发展以及对人们探索自然奥秘的作用。

(2) 通过关于波粒二象性的讨论，了解微观世界量子化的特征。

(3) 组织学生讨论交流，了解相对论时空观的特点。

1.2 物理学与社会变革

【内容要求】

1.2.1 了解蒸汽机的发明对第一次工业革命的推动作用。

1.2.2 了解电磁学的发展对第二次工业革命的推动作用。

1.2.3 了解集成电路的进展，了解微电子技术的应用对社会发展的影响。

1.2.4 了解信息技术的应用对社会发展的影响。

1.2.5 了解核技术的应用对社会发展的影响。

活动建议

- （1）参观或上网查询气象站，了解当地空气指数及其影响因素。
- （2）参观或上网查询高新工业园区，了解高新技术发展现状。
- （3）查阅资料，了解世界各国核技术发展的概况。
- （4）阅读与中国科学技术史相关的著作，了解中国古代科学技术的重要成就及其对世界文明产生的影响。

1.3 物理学与公民生活

【内容要求】

- 1.3.1 了解可再生能源与不可再生能源在生活中应用的实例。
- 1.3.2 能列举微电子技术生活中的应用实例。了解电视广播技术的发展对生活的影响。
- 1.3.3 了解计算机、手机等发展的大致历程及其对生活的影响。
- 1.3.4 了解激光技术和光纤通信技术在生活中的应用。
- 1.3.5 了解航天技术对生活的影响。

活动建议

- （1）考察或上网查询，了解我国风能、太阳能等的利用状况。
- （2）考察或上网查询，了解智能家居。
- （3）利用计算机多媒体技术制作具有自己个性化的网页。
- （4）上网查询，了解航天技术应用的现状及发展前景。

2. 选修2

本模块侧重物理学与技术应用有关的内容，由“物理学与医疗技术”“物理学与新能源”“物理学与新材料”“物理学与信息技术”四个主题组成。

2.1 物理学与医疗技术

【内容要求】

- 2.1.1 了解声波的反射在B超中的应用。
- 2.1.2 了解多普勒效应在彩超中的应用。
- 2.1.3 了解X射线对人体不同组织的穿透性差异。
- 2.1.4 了解CT扫描的基本原理。
- 2.1.5 了解典型射线的特性及其防护措施，知道这些射线在医学中的应用及其对人体的影响。

活动建议

- (1) 查阅资料，列举物理治疗方法，并对这些方法进行分类探讨。
- (2) 观看视频，了解B超、CT等医疗设备检查病人的过程。

2.2 物理学与新能源

【内容要求】

- 2.2.1 了解可再生能源和不可再生能源的开发与利用，了解新能源开发的必要性。
- 2.2.2 了解太阳能利用的常见方式及应用前景。
- 2.2.3 了解核裂变和核聚变，了解核能的利用及核废料的处理。
- 2.2.4 了解地热能、潮汐能及风能等的利用。

活动建议

- (1) 查阅资料，了解煤炭等能源利用中的问题，了解可再生能源开发的必要性。
- (2) 查阅资料，了解我国及其他国家对核能利用的概况。
- (3) 查阅资料，了解国际上一些重大的核泄漏事故及其影响。

2.3 物理学与新材料

【内容要求】

- 2.3.1 了解物理学在新材料开发中的作用。
- 2.3.2 了解纳米材料的特性及其在生活中的应用。
- 2.3.3 了解超导体的一些特点，了解超导技术的应用。
- 2.3.4 了解一些功能材料的特性及应用。

活动建议

- （1）举行关于新材料应用的报告会，了解一些新材料的发展史。
- （2）参观科技馆或查找资料，了解纳米材料的一些实际应用。
- （3）列举身边的功能材料，了解功能材料在生活中的应用。

2.4 物理学与信息技术

【内容要求】

- 2.4.1 了解物理学对信息技术发展的贡献。
- 2.4.2 了解智能手机的一些功能及其对生活的影响。
- 2.4.3 了解计算机的主要部件及其作用。
- 2.4.4 了解卫星定位系统的发展历程及其在生活中的应用。

活动建议

- （1）查阅资料，了解制约芯片制造和限制运算速度提升的物理因素。
- （2）讨论手机使用给人们带来的便利和问题。
- （3）查阅资料，与同学分享全球定位技术在生活中的应用。
- （4）查阅资料，了解我国北斗卫星导航系统及其价值。

3. 选修3

本模块侧重与近代物理学有关的初步内容，由“微观世界”“高

速世界”“宇观世界”“世界的统一性”四个主题组成。

3.1 微观世界

【内容要求】

3.1.1 比较对宏观物体与微观粒子运动特点描述的差异。

3.1.2 了解德布罗意物质波，知道物质的波粒二象性。

3.1.3 初步了解海森伯不确定性原理。

3.1.4 初步了解基本粒子的微观模型及其特点。

3.1.5 了解人类探索基本粒子的大致历程，知道这种探索将不断深入。

活动建议

(1) 查阅波粒二象性的发展简史，用简报展示出来。

(2) 查阅与“量子纠缠”研究及其应用有关的信息，了解我国科学家作出的贡献。

(3) 查阅资料，了解量子计算机的发展。

3.2 高速世界

【内容要求】

3.2.1 知道相对性原理和光速不变原理。

3.2.2 能利用公式，解释长度收缩效应和时间延缓效应。

3.2.3 知道爱因斯坦质能方程的意义。

3.2.4 了解广义相对论的主要思想、结论和观测证据。

3.2.5 了解人类探索高速世界的大致历程，知道这种探索将不断深入。

活动建议

(1) 小组讨论“双生子佯谬”问题，分享各自的观点。

（2）查阅资料，了解引力波的产生及其探测。

3.3 宇观世界

【内容要求】

3.3.1 初步了解大爆炸宇宙论的理论模型及其观察证据。

3.3.2 初步了解黑洞及对黑洞的观测方法。

3.3.3 初步了解暗物质和暗能量。

3.3.4 初步了解反物质与物质。

3.3.5 初步了解宇宙论的一些进展。

活动建议

（1）观看影片，讨论大爆炸宇宙论的观测证据。

（2）查阅资料，讨论人类探索反物质的历程。

3.4 世界的统一性

【内容要求】

3.4.1 了解四种基本相互作用及其特点。

3.4.2 初步了解追求相互作用统一思想和探索在物理学发展中的作用。

活动建议

（1）查阅资料，讨论“希格斯粒子”及其意义。

（2）举办与现代物理进展有关的科普论坛，通过班会或墙报交流。

(四) 学生必做实验

学校应充分利用已有的实验器材，努力开发适合本校情况的实验课程资源，尽可能让学生自己动手多做实验，提升学生的物理学科核心素养。

必修及选择性必修课程中的学生必做实验如下。

必修课程的物理实验

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

选择性必修课程的物理实验

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

五、学业质量

（一）学业质量内涵

学业质量是学生在完成本学科课程学习后的学业成就表现。学业质量标准是以本学科核心素养及其表现水平为主要维度（见附录1），结合课程内容，对学生学业成就表现的总体刻画。依据不同水平学业成就表现的关键特征，学业质量标准明确将学业质量划分为不同水平，并描述了不同水平学习结果的具体表现。高中物理学业质量是依据物理学科核心素养中的“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面及其水平，结合课程内容的要求，依据不同水平学业成就表现的关键特征而制定的。

高中物理学业质量根据问题情境的复杂程度、知识和技能的结构化程度、思维方式或价值观念的综合程度等划分为不同水平。每一级水平皆包含物理学科核心素养的四个方面，主要表现为学生在不同复杂程度情境中运用重要概念、思维、方法和观念等解决问题的关键特征。不同水平之间具有由低到高逐渐递进的关系。

（二）学业质量水平

水平	质量描述
1	（1）初步了解所学的物理概念和规律，能将其与相关的自然现象和问题解决联系起来。 （2）能说出一些所学的简单的物理模型；知道得出结论需要科学推理；能区别观点和证据；知道质疑和创新的重要性。 （3）具有问题意识；能在他人指导下使用所学的简单的器材收集数据；能对数据进行初步整理；具有与他人交流成果、讨论问题的意识。 （4）认识到物理学是对自然现象的描述与解释；对自然界有好奇心，知道学习物理需要实事求是，有与他人合作的意愿；知道科学·技术·社会·环境存在相互联系。
2	（1）了解所学的物理概念和规律，能解释简单的自然现象，解决简单的实际问题。 （2）能在熟悉的问题情境中应用所学的常见的物理模型；能对比较简单的物理问题进行分析和推理，获得结论；能使用简单和直接的证据表达自己的观点；具有质疑和创新的意识。 （3）能观察物理现象，提出物理问题；能根据已有的科学探究方案，使用所学的基本的器材获得数据；能对数据进行整理，得到初步的结论；能撰写简单的报告，陈述科学探究过程和结果。 （4）认识到物理学是基于人类有意识的探究而形成的对自然现象的描述与解释，并接受实践的检验；有学习物理的兴趣，具有实事求是的态度，能与他人合作；认识到物理研究与应用会涉及道德与规范问题，了解科学·技术·社会·环境的关系。

续表

水平	质量描述
3	(1) 了解所学的物理概念和规律及其相互关系,能解释自然现象,解决实际问题。 (2) 能在熟悉的问题情境中根据需要选用所学的恰当的模型解决简单的物理问题;能对常见的物理问题进行分析,通过推理,获得结论并作出解释;能恰当使用证据表达自己的观点;能对已有观点提出质疑,从不同角度思考物理问题。 (3) 能分析物理现象,提出可探究的物理问题,作出初步的猜想;能在他人帮助下制订科学探究方案,使用基本的器材获得数据;能分析数据,发现特点,形成结论,尝试用已有的物理知识进行解释;能撰写实验报告,用学过的物理术语、图表等交流科学探究过程和结果。 (4) 认识到物理研究是建立在观察和实验基础上的一项创造性工作;有较强的学习和研究物理的兴趣,能做到实事求是,在合作中能尊重他人;认识到物理研究与应用应考虑道德与规范的要求,认识到人类在保护环境和促进可持续发展方面的责任。
4	(1) 理解所学的物理概念和规律及其相互关系,能正确解释自然现象,综合应用所学的物理知识解决实际问题。 (2) 能将实际问题中的对象和过程转换成所学的物理模型;能对综合性物理问题进行分析和推理,获得结论并作出解释;能恰当使用证据证明物理结论;能对已有结论提出有依据的质疑,采用不同方式分析解决物理问题。 (3) 能分析相关事实或结论,提出并准确表述可探究的物理问题,作出有依据的假设;能制订科学探究方案,选用合适的器材获得数据;能分析数据,发现其中规律,形成合理的结论,用已有的物理知识进行解释;能撰写完整的实验报告,对科学探究过程与结果进行交流和反思。 (4) 认识到物理研究是一种对自然现象进行抽象的创造性工作;有学习和研究物理的内在动机,坚持实事求是,在合作中既能坚持观点又能修正错误;能依据普遍接受的道德与规范认识和评价物理研究与应用,具有保护环境、节约资源、促进可持续发展的责任感。

