

● 国家基础教育课程改革系列参考文献

中国教育学会

“借鉴多元智能理论 开发学生潜能实践研究”暨

DIC 国际合作项目

多元智能理论与新课程教学实践

高中教学部分

(第二辑)



多元智能与高中物理教学(二)

本册主编 林 涛



北京师联教育科学研究所 编
学苑音像出版社 出版

责任编辑 冯克诚 王 军

封面设计 师联平面工作室

多元智能理论与新课程教学实践
高中教学部分
(第二辑)

★

多元智能与高中物理教学(二)

本册主编 林 涛

学苑音像出版社出版发行

★

北京密云红光印刷厂印刷

2004年8月印刷

开本 850×1168 1/32 印张 :175.125 字数 :4550 千字

ISBN7 - 88050 - 144 - 4

本系列资料配光碟发行册均 16.80 元(不含碟)

本书如有印刷、装订错误,请与本社联系调换

《多元智能理论与新课程教学实践》

出版说明

多元智能(MI)理论由美国哈佛大学终身教授、“零点项目”负责人霍华德·加德纳(Howard Gardner)先生于1983年提出并创立,旨在研究人的智能功能的多元结构,创建一个开放的教育系统,促进人类心灵全面而充分地发展。经过20余年的理论和实践研究发展,在全世界范围的教育系统内产生了极大的震动和深远的影响,被欧美理论界称为二十世纪最伟大的教育理论发现。

DIC(Discover In China)是以中国联合国教科文组织协会全国联合会主席陶西平代表中方与美国亚利桑那大学DISCOVER项目组负责人、“零点项目”核心专家琼·梅克教授,于2000年8月在北京签署的国际合作项目,是国内唯一具有签约授权的多元智能(MI)研究的国际合作项目,它同时被批准为中国教育学会“十五”重点课题,即“借鉴多元智能理论 开发学生潜能实践研究”。课题的研究目标,是适应中国基础教育改革的实际需要,借鉴以多元智能理论为代表的、开发学生多元潜能的现代教育理论,通过不同类型实验区和项目学校在教学改革各个领域的实践研究,逐步形成适合开发学生多元潜能的学校课程和以“问题解决”为导向的基本教学策略。其相应的多元多维教育评价体系,已被教育部基教司课程改革评价项目组接纳,直接参与了当前义务教育新一轮的课程改革研究,为国家的教育决策和

各地教学改革提供了参考和依据。

为深入推进和开展多元智能理论和实践的研究,团结全国从事该领域研究的各方教育力量,整合研究成果,配合国家基础教育课程改革,经中国联合国教科文组织协会全国联合会、北京市教育委员会、中国教育学会“借鉴多元智能理论 开发学生潜能实践研究”十五’重点课题暨 DIC 国际合作项目组特别授权,由学苑音像出版社投巨资整理出版了大型系列音像资料片《多元智能理论与新课程教学实践》(VCD399 种)。本资料属于国家基础教育课程改革系列音像资料,内容包括多元智能理论创始人霍华德·加德纳在内的国内外众多研究多元智能理论的核心专家关于多元智能的基本理论原理、学术渊源、多元智能学校实验工作、多元智能理论研究的原则、方法等专题讲座 75 种,和国内外各大实验区的优秀课堂实录(VCD)及各种课件共 324 种,较全面完整地反映了在不同学校类型、不同学科和各种教学环节中多元智能理论与实践工作进展的基本情况,对于进一步推进学校实验工作和教育创新具有相当重要的理论意义和实际借鉴作用。

《多元智能理论与新课程教学实践》文库是与前述大型系列音像资料配套使用的大型参考文献,主要整理了有关多元智能理论的基本内容和各大实验区的原创性的研究成果、经验总结、案例解说、个案设计以及其中特别具有实用价值的内部文献,对于指导学校进一步的实验、培训实验教师进行新课程改革和教学创新都具有直接的参考作用和应用价值。

北京师联教育科学研究所

2004 年 8 月

组织授权

中国联合国教科文组织协会全国联合会
北京市教育委员会
中国教育学会“借鉴多元智能理论 开发学生潜能实践研究”
暨 DIC 国际合作和项目课题组

课题指导专家

- 陶西平 中国联合国教科文组织协会全国联合会主席 ,北京市社会科学界联合会主席 ,本课题负责人
- 柳 斌 教育部总督学、顾问、中国教育国际交流协会会长、原国家教委副主任
- 顾明远 中国教育学会会长 ,北京师范大学、教授 ,博士生导师
- 郭福昌 原国家教委副总督学、本课题组副组长
- 霍华德·加德纳(Howard Gardner):多元智能理论创始人 ,美国哈佛大学终身教授、“零点项目”负责人
- 琼·梅克(June Maker)美国亚利桑那大学教授、导师。“零点项目”核心专家
- 张稚美(Ji-Mei Chang, Ph.D.)美国加州圣荷西州立大学教授、导师
- 托马斯·里尔·阿姆斯特朗(Thomas Leigh Armstrong)美国著名心理学家、多元智能研究专家

- 约翰·保罗·汤普森(John Paul Thompson)英国诺丁汉大学教授、多元智能研究专家
- 梅汝莉 中国陶行知研究会副会长 ,北京教育学院教授 ,课题组常务副组长
- 迪·迪瑾逊(Dee Dickinson) 全美在线多元智能课堂总裁(政府) 师资培训专家 《多元智能教学的策略》作者
- 米歇尔 加拿大魁北克省教育专家、教育委员会总裁。
- 托马斯·R·霍尔(ThomasR·Hoem) 美国第一所多元智能实验学校——新城中学校长
- 张国祥 澳门大学教授、博士、澳港地区实验学校负责人
- 沈致隆 北京工商大学教授、教育部艺术教育委员会委员 《多元智能》中文版一书首译者
- 张开冰 泰兆教育基金总裁、(香港)中国多元智能教育协会会长
- 陈杰琦 全美多元智能与教育研究专题组组长、教育博士 ,北美华人教育研究年会主席
- 张梅玲 中国科学院心理研究所研究员、导师
- 霍力岩 北京师范大学教授、教育学博士
- 青岛泰治 联合国教科文组织驻北京办事处主任
- 杰瑞·伯瑞奇(Jary·Borich) 美国德州奥斯汀大学教授
- 程方平 中央教育科学研究所研究员、教育学博士
- 冯克诚 中国社会科学院高级编审、本课题年会秘书长、教育学博士

目 录

《功》教学设计	(1)
《功》教学设计	(7)
《功 率》教学设计	(14)
《动 能》教学设计	(21)
《势 能》教学设计	(29)
《机械能守恒定律》教学设计	(36)
《闭合电路欧姆定律》教学设计	(43)
《闭合电路的欧姆定律》教学设计	(51)
《电阻的测量》教学设计	(61)
《磁现象的电本质》教学设计	(66)
《磁感应强度》教学设计	(71)
《磁感应强度 磁通量》教学设计	(78)
《磁场对电流的作用》教学设计	(84)
《磁场对电流的作用力》教学设计	(89)
《磁场对运动电荷的作用力》教学设计	(96)
《带电粒子的圆周运动》教学设计	(100)
《电流表的工作原理》教学设计	(107)
《磁通量》教学设计	(111)
《电能的输送》教学设计	(115)
《电磁感应现象》教学设计	(123)
《楞次定律》教学设计	(131)
《法拉第电磁感应定律》教学设计	(136)

《自 感》教学设计	(148)
《平面镜成像(光的反射定律)》教学设计	(154)
《光的微粒说和波动说》教学设计	(162)
《光的衍射》教学设计	(165)



《功》教学设计

“功”是机械能一章的第一节。就人类的知识架构来说,功是为进一步得出“能”这个更为广泛、非常重要的概念服务的。做功过程反映了能量的变化过程。因此,只有准确认识“功”这节内容在整个教材体系中的地位,才能很好地把握教学要求和深广度。同时,根据多年的教学经验,学生在学习本章时所犯的错误,有许多跟功的概念不正确有很大关系,因此在教学中如何做到防范于未然,在新课教学中很值得研究。下面谈谈我们的一些做法。

引入课题的处理

考虑到初中已学过一些功的初步知识,所以在开始引入阶段,不防步子大一点。例如可以这样引入:尽管对人来说,手提重物不动和把物体往上提都会感到“吃力”,但一般说来这两种情况是不同的。前者可以不“消耗”什么东西(例如,只要用一根绳子就可以代替人把重物挂起来,要多久就多久),而后者却必须“消耗”一些什么东西。因此有必要引入一个物理量,以反映物体受力并运动的效应。同时还可以向学生指出,功这个概念的产生还与人们研究“永动机”的热忱有关,在研究永动机并一次次失败的过程中,人们逐渐认识到,力和运动距离的乘积有着关键的重要意义。课讲到这里,功的概念的引入已是水到渠成、呼之欲出了。

