

《安培力》

教学设计

选用教材：粤教版物理选择性必修二第一章第一节

授课对象：高中二年级学生

【课题】 安培力

【教材】 粤教版物理选择性必修二第一章第一节

【教学时间】 40 分钟

【教学对象】 高中二年级学生

【教学内容分析】

1. 课程标准分析

《普通高中物理课程标准（2017 版）》中对本节的要求为：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。它强调了从实验中发现安培力及其规律，重视实验探究，重视安培力与应用情境相结合，体现了对学生物理核心素养关键能力的培养。

2. 教材分析

本章在必修第三册介绍磁场知识的基础上，进一步介绍磁场对通电导线的作用——安培力，又为本章第三节磁场对电荷的作用——洛伦兹力打下了基础。与人教版将安培力的知识以一节呈现不同，粤教版教材将安培力的知识划分为两节，分别讲解了安培力的方向和大小、安培力的应用。

粤教版对第一节的编排如下：首先，回顾磁场对通电导线有作用力来给出安培力的定义。然后，通过实验感受安培力的作用效果。从而提出通过探究实验研究安培力的方向，并从实验结果中总结出判断安培力方向的左手定则。接着，给学生创造学以致用用的机会，利用左手定则分析平行通电直导线间相互作用。随后运用正交分解的方法，从通电直导线与磁场的三种不同关系逐步对安培力大小的一般计算公式。教材紧接着还给出例题巩固学生对于安培力的情景分析和大小计算的能力。而最后给出了关于安培研究过程的拓展。

教材体现了实验探究的重视，注重培养学生分析、归纳、总结实验的能力。

【学生情况分析】

1. 知识基础

学生在初中已初步接触过安培力的方向探究，已经学习过利用手来记忆规律的右手螺旋定则；在必修第三册中，为了定义磁感应强度，在电流方向与磁场方向垂直的情况下，让学生初步认识了磁场对通电导线的作用力，并给出磁感应强度的定义是 $B=F/(IL)$ ，因此有很好的知识基础。

2. 心理特点

学生对于一些现象吸引的实验有较强的好奇心和求知欲，设计实验的同时，通过问题串的设置，把握分析实验现象的时机。另外，学生对于参与实验有浓厚的兴趣，在演示探究实验时，也要给学生一些任务，能够有效提高学生的专注度和课堂的教学效果。

3. 认知困难

实际教学中，学生对于三维关系较为混乱，也常有学生误以为安培力、电流、磁感应强度三者的方向一定是两两垂直的。另外，通电平行直导线之间的相互作用，需要同时运用到电流的磁效应和安培力的知识，电流间的相互作用却通过磁来联系，这是学生开始接触时较难理解的，需要帮助学生进一步建立电与磁密切联系的物理观念。

【教学目标】

1. 物理观念

通过安培力的理解，进一步完善场的物质观，并从电磁场的观点认识其物质观念、运动和相互作用。

2. 科学思维

- (1) 能够定性地对安培力的方向问题进行分析，找出规律，形成结论。
- (2) 能够运用电流的磁效应、安培力的知识对电流间相互作用进行分析，进一步建立电与磁的关系。

3. 科学探究

经历探究安培力方向的实验过程，学会设计实验、观察现象、分析结果、归纳总结的科学探究方法。

4. 科学态度与责任

- (1) 体会到相关物理量之间的方向关系是客观存在的规律；而定则只是便于人们用以了解、记忆它们之间的方向关系，是主观的。应用定则时既要严格统一，又要灵活多变。
- (2) 通过知识应用的实例，感受物理中科学技术与社会的紧密联系，体会科学知识的应用价值，进一步增强学生的学习动力和科学意识。

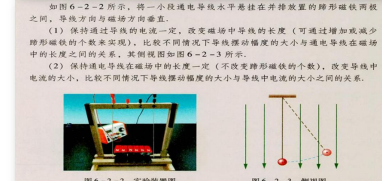
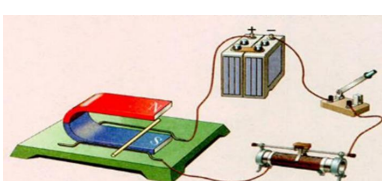
【教学重点】