续表

水平	质量描述
5	（1）能清晰、系统地理解物理概念和规律，能正确解释自然现象，能综合应用所学的物理知识灵活解决实际问题。 （2）能将较复杂的实际问题中的对象和过程转换成物理模型；能在新情境中对综合性物理问题进行分析 and 推理，获得正确结论并作出解释；能考虑证据的可靠性，合理使用证据；能从多个视角审视检验结论，解决物理问题具有一定的新颖性。 （3）能面对真实情境，从不同角度提出并准确表述可探究的物理问题，作出科学假设；能制订有一定新意的科学探究方案，灵活选用合适的器材获得数据；能用多种方法分析数据，发现规律，形成合理的结论，用已有物理知识作出科学解释；能撰写完整规范的科学探究报告，交流、反思科学探究过程与结果。 （4）认识到物理学是人类认识自然的方式之一，是不断发展的，具有相对持久性和普适性，但同时也存在局限性；有较强的学习和研究物理的内在动机，能自觉抵制违反实事求是的行为，在交流中既能主动参与又能发挥团队作用；在进行物理研究和应用物理成果时，能自觉遵守普遍接受的道德与规范，养成保护环境、节约资源、促进可持续发展的良好习惯。

（三）学业质量水平与考试评价的关系

高中物理学业质量分五级水平，既是指导学生自主学习和评价、教师开展日常教学设计、命题和评价的重要依据，也是高中学业水平考试命题的重要依据。其中，学业质量水平2是高中毕业生应达到的合格要求，是学业水平合格性考试的命题依据；学业质量水平4是用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试的命题依据。

教师应把握学业质量要求，结合教学内容，合理设计教学目标，并通过实施教学，促进学生物理学科核心素养的提升及相关水平的达成。在教学评价中，要关注学生对具体内容的掌握情况以及学生物理学科核心素养的不同表现，要关注物理学科核心素养各要素的不同特征及要求，同时还要关注物理学科核心素养的整体性与综合性。

六、实施建议

（一）教学与评价建议

物理教师应根据普通高中物理课程标准（以下简称课程标准）的基本理念、课程目标和物理学科核心素养的要求，结合教学的实际情况，创造性地开展教学工作，将物理学科核心素养的培养贯穿于物理教学活动的全过程。评价是日常教学活动的重要组成部分，应以课程目标、课程内容和学业质量为依据，关注物理学科核心素养的发展水平。

1. 教学建议

（1）基于物理学科核心素养确定教学的目标和内容

物理教学若仅以知识为线索展开，就会导致教学设计聚焦于知识，仅仅专注于学生获得知识，而忽视物理课程对学生物理学科核心素养的培养。为此，必须把培养物理学科核心素养作为物理教学的重要目标，将“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”等物理学科核心素养的培养落实于教学活动中。

物理观念的形成和发展需要学生通过物理概念、物理规律等内容的学习及运用才能逐步形成。学习概念和规律是学生形成物理观念的

有机组成部分。在教学中，通过对物理概念和规律的逐步学习、系统反思和迁移应用，可促进学生的物质观念、运动与相互作用观念和能量观念不断发展，使其学会用这些观念解释自然现象，解决生产生活中的实际问题。

发展学生的科学思维能力是重要的教学目标之一。建构模型是一种重要的科学思维方法，质点、点电荷、匀强电场等物理概念和匀变速直线运动等物理过程都是物理模型。教师在教学中要让学生体会建构这些物理模型的思维方法，理解物理模型的适用条件，能通过建构物理模型来研究实际问题。教师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。例如，电场强度的教学，应创设不同试探电荷位于电场中不同位置的情境，让学生研究试探电荷所受静电力大小和电荷量的关系，概括静电力与电荷量成正比的特点，抽象出静电力和其电荷量之比与试探电荷无关的特征，明确这种特征可用来描述电场的属性，由此加强学生对电场强度概念的理解。学生在处理以上信息的过程中，经历了“比较—概括—抽象”的过程，发展了科学思维。再如，在关于“力的合成与分解”“运动的合成与分解”的教学中，让学生经历把一个整体的事物分解为几个要素进行研究，以及把问题的几个要素结合成一个整体进行综合认识的思维过程，提高学生的分析与综合能力。教师要引导学生体会“等效”的物理思想，让学生在观察、实验的基础上通过科学推理和科学论证等得到结论，由此培养学生的科学思维。

科学探究能力的培养，应渗透在物理教学的整个过程。无论是物理知识的教学，还是物理问题的解决，都要引导学生发现和提出问题，根据解决问题的需要，收集和选择有用信息，基于证据和逻辑对问题作出合理解释，培养学生具有准确表述问题解决过程与结果的意愿和能力。

物理教学中要十分重视对学生的科学态度与责任感的培养。通过物理学习认识科学的本质，认识科学·技术·社会·环境之间的联

系，增强学生环境保护和可持续发展的意识，提升其社会责任感。应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，通过适当的难度要求让学生获得成功的愉悦，从而保持旺盛的求知欲；尽可能为学生交流创造机会，发展学生的表达能力，让学生体验和享受合作的成果；引导学生在物理实验中如实记录、客观对待所获取的实验数据，遵循基本的学术道德规范。

（2）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，对培养学生的物理学科核心素养具有关键作用。

物理概念的建立需要创设情境。学生在学习物理概念之前，基于生活经验形成了大量的经验性常识，要在此基础上建构物理概念，必须对所观察的现象重新加工，在诸多客观情境中概括事物的共同属性，抽象事物的本质特征，完成从经验性常识向物理概念的转变。在这个过程中，教师应促进学生科学思维的发展。例如，在自由落体运动的教学中，学生通常认为重物比轻物下落得快。针对学生的这种认识，教师可利用纸片和纸团等随手可得的生活用品创设各种物体下落的具体情境，分析得出空气阻力对物体下落快慢有影响；通过羽毛和金属片在无空气阻力的真空玻璃管中下落的实验，抽象出物体在真空中下落快慢的共同特征，形成自由落体运动的抽象概念。教学实践证明，在物理概念的教学中，关键是创设体现概念本质特征的情境，发展学生的科学思维。

物理规律的探究需要创设问题情境。学生从情境中发现和提炼问题，对问题的可能答案作出假设，并根据问题情境运用已有知识制订探究计划，选择符合情境要求的实验装置进行实验，获取客观、真实的数据，通过对数据的分析形成关于物理规律的结论。例如，在学习行星运动规律时，可利用木星的卫星便于观测且绕木星运行周期较短的特点，教师把每间隔一定时间拍摄的木星（连同多颗卫星）照片提供给学生，让学生从这些照片中分析不同卫星的运动周期，定量比较

这些卫星绕木星做圆周运动的半径大小，对卫星做圆周运动的半径和周期的定量关系提出假设，并通过所测的数据检验或修正自己的假设，形成相关运动规律的结论。学生在活动中能真切感受科学探究过程，体会通过科学描述和解释自然现象的乐趣，提升对科学本质的认识，提高科学探究能力。

应用物理知识解决具体问题应结合具体的实际情境。运用物理知识解决实际问题能力的高低，往往取决于学生将情境与知识相联系的水平。例如，是否能把情境中的一段经历转化为一个物理探究过程，是否能把情境的故事情节转化为某种物理现象，是否能把描述情境的文字转化为物理表述，是否能把情境中需要完成的工作转化为相应的物理问题。我们常说某个问题很“活”，其“活”的本质之一在于情境的转化，能不能把问题中的实际情境转化成解决问题的物理情境，建立相应的物理模型，这是应用物理观念思考问题、应用物理知识分析解决问题的关键。在物理教学中，应让学生获得在实际情境中解决物理问题的大量经验，形成把情境与知识相关联的意识和能力。

（3）重视科学探究能力的培养和信息技术的应用

在高中物理课程中，应注重科学探究，尤其应注重物理实验，这在培养学生的探究能力和科学态度等方面具有重要地位。

在物理实验中，应发掘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。

要避免让学生按教师或教材的既定步骤进行虚假“探究”，不应只把注意力集中在与探究假设相符的物理事实上，还需要观察和收集那些与预期结果相矛盾的信息。在处理信息时，应让学生依照物理事实运用逻辑推理确立物理量之间的关系，发展依据证据、运用逻辑和现有知识进行科学论证和解释的能力。

关于科学探究的交流和表达，应引导学生从以下两个方面提高表达能力：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。

应通过科学探究让学生体会科学研究中相互合作的必要性，除了在本实验小组范围内进行分工合作之外，还可以让不同的实验小组设计不同的实验方案，完成同样的探究任务，实现各小组之间的实验数据共享，感受合作在获取数据中的作用，增强学生的合作意识。

实验能培养学生的科学态度和科学精神，教师应培养学生严肃认真对待实验的态度。尊重实验结果与事实，杜绝编造和修改实验数据，并把实事求是的作风带到平时的学习和生活中去。

当今社会，信息技术越来越多地应用于我们的生产生活。提高物理教学水平，发展学生物理学科核心素养，离不开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。

（4）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、解决生产生活中的问题，在解决问题中进一步提高探究能力、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。

