

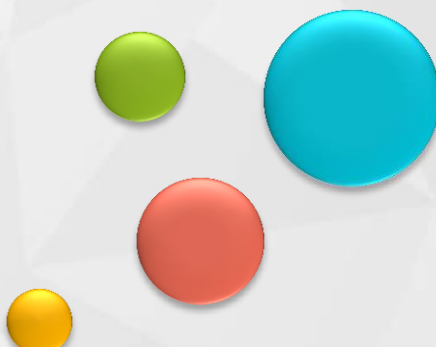


普通高中物理课程标准（修订版）解读

高中物理选择性必修课程

解读与教学建议

曹宝龙 普通高中物理课标修订组成员



1

选择性必修课程简介

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

5

选修系列的内容分析

1

选择性必修课程简介

光及其应用
机械振动与机械波
动量与动量守恒定律

选择性必修1

传感器
电磁振荡与电磁波
电磁感应及其应用
磁场

选择性必修2

波粒二象性
原子与原子核
热力学定律
固体、液体和气体

选择性必修3

选择性必修系列

1

选修性必修课程简介

物理学与公民生活
物理学与社会变革
物理学与人类认识

选修1 物理学
与社会发展

物理学与信息技术
物理学与新材料
物理学与新能源
物理学与医疗技术

选修2 物理学
与技术应用

世界统一性
宇观世界
高速世界
微观世界

选修3 近代物
理学初步

选修系列

1

选择性必修课程简介

选择性必修课程的性质与作用

- 1.选择性前提下的必学性：自主选择为前提的必修课程。
- 2.衔接性：是必修课程基础上的继续学习课程，与必修课程紧密衔接。
- 3.功能与作用：是选学物理的学生大学招生考试的必修课程。

1

选择性必修课程简介

注：选修课程的性质与作用

- 1.选择性：学生自主选择课程，具有模块可选性。
- 2.发展性：是学有余力的学生继续学习的课程，具有先修性和拓展性。
- 3.灵活性：内容的难度与深度原则上没有刚性要求。
- 4.功能与作用：可作一流大学招生考试的选择课程。

2

选择性必修1 的内容分析与教学建议

主题1. “动量和动量守恒定律”

主题2. “机械振动与机械波”

主题3. “光及其应用”

2

选择性必修1 的内容分析与教学建议

主题1. “动量和动量守恒定律”

- 1.改变：通过实验和理论推导，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。（实验版：通过实验，理解动量和动量守恒定律。能用动量守恒定律定量分析一维碰撞问题。）动量守恒定律可以用实验与理论两种方法获得，这里要求用两种方法，从理论上来理解没有外力作用的情况下系统的量 MV 守恒的规律。
- 2.删除：知道动量守恒定律的普遍意义。其实对这一点真正理解应该在原子与原子核的相关问题中。因此，这里不作特别要求，改成收集中子发现的资料来理解。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

3.增加：活动建议

“观察台球碰撞前后的运动情况，尝试用动量知识定性解释”。

用意：用可观察的相互作用问题，例如台球的一维碰撞现象，作出定性解释。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

主题2. “机械振动与机械波”

1.删除：用惠更斯原理解释解释反射与折射。

原因：用惠更斯原理来解释反射与折射的难度较大。

主题3. “光及其应用”

1.删除：了解惠更斯原理，能用其分析波的反射和折射。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

教学提示

- 1.核心概念：冲量与动量、系统、守恒、振动与波、波的干涉性与衍射性等。
- 2.重要模型：（弹性）碰撞、（简谐）振动、（简谐）波、振子、单摆、干涉、衍射。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

教学提示

3.重要的方法：

- (1) 守恒量的探索及守恒条件。（理论与实验的方法）。
- (2) 用守恒方法来解决问题的方法。
- (3) 证据意识与能力：光具有波动性、光是横波的证实过程。
- (4) 波的叠加原理与方法。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

学科核心素养的体现

1. 物理观念

- (1) 力对时间的累积会改变动量。
- (2) 没有外力作用的系统，其动量保持不变。
- (3) 弹性碰撞过程中系统的机械能不损失（具有完全恢复性）。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