教学实践表明,这样引入功的概念,既呼应了人类科学探索的历程,又具有很强的哲理性。对于思维特点已处于从直观形象思维向抽象逻辑思维过渡阶段的高一学生来说,这种引入法适合他们的心理特征。从教学心理角度来看,这种讲法有助于消除学生因感到“已经学过了,没有新鲜感”而带来的懈怠感,使思维一下子就进入兴奋、



积极的状态。急切希望知晓“下文”。

[关于功的公式 $W = F_s \cos \alpha$ 的教学]

1. 公式的推导得出

教材上是从初中已学过的力和位移在同一方向时功的公式 $W = F_s$ 出发推导的。方法是用力 F 分解成平行于位移 s 的分力 $F \cos \alpha$ 和垂直于位移的分力 $F \sin \alpha$, 后一分力做功为 0 (可见这是得出功的表达式的键), 所以 $W = F_s \cos \alpha$ 。

在教学中为了活跃学生的思路, 还可以介绍另一种方法, 即把位移 s 分解成平行于和垂直于力 F 的分位移 $s \cos \alpha$ 和 $s \sin \alpha$, 同样可以得出 $W = F_s \cos \alpha$ 。不要小看这短短一笔, 它对开阔学生思路, 摒弃“自古华山一条路”的思维定势意义非凡, 正是体现素质教育的好素材。

如果当时的数学课已经教过和、差角公式 $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$, 则不妨补充一下课外习题: 物体沿与 x 轴成 θ 角方向发生位移 s 的过程中, 受到的力中有一恒力 F 与 x 轴夹角为 ϕ , 试从 $W = F_s \cos \alpha$ 出发证明: F 做的功等于力和位移分别在 x 、 y 轴上的对应分量积的代数和 (也就是 F 的两个分力做功的代数和)。进一步掌握计算功的各种方法。

2. 公式的适用条件

公式 $W = F_s \cos \alpha$ 其实也不是普遍适用的。它只适用于恒力做功。这一点教材上没有提及, 但必须及早向学生指出。经验表明, 如果教师不向学生指明, 学生很少会独自“悟”出来。至于指

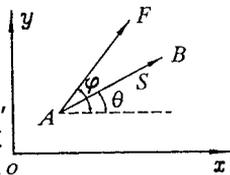


图 1

出的方式有两种: 一是在写出公式后马上开列“注意点”。实践表明这种方式看起来很快很方便, 但学生不容易真正理解并掌握, 只是死记硬背。另一种方法是先设计一些思考题, 让学生在思考中自己得出结论, 即借助启发式教学。

[例 1] 放在水平光滑地面上的静止物体, 受 -10N 的水平向右



的力推动,运动 8m 时突然将此力反向,但大小不变,一直到把物体推回原处(即全过程总位移为 0),能否用 $W = F_s \cos \alpha$ 算出此力在全过程中做的功等于零?总功为多少?

通过将运动分成图 2 所示的 AB、BC、CA 几个阶段,可以得出全过程中推力做功 $W = 160\text{J}$ 而不等于 0 。从而明白 $W = F_s \cos \alpha$ 只适用于“大小和方向均不变”的恒力做功。同时还初步学会处理“变力”做功的方法之一:将运动分段,使每段都可以看作是“恒力”。

3. 公式中各字母的正负取值限制

F 和 s 分别指“力的大小”和“位移的大小”,即公式中 F 和 s 恒取正值。(这一点

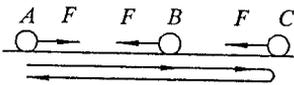


图 2

书上写得很清楚,但学生常不注意。)也就是说,严格一点的话,公式应写作 $W = |F| \cdot |s| \cos \alpha$ 。

W 是可正可负的。从公式容易看出, W 的正负完全决定于 $\cos \alpha$ 的正负,也就是 α 的大小。

不过 W 的正负并不表示功有方向。功是标量,没有方向,求几个不同方向的力的总功无须利用平行四边形定则。关于功不是矢量、没有方向,学生不容易接受。也可以通过一个例题让学生理解并接受。

[例 2] 物体受两个互相垂直的大小分别为 3N 和 4N 的恒力,从静止开始运动 10m ,求每个力做的功和合力做的总功。

解:合力 $F = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{N} = 5\text{N}$,合力方向即合位移方向容易求得与 3N 的力夹角为 53° ,与 4N 的力夹角为 37° ,所以

$$W_1 = F_1 s \cos \alpha_1 = 3 \times 10 \times \cos 53^\circ \text{J} = 18\text{J},$$

$$W_2 = F_2 s \cos \alpha_2 = 4 \times 10 \times \cos 37^\circ \text{J} = 32\text{J},$$

$$W_{\text{总}} = F_{\text{合}} \cdot s \cos 0^\circ = 5 \times 10 \times 1 \text{J} = 50\text{J} = W_1 + W_2 \neq \sqrt{W_1^2 + W_2^2}.$$

4. 关于参照系问题

为了防止学生在计算功和后面运用功能定理时滥用相对位移和



相对速度造成错误,有必要在此就向学生点穿参照系问题。

学生早已知道,同一个客观的运动,相对于不同的参照系,位移 s 是不同的,因此对不同的参照系,同一过程中算出的功也会不同。为了避免这种“不确定性”,在中学物理中我们约定,计算功(以及今后计算动能)都以地面为参照系,而不随便取其它物体为参照系。

当然作为教师应该明白,如果选取其它惯性系为参照,尽管求出的功值不同,但只要速度也用相对于同一个惯性系的,用动能定理求出的结果总是正确的。但如果参照系不是惯性系,那么必须考虑惯性力做功,不考虑惯性力做功的“动能定理”是错误的。中学里一般不介绍惯性系和非惯性系,当然也就无法介绍惯性力。为了避免乱用参照系可能带来的错误,才统一约定以地面为参照系。这么做的理由不必向学生细讲,但教师自己应该明白。

5. 关于 α 角的含义和取值范围

α 角是“力的方向和位移方向的夹角”,而不是题目中的某一个以 α 命名的角。在同一问题中,以 α 命名的角只有一个,但在求不同力做的功时,各个“ α ”完全不同,为此可举例。

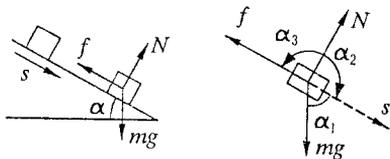


图 3

[例 3] 倾角为 α 的斜面上放一质量为 m 的物体,物体与斜面的动摩擦因数为 μ ,当物体下滑 s 路程时,求重力、支持力、摩擦力各做的功。

解:如图,重力 mg 与位移 s 的夹角 $\alpha_1 = 90^\circ - \alpha$,支持力 N 和摩擦力 f 与位移的夹角分别为 $\alpha_2 = 90^\circ$ 及 $\alpha_3 = 180^\circ$,明白了这一点,各个功就能正确求出来了。

在一般问题中, α 角的范围可约定取值在 $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ 。但这一



点不能说死,当 α 角在上述范围之外时,功的公式照样成立(例如要考察方向连续变化的力的做功时,角度范围就可能超出上述范围),当然作为老师不必主动当作例题去介绍给学生,但自己心中要有数。

6. 关于公式中 s 的确切含义

关于这个问题,笔者觉得有必要分成两个问题来讨论。(1) s 的确切含义(2)在中学教学中怎么处理这一问题,这一难点。

功的公式中 s 的含义是最众说纷纭的。如果只看各本中学教材,那倒简单,无论是甲种本、乙种本还是必修选修本,都只说是“物体位移的大小”,这种说法在一般情况下也就够了,但在较复杂的情况下就难办了。复杂情况典型的有两类,一类是作转动的物体(刚体),此时物体的各点位移不同,谈论“物体的位移”就失去了意义;另一类是一个物体在另一物体表面上滑动时,此时力的作用点在其中一个物体表面上发生“转移”,“位移”也就有一些微妙之处。为此有许多学习指导书、参考书上就写道:“ s 指力的作用点的位移”。应该说这个“定义”对解决“转动物体的困难”差不多够了,但对解决“滑动困难”却还是无济于事。或者说在此情况中,“力的作用点的位移”仍是语焉不详。试看下题。

[例4] A板长 l ,固定在地面上,手指压在其上从右端移到左端,移动时滑动摩擦力大小为 f ,求摩擦力对手指和对A板分别做功多少?