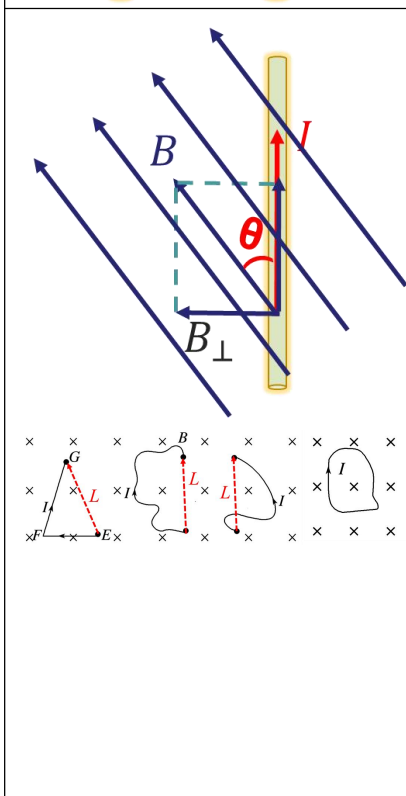
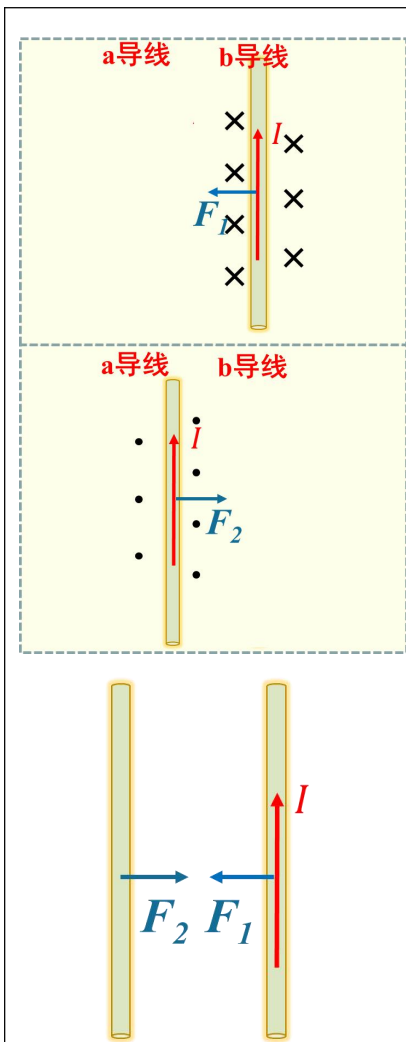
学会利用左手定则判断安培力的方向。

【教学难点】

- (1) 建立安培力、电流、磁场三者的空间关系。
- (2) 能够联系电与磁来分析问题。

【教学过程设计】

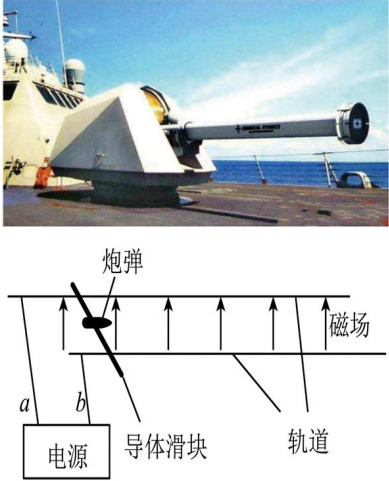
 在如图 6-1-3 所示的装置中，给两根平行直导线通入电流。 (1) 当两根平行直导线通过的电流方向相同时，会出现怎样的实验现象？实验现象说明了什么？ (2) 如果两根平行直导线通过的电流方向相反，情况又将如何？ 图 6-1-3 实验装置图  如图 6-2-2 所示，将一小段通电导线水平悬挂在并排放置的蹄形磁铁两极之间，导线方向与磁场方向垂直。 (1) 保持通过导线的电流一定，改变磁场中导线的长度（可通过增加或减少蹄形磁铁的个数来实现），比较不同情况下导线摆动幅度的大小与通电导线在磁场中的长度之间的关系，某侧视图如图 6-2-3 所示。 (2) 保持通电导线在磁场中的长度一定（不改变蹄形磁铁的个数），改变导线中电流的大小，比较不同情况下导线摆动幅度的大小与导线中电流的大小之间的关系。 图 6-2-2 实验装置图 图 6-2-3 侧视图	电流与电流之间通过磁场产生力的作用，实验发现同向电流相互吸引，反向电流相互排斥。也知道了通电导线在磁场中受到的力与 I、L 成正比，在 B 与 I 垂直的情境下定义了磁感应强度 $B = \frac{F}{IL}$。我们研究得很透彻了吗？为什么同向电流相互吸引，反向电流相互排斥呢？我们知道决定吸引还是排斥的关键因素是力的方向，磁场力的方向研究清楚了吗？B 与 I 垂直的情境可以得到磁场力的大小，那 B 与 I 不垂直呢？ 定义：通电导线在磁场中受到的力为安培力。
	猜想：安培力的方向与什么因素有关呢？通过安培力的定义是通电导线在磁场中的受力，我们可以合理猜想安培力的方向与磁场的方向和电流的流向有关。如何设计实验来进行探究呢？首先通过磁铁来构建磁场环境，导线连接电源，构成闭合回路，形成电流。通电导线置于磁场中磁场最强的位置，电流与磁场需要保持垂直的关系。力不能直接观察，那要如何感知力的存在和方向呢？我们可以把金属棒放在导轨上，观察金属棒的运动状态从而判断安培力的方向，由此设计出了实验装置。 设计好实验装置后，接下来明确实验方案，怎么改变磁场方向和电流流向？因为涉及多变量问题，我们要采用控制变量法。 ① 保持电流流向不变，通过调换磁极改变磁场的方向，观察金属棒的运动方向即为安培力方向