学科核心素养的体现

1.物理观念

- (4) 有两种模型（弹簧振子、单摆）具有谐振性。
- (5) 光具有波动性，是横波。
- (6) 会分析判断一维碰撞的动量守恒问题、解释机械波的传播和光的波动性现象。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

学科核心素养的体现

2.科学思维

- (1) 分析比较力对时间的累积和力对空间的累积。（时空观的深化）
- (2) 从矢量的角度分析理解系统动量的守恒性。（系统思想的深化）
- (3) 从牛顿第二定律推导动量守恒(推理能力)。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

学科核心素养的体现

2.科学思维

- (4) 振动图像与波动图像的想像与理解(模型建构)。
- (5) 多普勒现象的模型解释（模型建构与应用）。
- (6) 波的叠加原理应用的思维过程（独立性原理、矢量运算模型）。
- (7) 能从牛顿定律、动量及其守恒定律和能量守恒等多种角度分析
解决实际问题。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

学科核心素养的体现

3.科学探究

- (1) 守恒量及其探究(条件、结论、解释)。
- (2) 单摆周期的相关量研究，光的折射规律等，研究量与量之间的关系（实验设计能力和对实验结果的归纳方法）。
- (3) 干涉、衍射和多普勒效应的解释（解释能力）。

2

选择性必修1的内容分析与教学建议

学科核心素养的体现

4.科学态度与责任

- (1) 新的理论的可靠性往往需要理论与实验两方面的互证。
- (2) 对科学现象应用的自觉性（中子发现、红移现象等）。
- (3) 实验设计与实施的求实态度（单摆周期与折射定律）。

3

选择性必修2 的内容分析与教学建议

主题1. “磁场”

本主题的主要内容是在必修3的基础上的学习，与必修3相衔接。

必修3主要内容是磁场的描述（包括磁感应强度），本主题的主要内容是安培力、洛伦兹力及其应用。（磁场的描述在必修，场中受力在选择性必修）

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

主题2. “电磁感应及其应用”

1.增加：用能量的观点解释楞次定律。

这里并不是要求用楞次定律的第二种表达方式来判断感应电流方向的问题，而是通过用能量观点解释楞次定律来增强学生能量守恒的观念，学会用能量守恒观念去探索未知问题。

2.删除：通过实验，了解电容器和电感器对交变电流的导通和阻碍作用。

这部分内容虽然应用很广，但限于学时原因删除。

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

主题3. “电磁振荡与电磁波”

1.增加：例1 结合麦克斯韦电磁理论和牛顿万有引力定律，体会物理学发展过程中对统一性的追求。

意图是要求教学过程中注重统一性物理思想。统一性物理理论所追求的基本目标。（注：统一性思想在本课标中好几处强调或试图强化。）

例：如何认识相互作用，力的表示；如何认识万有引力？天地之间的力的同一性；如何认识电流？电荷的移动是统一性的基础；如何认识磁场？电流的磁场与磁体的磁场；……

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

主题3. “电磁振荡与电磁波”

2.增加(活动建议)：蓝牙传输、WiFi、微波炉等在生活中应用。

这些建议主要是让学生自己找相关资料进行学习与研究，以增强学生自主学习能力、养成关注科技在生活中应用的习惯。

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

主题4. “传感器”

传感器的条目几乎没有变化，但鉴于传感器发展迅猛，应用非常广泛，因此实际教学中要根据传感器技术的发展作相应的调整，增加应用性与趣味性。

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

教学提示

- 1.核心概念：安培力、洛伦兹力、电磁感应、交变电流
- 2.重要模型：匀强磁场、变压器、远距离输电、传感器、交变电流、质谱仪、回旋加速器

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

教学提示

3.重要方法

(1) 等效方法：计算安培力和洛伦兹力时电流、速度、磁感应强度的等效性

(2) 归纳方法（楞次定律的探究）

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

1. 物理观念

- (1) 处于磁场中的电流或运动电荷一般会受到磁场力作用。
- (2) 闭合回路磁通量发生变化，该回路中会产生感应电流。
- (3) 闭合回路中的感应电动势的大小决定于磁通量的变化快慢。
- (4) 线圈在磁场中相对旋转会产生交变电流。