生产生活中具有很多能生成有价值的科学探究问题的情境。例如，一名学生看见某工人沿着斜靠在墙上的梯子向上攀登时，担心梯子下端会滑动而产生安全问题。他用力的平衡规律探究此真实问题，得出人在梯子上的位置越高梯子下端越容易滑动的结论。该学生进一步研究得出梯子安全倾角的大小与动摩擦因数的定量关系，这是一个对安全施工很有实用价值的结论。该学生研究时，把人视为质点，忽略梯子的质量、梯子上端与墙之间的摩擦力等次要因素，合理建构问题研究的物理模型，进一步考虑梯子质量等因素的影响，并形成结论。在解决该问题中，学生发展了科学思维，增强了实践意识。

许多大众传媒的报道、公共场所的公告等信息都跟物理知识有关，关心这些信息，有利于提高学生的物理学科核心素养。例如，某学生看见机场关于“严禁携带额定能量超过 $160\text{ W}\cdot\text{h}$ 的充电宝搭乘飞机”的规定，但不理解 $160\text{ W}\cdot\text{h}$ 的含义。一般充电宝（移动电源）的规格标注的是电荷量，单位是 $\text{mA}\cdot\text{h}$ ，为什么该规定要以 $\text{W}\cdot\text{h}$ 为单位？学生仔细阅读机场公告的文字后领悟到，机场限定的不是充电宝的电荷量，而是充电宝的能量， $\text{W}\cdot\text{h}$ 的含义是瓦小时， $160\text{ W}\cdot\text{h}$ 相当于 57.6 t 的重物由静止下落 1 m 所具有的动能；若要判断常见锂电池充电宝的能量是否超标，须把它的电荷量乘以标注的额定电压（如 3.7 V ）。学生对这些问题的思考，拓展了物理知识在实践中的应用，加深了对公共场所中有关信息的科学性认识。

教师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。例如，在设计具体活动、制订工作计划时，让学生会分析影响问题的主要因素和次要因素，会把一个复杂的问题分解为若干个简单的问题，会思考事物间的因果关系等。

要从培养物理学科核心素养的视角审视习题教学的目的，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。习题教学的作用不仅仅是为了得到答案，而是要全

面提高学生的问题解决能力。

2. 评价建议

高中物理学习评价是以学生发展为本、基于物理学科核心素养的评价，其目的主要在于促进学生学习 and 改进教师教学。物理学习评价应围绕物理学科核心素养的具体要求，创设真实而有价值的问题情境，采用主体多元、方法多样的评价方式，客观全面地了解学生物理学科核心素养发展状况，找出存在的问题，明确发展方向，及时有效地反馈评价结果，促进学生全面而有个性的发展。

（1）评价原则

目的明确 评价应以促进学生物理学科核心素养的提升和学习能力的提高为目的。围绕“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”等物理学科核心素养收集反映学生发展情况的信息，判断学生达到的水平和学习中的问题，明确进一步学习的方向；创造机会让学生开展自我评价和相互评价，学会正确评价自己的进步，反思自己的不足，更好地进行学习。

可信有效 可信指评价过程中所收集的数据和资料符合学生的实际情况，有效指评价的工具确实指向学生的物理学科核心素养，反映学生物理学科核心素养的真实水平。

全面深入 评价不仅要依据课程标准全面检查学生所学的基础知识和基本技能，更重要的是要深入检测学生是否通过基础知识和基本技能的学习形成正确的物理观念，是否掌握了科学的思维方法，是否具有相当的探究、解决实际问题的能力，是否具有科学的态度和责任感，判断学生所达到的物理学科核心素养水平。

主体多元及方式多样 要发挥学校、教师和学生等不同角色在评价中的作用，从不同视角进行评价。应将单项评价与整体评价、定量评价与定性评价、终结性评价与形成性评价有机结合，及时准确地反馈评价结果，保证评价结果与改进策略的一致性。

激励进步 要将评价作为进一步促进学生学习和发展的重要手段，建立学生成长记录档案，记录学生成长轨迹，激发个性潜能，激励学生不断地发展进步。

（2）评价任务设计

教师要根据课程阶段性、层次性的特点以及学生个体差异等，设计有效的评价任务。教师要理解物理学科核心素养的内涵，认识到学生物理学科核心素养的发展是一个自我建构、不断发展的过程，领会真实物理情境在评价学生物理学科核心素养方面的作用。评价任务设计要符合学生的认知特点，着力提高学生分析综合及创造性解决实际问题的能力。

评价任务设计是实施评价活动的基础，一般包括以下三个步骤。

步骤一，根据物理学科核心素养和学业质量水平的要求，制定评价目标。评价目标的描述，要明确、具体、可测，体现一定的概括性。要说明学生在什么样的问题情境中，运用哪些物理知识、思想和方法，其行为应达到什么样的水平。

步骤二，根据评价目标和课程内容要求设计评价内容。评价内容的设计应以物理基本概念和规律为依托，指向物理学科核心素养，创设有利于学生讨论、探究的真实问题情境，评价学生在真实学习环境中物理学科核心素养的表现水平，以提高评价的真实性和准确性。评价内容主要包括以下方面。

物理观念 评价学生关于物质、运动与相互作用、能量等物理观念的发展水平。如，能否理解所学的物理概念和规律及其相互关系，能否正确描述和解释自然现象，能否综合应用所学的物理知识解决实际问题。

科学思维 评价学生从物理学视角认识客观事物的本质属性、运动规律及相互关系的科学思维发展水平。如，能否将实际问题中的对象和过程转化成物理模型；能否对综合性物理问题进行分析和推理，获得结论并作出解释；能否恰当使用证据证明物理结论；能否对已有

结论提出有依据的质疑，采用不同方式分析解决物理问题。

科学探究 评价学生提出科学问题、获取证据、作出解释、表达交流等能力的发展水平。如，能否分析相关事实或结论，提出并准确表述可探究的物理问题，作出有依据的假设；能否制订科学探究方案，选用合适的器材获得数据；能否分析数据，发现规律，形成合理的结论，用已有的物理知识进行解释；能否撰写完整的实验报告，对科学探究过程与结果进行交流和反思。

科学态度与责任 评价学生在认识科学本质、形成科学态度和社会责任感方面的发展水平。如，能否认识到物理研究是一种对自然现象进行抽象的创造性工作；是否有学习和研究物理的内在动机，坚持实事求是，在合作中既能坚持观点又能修正错误；能否依据普遍接受的道德规范认识和评价物理研究与应用，具有保护环境、节约资源、促进可持续发展的责任感。

步骤三，依据物理学科学业质量水平制定评价指标。评价指标的制定要针对评价内容，依据物理学科学业质量水平进行具体描述，要体现学生在具体学习活动中的行为表现。

（3）评价方式

日常学习评价，主要是评价学生在日常学习过程中所表现出来的素养水平和综合能力。日常学习评价应与学生的学习融为一体，成为日常教学的一部分。为此，教师在教学设计过程中应同时考虑安排丰富多样的评价任务，选择适当的评价方式，确保评价全面、真实、有效，起到检查效果、诊断问题、明确方向、促进发展的目的。日常学习评价通常有四种方式：课堂问答、书面评语、自我评价和同伴评价、阶段性测试。

课堂问答指在课堂教学过程中教师和学生之间的言语互动，在多数情况下是教师提问和学生回答。课堂问答是一种融教师教学与学生学习为一体的过程性评价，可及时了解学生学习的情况，找出存在的问题，及时加以纠正。课堂问答应在学生原有基础与课堂学习的目标

之间搭起桥梁，帮助学生克服学习障碍，纠正原有的错误观点或模糊认识，达到新的思维高度和探究水平。

课堂问答的关键在于问题的设置。问题设置应有针对性，即针对学生原有的想法、观念和思维惯性等设置问题，引发认知冲突；应和学习目标密切关联，学生能正确回答问题，就意味着向学习目标前进一步，这样通过一系列的问题和对问题的分析解答，促进学生自然而然地达到学习目标；应有恰当的思维难度，让学生“跳一跳、摸得到”，使学生既不至于无从下手，也不会觉得没挑战性，过难和过易的问题既不利于学生的学习，也不利于调动学生的积极性。

书面评语指的是教师对学生的作业、实验报告、研究性活动或其他活动报告所做的书面评语，是一种过程性的质性评价。书面评语不是简单地给学生一个等级或分数，而是用一段话表达教师对学生学习的看法。主要内容通常包括：学生的学习欲望、投入情况和学习策略，反映学生物理学科核心素养水平的学习成果。

书面评语可具体地说明学生的进步、存在的问题以及今后努力的方向，带给学生的信息比简单的一个等级或分数更多、更具体和深入，对学生的学习有更大的促进作用。评语应以正面鼓励为主，但也要明确指出学生学习中存在的问题，并进行合理分析，起到帮助学生认识 and 解决问题的作用。

自我评价和同伴评价是让学生作为主体对自己或同伴的学习进行反思，检查回顾学习的起点、过程、成果、困难和问题及其产生的原因，从而对自己的学习方法和学习能力有清醒的认识，明确下一步学习的方向，进而学会评价与反思。自我评价和同伴评价不仅对学生当前的学习很重要，对学生形成终身学习能力也十分重要。

自我评价和同伴评价的方法多样。如，教师要创造机会，引导学生在学习中及时自我反思和相互讨论；采用成长记录的方式，让学生用自己的语言描述学习和进步的情况，对自己和他人的作品进行评议，教师要及时对成长记录进行评析，肯定学生的进步，指出

存在的问题，明确进一步学习的方向；在一阶段的学习结束之后，可通过分组或全班的形式举行学习分析讨论会，教师不应代替学生进行分析，而应提出具体的问题，引导学生讨论，和学生一起分析总结。

在经过一个阶段的学习之后，需要对学生进行阶段性的测试，以便较为全面和深入地了解学生学习所达到的水平和存在的问题。阶段性测试的目标应与物理学科核心素养要求、课程内容要求以及学业质量相吻合。测试内容的选择应与测试目标保持一致，围绕课程标准中有关内容和学业要求的规定，评价学生是否达到要求。