现在你能解释一开始的问题吗：为什么同向电流相互吸引、反向电流相互排斥。我们先看同向电流，此时的磁场是怎么来的？是电流产生的磁场，一共有几个磁场？两个磁场，根据安培定则，a 直导线产生的磁场方向应该是左点右叉，此时 b 导线置于右边垂直于纸面向里的磁场之中，根据左手定则，a 导线的磁场对 b 导线产生向左的安培力作用，反过来，b 电流产生的磁场对 a 也应该有力的作用，b 电流产生的磁场和 a 一样左叉右点，此时 a 导线置于左边垂直于纸面向外的磁场之中，受到向右的安培力作用。整理一下，两条导线在彼此的磁场中均受到安培力的作用，最终呈现吸引的效果。

同理，我们来看看反向电流为什么相互排斥，根据安培定则，a 直导线产生的磁场方向应该是左点右叉，此时 b 导线置于右边垂直于纸面向里的磁场之中，根据左手定则，a 电流产生的磁场对 b 导线产生向右的安培力作用，反过来，b 电流产生的磁场对 a 也应该有力的作用，b 电流产生的磁场是左叉右点，此时 a 导线置于左边垂直于纸面向里的磁场之中，受到向左的安培力作用。整理一下，两条导线在彼此的磁场中均受到安培力的作用，最终呈现排斥的效果。

前面我们定义了当 $\mathbf{B}$ 与 $\mathbf{I}$ 垂直的时候， $\mathbf{B} = \frac{\mathbf{F}}{IL}$ ，公式变形一下，可以得到安培力 $\mathbf{F} = \mathbf{BIL}$ ，在 $\mathbf{B}$ 与 $\mathbf{I}$ 垂直的情境下适用，但 $\mathbf{B}$ 与 $\mathbf{I}$ 一定垂直吗？通电导线在磁场中一定受到力的作用吗？不一定，这也是磁场与电场的区别，电场对放入其中的电荷一定有力的作用，而磁场对放入其中的电流不一定有力的作用，实验和理论表明，当磁场与电流平行时，通电导线所受的安培力为零，说明安培力的大小不仅与 $\mathbf{B}$ 、 $\mathbf{I}$ 、 $\mathbf{L}$ 有关，还与磁场和电流的相对位置有关，即和 $\mathbf{B}$ 与 $\mathbf{I}$ 的夹角有关。那接下来我们来探究安培力大小的一般表达式，当导线电流与磁场成夹角 θ 时，虽然此时没有垂直关系，但我们可以构建垂直，怎么构建？通过分解的方式，分解谁呢？磁感应强度还是电流元？分解磁感应强度（因为他是矢量，遵循平行四边形定则），因此分解为两个分磁感应强度，平行于电流元方向的磁场分量为 $B \cos \theta$ ，这个磁场分量对电流的作用力为 0，垂直于电流元方向的磁场分量为 $B \sin \theta$ ，这个磁场分量为 $B \sin \theta$ ，该磁场分量对电流的作用力为 $BIL \sin \theta$ ，所以我们可以得到当 $\mathbf{B}$ 与 $\mathbf{I}$ 成任意角 θ 时，安培力的大小 $\mathbf{F} = \mathbf{BIL} \sin \theta$ 。当 $\mathbf{I} \perp \mathbf{B}$ 时，安培力最大， $\mathbf{I} \parallel \mathbf{B}$ 时，安培力最小。

	值得注意的是，L 指的是导线在磁场中的“有效长度”，弯曲导线的有效长度 L 等于连接两端点直线段的长度，相应的电流沿导线由始端流向末端，对于一段通电导线，先确定其有效长度，再找电流元与磁场的方向关系，确定安培力的大小。对任意形状的闭合平面线圈，当线圈平面与磁场方向垂直时，线圈的有效长度 $L=0$。
	电磁发射是一种全新的发射技术，通过电磁发射远程投送无动力的炮弹，可以实现比较高的出口速度，且它的能量是可控的，可用于消防、军事等方面。它的主要原理如右图所示，两根平行长直金属导轨沿水平方向固定，炮弹可沿导轨无摩擦滑行，且始终与导轨保持良好接触。在发射过程中，该磁场在炮弹所在位置始终可以简化为磁感应强度为 B 的匀强磁场，已知两导轨内侧间距为 L，炮弹的质量为 m，电源供给的电流大小恒定为 I，若炮弹滑行距离 s 后获得的发射速度为 v。不计空气阻力、导轨电阻，思考：如何增大炮弹的发射速度？ 炮弹在磁场中受到安培力作用作为助推力获得发射速度，恒力安培力做正功，使得动能增大，要想瞬间获得较大的发射速度，只能通过增大安培力来实现，因此可以不断增大电流加磁场，且前提条件是保证磁场方向与电流方向垂直。