# 第二章 电磁感应

## 第4节 互感和自感

# 教学内容分析

《互感和自感》是《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》选择性必修2“电磁感应及其应用”主题下的内容，课程标准要求为：通过实验，了解自感现象，能举例说明自感现象在生产生活中的应用。在物理观念方面，教材在之前已经介绍了感应电流的产生条件、楞次定律和法拉第电磁感应定律，即学生从产生条件、定性分析和定量计算等角度对电磁感应问题有了基本的认识，也学习了感生和动生两种基本的电磁感应模型． 本节课提出了电磁感应的新的问题，该内容既是对电磁感应规律的巩固和深化，也为以后学习渐变电流、电磁波奠定了知识基础，因此本节课起着承上启下的关键作用，也为学生形成完整的电磁感应物理观念奠定了基础．

同时在科学态度与责任方面，互感、自感现象知识与人们日常生活、生产技术有着密切的关系，教材中也给出了许多互感和自感现象在生活中实际应用的例子，因此本节课十分需要教师从 STSE(科学、技术、社会、环境)角度对学生介绍互感和自感现象在生活中的应用及防止，真正做到学习该部分知识对于为学生树立正确的科学态度与责任有着重要的现实意义．

# 学情分析

学生已经学习了分析电路的动态变化情况，知道了判断产生电磁感应的条件、判断感应电流的方向，以及感应电动势的大小的计算等电磁感应的规律等电磁感应的基本知识和分析电磁感应问题的基本方法，对于互感现象也有了初步的感性认识． 但是学生头脑中没有互感这个概念，也没有意识到当线圈通过变化的电流时，线圈本身也会产生电磁感应现象． 学习中对自感现象的解释以及分析相关的自感现象的特点是学生遇到的最大挑战．

因此，为了加深学生对此节内容的理解，并教学过程中培养学生的科学思维，教师需要在教学过程中利用已有的电磁感应相关知识和分析电磁感应问题的方法解决互感和自感的新问题，培养他们基于已知信息和方法分析未知问题的科学推理和科学论证的能力;同时也通过两个实验现象加深学生对于互感模型的建构和理解，也在分析过程当中引导学生认识到互感模型也是电磁感应模型一种特殊情况． 这样不仅可以锻炼学生建构模型的能力，也可以将新旧模型进行联系，加深对电磁感应模型的理解，这对于今后学生学习交变电流有着重要的作用．

在科学探究能力上，学生已经具备一定的探究、合作学习的能力，已经掌握了一定的科学方法和实验技能． 但是学生在设计实验以及改进实验使其达到最佳实验效果的能力上还有待加强． 因此本节课着重引导学生对实验进行设计，对现象不明显的实验设计进行分析与改进，而不是机械的让学生按照实验步骤进行实验．

# 教学目标

1. 物理观念

(1) 知道互感与自感现象及其产生原因，并且知道互感和自感都是一种特殊的电磁感应现象；

(2)能说出自感电动势大小的影响因素．

1. 科学思维
2. 利用电磁感应有关规律分析通电、断电时自感现象的原因;
3. 会运用互感和自感的原理对该现象进行应用和防止.
4. 科学探究
5. 通过对实验的观察讨论和体验，解释实验中发生的物理现象;
6. 通过带领学生进行实验的设计与改进增强学生分析问题、解决问题的能力．
7. 科学态度与责任
8. 认识互感和自感是电磁感应现象的两种现象，体验特殊现象的普遍性;
9. 领悟科学家对科学执着和对名利的淡漠的科学献身精神。