测试应有较高的信度和效度，要制定科学、可操作的评价指标，能客观、全面、有效地收集学生物理学科核心素养发展水平的信息，真实反映学生物理学科核心素养发展的水平。

在阶段性测试中，还应注意测试结果的反馈，倡导让学生参与测试结果的判断和解释过程，关注后续决策与测试结果的一致性。教师应将测试结果及时反馈给学生以帮助学生发现、纠正学习中存在的问题，增强学生学习物理的兴趣和自信心，促进学生的发展。教师应充分认识测试结果不同呈现方式的优势和不足，采取恰当的方式进行反馈，让学生了解自己取得了哪些进步、发展了哪些能力、还有什么潜能，同时指出存在的不足。引导学生积极调整学习策略、学习方法等。

（二）学业水平考试与命题建议

学业水平考试是保障教育教学质量的一项重要制度，是根据国家普通高中课程标准和教育考试规定，由省级教育行政部门组织实施，以学业质量为依据的标准参照考试，主要测量学生是否达到国家课程标准规定的学业质量的要求。学业水平考试的成绩是学生高中毕业或升学的重要依据。实施学业水平考试，是为了落实发展学生物理学科核心素养的课程目标，促使学生认真学习每门课程，避免偏科；有利

于学校准确把握学生的学习情况，改进教学管理；有利于高校选拔适合学校特色和专业要求的学生，促进高中、高校人才培养的有效衔接。

1. 考试设计要求

（1）考试内容要求

物理学业水平考试的内容应根据普通高中课程方案和课程标准的规定及要求确定，注重考查“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面。考试内容的任务情境应符合学生心理发展水平和认知规律，反映物理学科本质，密切联系社会、经济、科技、生产生活实际，充分体现考试评价促进学生学习、甄别学生学业水平的功能。

用于高中毕业的学业水平合格性考试的考查内容为高中课程标准规定的必修内容，要体现基础性和全面性，反映学业质量水平和物理学科核心素养的基本要求。注重考查对必修课程中的基本概念和基本规律的了解和认识情况，试题要注重围绕生产生活或科技等设计问题情境，加强对学生运用基础知识解决简单实际问题能力的考查。

用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试的考查内容为高中课程标准规定的必修和选择性必修两部分内容，要体现综合性和应用性。注重考查对必修和选择性必修课程中重要的物理概念与规律的理解与运用情况，试题的任务情境要与生产生活、科技发展等紧密联系，要关注物理学前沿与成果应用；要探索设计与现实相关的问题情境，加强对学生应用物理学知识综合解决问题能力的考查；要强调创新精神和实践能力的考查，能较好地区分学生物理学科核心素养的水平。

（2）试卷结构要求

学生完成普通高中物理必修课程学习后，可参加用于高中毕业的学业水平合格性考试。该考试旨在诊断学生是否达到高中毕业的水平

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

要求，达到学业质量水平2为合格。用于高中毕业的学业水平合格性考试要科学合理地设计试卷结构，包括试卷长度、题型比例、试卷难度等。

学生完成普通高中物理课程必修课程和选择性必修课程学习后，可参加用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试。该考试旨在诊断学生通过相关课程的学习，是否具备进入高等院校相关专业学习的资格。学业质量水平4是进入高等院校相关专业学习应达到的水平要求。用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试应具有较好的区分度，要求试卷结构设计科学合理，有利于区分学生不同层次的学业水平，有利于高校选拔人才。

（3）试题命制流程

试题命制的流程包括以下三个步骤：根据课程标准关于物理学科核心素养和学业质量水平的要求，制定试题考核目标，明确命题依据；根据课程标准中的内容要求和试题考核目标，围绕常见的生产生活、科技事件等设置试题任务情境，明确评价内容；依据物理学科的学业质量水平、学生的学业行为表现，制定试题评分标准，明确评价指标。

2. 命题建议

命题工作科学性、专业性要求高，命题队伍要深入研究课程标准，熟悉学业质量水平；了解高中物理教材，了解学生学习的实际情况；了解相关教育测量理论，能用教育测量理论指导命题工作，努力提高考试命题的质量和水平。同时，还应注意以下方面。

（1）科学设计试卷结构。根据用于高中毕业的学业水平合格性考试和用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试的不同评价目标，合理确定两种考试的试卷结构，包括试卷长度、内容结构、难度结构等内容，制定科学、有效的多维命题细目表。

（2）合理设计题型结构。要认真研制用于高中毕业的学业水平合

格性考试和用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试的试卷题型结构，保持不同题型的适当比例。选择题能较好鉴别学生对物理概念和规律及其相互关系的理解，能提高试卷考查内容的覆盖面，提高考试的信度；非选择题能呈现学生的解答过程，比较深入地反映学生分析问题、解决问题的能力，能较好地评价较高层次的物理学科核心素养。因此，设计试卷的题型结构时，选择题和非选择题的数量要合理搭配，关注测试的目的及不同水平的要求。

（3）科学合理设计试题难度。要从物理学科核心素养、试题情境和知识内容的要求等方面科学合理地设计试题难度。可根据物理学科核心素养的水平层次、试题情境的复杂性或新颖性、知识要求的深度或广度等多方面来设计试题的难度，保证合理的梯度，有利于学生发挥正常水平，符合考试的目的要求。

（4）试题应有明确的测试目标。试题的立意要明确，要清楚地指向物理学科核心素养某个或多个方面，尽量明确到对具体要素的测试。整份试卷所考核的内容要尽可能涵盖学科所有可测的物理学科核心素养。针对用于高中毕业的学业水平合格性考试和用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试的不同目的，试题考核的物理学科核心素养水平应有所不同，要符合两类考试的具体要求。

（5）试题所涉及的知识内容应具有代表性。要根据考核目标，按照课程标准中的课程内容要求，抽取具有代表性的核心物理概念、规律、思想和方法等内容设计试题；要反映物理学的知识结构和基本规律，要与今后的进一步学习或职业选择相适应。所抽取的知识内容要具有合理的覆盖面和适当的比例。

（6）试题的情境要具有一定的问题性、真实性、探究性或开放性。通过学生在应对复杂现实情境，参与相应探究学习活动中的外在表现来考查物理学科核心素养。因此，评价学生的物理学科核心素养，应尽量创设类型多样的、具有一定复杂程度的、开放性的真实情境作为试题的任务情境。

（7）试题的编制要科学、规范。试题的情境、设问的角度及方式要科学、可信、新颖、灵活；试题的表述方式要科学、合理、有效，符合学生的认知特点和能力水平。选择题的题干要围绕一个中心，选择项的错误选项要具有较强的干扰性，能反映学生的典型错误，有利于学生改进学习；各个选项的结构、长度要大体一致。

（8）试卷评分标准应清晰准确。评分标准的制定要依据学业质量水平的要求，清晰界定所考查的知识、能力和素养，使之能相对比较准确地判断学生的物理学科核心素养及其水平。评分标准要摒弃单纯的、知识性的描述方式，要研制基于物理学科核心素养的等级。

3. 试题案例

例1：研究“蹦极”运动时，在运动员身上装好传感器，用于测量运动员在不同时刻下落的高度及速度。如图2甲所示，运动员及所携带装备的总质量为60 kg，弹性绳原长为10 m。运动员从蹦极台自由下落，根据传感器测到的数据，得到如图2乙所示的速度—位移图像。

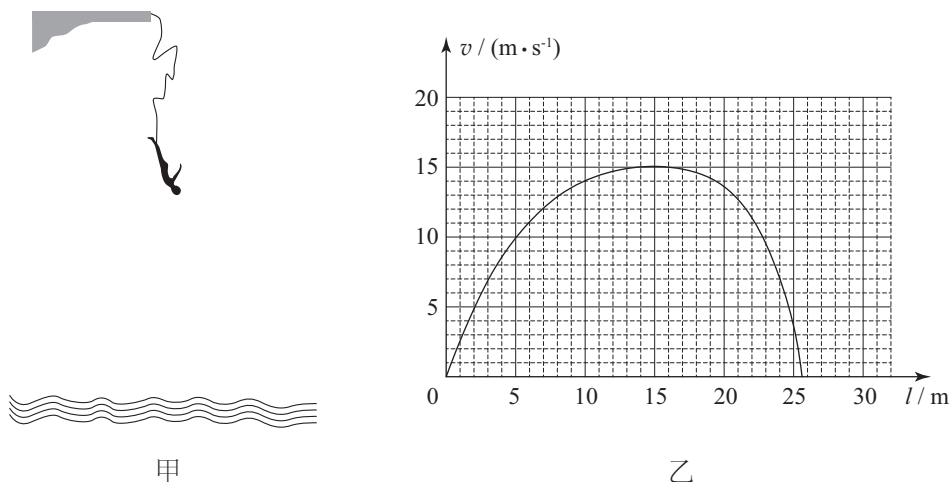


图2

（1）运动员下落过程中在什么位置动能最大？试从运动和力的关系讨论运动员在该位置受力有什么特点。

(2) 运动员下落过程中动能最大时和落到最低点时, 绳的弹性势能分别为多大? 请陈述运用相关定律解决问题的条件。

【考核目标】本题第(1)问主要考查物理学科核心素养中“物理观念”的运动与相互作用观念和“科学思维”中的证据意识。学生要能从图像中获取证据, 利用运动与相互作用的知识解决实际问题。第(2)问主要考查物理学科核心素养中“科学思维”的模型建构和科学推理能力。学生要能根据问题情境确定运动的模型, 通过科学推理解决问题。

【任务描述】本题情境源于生活中的“蹦极”运动。当运动员从平台下落时, 如果忽略空气阻力, 可视为做自由落体运动。当弹性绳绷直后, 绳开始对运动员施加拉力作用, 绳的拉力随绳伸长量的增加而增大。在绳的拉力小于运动员重力时, 运动员仍做加速运动; 当拉力增大到等于重力时, 运动员所受合外力为0; 在继续向下运动中, 拉力大于重力, 运动员开始做减速运动。因此, 当拉力等于重力时, 运动员的速度最大, 动能最大; 当运动员位于最低点时, 速度为0, 动能为0, 此时绳的弹性势能最大。整个下落过程中忽略空气阻力, 可认为机械能守恒, 运用机械能守恒定律可得绳的弹性势能。