解 对手指做功 $-fl$ 是基本无疑议的。但对A板做功多少就意见纷纭了。分歧的焦点在“力的作用点的位移”上。相当部分学生认为对A来说,力 f 的作用点的位移应是 l ,方向从右向左,与A所受的 f 的方向正好一致,故力 f 对A做功为 $+fl$ 。

但笔者是在学生学完“动能定理”以后才讨论这个题目的,有些学生马上发现了问题:因为A受的其它力并未做功,如果 f 做正功,则A的动能将会增加,但这与“A固定不动”的条件矛盾,从而

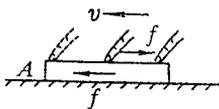


图4



产生了深深的疑虑。

症结还是在“ s ”的确切意义上,可以说,凡力的作用点在物体上发生转移的,“力的作用点的位移”的说法是不明确的。关于功的公式中 s 的较确切的定义应是“受力作用的质点的位移”才正确。在上例中,当手指从右端移到左端时,只是力的作用点在 A 上依次转移,而每一个受到力的质点并未位移,故 $W = f \cdot 0 = 0$,正好与动能定理吻合。

上面说的是公式中 s 的确切含义,或者说是 s 的精确定义,看起来确实比较微妙。那么在教学中如何处理这一点呢?从上面的讨论中可以看出,在讲动能定理以前,是无从对这两种“定义”给出谁对谁错的判决的。因此,在功的第一堂新授课中就“开门见山”地讨论“ s 的含义”必然是欲速则不达。笔者的建议是,对重点中学等生源较好的学校,此课题宜在学过动能定理以后进行,对生源较差的学校,不必作这方面的展开,以免食而不化,带来副作用。



《功》教学设计

教学目标

1. 理解功的概念：

(1) 知道做机械功的两个不可缺少的因素,知道做功和‘工作’的区别；

(2) 知道当力与位移方向的夹角大于 90° 时,力对物体做负功,或者说物体克服这个力做了功。

2. 掌握功的计算：

(1) 知道计算机械功的公式 $W = F_s \cos \alpha$;知道在国际单位制中,功的单位是焦耳(J);知道功是标量。

(2) 能够用公式 $W = F_s \cos \alpha$ 进行有关计算。

重点、难点

1. 重点是使学生在理解力对物体做功的两个要素的基础上掌握机械功的计算公式。

2. 物体在力的方向上的位移与物体运动的位移容易混淆,这是难点。

3. 要使学生对负功的意义有所认识,也较困难,也是难点。

教具

带有牵引细线的滑块(或小车)。



教学过程

(一) 引入新课

功这个词我们并不陌生,初中物理中学习过功的一些初步知识,今天我们又来学习功的有关知识,绝不是简单地重复,而是要使我们对功的认识再提高一步。

(二) 教学过程设计

1. 功的概念

先请同学回顾一下初中学过的与功的概念密切相关的如下两个问题:什么叫做功?谁对谁做功?然后做如下总结并板书:

(1) 如果一个物体受到力的作用,并且在力的方向上发生了位移,物理学中就说这个力对物体做了功。

然后演示用水平拉力使滑块沿拉力方向在讲桌上滑动一段距离,并将示意图画到黑板上,如图1所示,与同学一起讨论如下问题:在上述过程中,拉力 F 对滑块是否做了功?滑块所受的重力 mg 对滑块是否做了功?桌面对滑块的支持力 N 是否对滑块做了功?强调指出,分析一个力是否对物体做功,关键是要看受力物体在这个力的方向上是否有位移。至此可作出如下总结并板书:

(2) 在物理学中,力和物体在力的方向上发生的位移,是做功的两个不可缺少的因素。

2. 功的公式

就图1提出:力 F 使滑块发生位移 s ,这个过程中, F 对滑块做了多少功如何计算?由同学回答出如下计算公式: $W = F_s$ 。就此再进一步提问:如果细绳斜向上拉滑块,如图2所示,这种情况下滑块沿 F 方向的位移是多少?与同学一起分析并得出这一位移为 $s \cos \alpha$ 。至此按功的前一公式即可得出如下计算公式:

$$W = F s \cos \alpha$$

再根据公式 $W = F_s$ 做启发式提问:按此公式考虑,只要 F 与 s 在

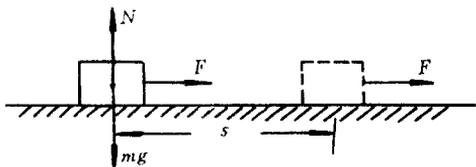


图 1

同一直线上,乘起来就可以求得力对物体所做的功。在图 2 中,我们是将位移分解到 F 的方向上,如果我们将力 F 分解到物体位移 s 的方向上,看看能得到什么结果?至此在图 2 中将 F 分解到 s 的方向上得到这个分力为 $F \cos \alpha$,再与 s 相乘,结果仍然是 $W = F s \cos \alpha$ 。就此指出,计算一个力对物体所做的功的大小,与力 F 的大小、物体位移 s 的大小及 F 和 s 二者方向之间的夹角 α 有关,且此计算公式有普遍意义(对计算机械功而言)。至此作出如下板书:

$$W = F s \cos \alpha$$

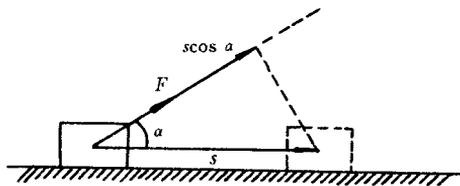


图 2

力对物体所做的功,等于力的大小、位移的大小、力和位移的夹角的余弦三者的乘积。

接下来给出 $F = 100\text{N}$ 、 $s = 5\text{m}$ 、 $\alpha = 37^\circ$,与同学一起计算功 W ,得出 $W = 400\text{N} \cdot \text{m}$ 。就此说明 $1\text{N} \cdot \text{m}$ 这个功的大小被规定为功的单位,为方便起见,取名为焦耳,符号为 J ,即 $1J = 1\text{N} \cdot \text{m}$ 。最后明确板书为:

在国际单位制中,功的单位是焦耳(J)

$$1J = 1\text{N} \cdot \text{m}$$



3. 正功、负功

(1) 首先对功的计算公式 $W = F_s \cos \alpha$ 的可能值与学生共同讨论。从 $\cos \alpha$ 的可能值入手讨论, 指出功 W 可能为正值、负值或零, 再进一步说明, 力与 F 与 s 间夹角 α 的取值范围, 最后总结并作如下板书:

当 $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ 时, $\cos \alpha$ 为正值, W 为正值, 称为力对物体做正功, 或称为力对物体做功。

当 $\alpha = 90^\circ$ 时, $\cos \alpha = 0$, $W = 0$, 力对物体做零功, 即力对物体不做功。

当 $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ 时, $\cos \alpha$ 为负值, W 为负值, 称为力对物体做负功, 或说物体克服这个力做功。

(2) 与学生一起先讨论功的物理意义, 然后再说明正功、负功的物理意义。

① 提出功是描述什么的物理量这个问题与学生讨论。结合图 1, 使学生注意到力作用滑块并持续使滑块在力的方向上运动, 发生了一段位移, 引导学生认识其特征是力在空间位移上逐渐累积的作用过程。

然后就此提出 这个累积作用过程到底累积什么? 举如下两个事例启发学生思考:

a. 一辆手推车上装有很多货物, 搬运工推车要用很大的力。向前推一段距离就要休息一会儿, 然后有了力气再推车走。

b. 如果要你将重物从一楼向六楼上搬, 搬运过程中会有什么感觉?

首先使学生意识到上述两个过程都是人用力对物体做功的过程, 都要消耗体能。就此指出做功过程是能量转化过程, 做功越多, 能量转化得越多, 因而功是能量转化的量度。能量是标量, 相应功也是标量。板书如下:

功是描述力在空间位移上累积作用的物理量。功是能量转化的量度, 功是标量。

② 在上述对功的意义认识的基础上, 讨论正功和负功的意义, 得



出如下认识并板书：

正功的意义是：力对物体做功向物体提供能量，即受力物体获得了能量。

负功的意义是：物体克服外力做功，向外输出能量（以消耗自身的能量为代价），即负功表示物体失去了能量。

4. 例题讲解或讨论

例 1. 课本 $p. 110$ 上的〔例题〕是功的计算公式的应用示范。分析过程中应使学生明确：推力 F 对箱子所做的功，实际上就是推力 F 的水平分力 $F \cos \alpha$ 对箱子所做的功，而推力 F 的竖直分力 $F \sin \alpha$ 的位移 s 的方向是垂直的，对箱子不做功。

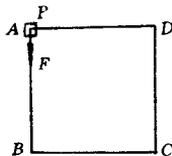


图 3

例 2. 如图 3 所示， $ABCD$ 为画在水平地面上的正方形，其边长为 a ， P 为静止于 A 点的物体。用水平力 F 沿直线 AB 拉物体缓慢滑动到 B 点停下，然后仍用水平力 F 沿直线 BC 拉物体滑动到 C 点停下，接下来仍用水平力 F 沿直线 CD 拉物体滑动到 D 点停下，最后仍用水平力 F 沿直线 DA 拉物体滑动到 A 点停下。若后三段运动中物体也是缓慢的，求全过程中水平力 F 对物体所做的功是多少？

此例题先让学生做，然后找出一个所得结果是 $W = 0$ 的学生发言，此时会有学生反对，并能说出 $W = 4Fa$ 才是正确结果。让后者讲其思路和做法，然后总结，使学生明确在每一段位移 a 中，力 F 都与 a 同方向，做功为 Fa ，四个过程加起来就是 $4Fa$ 。强调：功的概念中的位移是在这个力的方向上的位移，而不能简单地与物体运动的位移画等号。要结合物理过程做具体分析。

例 3. 如图 4 所示， F_1 和 F_2 是作用在物体 P 上的两个水平恒力，大

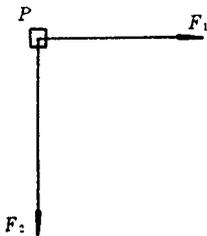


图 4

小分别为 $F_1 = 3\text{N}$ $F_2 = 4\text{N}$,在这两个力共同作用下,使物体 P 由静止开始沿水平面移动 5m 距离的过程中,它们对物体各做多少功?它们对物体做功的代数和是多少? F_1 、 F_2 的合力对 P 做多少功?