# 教学重难点

**教学重点：**自感现象和自感系数．

**教学难点：**分析自感现象产生的原因和特点．

# 五、教法方法

启发式教学、讲授法、演示实验法

# 六、教学过程

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **教师行为** | **学生行为** | **设计意图** |
| 互感现象(9分钟) | 将 5V 小灯泡与手机充电器相连，另一端连接到 220V 电源上． 连接之前让学生猜测会产生什么样的现象． | 根据已经学过的知识，当用电器直接连接到比自己大很多的电源上时用电器会烧毁，因此猜测小灯泡可能会被烧毁． | 互感现象是本节课的第一个知识点，也是本节课的开端，因此若能够利用互感现象设计实验不仅能够让学生对互感现象有着初步的感性认识，更能吸引学生的注意，丰富学生的直接经验和感性知识，培养学生学习新知识的兴趣和自觉性，激发其探索新知识的欲望，帮助他们进行概念转变和物理知识的建构，从而提高学生的物理核心素养，达到事半功倍的效果． |
| 进行实验操作，发现 5V 小灯泡可以正常发光，这就引起了学生的认知冲突． 此时教师会将手机充电器拆开让学生观察其内部结构，并猜想是哪一个元件能够使得这样神奇的现象产生． | 观察实验现象，并猜想哪一个元件能够使得这样神奇的现象产生． |
| 教师将音响和音乐播放器分别连接在两个彼此绝缘的线圈上，构成了学生已经学过的“断路”． 此时让学生猜想会发生什么现象． | 学生根据已有知识，断路中不会有电流，猜测音响不会发出声音． |
| 进行实验操作，当两个线圈的靠近之后，音响却可以播放出音乐播放器正在播放的歌曲，这再次引起了学生的认知冲突 | 观察实验现象 |
| 通过之前学习电磁感应的知识和分析电磁感应问题的方法向学生解释为什么“断路” 中会出现电流，得到互感电动势的概念，并强调互感现象是一种特殊的电磁感应现象． | 听老师讲解，并认真记录． |
|  | 向学生提问，互感现象是一个线圈的电流发生变化导致另一个线圈产生感应电动势，那么如果不考虑另一个线圈，当通过线圈的电流发生变化时，其自身会不会产生电磁感应现象? 能否用实验来验证? 应该选择什么样的器材? | 思考老师提出的问题，并根据问题设计出如图 1 所示的实验电路．  图1 学生设计的电路 |  |
| 通电自感(7分钟) | 之后依照学生设计的实验进行实验，发现实  验现象并不明显． 引导学生从实验原理、实  验操作、实验设计等方面对实验电路进行检  验． 最后通过小组讨论的方式，让学生对实验设计进行改进 | 分析实验电路，从实验原理、实验操作、实验设计等方面对实验电路进行检验，并与同学进行讨论，发现实验现象不明显是因为没有对比． 之后改进实验电路．增设对照电路，改进后的实验图如图 2 所示． 实验之后发现经过对比可以明显看到灯 A 出现了明显的延迟现象． 此时得出自感概念，并指出自感也是一种电磁感应现象． | 在自感现象的教学中，教师通常会用课堂演示实验的方式带领学生探究自感现象． 但是常规课堂都会直接借助通断电自感示教板进行演示实验，向学生介绍示教板 并讲 解 其 原理，平铺直叙地将学习内容一览无遗地展现在学生面前．然而，正如布鲁纳所说“素养需要拥有表现的‘出口’，教师的任务是发现该‘出口’． ” 科学探究的设计关注的不仅是使学生通过科学探究活动获得知识，而且要使学生通过探究活动学会 如何 进 行 探究． 教师在探究过程当中应当充分发挥学生的主体作用，让学生的素养得到充分的表现． |
| 断电自感(8分钟) | 在学生对通电自感现象有了一定了解后，再次提问，断开开关时线圈内会产生自感现象吗? 如果有，会发生什么现象? | 这时学生仍会利用图 2 的电路设计对问题进行探究，然而新的实验结果又会出现实验  现象不明显的“老问题”。 |
| 带领学生对现有电路进行分析，改进实验电路，并对学生设计中出现的错误进行指正． | 找出看不到现象的原因是用电器过多导致，  进而通过减少用电器来改进电路． 最终形成如图 3 所示的正确的实验电路． |  |
| 用传感器研究自感现象  （6分钟） | 用传感器绘制通断电自感过程中的电流变化情况，并向学生提出以下三个问题：  1. 比较分析通电时、稳定后、断电时的电流大小和方向的变化情况，并做出相应的解释．  2. 体会到借助传感器我们可以将断电时没有明显观察到的自感现象非常直观地呈现出来．  3. 改变滑动变阻器的阻值，稳定后比较流过线圈和变阻器的电流关系，观察并解释开关断开瞬间图象的特征． 可以解释出现 “闪亮”的原因． | 观察实验现象并回答问题 | 利用传感器研究问题可以让学生更直观地观察到通断电自感过程当中的电流变化情况，同时也可以通过对教师提出的三个问题的思考对于通断电自感过程有着更深入的了解． |
| 自感电动势和自感系数(4 分钟) | 教师将从法拉第电磁感应定律的表达式出发，逐步推导得到自感电动势的表达式，即*E*∝，Φ=*BS*，*B*∝*I*，因此可以得到 *E*∝ ． 定义自感系数 *L* 后即可得到自感电动势的表达式 *E* = *L*。之后教师从物理意义、影响因素和单位三方面对自感系数进行介绍． 而自感系数的单位来自于学生还不熟悉的物理学家亨利，因此教师将对此物理学家进行介绍． | 在老师的带领下逐步推导得到自感电动势的表达式，并且思考科学家的献身精神和高尚情操对于自己的未来有着  什么样的启示． | 对物理学家的介绍是培养学生科学态度与责任的重要方法，因此对其介绍不能流于表面，每个物理学家都有他值得学生学习的地方． 通过对科学故事等材料向学生熏陶科学家的成功依靠的不是权力，不是金钱，而是独立客观的观察与研究，是科 学 的 分 析 和 严 谨 的 判断． 对于亨利而言便需要强调他从不申请专利、无偿贡献给社会的高尚情操． |
| 学生探究活动(2 分钟) | 让学生利用干电池两节、带铁芯的线圈一个、绣花针两根、导线若干，自己设计电路并动手操作擦出电火花，切实感受到自感现象的存在。 | 学生利用教师所提供的实验器材自行设实验并动手进行实验，最终达到教师  提出的实验要求． | 学生的自主探究活动能加能够培养学生设计实验及动手操作的科学探究能力，以及对科学的兴趣． |
| 自感现象在生活中的应用(2 分钟) | 向学生介绍自感现象在生活中的应用，例如煤气灶的点火装置、灯具中的镇流器和打火机等等． 同时向学生强调，对于有利于人们生活的现象人们要加以利用，而不利于人们  生活甚至会为人们带来生命财产安全的现象就必须防止其发生。因此向学生介绍油浸开关等生活中常见的防止自感现象发生的装置。 | 认真听老师对于自感现象在生活中的应用的介绍 | 本节课从生活现象出发，最终又回到物理现象在社会当中的  应用，即从科学·技术·社会·环境( STSE)角度培养学生的科学态度与责任，真正做到从生活 走 向 物 理，从 物 理 走 向社会． |
| 能力提升（2分钟） | 在本节课的最后教师提出能力提升问题，即在断电自感的实验中，为什么开关断开后，灯泡的发光会持续一段时间，甚至会比原来更亮? | 思考并回答教师提出的问题 | 通过这一问题让学生对通断电自感过程当中的能量变化情况  有着更清晰的认识． 同时物理观念当中关键要素又包含物质  观念、运动观念、相互作用观念和能量观念． 因此在不同的物理概念和知识当中均让学生认  识到其中的能量变化情况对于整体能量观念的建构具有十分  重要的意义． |