【评价方案】对于第(1)问前半部分, 可根据学生能否利用图像正确回答问题的情况给分; 对于第(1)问后半部分, 可根据学生回答是否清楚、正确的情况, 给予不同的分数。对于第(2)问, 若学生认为空气阻力可忽略不计, 并能运用机械能守恒定律正确解得绳的弹性势能, 可给一定分数; 若学生不仅解得正确结果, 而且根据图像提供的信息, 通过计算和推理, 以此说明空气阻力可忽略不计, 从而满足机械能守恒定律的条件, 这表明该学生达到更高水平, 可给更高分数。

例2: 老师给小明一个密封盒, 其表面可见一个灯泡和一个可调电阻器的旋钮。为了探究密封盒里灯泡和可调电阻器是如何连接的, 小明连接了一个如图3所示的电路, 他将可调电阻器的电阻 R 减小, 并将变化

前后的结果记录下来。

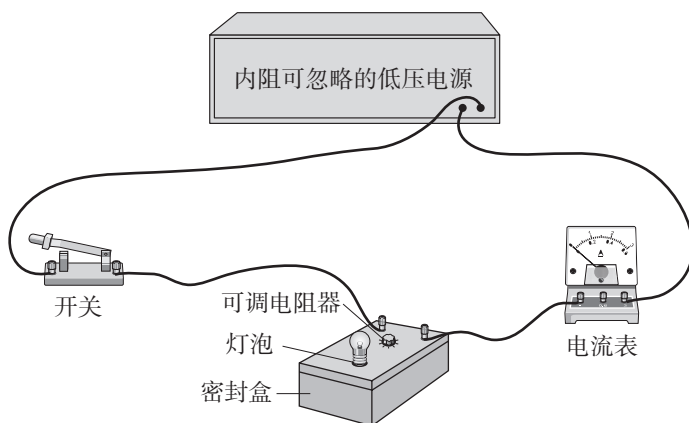


图3

数据：电源电压 $U=3\text{ V}$

R 的初始值 $R_1=15\ \Omega$

电流表的初始读数 $I_1=0.5\text{ A}$

R 的最终值 $R_2=5\ \Omega$

电流表的最终读数 $I_2=0.9\text{ A}$

观察结果：灯泡的亮度保持不变

(1) 请判断盒中的可调电阻器和灯泡是如何连接的，并说明理由。利用记录的数据，计算灯泡工作时的电阻值。

(2) 将两个 1.5 V 的电池串联来代替低压电源，进行同样的实验。发现当 R 减小时，灯泡的亮度会发生变化，请解释这一现象。

(3) 在实际操作中这种电路有没有安全隐患？如果有，请指出安全隐患的原因及可能产生的后果。

【考核目标】本题主要考查学生的物理学科核心素养中关于“科学探究”及“物理观念”等方面的水平，尤其考查“科学探究”中关于证据和解释要素的水平以及对电路中相关概念的理解。

【任务描述】试题所陈述的是可调电阻器阻值变化时灯泡亮度不变的物理情境。题目告知是“内阻可忽略的低压电源”，由此可判断小灯泡两端电压不变，根据并联电路的电压特点和规律，可知可调电

阻器和小灯泡是并联的。根据欧姆定律和并联电路特点，可计算出灯泡的电阻。用电池替换低压电源后，用闭合电路欧姆定律讨论电源路端电压与外电路电阻的关系，可解释可调电阻器电阻减小时灯泡亮度变化的现象。通过电路实验中的短路现象，说明这种电路在实际操作中所存在的安全隐患。

【评价方案】对于第（1）问，学生若能判断可调电阻与灯泡并联，并能说明理由，则表明其能用所学物理知识解释相关现象，可得该问的部分分数；若还能正确求得灯泡电阻，能用所学知识解决简单问题，则可得该问全部分数。对于第（2）问，学生若通过闭合电路欧姆定律得知 R 减小、灯泡变暗的结论，并有合理的解释，则可得满分；若仅回答灯泡变暗但理由不成立，则得部分分数。对于第（3）问，要求学生观察电路、发现问题，围绕安全隐患回答问题，对不同层次的回答给予不同的分数。

（三）教材编写建议

在高中物理课程实施过程中，为了更好地落实物理课程的育人功能，提升学生的物理学科核心素养，高中物理教材作为直接的课程资源应发挥重要作用。下面以落实立德树人根本任务为总导向，以提升物理学科核心素养为总目标，分别从编写原则、内容选择、内容呈现、辅助资源四个方面提出教材编写建议。

1. 编写原则

（1）注重教材的育人功能。站在素质教育的高度，发挥教材的育人功能，落实物理课程在“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”等方面的要求，有效促进学生物理学科核心素养的达成。

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

（2）注重教材的科学性。无论是内容还是呈现方式皆应遵从科学性原则，不仅应准确反映课程标准要求的物理概念和规律，正确纳入物理实验，还应科学融入研究方法、科学态度与价值观等内容。

（3）注重教材的适用性。遵循学生的认知规律，照应教师教学特点，关注城乡差异，做到线索清晰、层次分明、循序渐进、重点突出，既有总体的系统性与科学性，又有一定的灵活性与可读性。

（4）注重教材的时代性。及时反映物理学的发展，反映物理学对社会进步及科技发展的重要作用，反映物理技术应用对生产生活带来的影响，反映物理学成果具有相对持久性、普适性、局限性及发展性等特点。

（5）注重教材的人文关怀。弘扬中华优秀传统文化，增强民族自信心和凝聚力，注重吸收世界各国的物理教材的先进元素，关注多元文化，注重体现对人的尊重、对不同文化的理解等相关内容。

（6）注重教材的特色与创新。遵照课程标准的要求，在内容的深度与广度等方面与课程标准的要求保持一致，同时，注重教材的特色与创新，根据学生需求等编写不同风格、各具特色的教材。

2. 内容选择

（1）围绕落实物理学科核心素养要求选择教材内容

依据物理学科核心素养的要求选择和组织内容，有效促进学生物理学科核心素养的达成。如，注重选择与物质、运动与相互作用、能量等相关的核心内容，帮助学生从物理学视角认识自然、理解自然，形成物理观念；注重选择与学生建模、推理、论证、创新等能力培养有关的内容，培养学生的科学思维能力；注重从科学探究的视角选择内容，培养学生的科学探究能力；注重从情感、态度、价值观的视角选择内容，培养学生的科学态度与责任感。

（2）注重物理内容的基础性，关注全体学生的学习需求

注重物理内容的基础性，既要注重物理学的核心概念和规律等基

本内容，还要注重物理学的探究过程、研究方法、科学态度等基本内容，为学生的终身发展打下基础。必修课程是全体高中学生的必学内容，对应教材的编写应注重纳入相关的物理核心内容，注重全体学生的学习需求，注重对全体物理学科核心素养的培养，为公民科学素养的提升作出贡献。

（3）注重物理内容的选择性，为学生有个性的发展搭建平台

注意物理内容的分层与分类，关注不同学生的学习需求，为学生有个性的发展搭建平台。选择性必修课程是学生根据个人需求和升学要求选择学习的课程，由国家根据学生专业倾向和个性发展需要设置。选择性必修课程对应的教材编写既要关注与必修教材的衔接和联系，又要关注在必修教材基础上的拓展延伸。选修课程是学生自主选择学习的课程，为学生的多元发展提供空间。

（4）物理内容的深度与广度应符合课程标准要求

注意课程标准中物理内容的深度与广度，不能随意增减物理内容，也不能随意拔高或降低要求。课程标准中的内容顺序不一定是教材中物理内容的顺序，其中的举例和活动建议是为了进一步说明内容要求，有一定参考作用。必修课程对应的教材册数有一定灵活性，只要必修课程的教材涵盖所有必修内容即可。根据课程标准的要求，开拓丰富的课程资源，使课程标准要求的课程内容能在教材中更具体、生动、精彩地呈现出来。

（5）物理内容选择应反映学科动态和体现时代特点

注意及时纳入物理学科的研究成果，关注物理学的技术应用带来的社会问题等。注意介绍一些科学技术研究的最新进展，开阔学生视野，激发其学习兴趣。及时反映物理技术应用对自然和社会的影响，融入与科学·技术·社会·环境相关的内容，倡导绿色环保的生活方式，增强学生在推进绿色发展活动中的责任感。

（6）重视科学的发展过程，关注科学探究活动的设计

关注科学家在科学探索过程中所凝练、升华的科学思维方式和科

学研究方法，让学生学习科学家的科学思维、研究方法及科学态度等。应努力提高科学探究的质量，一方面科学探究活动的方式应多样化，另一方面应加强科学探究的真实性，注重培养学生的探究能力及科学态度等。科学探究活动的具体内容、方式和要求等，应根据不同模块的性质和任务有所不同，或以验证物理规律为主，或以技能性实验操作为主，或以开放性科学探究为主，有效体现物理实验的育人功能。

（7）关注学业质量水平要求，设计多种评价方式

关注物理学科的学业质量水平，关注每个模块的学业要求，适当纳入与日常学习评价、用于高中毕业的学业水平合格性考试、用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试有关的评价内容。习题设计中，可设计从易到难的节练习，侧重体现习题的复习与巩固功能，帮助学生建构概念、巩固学习内容、检测学习问题、开阔学生视野等；可设计体现综合强化功能的章练习，培养学生利用所学内容综合解决物理问题的能力；还可根据学业质量水平设计单元测试或综合测试，以便发挥作业的评价功能。

3. 内容呈现

（1）内容编排应有利于教与学

教学内容在教材中出现的顺序与方式，每项内容所用的篇幅等，都应体现现代教育思想和教学理念。教材内容的编排可有多种形式，如：以知识内容为线索的呈现形式，强调知识的逻辑、内容的前后铺垫；以主题为线索的呈现形式，强调内容的综合；以活动为线索的呈现形式，强调内容与过程的融合。无论采取哪种方式，内容编排皆应有利于教师科学设计教学情境、有效组织教学，促进教师改进教学实践，引导教师创新教学；应有利于引导学生主动探究、建构知识、获得结论，为学生提供质疑与探究的机会，提供学习方法的指导，促进学生物理学科核心素养的达成。