此例题要解决两个方面的问题,一是强化功的计算公式的正确应用,纠正学生中出现的错误,即不注意力与位移方向的分析,直接用 3N 乘 5m 、 4N 乘 5m 这种低级错误,引导学生注意在题目没有给出位移方向时,应该根据动力学和运动学知识作出符合实际的判断;二是通过例题得到的结果,使学生知道一个物体所受合力对物体所做的功。等于各个力对物体所做的功的代数和,并从合力功与分力功所遵从的运算法则,深化功是标量的认识。

解答过程如下:位移在 F_1 、 F_2 方向上的分量分别为 $s_1 = 3\text{m}$ 、 $s_2 = 4\text{m}$ F_1 对 P 做功为 9J F_2 对 P 做功为 16J ,二者的代数和为 25J 。 F_1 、 F_2 的合力为 5N ,物体的位移与合力方向相同,合力对物体做功为 $W = Fs = 5\text{N} \times 5\text{m} = 25\text{J}$ 。

例 4. 如图 5 所示。A 为静止在水平桌面上的物体,其右侧固定着一个定滑轮 O,跨过定滑轮的细绳的 P 端固定在墙壁上,于细绳的另一端 Q 用水平力 F 向右拉,物体向右滑动 s 的过程中,力 F 对物体做多少功?(上、下两段绳均保持水平)





本例题仍重点解决计算功时对力和位移这两个要素的分析。如果着眼于受力物体,它受到水平向右的力为两条绳的拉力,合力为 $2F$ 。因而合力对物体所做的功为 $W = 2Fs$;如果着眼于绳子的 Q 端,即力 F 的作用点,则可知物体向右发生 s 位移过程中, Q 点的位移为 $2s$,因而力 F 拉绳所做的功 $W = F \cdot 2s = 2Fs$ 。两种不同处理方法结果是相同的。

(三)课堂小结

1. 对功的概念和功的物理意义的主要内容作必要的重复(包括正功和负功的意义)。
2. 对功的计算公式及其应用的主要问题再作些强调。

说明

1. 考虑到功的定义式 $W = F_s \cos \alpha$ 与课本上讲的功的公式相同,特别是对式中 s 的解释不一,有物体位移与力的作用点的位移之分,因而没有给出明确的功的定义的文字表达。实际问题中会用功的公式正确进行计算就可以了。从例题4可以看出,定义一个力对物体所做的功,将位移解释为力的作用点在力的方向上的位移是比较恰当的。如果将位移解释为受力物体在力的方向上的位移,学生会得出 $W = Fs$ 这一错误结果,这会理直气壮地坚持错误,纠正起来就困难多了。

2. 由于对功的物理意义的讲解是初步的,因而对正功、负功的物理意义的讲解也是初步的。这节课中只是讲到受力物体得到能量还是失去能量这个程度。在学习了机械能守恒定律之后,再进一步作出说明。在机械能守恒的物理过程中,有重力做功,地球上的一个物体的机械能并没有增加,因而正、负功的意义就不能用能量得失关系去说明了。在这种情况下,重力做正功,表示势能向动能转化,重力做负功,表示动能向势能转化,这里的正功、负功不再表示能量得失,而是表示能量转化方向的。



《功率》教学设计

教学目标

1. 理解功率的概念：

(1) 知道功率是表示做功快慢的物理量。

(2) 知道功率的定义和定义公式 $P = W/t$;知道在国际单位制中 , 功率的单位是瓦特(W)。

(3) 知道公式 $P = F/v$ 的物理意义。

2. 掌握功率的计算。

(1) 能够用公式 $P = W/t$ 解答有关的问题。

(2) 能够用公式 $P = F/v$ 解答有关的问题。

重点、难点

1. 功率的概念、功率的物理意义是本节的重点内容 ,如果学生能懂得做功快慢表示的是能量转化的快慢 ,自然能感悟出功率实际上是描述能量转化快慢的物理量。

2. 瞬时功率的概念学生较难理解 ,这是难点。学生往往认为 ,在某瞬时物体没有位移就没有做功问题 ,更谈不上功率了。如果学生没有认识到功率是描述能量转化快慢的物理量 ,这个难点就不易突破 ,因此 ,在前面讲清楚功率的物理意义很有必要 ,它是理解瞬时功率概念和物理意义的基础。



教学过程

(一) 引入课题

首先以提问方式复习上一节所学习的主要内容,重点是功的概念和功的物理意义。

然后提出力对物体做功的实际问题中,有做功快慢之分,物理学中又是如何来描述的?这节课我们就来研究这个问题。

(二) 教学过程设计

1. 功率

初中同学们学习过功率的有关知识,都知道功率是用来描述力做功快慢的物理量。我们一起讨论一些问题。

力 F_1 对甲物体做功为 W_1 ,所用时间为 t_1 ;力 F_2 对乙物体做功为 W_2 ,所用时间为 t_2 ,在下列条件下,哪个力做功快?

$$A. W_1 = W_2, t_1 > t_2$$

$$B. W_1 = W_2, t_1 < t_2$$

$$C. W_1 > W_2, t_1 = t_2$$

$$D. W_1 < W_2, t_1 = t_2$$

上述条件下,哪个力做功快的问题学生都能作出判断,其实都是根据 W/t 这一比值进行分析判断的。让学生把这个意思说出来,然后总结并板书如下:

功率是描述做功快慢的物理量。

功和完成这些功所用的时间之比,叫做功率。如果用 W 表示功, t 表示完成这些功所用的时间, P 表示功率,那么 $P = \frac{W}{t}$

明确告诉学生上式即为功率的定义式,然后说明 P 的单位, W 用 J , t 用 s 作单位, P 的单位为 J/s ,称为瓦特,符号为 W 。最后分析并说明功率是标量。

接下来着重说明,功率的大小与单位时间内力所做的功为等值。

至此,再将功的定义式与速度 v 的定义式作类比,使学生理解,



虽然研究的是不同性质的问题,但是研究方法是相同的(同时也为后面讲瞬时功率做了些准备)。然后提出问题,与学生一起讨论功率的物理意义。

上一节我们讲了功的概念、功的公式之后,经过分析和讨论,对功的物理意义已有所了解。谁能复述一下?

在学生说出做功过程是能量转化过程之后,立即启发:那么做功快慢恰能表明能量转化的快慢吗?因此,应该将功率理解为是描述做功过程中能量转化快慢的物理量,并将这一认识进行板书。

2. 平均功率与瞬时功率

举例 一个质量是 1.0kg 的物体,从地面上方 20m 高处开始做自由落体运动,第 1s 时间内下落的位移是多少?(与学生一块算出是 5m , g 取 10m/s^2) 这 1s 内重力对物体做多少功?(与学生一起算出 $W_1 = 50\text{J}$) 第 2s 时间内物体下落的位移是多少?(15m) 这 1s 内重力对物体做多少功?($W_2 = 150\text{J}$) 前 1s 和后 1s 重力对物体做功的功率各是多大?($P_1 = 50\text{W}$, $P_2 = 150\text{W}$) 这 2s 时间内重力对物体做功的功率是多大?($P = 100\text{W}$)

指出即使是同一个力对物体做功,在不同时间内做功的功率也可能是有变化的。因而,用 $P = W/t$ 求得的功率只能反映 t 时间内做功的快慢,只具有平均的意义。板书如下:

(1) 平均功率

$P = \frac{W}{t}$ 为平均功率的定义式。

(2) 瞬时功率

为了比较细致地表示出每时每刻的做功快慢,引入了瞬时功率的概念,即瞬时功率是表示某个瞬时做功快慢的物理量。

提出瞬时功率如何计算的问题后,作如下推导:

一段较短时间内的平均功率可以写成如下公式($P = \Delta W/\Delta t$), 而 $\Delta W = F \cdot \Delta s$, $\Delta s/\Delta t = F \cdot \bar{v}$, 故有



$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t} = F \cdot \bar{v} \text{ 仍为平均功率。}$$

上式中,当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 即为瞬时速度,因而有下式:

$$P = F \cdot v \text{ 此为瞬时功率计算公式}$$

讨论:

①如果作用于物体上的力 F 为恒力,且物体以速率 v 匀速运动,则力对物体做功的功率保持不变。此情况下,任意一段时间内的平均功率与任一瞬间的瞬时功率都是相同的。

②很多动力机器通常有一个额定功率,且通常使其在额定功率状态工作(如汽车),根据 $P = Fv$ 可知:

当路面阻力较小时,牵引力 F 也小, v 可以大,即汽车可以跑得快些;

当路面阻力较大,或爬坡时,需要比较大的牵引力, v 必须小。这就是爬坡时汽车换低速挡的道路。

③如果动力机器原来在远小于额定功率的条件下工作,例如汽车刚刚起动后的一段时间内,速度逐渐增大过程中,牵引力仍可增大,即 F 和 v 可以同时增大,但是这一情况应以二者乘积等于额定功率为限度,即当 $Fv = P_{\text{额}}$ 以后,这种情况不可能实现。

应用公式 $P = Fv$ 计算 $m = 1 \text{ kg}$ 的物体做自由落体运动中下落 1 s 末和 2 s 末的瞬时功率。

由 $v_1 = 10 \text{ m/s}$ 按公式求得 $P_1 = 100 \text{ J}$; 由 $v_2 = 20 \text{ m/s}$ 按公式求得 $P_2 = 200 \text{ J}$ 。

根据上述结果启发学生思考瞬时功率的物理意义。最后指出,此题中是重力对物体做功,使重力势能逐渐向动能转化。随着时间的延续,重力势能向动能转化加快。

3. 例题讲解

例 1. 如图 1 所示,位于水平面上的物体 A 的质量 $m = 5 \text{ kg}$, 在 F



= 10 N 的水平拉力作用下从静止开始向右运动,位移为 $s = 36\text{ m}$ 时撤去拉力 F 。求在下述两种条件下,力 F 对物体做功的平均功率各是多大?(取 $g = 10\text{ m/s}^2$)

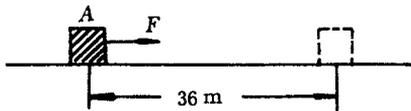


图 1

(1) 设水平面光滑;

(2) 设物体与水平面间的动摩擦因数 $\mu = 0.15$ 。

解答过程可分为三个阶段:①让学生计算力 F 在 36 m 位移中所做的功,强调功只由 F 和 s 这两个要素决定,与其它因素无关,因而两种情况下力 F 做的功相同,均为 $W = 360\text{ J}$ 。②由同学计算这两次做功所用的时间。用牛顿第二定律求出 $a_1 = 2\text{ m/s}^2$, $a_2 = 0.5\text{ m/s}^2$;用 $s = \frac{1}{2}at^2$ 分别求出 $t_1 = 6\text{ s}$, $t_2 = 12\text{ s}$ 。③用功率的定义式即平均功率的计算公式求得 $P_1 = 60\text{ W}$, $P_2 = 30\text{ W}$ 。

如果有的同学用公式 $v_t^2 = 2as$ 分别求出每次的末速度,再用公式

$\bar{v} = v_t/2$ 求出每次的平均速度 \bar{v}_1 和 \bar{v}_2 ,最后用 $P_1 = F\bar{v}_1$ 和 $P_2 = F\bar{v}_2$ 求得最后结果也可以,并指出这是解决问题的另一思路。

例 2. 如图 2 所示,位于水平面上的物体 A,在斜向上的恒定拉力作用下,正以 $v = 2\text{ m/s}$ 的速度向右做匀速直线运动。已知 F 的大小为 100 N ,方向与速度 v 的夹角为 37° 。求:

(1) 拉力 F 对物体做功的功率是多大?

(2) 物体向右运动 10 s 的过程中,拉力 F 对它做多少功?($\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)

通过此例题的解答,让学生掌握功率的计算公式 $P = Fv\cos\alpha$,并提醒学生,不要认为 F 与 v 总是在同一直线上;并且知道,在功率已

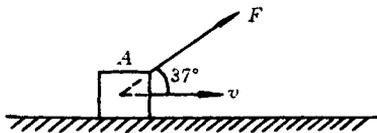


图 2

知的条件下,可以用 $W = P \cdot t$ 计算一段时间内力所做的功。第(1)问的结果为 $P = 160\text{ W}$,第(2)问的结果为 $W = 1\ 600\text{ J}$ 。

例 3. 课本 p. 113 上的例题,先让学生自己看。让学生注意船速增大的物理过程分析,然后结合图 3 再做讲解。指明船在额定功率条件下行驶,牵引力 F 与速度 v 的乘积为一定值,在图中为双曲线,设阻力 f 正比 v ,则这两条线的交点 P 的横坐标值即为最大速度 v_m 。

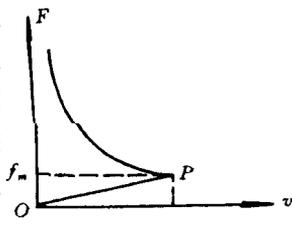


图 3

(三) 课堂小结

1. 我们讲了功率概念之后,得到了两个公式,定义式 $P = W/t$ 和瞬时功率的公式 $P = F \cdot v$ 。

2. 公式 $P = W/t$ 中的 t 趋近于零时, P 即为瞬时功率。不过此公式主要用来计算平均功率。公式 $P = Fv$ 中,当 v 为瞬时速度时, P 即为瞬时功率;当 v 用平均速度 \bar{v} 时,也可以计算平均功率。当然要注意 \bar{v} 所对应的时间段。

说明

1. 将功率理解为表示能量转化快慢的物理量具有普遍意义。如一台电动机的额定功率是 10 kW ,表明它每秒钟可以将 10 kJ 的电能转化为机械能,不管它是否工作。因而机器的功率实际上可以表示



它进行能量转化的能力大小。

2. 力可以做负功,自然也有负功率。学生不问到时可以不讲。课本上也没讲。重要的不是功率的正负问题,而是要结合实际问题说清楚能量转化的方向和快慢。例如,一物体沿粗糙水平面向前滑动,根据 $P = f \cdot v$ 可知其机械能向内能转化,转化的快慢与速度 v 成正比,这就表达清楚了,没有强调负功率的必要。



《动能》教学设计

教学目标

1. 理解动能的概念：

(1) 知道什么是动能。

(2) 由做功与能量关系得出动能公式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,知道在国际单位制中动能的单位是焦耳(J) 动能是标量 ,是状态量。

(3) 正确理解和运用动能公式分析、解答有关问题。

2. 掌握动能定理：

(1) 掌握外力对物体所做的总功的计算 ,理解‘代数和’的含义。

(2) 理解和运用动能定理。

重点、难点

1. 本节重点是对动能公式和动能定理的理解与应用。

2. 动能定理中总功的分析与计算在初学时比较困难 ,应通过例题逐步提高学生解决该问题的能力。

3. 通过动能定理进一步加深功与能的关系的理解 ,让学生对功、能关系有更全面、深刻的认识 ,这是本节的较高要求 ,也是难点。

教具

投影仪与幻灯片若干。



教学过程

一、引入新课

初中我们曾对动能这一概念有简单、定性的了解,在学习了功的概念及功和能的关系之后,我们再进一步对动能进行研究,定量、深入地理解这一概念及其与功的关系。

二、教学过程设计

1. 什么是动能?

它与哪些因素有关?这主要是初中知识回顾,可请学生举例回答,然后总结作如下板书:

物体由于运动而具有的能叫动能,它与物体的质量和速度有关。

下面通过举例表明,运动物体可对外做功,质量和速度越大,动能越大,物体对外做功的能力也越强。所以说动能是表征运动物体做功的一种能力。

2. 动能公式

动能与质量和速度的定量关系如何呢?我们知道,功与能密切相关。因此我们可以通过做功来研究能量。外力对物体做功使物体运动而具有动能。下面我们就通过这个途径研究一个运动物体的动能是多少。

用投影仪打出问题,引导学生回答:

光滑水平面上一物体原来静止,质量为 m ,此时动能是多少?(因为物体没有运动,所以没有动能)。在恒定外力 F 作用下,物体发生一段位移 s ,得到速度 v (如图1),这个过程中外力做功多少?物体获得了多少动能?

$$\text{外力做功 } W = Fs = ma \times \frac{v^2}{2a} = \frac{1}{2}mv^2$$



由于外力做功使物体得到动能，所以 $\frac{1}{2}mv^2$ 就是物体获得的动能，这样我们就得到了动能与质量和速度的定量关系：

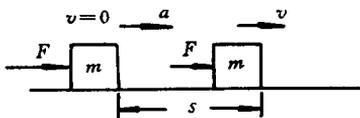


图 1

物体的动能等于它的质量跟它的速度平方的乘积的一半。用 E_k 表示动能，则计算动能的公式为：

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

由以上推导过程可以看出，动能与功一样，也是标量，不受速度方向的影响。它在国际单位制中的单位也是焦耳(J)。一个物体处于某一确定运动状态，它的动能也就对应于某一确定值，因此动能是状态量。

下面通过一个简单的例子，加深同学对动能概念及公式的理解。

试比较下列每种情况下，甲、乙两物体的动能（除下列点外，其他情况相同）

- ① 物体甲的速度是乙的两倍；
- ② 物体甲向北运动，乙向南运动；
- ③ 物体甲做直线运动，乙做曲线运动；
- ④ 物体甲的质量是乙的一半。

在学生得出正确答案后总结：动能是标量，与速度方向无关，动能与速度的平方成正比，因此速度对功能的影响更大。

3. 动能定理

(1) 动能定理的推导



图 2

将刚才推导动能公式的例子改动一下：假设物体原来就具有速



度 v_1 ,且水平面存在摩擦力 f ,在外力 F 作用下 ,经过一段位移 s ,速度达到 v_2 ,如图 2 ,则此过程中 ,外力做功与动能间又存在什么关系呢 ?