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

1. 物理观念

- (5) 变压器原副线圈匝数比决定变压比。
- (6) 提高电压、减小输电线电阻是远距离输电中减少能量损耗的有效方法。
- (7) 传感器是把非电学信号转化成电学信号的元件，是信息采集和实现自动控制的重要元件。

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

2. 科学思维

- (1) 带电粒子在匀强磁场中的分析方法。（力与能的角度）
- (2) 复杂实验结果的分步分层次归纳方法。（楞次定律）
- (3) 解释应用能力（电磁感应原理的应用）。
- (4) 模型建构：电磁场、变压器

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

3. 科学探究

- (1) 安培力的方向与大小的探究。（变量关系研究）
- (2) 洛仑兹力大小与方向的探究。
- (3) 带电粒子在磁场中的运动规律与特征的研究。
- (4) 感应电流的方向的研究。（归纳）

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

3. 科学探究

- (5) 感应电动势大小的研究。
- (6) 交变电流的研究与表达。
- (7) 变压器的原副线圈电压与匝数的关系研究。
- (8) 传感器电路的研究。
- (9) 赫兹实验。（证据对理论的支持）

3

选择性必修2的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

4. 科学态度与责任

- （1）电磁学在生产生活的应用意识（STSE）。（电磁感应原理的应用、变压器、高压输电、自感、涡流、电磁波等）
- （2）理解电磁感应现象的发现对社会发展的意义。
- （3）电磁应用对环境的影响。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

主题1. “固体、液体和气体”

删除：知道饱和汽、未饱和汽和饱和气压。了解相对湿度。举例说明空气的相对湿度对人的生活和植物生长的影响。

主要是课时不允许，另外这些内容相对来说是热力学的非主干知识。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

主题2. “热力学定律”

1.删除：“初步了解熵是反映系统无序程度的物理量。”

2.改变：在“活动建议”修订版重视关注两个方面：（1）能源使用与环境可持续的问题；（2）能源的有限性问题。说明：能量的概念非常重要，但要贯穿于物理学习的全过程中去。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

主题3. “原子与原子核”

1.增加：知道四种基本相互作用。用意是让学生了解四种基本力，并了解科学家为统一场论所作的贡献。

2.增加：“关注核技术应用对人类生活和社会发展的影响。”

3.删除：能简单解释轻核与重核内中子数、质子数具有不同比例的原因。

4.删除：初步了解恒星的演化。初步了解粒子物理学的基础知识。

解释：删除内容可放在选修模块中学习。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

主题4. “波粒二象性”

- 1.增加：查阅资料，了解华人科学家在粒子物理领域中的杰出贡献。
- 2.删除：了解康普顿效应。
- 3.在量子理论的了解上，本次作了微调，把原先要求知道量子论中概率波、不确定关系、电子云等知识点要求改变成“了解微观世界的量子化现象。体会量子论的建立对人们认识物质世界的影响。”

用意是不要求学生具体的知识点，而只要求让学生了解一些微观世界的基本特征。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

教学提示

- 1.核心概念：分子运动、相互作用、能量守恒、波粒二象性、量子化
- 2.重要模型：分子（估测油酸分子的大小）、固体微观结构、液体微观结构、气体微观结构、表面张力、原子核式结构、原子核、聚变、裂变

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

教学提示

3.重要方法

(1) 解释方法：微观世界现象需要用实验与解释来进行。例如测分子大小；固、液、气的微观结构；晶体的各向异性；表面张力产生的原因；气体定律的微观解释；光电效应的解释；热力学第二定律的微观解释；粒子散射实验解释核式结构；核能原因解释（质量亏损）；实物粒子波粒二象性的证据解释等

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

教学提示

3.重要方法

- (2) 模型建构：油膜法、晶体结构、核式模型、裂变与聚变
- (3) 统计思想：气体分子速率、热力学第二定律、半衰期

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

1. 物理观念

（1）分子运动论的3大观点。

（2）液体存在表面张力；气体的压强、温度和体积之间存在定量关系；能量是守恒的，但能源是有限的。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