（2）发挥教材的支架作用

注重发挥教材对教学的支架作用，促进物理课程育人功能的落实。不仅应有技术性支架，如前言、目录、索引、标志符号、使用说明等，以此凸显教材特色，帮助师生了解教材的相关信息，而且应有教学性支架，如小结、词语界定、教学步骤、教学提示、各类独具特色的栏目等，以此帮助师生的教与学；有些支架既是技术性的，也是教学性的，如附录、前言、大事记、注释、网站和参考书目等，可帮助师生进一步使用教材，以教材为依托走出教材。

（3）注重教材的物理形态

教材的物理形态应有利于学生学习，符合学生身心健康发展的要求。教材应开本恰当、装帧良好、美观大方；教材的版面设计应清爽美观、疏密得当；教材的纸质、纸张颜色、字体等皆应符合国家颁布的标准。教材要恰当处理版面和内容的关系，力求全书图文均衡、相得益彰；教材文字叙述要科学、准确、精炼，要有相当的可读性和欣赏性，适宜高中生阅读；图片选择应在科学性与时代性方面下功夫，恰当的图表有助于学生理解课文内容，增加学习兴趣。尤其应注意精选插图，使其与教学目的、教学内容紧密结合。有些原理图，可人工绘制，能帮助学生清晰准确地理解相关物理内容；有些生活或自然中的物理现象，最好用真实照片，以此让学生感受到物理学的神奇，产生学习物理的兴趣等。

4. 辅助资源

（1）信息技术应用

教材编写应有效利用信息技术，可通过信息技术平台获得丰富的课程资源（如教学案例、评价案例、国际比较成果等），还可通过信息技术平台进行互动交流（如在线讨论、讲课评课等）。教材中可适当介绍一些有利于物理教学或物理实验的软件工具，辅助学生学习物理或进行物理实验等，如，当一些物理现象很难真实呈现时，可利用

普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）

信息技术辅助手段，让学生比较直观便捷地进行相关实验。教材编写还应关注数字教材或电子书包等技术平台，为学生无纸化学习提供支持。

（2）其他资源的利用

充分利用社会资源为课程标准的落实、学生物理学科核心素养的达成作出贡献。教材编写中，应关注不同地区、不同民族的自然与人文环境，充分利用科技馆、博物馆以及科普图书、科普视频等资源。不仅应认真编写教科书，而且应认真编写教师用书及学生辅助用书。教师用书应根据课程标准要求，对教学目标进行阐述，提示教学的重点和难点，提供丰富的可供教师选择的课程资源。学生辅助用书应为学生学习提供帮助，如提供答疑解惑平台，提供丰富的信息资源，提供有效的实践活动设计及习题试题等。

（四）地方和学校实施本课程的建议

课程实施需要地方与学校的支持，要创造良好的课程实施条件与环境，推动物理课程改革，使国家课程标准得到真正的贯彻落实。

1. 关注物理课程改革，指导学生正确认识与选择学习内容

物理是学生在基础教育阶段学习科学、打开科学领域之门的基础学科。必修课程供全体学生共同学习，是高中物理的基础内容，可使学生获得基本的物理学科核心素养。它是学生今后学习与工作必需的综合素养的基本组成部分。选择性必修课程是物理学科核心素养的基础拓展或深化，是学生进入大学理工类专业学习的支持性学习内容。选修课程是为学有余力的学生，或有志于学习与物理理论联系密切的专业的学生而开设的。

学校要指导学生了解物理课程的基本内容与要求，根据自己的兴

趣和特长，结合自己的发展方向，正确选择适合自己的课程，促进物理学科核心素养的发展。

2. 关注学生物理学科核心素养的发展，重视提高教师的课程能力

物理教学必须重在培养学生的物理学科核心素养，因此，物理教师应具备培养学生物理学科核心素养的课程建设、实施与评价的能力。培养教师课程建设、实施与评价能力是本次课程改革的重要任务，是改革成功的关键。

为了使全体物理教师尽快适应新的课程体系，各级教育行政部门要制订合理的教师培训计划，多种形式开展教研人员、教师培训。要根据当地实际，针对教师教学的薄弱环节，确定培训重点。通过培训重点解决以下问题：如何理解物理学科核心素养？如何改革课堂，有效培养学生的物理学科核心素养？什么样的物理选修课程能有效培养学生的物理学科核心素养？如何开发有效的学校课程培养学生的物理学科核心素养？如何创新评价方式促进学生物理学科核心素养的发展？要促使教师从以知识学习为目标的教学体系逐步转变到以物理学科核心素养培养为目标的教学体系上来。

课程建设能力是教师适应新的课程体系的关键所在。各地教育行政部门要针对教师的实际，实施教师课程建设能力的专题培训，包括课程理解、课程体系的架构方法、课程开发、课程实施和课程评价等。

3. 开展课程研究，强化课程管理

重视课程开发与建设，完善物理学科的课程体系。物理学科的课程包括了基础性的必修课程、选择性的选择性必修课程和拓展性的选修课程。学校要根据自己的实际，有计划地开展与必修课程和选择性必修课程有关的课程实施研究，促进国家课程建设更适合于学校，更贴近学生的实际。对选修课程，学校可根据课程标准和学生的实际情

况，研究开发适合的选修课程，满足学生学习需要。

重视课程实施方式的改革，开展课堂教学与评价改革的研究。要重视对学生的生涯规划与学业规划的指导，指导教师要与学生一起，分析学生自身实际，设计适合学生自身的课程计划，选择适合自己的课程。学校要设计多种层级水平的课程，采用不同的实施计划与方式，使不同水平的学生能选择适合自己的课程，以有效提升物理学科核心素养。要加强旨在培养物理学科核心素养的物理学科评价方法研究与创新，加强过程性评价，以评价促进学生学习方式的改变，促进学生兴趣与特长的发展，从而促进学生物理学科核心素养的发展。

以整合性学习方式促进教与学的改革。为促进学生物理学科核心素养的发展，课程学习中要倡导基于项目的学习或整合学习等方法，促进学生基于真实情境下学科和跨学科问题解决能力的发展，促进学生素养的发展。

4. 重视课程资源的开发、整合与利用

加强课程资源的开发，提供优质教育资源。各地教育行政部门和学校要建设优质教育资源，为教师的课前准备、课堂教学、课后作业与考试评价等服务。各种科技图书、期刊和报纸是物理课程学习的重要资源。学校要向学生开放图书馆，分类推荐各种重要的科技文献。教师应指导学生有效阅读相关的科技文献，拓展学生的知识面，激发学生的学习热情，培养学生主动探索科学问题的意识与能力，培养学生自主学习和探究的能力。教师可指导学生对某一科学问题进行相关的文献搜索、阅读与综述，使学生初步学会利用文献探索问题的研究性学习方法。

有计划地利用社会资源为课程服务。要积极探索利用与开发来自电视与电影、科技馆、博物馆、公共图书馆、高等院校、科研院所、工厂、农村等的物理资源，以拓宽学生的科技视野，培养学生主动发现问题、研究问题的意识与能力，逐步建立将校外资源转化为课程资

源的有效机制。

要组织学生参观科技馆、博物馆，并积极与博物馆和科技馆合作，让学生带着问题与任务参观，既拓展知识，又探索问题。要主动与高等院校、科研院所联系，让学生参观实验室，了解一些科学研究项目，并与高校教师和科学家们讨论问题，激励学生学科学、爱科学。要充分挖掘科技影视片的教育功能，利用科技影视片拓宽学生的科技视野，了解科普常识与科技前沿问题，培养学生的科技素养。要利用工厂、社区和农村的科技资源，通过参观与体验活动，丰富学生的科技应用知识，增加学生对科学·技术·社会·环境之间关系的理解。

5. 积极探索信息技术与物理教学的深度融合

积极开发与利用数字媒体课程资源。信息技术正在改变学校的教育文化，改变教师的教学方式。数字媒体已成为物理学习的重要课程资源。物理教学要积极利用已有数字媒体，主动开发适合教学、提高教学质量的信息产品，拓宽物理学习的途径，促进物理教学方式改革。

学校要重视收集数字图书资源，收集并整理相关的电子书籍、数据库、数字期刊和网络视频等材料，将获得的资源融入有序管理的数据管理系统，为教学提供服务。物理教师要充分利用数字图书材料，为课堂教学和学生课后学习服务。要从教学实际出发，积极利用和开发各种适合学生课堂学习与课后学习的音频与视频材料，例如航空航天、核电站、纳米技术、工业信息化等，加深学生对相关课程内容的感性认识，拓展学生视野。

探索基于网络的教与学的方式，利用具有网络互动功能的平台为课堂教学与学生课后学习服务。教师应结合实际，有效地利用具有互动学习功能的网络学习资源，提高物理课程学习的效果。针对学生物理学习中存在的疑难问题，利用网络、云课堂等形式服务于学生学习。

6. 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。实验是物理学习的重要环节，是培养学生物理学科素养的重要途径和方式。物理实验室是学生探索物理规律、提高实验能力的重要场所。学校要根据学生人数按国家标准开设足够的专用实验教室，配齐配足实验器材。要根据国家有关规定，按标准配齐物理教学所需设施设备，在条件允许的情况下改进和提高物理实验器材的配备标准。

充分利用实验器材，强化学生实验和演示实验。物理实验是增加学生物理学习体验性的重要手段。学生实验是实践体验性最强的物理学习方式，它可通过实验设计与动手操作、观察现象与记录数据、分析归纳得出结论等环节，全方位地培养学生的科学探究能力。学生实验是其他任何方式都无法替代的物理学习方式，要根据课程标准，最大限度地安排学生实验。演示实验是师生共同探究物理问题的学习方式，也是体验性较强的学习方式，教师要积极利用各种器材，积极创新实验方式，尽可能多地开发出可视性强、证据性强、能引起学生浓厚兴趣的演示实验。

要积极创造条件，建立实验室开放制度。鼓励学生利用课余时间，以独立或小组合作方式，设计问题探究的实验方案，开展课外实验研究。

要利用日常用品改进实验或开发新实验。实验课程资源不仅限于实验室的现有仪器和设备，日常用品、废旧材料也是重要的实验室资源。可利用日常用品和材料来替代实验材料，使实验现象更明显、直观，或者利用这些材料创新物理实验，开发出低成本、高质量的物理实验，使学生有更多动手做实验的机会，更多亲历实验演示的机会，更好地培养和发展学生的实验技能、创新实践能力。