外力 F 做功 : $W_1 = Fs$

摩擦力 f 做功 : $W_2 = -fs$

$$\begin{aligned} \text{外力做的总功为 : } W_{\text{总}} &= Fs - fs = ma \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \\ &= E_{k2} - E_{k1} = \Delta E_k \end{aligned}$$

可见 ,外力对物体做的总功等于物体在这一运动过程中动能的增量。其中 F 与物体运动同向 ,它做的功使物体动能增大 ; f 与物体运动反向 ,它做的功使物体动能减小。它们共同作用的结果 ,导致了物体动能的变化。

将上述问题再推广一步 :若物体同时受几个方向任意的外力作用 ,情况又如何呢 ?引导学生推导出正确结论并板书 :

外力对物体所做的总功等于物体动能的增加 ,这个结论叫动能定理。

用 $W_{\text{总}}$ 表示外力对物体做的总功 ,用 E_{k1} 表示物体初态的动能 ,用 E_{k2} 表示末态动能 ,则动能定理表示为 :

$$W_{\text{总}} = E_{k2} - E_{k1} = \Delta E_k$$

(2)对动能定理的理解

动能定理是学生新接触的力学中又一条重要规律 ,应立即通过举例及分析加深对它的理解。

a. 对外力对物体做的总功的理解

有的力促进物体运动 ,而有的力则阻碍物体运动。因此它们做的功就有正、负之分 ,总功指的是各外力做功的代数和 ;又因为 $W_{\text{总}} = W_1 + W_2 + \dots = F_1 \cdot s + F_2 \cdot s + \dots = F_{\text{合}} \cdot s$,所以总功也可理解为合外力的功。



b. 对该定理标量性的认识

因动能定理中各项均为标量,因此单纯速度方向改变不影响动能大小。如匀速圆周运动过程中,合外力方向指向圆心,与位移方向始终保持垂直,所以合外力做功为零,动能变化亦为零,并不因速度方向改变而改变。

c. 对定理中“增加”一词的理解

由于外力做功可正、可负,因此物体在一运动过程中动能可增加,也可能减少。因而定理中“增加”一词,并不表示动能一定增大,它的确切含义为末态与初态的动能差,或称为“改变量”。数值可正,可负。

d. 对状态与过程关系的理解

功是伴随一个物理过程而产生的,是过程量;而动能是状态量。动能定理表示了过程量等于状态量的改变量的关系。

4. 例题讲解或讨论

主要针对本节重点难点——动能定理,适当举例,加深学生对该定理的理解,提高应用能力。

例 1. 一物体做变速运动时,下列说法正确的是 ()

- A. 合外力一定对物体做功,使物体动能改变
- B. 物体所受合外力一定不为零
- C. 合外力一定对物体做功,但物体动能可能不变
- D. 物体加速度一定不为零

此例主要考察学生对涉及力、速度、加速度、功和动能各物理量的牛顿定律和动能定理的理解。只要考虑到匀速圆周运动的例子,很容易得到正确答案 B、D。

例 2. 在水平放置的长直木板槽中,一木块以 6.0 米/秒的初速度开始滑动。滑行 4.0 米后速度减为 4.0 米/秒,若木板槽粗糙程度处处相同,此后木块还可以向前滑行多远?

此例是为加深学生对负功使动能减少的现象,需正确表示动能



定理中各物理量的正负。解题过程如下：

设木板槽对木块摩擦力为 f , 木块质量为 m , 据题意使用动能定理有：

$$-fs_1 = E_{k2} - E_{k1}, \text{ 即 } -f \cdot 4 = \frac{1}{2}m(4^2 - 6^2)$$

$$-fs_2 = 0 - E_{k2}, \text{ 即 } -fs_2 = \frac{1}{2}m4^2$$

二式联立可得 $s_2 = 3.2$ 米, 即木块还可滑行 3.2 米。

此题也可用运动学公式和牛顿定律来求解, 但过程较繁, 建议布置学生课后作业, 并比较两种方法的优劣, 看出动能定理的优势。

例 3. 如图 3, 在水平恒力 F 作用下, 物体沿光滑曲面从高为 h_1 的 A 处运动到高为 h_2 的 B 处, 若在 A 处的速度为 v_A , B 处速度为 v_B , 则 AB 的水平距离为多大?

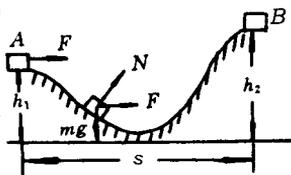


图 3

可先让学生用牛顿定律考虑, 遇到困难后, 再指导使用动能定理。

A 到 B 过程中, 物体受水平恒力 F , 支持力 N 和重力 mg 的作用。三个力做功分别为 Fs , 0 和 $-mg(h_2 - h_1)$, 所以动能定理写为：

$$Fs - mg(h_2 - h_1) = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2)$$

$$\text{解得 } s = \frac{m}{F} \left[g(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}(v_B^2 - v_A^2) \right]$$

从此例可以看出, 以我们现在的知识水平, 牛顿定律无能为力的问题, 动能定理可以很方便地解决, 其关键就在于动能定理不计运动过程中瞬时细节。

通过以上三例总结一下动能定理的应用步骤：

(1) 明确研究对象及所研究的物理过程。

(2) 对研究对象进行受力分析, 并确定各力所做的功, 求出这些力的功的代数和。



(3) 确定始、末态的动能。(未知量用符号表示),根据动能定理列出方程 $W_{\text{总}} = E_{k2} - E_{k1}$

(4) 求解方程、分析结果

我们用上述步骤再分析一道例题。

例 4. 如图 4 所示,用细绳连接的 A、B 两物体质量相等, A 位于倾角为 30° 的斜面上,细绳跨过定滑轮后使 A、B 均保持静止,然后释放,设 A 与斜面间的滑动摩擦力为 A 受重力的 0.3 倍,不计滑轮质量从摩擦,求 B 下降 1 米时的速度大小。

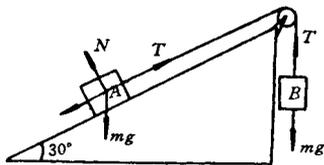


图 4

让学生自由选择研究对象,那么可能的同学分别选择 A、B 为研究对象,而有了则将 A、B 看成一个整体来分析,分别请两位方法不同的学生在黑板上写出解题过程:

$$\text{解法一: 对 A 使用动能定理 } T_s - mgs \cdot \sin 30^\circ - fs = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{对 B 使用动能定理 } (mg - T)s = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{且 } f = 0.3mg$$

$$\text{三式联立解得 } v = 1.4 \text{ 米/秒}$$

解法二: 将 A、B 看成一整体。(因二者速度、加速度大小均一样)此时拉力 T 为内力,求外力做功时不计,则动能定理写为:

$$mgs - mgs \cdot \sin 30^\circ - fs = \frac{1}{2} \cdot 2mv^2$$

$$f = 0.3mg$$

$$\text{二式联立解得 } v = 1.4 \text{ 米/秒}$$

可见,结论是一致的,而方法二中受力体的选择使解题过程简化,因而在使用动能定理时要适当选取研究对象。



三、课堂小结

1. 对动能概念和计算公式再次重复强调。
2. 对动能定理的内容,应用步骤,适用问题类型做必要总结。
3. 通过动能定理,再次明确功和动能两个概念的区别和联系、加深对两个物理量的理解。

说明

1. 由于计算功时质点的位移和动能中的速度都与参照系有关。因此对学习基础较好的学生,可以补充讲解功和动能对不同惯性系的相对性和动能定理的不变性。如时间较紧。可在教师适当提示下,让学生在课下思考解答。

2. 一节课不可能对动能定理的应用讲解的非常全面、深刻,但一定要强调公式各物理量的正确含义,因为动能定理实质上就是能的转化和守恒定律的一种表达形式,掌握好动能定理,以后才能顺利地深入研究动能关系、机械能守恒定律及能的转化和守恒定律。如果一开始就概念不清,很可能影响以后知识的学习。



《势能》教学设计

教学目标

1. 理解重力势能的概念：
 - (1) 知道什么是重力势能，强调‘势’的含义。
 - (2) 通过做功与能量关系，得到重力势能公式 $E_p = mgh$ ，知道在国际单位制中，势能的单位是焦耳(J)，势能是标量。
 - (3) 了解重力势能的相对性及势能差的不变性。
2. 掌握重力做功特点及重力做功与重力势能变化的关系，应用其解决相关问题。
3. 知道弹性势能及其相关因素。

重点、难点

1. 本节重点是重力势能的表达，重力做功与重力势能变化的关系。
2. 对于势能这种潜在做功能力的理解：一旦做了功，势能就发挥出来而减少了。
3. 要强调重力做功与重力势能变化的相反量的关系，这在初学时很容易发生错误，所以应作为难点强调。

教学准备

投影仪及幻灯片(主要用于把课上要举的例题和图打出，节约时间和黑板空间)。



教学过程

(一) 引入新课

我们已知道运动的物体具有动能,那么静止的物体是否有能量?我们又是如何知道它是否具有能量的呢?