# 七、教学反思

1。通过联系新旧概念建构物理观念

观念不是知识，虽然观念的形成需要知识作为基础，但是知识的积累不会必然带来观念的发展。物理观念的形成需要学生在学习的过程中对知识点进行提炼升华，因此核心素养导向的物理教学要求教学活动不能停留在仅让学生记住一些物理学事实，而是要关注通过事实抽象提出的物理观念，舍弃繁琐却无法穷尽的“知识点”，精选核心学科的“大观念”( big ideas) ，并联系学生的真实生活情境展开深度学习．本节课中，教师精心设计了互感现象和自感现象的过渡，不仅在课程结构和逻辑上更加完整，也让学生体会到互感和自感之间的联系。同时教师多次强调互感和自感现象是一种特殊的电磁感应现象，帮助学生在此过程当中建构电磁感应整体的“大观念”，为学生在今后形成“相互作用观念”奠定良好的基础。

2. 通过利用已知方法分析未知问题培养科学思维

科学思维的培养十分依赖于情境的创立，惟有将知识学习与真实情境联系起来，并以“问题引导”的方式而学习，知识的迁移性才可能增加，科学思维也才能发展。因此，本课主要利用课堂演示实验来创设情景，杜绝直接告诉学生答案的粗暴方式，精心设计接近学生思维发展区的各个问题，逐步引导学生对新知识的深入探索，重视过程教学和方法指导。同时教师十分注重知识之间的联系，在对新问题进行分析时十分注重利用学生已学的分析电磁感应问题的方法来分析互感和自感的新现象，培养学生利用科学思维对新问题进行分析和解决。

3. 在科学探究中发现学生“表现的‘出口’”

科学探究是我国新课程改革十余载的一大亮点，在课程标准中科学探究不仅是一种教学模式，也是一种教学内容，正如杜威所说“知识的学习是探究活动的‘副产品’”，所以科学探究的设计关注的不仅是使学生通过科学探究活动获得知识，而且要使学生通过探究活动学会如何进行探究。 在通电自感的教学中，传统课堂都会借助通断电自感示教板进行演示实验，直接向学生介绍示教板并讲解其原理，平铺直叙地将学习内容一览无遗地展现在学生面前． 教师在探究过程当中应当充分发挥学生的主体作用，让学生的素养得到充分的表现． 因此，本节实验则突出引导学生自主设计实验器材进行探究，给予学生充分思考的空间，将演示实验同学生的自主探究结合在一起，锻炼学生问题解决、实验设计以及实验改进等综合实践能力，让他们经历探究的坎坷，体会探究的乐趣。

4. 在教学过程中渗透正确的科学态度与责任

在本节课中教师应利用“互感和自感现象的应用”这一部分知识加强知识与生活的联系，例如讲解收音机当中的磁性天线、变压器、燃气灶的点火装置和灯具的镇流器等等，体现“物理与生活息息相关” “科技改变生活”等理念。另一方面，物理学的发展史是人类认识自然、战胜谬误的历史，是一代接一代科学家艰苦奋斗的历史。 在本节课的学习中，学生会接触到新的物理量，即自感系数，而自感系数的单位来自于学生并不熟悉的物理学家约瑟夫·亨利，这时要向学生介绍他未申请专利，将其研究成果和发明创造无偿贡献给社会的高尚情操。

5. 此外在课堂时间的把握上还是要加强。