要重视数字实验，创新实验方式。数字实验室系统是利用传感器、数据采集器等收集实验数据，用计算机软件分析实验数据、得出

实验结果的现代化实验系统。数字实验系统是教育信息化发展的需要，更是学生创新能力培养的重要方法和手段。利用数字实验系统可使很多难以测量或难以控制的实验得以顺利进行，也使很多实验的测量精度大大提升。建议有条件的地区为学校专门创建数字化实验室，或引进教师演示用的数字实验系统。学校要重视引导教师研究数字实验系统对传统实验的改进方法，研究数字实验系统的教学方式，促进教学手段与方式的现代化。

7. 转变课程管理模式，倡导建立物理学科专用教室

课程结构的改变促使学校课程管理模式的转变，学校将从原来的行政班管理模式逐步向行政班与教学班并行管理模式转变，有的学校也会取消行政班制度，而代之以教学班形式的管理模式。管理模式的转变会改变学校的教学模式，同时也会改变学校教学设施和配置。要适应选择走班教学的需要，逐步加强学科专用教室建设。有条件的学校要结合实验室建设逐步建设学科专用教室。物理学科专用教室可创设良好的物理学习环境和氛围，具备必要的常用实验设备与仪器，使学生真正进入物理世界进行物理学习，也使教师在物理天地里实施更有“物理味”的课堂教学。

附录

附录1 物理学科核心素养的水平划分

水平	物理观念
水平1	能从物理学的视角观察自然现象，具有将物理学与实际相联系的意识。
水平2	形成初步的物理观念，能从物理学的视角解释一些自然现象，能应用物理知识解决一些实际问题。
水平3	具有物理观念，能从物理学的视角描述和解释自然现象，能应用物理知识解决实际问题。
水平4	具有清晰的物理观念，能从物理学的视角正确描述和解释自然现象，能综合应用物理知识解决实际问题，能指导工作和生活实践。
水平5	具有清晰、系统的物理观念，能从物理学的视角正确描述和解释自然现象，能灵活应用所学的物理知识解决实际问题，能有效指导工作和生活实践。
	科学思维
水平1	能说出一些简单的物理模型；能对常见的物理现象进行简单分析；能区别观点和证据；知道质疑和创新的重要性。
水平2	能在熟悉的问题情境中应用常见的物理模型；能对比较简单的物理现象进行分析和推理，获得结论；能使用简单和直接的证据表达自己的观点；具有质疑和创新的意识。

续表

水平	科学思维
水平 3	能在熟悉的问题情境中根据需要选用恰当的模型解决简单的物理问题；能对常见的物理现象进行分析和推理，获得结论并作出解释；能恰当使用证据表达自己的观点；能对已有观点提出质疑，从不同角度思考物理问题。
水平 4	能将实际问题中的对象和过程转换成物理模型；能对综合性物理问题进行分析和推理，获得结论并作出解释；能恰当使用证据证明物理结论；能对已有结论提出有依据的质疑，采用不同方式分析解决物理问题。
水平 5	能将较复杂的实际问题中的对象和过程转换成物理模型；能在新情境中对综合性物理问题进行分析和推理，获得正确结论并作出解释；能考虑证据的可靠性，合理使用证据；能从多个视角审视检验结论，解决物理问题具有一定的新颖性。
	科学探究
水平 1	具有问题意识；能在他人指导下使用简单的器材收集数据；能对数据进行初步整理；具有与他人交流成果、讨论问题的意识。
水平 2	能观察物理现象，提出物理问题；能根据已有的科学探究方案，使用基本的器材获得数据；能对数据进行整理，得到初步的结论；能撰写简单的报告，陈述科学探究过程和结果。
水平 3	能分析物理现象，提出可探究的物理问题，作出初步的假设；能在他人帮助下制订科学探究方案，使用基本的器材获得数据；能分析数据，发现特点，形成结论，尝试用已有的物理知识进行解释；能撰写实验报告，用学过的物理术语、图表等交流科学探究过程和结果。
水平 4	能分析相关事实或结论，提出并准确表述可探究的物理问题，作出有依据的假设；能制订科学探究方案，选用合适的器材获得数据；能分析数据，发现其中规律，形成合理的结论，用已有的物理知识进行解释；能撰写完整的实验报告，对科学探究过程与结果进行交流和反思。

续表

水平	科学探究
水平5	能面对真实情境，从不同角度提出并准确表述可探究的物理问题，作出科学假设；能制订有一定新意的科学探究方案，灵活选用合适的器材获得数据；能用多种方法分析数据，发现规律，形成合理的结论，用已有的物理知识进行科学解释；能撰写完整规范的科学探究报告，交流、反思科学探究过程与结果。
	科学态度与责任
水平1	认识到物理学是对自然现象的描述与解释；对自然界有好奇心，知道学习物理需要实事求是，有与他人合作的意愿；知道科学·技术·社会·环境存在相互联系。
水平2	认识到物理学是基于人类有意识的探究而形成的对自然现象的描述与解释，并需要接受实践的检验；有学习物理的兴趣，具有实事求是的态度，能与他人合作；认识到物理研究与应用会涉及道德与规范问题，了解科学·技术·社会·环境的关系。
水平3	认识到物理研究是建立在观察和实验基础上的一项创造性工作；有较强的学习和研究物理的兴趣，能做到实事求是，在合作中能尊重他人；认识到物理研究与应用应考虑道德与规范的要求，认识到人类在保护环境和促进可持续发展方面的责任。
水平4	认识到物理研究是一种对自然现象进行抽象的创造性的工作；有学习和研究物理的内在动机，坚持实事求是，在合作中既能坚持观点又能修正错误；能依据普遍接受的道德与规范认识和评价物理研究与应用，具有保护环境、节约资源、促进可持续发展的责任感。
水平5	认识到物理学是人类认识自然的方式之一，是不断发展的，具有相对持久性和普适性，但同时也存在局限性；有较强的学习和研究物理的内在动机，能自觉抵制违反实事求是的行为，在合作中既能主动参与又能发挥团队作用；在进行物理研究和应用物理成果时，能自觉遵守普遍接受的道德与规范，养成保护环境、节约资源、促进可持续发展的良好习惯。

附录2 教学与评价案例

案例1：追寻嫦娥一号的踪迹

【设计意图】

本案例是“曲线运动与万有引力定律”主题中利用现代信息技术手段设计的一次学习活动，体现了物理学习与现代信息技术的深度融合和学生学习方式的变化，可供有条件的学校教学参考。活动目的是引导学生在初步形成的“运动与相互作用观念”和“能量观念”的基础上，将所学的牛顿力学的运动规律与现代科技前沿联系起来，通过观看视频、模拟操作、讨论交流、推理论证等过程，从运动与相互作用、能量的角度探索嫦娥一号的发射和运行规律，运用万有引力定律和圆周运动规律，建立航天器发射和运行的模型。学习全部内容需要2~3课时，教师可根据教学实际，结合课堂与课外网络学习完成。课堂上注重引导学生经历建模过程，突破难点，侧重发展学生的建模能力、推理能力、探究和交流能力，将评价和学习过程紧密结合起来。

【课前准备】

将学生分成三人小组，布置预习作业。

观看“嫦娥奔月”视频：几千年来，“嫦娥奔月”的古老神话在百姓间广为流传，奔向遥远的月宫，成为人类孜孜以求的梦想。早在明朝就有一个名叫万户的人，自制火箭尝试“飞天”。尽管他失败了并为之付出了生命的代价，但是他却成为人类挑战太空的第一人。为了纪念万户，国际天文学联合会将月球上的一座环形山用他的名字命名为“万户山”。

思考：人类是如何实现飞天梦想的？

【引入】（可利用网络开展以下学生活动）

学生活动1——小组讨论：观看“嫦娥奔月”后的感受及思考，提出相关疑问。

学生活动2——观看视频：看嫦娥一号发射新闻报道视频，同时在作业纸上记录数据，并在组内交流，提出需要深入研究的问题。

学生通过上述活动，初步形成嫦娥一号发射升空过程的整体图景，并提出需要深入探究的核心问题：嫦娥一号是如何发射升空的？是如何运行的？又是如何变轨的？

【探究过程】

问题1 嫦娥一号是如何发射升空的？

思考：将物体从高塔上水平抛出，物体最终落到地面上。当增大抛射速度时，物体运动的距离更远；速度越大，距离越远。如果这个速度非常大，会是什么情况呢？

活动1——模拟操作

用仿真实验室体验，选不同的抛出速度： $v=20\text{ m/s}$ 、 $v=20\text{ km/s}$ 、 $v=7.9\text{ km/s}$ 、 $7.9\text{ km/s} \leq v \leq 11.2\text{ km/s}$ 、 $v \geq 11.2\text{ km/s}$ ，观察物体水平抛出后的运动轨迹，与思考结果进行比较。（以上活动可在课前利用网络完成，小组讨论也可通过网上交流实现。）

活动2——小组讨论

为什么物体能绕地球旋转起来呢？这个速度为什么必须是 7.9 km/s ？请从理论上推导，并跟同组同学交流。（教师可根据学生情况提供引导和所需数据。）如果高塔的高度不能忽略，要使物体不落到地球上的最小抛射速度与上述速度有区别吗？为什么？根据上述探究过程并结合视频，说明嫦娥一号发射升空的过程和原理。

问题2 嫦娥一号是如何运行的？

活动3——建构模型

嫦娥一号升空后做什么运动？如何描述其运行规律？请各小组结

合观看新闻视频时记录的数据，画出嫦娥一号的运行轨道，并展示交流。各小组画出不同轨道半径的卫星及其运行轨道，有的是圆轨道，有的是椭圆轨道。（为了便于计算，教师引导学生建构圆轨道物理模型。）