根据学生的回答引出新课的内容。

(二) 教学过程设计

1. 重力势能

利用刚才学生举的例子说明,被举高的重物一旦下落就可以做功,表明处于一定高度的重物“储存”着一种能量,这就是重力势能,即重力势能是由于物体处于一定高度而具有的能量。

从重力势能的含义可以看出,它与物体的重力和高度有关,到底是什么关系呢?

2. 重力势能公式

功是能量变化的量度,重力势能的变化也可用做功表示出来。例如,用一外力把一质量为 m 的物体匀速举高 h ,由于是匀速上升,物体的动能不变,外力举高物体做的功 $W = mgh$ 全部用于增加物体的重力势能。而此过程中克服重力做功亦为 mgh ,也就是克服重力做了多少功,就获得了多少重力势能。用 E_p 表示势能,则处于高度 h 处的物体的重力势能为:

$$E_p = mgh$$

即重力势能等于物体重力与高度的乘积。

从势能公式的指导可以看出,它与功一样,在国际单位制中的单位也是焦耳(J),而且也是标量。它是由物体所处的位置状态决定的,所以与动能一样是状态量。

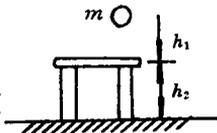


图 1

如图 1,请学生分别写出以桌面和地面为零点的小球的重力势



能 $E_{p1} = mgh_1$, $E_{p2} = mg(h_1 + h_2)$, 可以看出, 结果是与零点选取有关的, 因此在表达重力势能时, 要指明势能零点的位置。再请学生写出两种零点选取情况下, 小球落在桌面上和落在地面上时与初态的重力势能差 $\Delta E_{p1} = -mgh_1$, $\Delta E_{p2} = -mg(h_1 + h_2)$, 这是与零点选取无关的。可见, 不论我们如何选择参照系, 对于一物理过程, 重力势能的改变是一定的。我们今后的学习中, 更多地是研究某物理过程中重力势能的变化, 这时我们就可以适当选择参照系使问题简化, 而不会影响结果。

3. 重力做功与重力势能的变化关系

(1) 重力做功的特点

如图 2, 让学生写出几种情况下, 物体从 $A \rightarrow C$, 重力做的功:

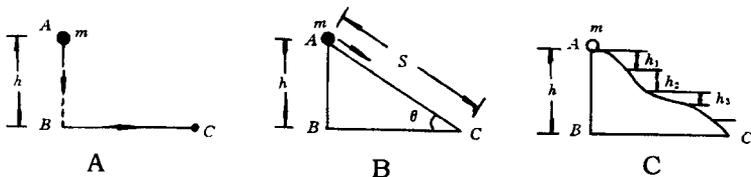


图 2

图 A 是物体由 A 做自由落体到 B, 再水平运动到 C, 容易得出此过程中, 重力做功为 mgh ; 图 B 是物体沿斜面由 A 滑到 C, 重力做功为 $mg s \cdot \sin \theta = mgh$; 图 C 是物体沿曲面由 A 滑到 C, 可以把曲面看成很多段小斜面组成, 利用图 B 的结论可以得出, 重力做功也为 mgh 。教师还可从 A 到 BC 面画任意路径让学生求重力做功, 可以看出结论都为 mgh 。让学生总结出规律。板书:

重力做功与路径无关, 只与物体起点和终点位置的高度差有关。

提问: 其他力(比如摩擦力)做功是否与路径有关? 回答是肯定的。可见, 重力做功的特点不能乱用, 要视具体力而定。同时提醒学生, 今后学习中还会遇到做功具这个特点的力, 让学生在今后遇到新的力时注意这个问题。

(2) 重力做功与重力势能的变化

教师将手中粉笔头竖直上抛,然后让学生分析其上升和下落过程中重力做功与重力势能的变化,如图3,可以看出,上升过程中,重力做功为 $-mgh$,重力势能增加 mgh ;下落过程中,重力做功为 mgh ,重力势能减少 mgh , (或称增加 $-mgh$),启发学生总结出如下结论:

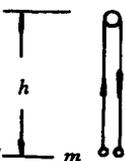


图3

重力做多少正功,重力势能就减少多少;重力做多少负功(或称克服重力做了多少功),重力势能就增加多少。即重力做功等于重力势能的减少量。若用 W_G 表示重力做功, E_{p1} 表示初态的重力势能, E_{p2} 表示末态的重力势能,则上述关系可表达为(板书)

$$W_G = E_{p1} - E_{p2} = -\Delta E_p$$

提醒学生注意公式中两个势能的先后位置和 ΔE_p 前负号的意义($-\Delta E_p$ 指减少量)。

4. 弹性势能

(1) 什么是弹性势能

通过举例看出,发生弹性形变的物体,在恢复形变时能对外界做功,所以它也具有一种潜在的能量,称之为弹性势能。

(2) 弹性势能与什么因素有关?

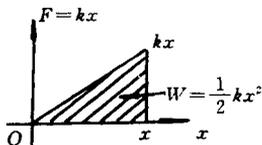


图4

以弹簧为例,引导学生得出弹性势能随弹簧劲度系数和形变量增大而增大的结论。对基础好的学生,还可引导其利用弹力与形变关系的函数图像(如图4)求出弹力的功,从而得出弹性势能的定量

表达式: $E_p = \frac{1}{2}kx^2$,其中 k 为劲度系数, x 为形变量。



5. 例题讲解与讨论

例 1. 图 5 表示一个斜抛物体的运动, 当物体由抛出位置 1 运动到最高位置 2 时, 重力做功是什么? 重力势能改变了多少? 由位置 2 运送到跟位置 1 在同一水平面上的位置 3 时, 重力做功和重力势能的变化是多少? 由位置 1 运动到位置 3 呢?

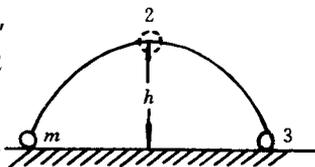


图 5

解答: 由位置 1→2, 重力做功 $-mgh$, 重力势能增大 mgh ; 由位置 2→3, 重力做功 mgh , 重力势能减少 mgh (增加 $-mgh$); 由位置 1→3, 重力做功和势能变化均为零。

此例的目的是再次强化重力做功、重力势能的概念和计算。

例 2. 如图 6, 光滑斜轨道下端与光滑圆周轨道相接。要使小球进入圆周轨道后能经过轨道最高点并不落下来, 至少应使它从斜轨道上多高处由静止开始下滑?

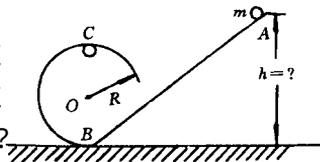


图 6

解答: 因所有轨道都光滑, 所以小球运动过程中, 只有重力做功, 要使小球能经过轨道最高点而不下落, 对小球此时速度有一下限, 也就是此处动能有一下限, 利用动能定理对小球从出发点到圆周轨道最高点的过程列式, 有:

$$mg(h - 2R) = \frac{1}{2}mv_c^2 \geq \frac{1}{2}mv_{\min}^2 = \frac{1}{2}mv_{\min}^2 = \frac{1}{2}m\sqrt{gR}^2$$

$$\text{解得 } h \geq \frac{5}{2}R$$

可以看出, 利用重力做功的特点对全程列式可使问题大大简化。(可让分段列式同学提出自己的解答, 然后比较优劣)

例 3. 如图 7 所示, 一物体质量 $m = 2\text{kg}$, 在倾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面上



的 A 点以初速度 $v_0 = 3\text{ m/s}$ 下滑。A 点距弹簧上的挡板位置 B 的距离为 $AB = 4\text{ m}$,当物体到达 B 后 ,将弹簧压缩到 C 点 ,最大压缩量为 $BC = 0.2\text{ m}$,然后物体又被弹簧弹上去 ,弹到最高位置 D 点 ,D 点距 A 点为 $AB = 3\text{ m}$ 。求 :物体跟斜面间的动摩擦因数。