1. 物理观念

（3）原子具有核式结构模型，核外电子具有能级分布特征；原子核会产生衰变、裂变和聚变；原子核反应时质量数和电荷数守恒，但常会质量亏损；微观世界具有量子化特征。

（4）自然界具有四种相互作用力。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

2. 科学思维

（1）用模型解释：物质三态微观结构模型；理想气体；气体的等温、等容和等压过程；。

（2）统计解释：气体等微观世界的问题。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

3. 科学探究

（1）会设计与实施油膜法测分子大小、气体实验定律探究等实验，会解释光电效应、 α 粒子散射等实验的理解与解释；会处理实验得到的数据并得出合理的结论。

（2）会对实验结果进行合理解释并有依据的表达自己的观点。

4

选择性必修3的内容分析与教学建议

学科核心素养体现

4. 科学态度与责任

（1）知道物理学的研究成果必须接受实验检验，并在新的实验事实面前需要重新修正结果。

（2）科学技术发展对社会具有推动作用，但也可能带来社会问题。

5

选修系列内容分析

选修1模块：物理学与社会发展

（1）物理学与人类认识：物理学研究的每一次重大进步都是以人类认识与思维方式的贡献，例如哥白尼日心说、伽利略的力学研究、相对论与量子论等，不仅是物理学的进步，而且是人类看待世界的观点与方法论的重大进步。

(2) 物理学与社会变革：物理学的发展会推进人类技术的重大进步，也会推动人类生产方式的革命，例如蒸汽机与第一次产业革命、电磁学与第二次产业革命、半导体与第三次产业革命……

(3) 物理学与公民生活：物理学的发展深刻影响着我们的生产生活方式，例如微电子技术的发展、航空航天技术的发展、计算机技术的发展、材料技术的发展等每一项都对我们的生活产生了深刻影响。

选修系列内容解释

选修2模块：物理学与技术应用

(1) 物理学与医疗技术：医学的进步离不开物理学的发展，例如X射线、CT扫描、B超、激光、核磁共振、 γ 射线等在医学诊疗上的应用。

(2) 物理学与新能源：核能、太阳能、潮汐能、风能、地热能等技术的应用，对受控热核反应的探索与研究等。

(3) 物理学与新材料：物理学的发展会推进材料技术的发展，例如纳米材料、石墨烯、超导等技术的发展已经对我们的生活带来改变。

(4) 物理学与信息技术：物理学是信息技术发展的基础，例如电子管、晶体管、集成电路等技术第一次都带来信息技术的革命。

选修系列内容解释

选修3模块：近代物理学初步

- (1) 微观世界：量子论初步。
- (2) 高速世界：相对论初步。
- (3) 宇观世界：宇宙起源理论。
- (4) 世界统一性：四种相互作用力和统一场论的探索。

问题讨论：如何在课堂教学中落实学科核心素养？

1. 用学科核心素养表达课堂目标。

（1）物理观念：理解所学的物理概念和规律及其相互关系，能正确描述和解释自然现象，综合应用所学的物理知识解决实际问题。

学习物理概念与规律之后所形成的对物理现象的基本看法或基本认识，是对具体知识的融合与升华。

从认知心理学来看，只有通过同化或顺应的建构过程才可能转化成具有自我结构的心理结构，这种结构可以对实际问题解决可以迅速匹配。

具体的一节课如何表达这种目标？

问题讨论：如何在课堂教学中落实学科核心素养？

什么是观念？哪些是观念？

- 有力才有运动
- 力越大速度越快
- 力可以使物体的速度增加或减小
- 力越大，速度变化得越快
- 有力才可能使物体做曲线运动
- 电压可以使电路有电流（动力性）
- 回路的磁能量改变就会产生感应电流