活动4——小组讨论

如何计算嫦娥一号的运行速度？利用小组画出的运行轨道图（参考卫星高度与地球半径的比例关系）计算运行速度，并通过仿真模拟检验小组计算结果。

活动5——全班交流

全班一起交流各小组计算和检验的结果，找出卫星的运行规律。再用仿真实验室检验得到的规律。

活动6——小组讨论

通过对嫦娥一号运行规律的探究，讨论为什么不同轨道卫星运行有不同的特点，并解释其原因。讨论仿真实验能否用来检验卫星运行规律，其可靠性如何。（问题2是本学习活动的核心内容，需要课上完成。所设计的四个活动从定性到定量层层递进，引导学生经历建构模型、检验模型的全过程，促进学生物理观念和科学思维的同步发展，其间需要教师的引导和帮助。）

问题3 嫦娥一号是如何变轨的？

活动7——观看视频

通过观看嫦娥一号变轨过程的视频，学生直观了解嫦娥一号运行及变轨过程，并记录相关数据，在教师引导下提出下列问题：嫦娥一号在变轨过程中什么发生了改变？卫星变轨需要的条件是什么？怎么满足卫星变轨的条件？

活动8——小组讨论

针对学生提出的问题展开讨论（教师从力和运动、能量两个角度引导学生思考），嫦娥一号在距地球600 km的高度先后进行了三次变

轨，讨论其在三个轨道上运行到该点时线速度、角速度和加速度的大小关系。学生通过讨论，深入认识了嫦娥一号的受力和运动情况，并与能量的变化联系起来。

【课后作业】

1. 上网查询嫦娥二号和嫦娥三号绕月飞行的信息，了解它们各自的任务及对我国航天事业的贡献。
2. 观看嫦娥三号视频，探讨我国第一个月球软着陆的无人登月探测器登月过程的关键步骤，估测月球对登月探测器的冲击力。
3. 查阅我国航天事业发展历史和现状的资料，畅想我国航天事业发展的未来，写一篇小论文。

【案例评析】

本案例以我国探月工程的里程碑嫦娥一号成功发射为情境素材，通过精心设计的系列问题和围绕问题解决开展的自主学习活动，激发学生的学习动机和探究欲望，促进学生物理学科核心素养的全面发展。

活动的设计从学生原有的认识入手，以学生的认知发展过程为主线，用基于现代信息技术的仿真实验做支撑，在教师适时、适度的指导下，让学生一步步经历从简单到复杂的问题解决过程，逐步发展相应的物理学科核心素养。课前让学生观看“嫦娥奔月”的视频，重温我国古代的飞天梦，通过小组讨论交流，发表自己的感受，激发学生的学习动机，提出需要探究的问题。接着观看嫦娥一号发射的视频，在表格中记录相关数据，培养学生通过视频获取信息的能力，为下一步开展探究过程做准备。

接下来的探究过程围绕嫦娥一号发射过程中的3个核心问题展开。第一个问题：嫦娥一号如何发射升空？这个问题的解决借鉴了物理学史上牛顿的思路，首先从学生熟悉的抛体运动入手，通过仿真实

验和小组讨论拓展学生思维，发展学生的运动与相互作用观念，将地下和天上的运动联系起来，综合运用已学过的圆周运动和万有引力定律等相关知识，计算第一宇宙速度。以嫦娥一号为例，解决了航天器如何发射升空的问题。接着自然过渡到第二个问题：嫦娥一号如何运行？解决这个问题需要学生利用观看视频获取的资料，通过小组讨论、展示交流和仿真实验，经历建构模型和检验模型的过程，发展建模能力和交流合作能力。需要指出，仿真模拟不是真实实验，本案例利用仿真模拟，一方面是因为不能做实验而采用的替代方法，另一方面体现信息技术与物理教学的整合。为了让学生认识仿真实验和真实实验的差异，专门设计了下列问题供小组讨论：仿真实验能否用来检验卫星运行规律，其可靠性如何？借此发展学生对科学本质的认识。第三个问题：嫦娥一号如何变轨？让学生通过观看视频、小组讨论等活动，应用前面建立的模型，从运动与相互作用和能量两个角度进行科学推理和论证，进一步发展物理观念和科学思维能力。课后作业设计了拓展活动，引导学生开阔视野，从探索嫦娥一号的运行规律到关注我国和人类的航天事业，进一步激发学生的探索欲望，发展他们获取信息、文字表达和创新的能力。

本案例设计了大量针对性的问题，供课堂上开展师生、生生之间的讨论与交流，教师根据学生课堂问答，及时评价学生的学习情况，有效地将日常学习评价与课堂教学融为一体。

案例2：探究感应电流产生的条件

【设计意图】

学生在初中已学习了“闭合电路的部分导体做切割磁感线运动，则产生感应电流”，并且对“切割”印象深刻。本案例的主要目标是让学生体会“切割”并不是产生感应电流的充要条件。通过实验探究、分析归纳，从磁感应强度和磁通面积两个因素入手，自然引导出磁通量的物理概念，并得出磁通量的变化是产生感应电流

的条件。

【实验准备】

1. 实验1、实验2和实验3的器材如图4所示。其中，实验3中是两块异性磁极相对的磁铁，其相对平行的空间内可看成匀强磁场；一个闭合的矩形线框（线框面积小于匀强磁场区域的面积）与一个灵敏电流计形成一个探测回路。

2. 用磁感线模拟（空间旋转）的方法制作圆柱形磁铁的磁感线空间分布的模型，并准备好实验4如图5所示的器材。

3. 将学生分成每组4~6人，组内确定每个任务的主持人（轮流做组长）。

【探究活动设计】

任务1：根据初中学习的内容，准确陈述产生感应电流的条件。

要求：学生陈述后，让学生指明切割磁感线的是哪部分导体。

任务2：按照图4中3个实验图进行分组实验，每组承担1个实验。

要求：①设计实验方案；②按方案实验并记录实验现象；③对实验现象分析讨论后，归纳实验结论（填入表中）；④每组由两位同学合作进行实验演示并讲解。



图4

任务3：根据自己组的实验与其他组的实验汇报，完成表中的1~3项。

表 实验现象的记录与解释

班级_____ 组别_____ 学号_____ 姓名_____

实验序列	产生感应电流的操作	本实验可得出的结论
1		
2		
3		
4		
与其他组交流后获得的启发是		
结论：产生感应电流的条件是		

实验1显示：穿过闭合回路的磁场强弱变化时，回路中产生感应电流。实验2显示：开关打开或闭合，闭合回路的磁场强弱改变，回路中产生感应电流。实验3中，当水平线框在匀强磁场区域上下移动时，线框“切割”磁感线，但线框中没有感应电流；当线框在匀强磁场中旋转或改变磁感线穿过的有效面积时，回路中产生感应电流。

任务4：观察并分析解释实验4。由上述实验已知：切割磁感线不一定产生感应电流；在磁感应强度 B 不变、闭合回路有效面积 S 改变，或 S 不变、 B 改变的情况下，闭合回路皆可产生感应电流。若 B 与 S 都改变，闭合回路是否一定产生感应电流呢？

实验4：演示实验——“动态”磁通量不变演示仪，如图5所示。用铁粉模拟出圆柱形磁铁中轴面的磁感线，根据其中的一组对称的磁感线做出立体的“喇叭口”模型，如图6所示。



实验 4

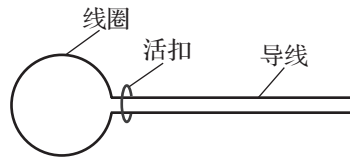


图 5

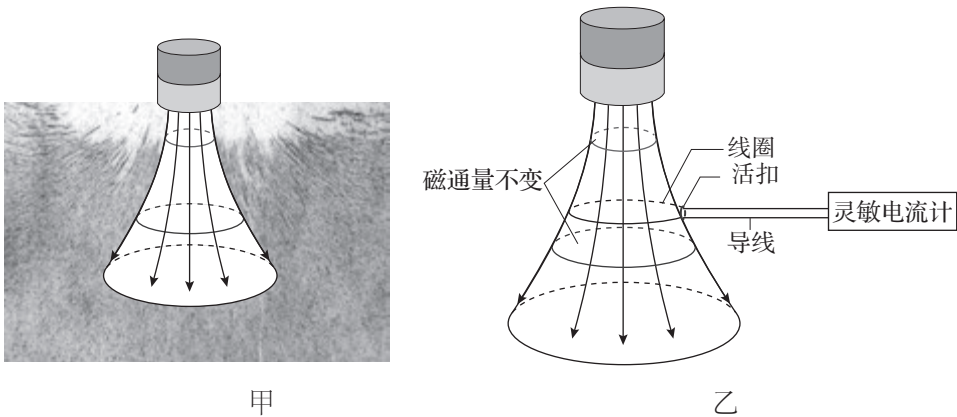


图 6

演示操作：把线圈套入圆柱形磁铁，控制活扣，使线圈紧贴着模型往下运动。

实验现象：在运动过程中，穿过线圈的磁感应强度在减小，线圈面积在增大，灵敏电流计指针没有发生偏转！但在线圈套入和拿出时段，灵敏电流计指针有明显变化。

任务：请各组学生针对以上实验现象讨论原因，并解释这个实验现象。完成表中的第4项。

任务 5：完成以上探究后的总体结论（陈述在表中）。

【案例评析】

感应电流的产生条件在初中已学过，但对条件的理解主要是

“部分电路的切割”。实际上，电磁感应现象中一些不“切割”的现象也会产生感应电流，因此高中物理中要更全面地研究产生感应电流的条件，例如闭合回路的磁感应强度 B 变化，闭合回路的面积 S 变化等。但若用 B 变化或 S 变化两种情况概括成 $B \cdot S$ 变化，即磁通量变化，这种总结方法是不严谨的。这个案例中的实验4是对磁通量问题的深入探索，对学生思维有较强冲击力。通过实验4我们得知，只有穿过闭合回路磁感线的条数发生变化，闭合回路中才有感应电流。

本案例中，教师设计了实验记录表，引导学生将小组实验的现象与思考记录在表格中，同时在小组交流后，又引导学生对自己和同伴的学习进行反思。这些学习过程的记录就可成为学生学习过程中的档案，积累起来的档案能很好地反映学生日常学习过程中所表现出来的核心素养水平。