问题讨论：如何在课堂教学中落实学科核心素养？

观念的应用是检验物理观念是否建立的标准。学习者应该能够针对物理现象或物理问题自觉的匹配解释或解决所需要的物理观念。

例如：

油膜出现彩色；天空出现彩虹

汽车转弯一定要限速吗？（很多司机有认识误区的）

CT与X光片两种检查所受的辐射量相同吗？

因此，物理观念的课堂目标表达应该是：建立什么观念+此观念的应用。

问题讨论：如何在课堂教学中落实学科核心素养？

1. 用学科核心素养表达课堂目标。

（2）科学思维：模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新

科学思维目标的关键是找课堂学习内容中的四大因子。

问题讨论：如何在课堂教学中落实学科核心素养？

1. 用学科核心素养表达课堂目标。

（3）科学探究：问题、证据、解释、交流等要素

（4）科学态度与责任：科学本质、科学态度、社会责任

问题讨论：如何在课堂教学中落实学科核心素养？

2. 注重课堂教学中的几个重要点：

（1）大概念

● 物理概念的建立需要遵循概念形成的基本规律

曹宝龙 概念的形成原理与教学建议 物理教学 2016.4

（2）模型建构与解释

曹宝龙 物理模型的构建与教学建议 物理教学探讨 2016.5

（3）科学**论证**的思维方式

（4）科学**推理**，质疑与创新

（5）问题→**证据**→解释→交流

曹宝龙 科学假说及其教学建议 物理教学探讨 2017.1

（6）科学本质、科学态度与社会责任

曹宝龙 科学本质及其教学建议 物理教学探讨 2017.8



关于培养学生物理学科核心素养的相关文献

1. 曹宝龙 用认知的观点解释学习 课程教学研究 2016. 2
2. 曹宝龙 概念的形成原理与教学建议 物理教学 2016. 4
3. 曹宝龙 物理模型的构建与教学建议 物理教学探讨 2016. 5
4. 曹宝龙 科学假说及其教学建议 物理教学探讨 2017. 1
5. 曹宝龙 科学本质及其教学建议 物理教学探讨 2017. 8
6. 曹宝龙 基于素养发展的课堂教学目标体系 课程·教材·教法 2018. 1
7. 何文明，曹宝龙 构建基于学科素养的高中物理教学目标新体系 物理教学探讨 2017. 8

谢谢各位!

例：以核心素养表达教学目标（感应电流产生的条件为例）

核心素养	对应教学目标	对应性解释
“物理观念”水平4： 理解所学的物理概念和规律及其相互关系，能正确描述和解释自然现象，综合应用所学的物理知识解决实际问题。	1. 能够从分析归纳感应电流产生的条件（普适性条件）建立磁通量的概念，并形成“磁生电”的认识：穿过闭合电路的磁通量发生变化，回路上就产生感应电流。 2. 会运用产生感应电流的条件判断分析具体实例。	1.理解磁通量概念的建立过程；形成“回路磁通量变化是产生感应电流的原因”的物理观念（认识）。 2.对于实际的案例，能用回路中磁通量是否发生变化这个根本条件来判断是否产生感应电流。

以学科核心素养表达教学目标（感应电流产生的条件为例）

学科核心素养	对应教学目标	对应性解释
“科学思维”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 and 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. 从有序设计的系列递进实验，用归纳思维得出产生感应电流的一般性条件。 （模型与推理能力）	3.对一系列的实验得出的结论用归纳思维的方法来建立一个物理模型：磁通量；用磁通量是否变化的概念来解释感应电流产生的条件。

以学科核心素养表达教学目标（感应电流产生的条件为例）

学科核心素养	对应教学目标	对应性解释
“科学探究”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. 能进行分组分层自主合作实验，并综合分析各组信息，得出产生感应电流的条件。	4.能够针对任务进行实验探究，并对自己实验小组和其它各组得出的实验结论进行综合分析，并发现其中的共同特征，得出实验探究的结论。

以学科核心素养表达教学目标（感应电流产生的条件为例）

学科素心素养	对应教学目标	对应性解释
“科学态度与责任”水平4：认识到物理研究是一种对自然现象进行抽象和理想化的创造性的工作；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；能依据普遍接受的伦理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。	5. 通过基于本组实验的证据和逻辑推理发表自己的见解。	5.在实验过程中很好保持交流与合作，关键是要敢于发表自己对探究过程与实验结论的理解或想法，并且能正确表达自己的观点。