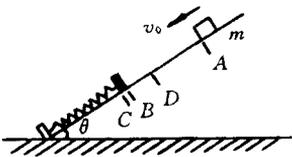


图 7

(g 取 10 m/s^2 ,弹簧及挡板质量不计)

分析 此题一看上去似乎很繁 ,涉及到重力、弹力、摩擦力做功的问题。其实认真分析一下就会发现 ,在物体从 $B \rightarrow C$ 又返回到 B 时 ,弹簧先做负功 ,又做了相等数量的正功。总功为零 ,即弹力功为零 ;而重力做功根据其特点 ,只考虑由 A 到 D 的高度差即可 ;摩擦力做功由于与路径有关 ,须认真计算物体在全程中的位移。可见 ,对不同性质的力做功要具体分析 ,才会既简化问题又避免发生错误。

利用动能定理对 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ 全过程列式 :

$$W_{\text{总}} = mgAD \cdot \sin\theta - f(AB + 2BC + BD) = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1)$$

$$f = \mu mg \cos\theta \quad (2)$$

两式联立可解得 : $\mu = \frac{25}{48} \approx 0.52$

(三) 课堂小结

1. 对势能的含义和表达式予以必要重复。
2. 对重力做功的特点和重力做功与重力势能变化关系予以强调。

3. 回忆上节动能定理。结合本节知识 ,让学生课下思考 :动能定理可变成什么其他形式 ?

又有什么意义 ? 为以后讲功能关系和机械能守恒定律打下基础。



说明

1. 不管是动能定理还是本节所讲的重力做功与重力势能变化的关系,都是过程量与状态量变化之间的关系。因此对过程分析和状态定位非常重要。教师应通过例题强调公式中每个符号的物理意义,不要把顺序搞错,以免给以后深入研究功能关系带来麻烦。

2. 势能是一个较难理解的概念,学生在一节课内不易全面理解和掌握。因此本节没有给出有势力的概念,未通过有势力做功的特点来定义势能,而是直接给出定义和计算公式,这样是为了避免给学生造成理解困难,而淡化了本节的教学重点。可在今后学习中接触了更多势能概念如分子势能、电势能等时,再进一步总结势能特点,深入对它的理解。

3. 关于势能是属于系统的讲解,由于课时所限,在本节提出也难免囫囵吞枣,因此也拟放在讲解机械能守恒定律时再深入讨论。本节先简略说成某物体具多少势能,但不要过分强调这一提法,以免以后纠正困难。



《机械能守恒定律》教学设计

教学目标

1. 在已经学习有关机械能概念的基础上,学习机械能守恒定律,掌握机械能守恒的条件,掌握应用机械能守恒定律分析、解决问题的基本方法。

2. 学习从功和能的角度分析、处理问题的方法,提高运用所学知识综合分析、解决问题的能力。

重点、难点

1. 机械能守恒定律是本意教学的重点内容,本节教学的重点是使学生掌握物体系统机械能守恒的条件;能够正确分析物体系统所具有的机械能;能够应用机械能守恒定律解决有关问题。

2. 分析物体系统所具有的机械能,尤其是分析、判断物体所具有的重力势能,是本节学习的难点之一。在教学中应让学生认识到,物体重力势能大小与所选取的参考平面(零势面)有关;而重力势能的变化量是与所选取的参考平面无关的。在讨论物体系统的机械能时,应先确定参考平面。

3. 能否正确选用机械能守恒定律解决问题是本节学习的另一难点。通过本节学习应让学生认识到,从功和能的角度分析、解决问题是物理学的重要方法之一;同时进一步明确,在对问题作具体分析的条件下,要能够正确选用适当的物理规律分析、处理问题。



教学准备

演示物体在运动中动能与势能相互转化。

器材包括 麦克斯韦滚摆 ,单摆 ,弹簧振子。

主要教学过程

(一) 引入新课

结合复习引入新课

前面我们学习了动能、势能和机械能的知识。在初中学习时我们就了解到,在一定条件下,物体的动能与势能(包括重力势能和弹性势能)可以相互转化,下面我们观察演示实验中物体动能与势能转化的情况。

[演示实验] 依次演示麦克斯韦滚摆、单摆和弹簧振子,提醒学生注意观察物体运动中动能、势能的变化情况。

通过观察演示实验,学生回答物体运动中动能、势能变化情况,教师小结:

物体运动过程中,随动能增大,物体的势能减小;反之,随动能减小,物体的势能增大。

提出问题:上述运动过程中,物体的机械能是否变化呢?这是我们本节要学习的主要内容。

(二) 教学过程设计

在观察演示实验的基础上,我们从理论上分析物理动能与势能相互转化的情况。先考虑只有重力对物体做功的理想情况。

1. 只有重力对物体做功时物体的机械能

问题:质量为 m 的物体自由下落过程中,经过高度 h_1 处速度为 v_1 ,下落至高度 h_2 处速度为 v_2 ,不计空气阻力,分析由 h_1 下落到 h_2 过程中机械能的变化(引导学生思考分析)。



分析 根据动能定理,有

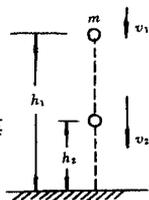
$$W_G = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

下落过程中重力对物体做功,重力做功在数值上等于物体重力势能的变化量。取地面为参考平面,有

$$W_G = mgh_1 - mgh_2$$

由以上两式可以得到

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1$$



引导学生分析上面式子所反映的物理意义,并小结:下落过程中,物体重力势能转化为动能,此过程中物体的机械能总量不变。

指出问题:上述结论是否具有普遍意义呢?作为课后作业,请同学们课后进一步分析物体做平抛和竖直上抛运动时的情况。

明确:可以证明,在只有重力做功的情况下,物体动能和势能可以相互转化,而机械能总量保持不变。

提出问题:在只有弹簧弹力做功时,物体的机械能是否变化呢?

2. 弹簧和物体组成的系统的机械能

以弹簧振子为例(未讲振动,不必给出弹簧振子名称,只需讲清系统特点即可),简要分析系统势能与动能的转化。

明确:进一步定量研究可以证明,在只有弹簧弹力做功条件下,物体的动能与势能可以相互转化,物体的机械能总量不变。

综上所述,可以得到如下结论:

3. 机械能守恒定律

在只有重力和弹簧弹力对物体做功的情况下,物体的动能和势能可以相互转化,物体机械能总量保持不变。这个结论叫做机械能守恒定律。

提出问题:学习机械能守恒定律,要能应用它分析、解决问题。下面我们通过具体问题的分析来学习机械能守恒定律的应用。在具



体问题分析过程中,一方面要学习应用机械能守恒定律解决问题的方法,另一方面通过问题分析加深对机械能守恒定律的理解与认识。

4. 机械能守恒定律的应用

例 1. 在距离地面 20m 高处以 15m/s 的初速度水平抛出一小球,不计空气阻力,取 $g = 10\text{m/s}^2$,求小球落地速度大小。

引导学生思考分析,提出问题:

(1) 前面学习过应用运动合成与分解的方法处理平抛运动,现在能否应用机械能守恒定律解决这类问题?

(2) 小球抛出后至落地之前的运动过程中,是否满足机械能守恒的条件?如何应用机械能守恒定律解决问题?

归纳学生分析的结果,明确:

(1) 小球下落过程中,只有重力对小球做功,满足机械能守恒条件,可以用机械能守恒定律求解;

(2) 应用机械能守恒定律时,应明确所选取的运动过程,明确初、末状态小球所具有的机械能。

例题求解过程:

取地面为参考平面,抛出时小球具有的重力势能 $E_{p1} = mgh$,动能为 $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_0^2$ 。落地时,小球的重力势能 $E_{p2} = 0$,动能为 $E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$ 。根据机械能守恒定律,有 $E_1 = E_2$,即

$$mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

落地时小球的速度大小为

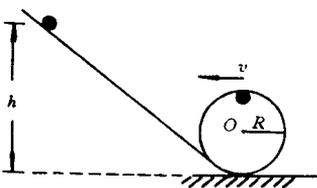
$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{15^2 + 2 \times 10 \times 20}\text{m/s} = 25\text{m/s}$$

提出问题:请考虑用机械能守恒定律解决问题与用运动合成解决问题的差异是什么?

例 2. 小球沿光滑的斜轨道由静止开始滑下,并进入在竖直平面内的离心轨道运动,如图所示,为保持小球能够通过离心轨道最高点而



不落下来 求小球至少应从多高处开始滑下?已知离心圆轨道半径为 R , 不计各处摩擦。



提出问题,引导学生思考分析:

(1) 小球能够在离心轨道内完成完整的圆周运动,对小球通过圆轨道最高点的速度有何要求?

(2) 从小球沿斜轨道滑下,到小球在离心轨道内运动的过程中,小球的机械能是否守恒?

(3) 如何应用机械能守恒定律解决这一问题?如何选取物体运动的初、末状态?

归纳学生分析的结果,明确:

(1) 小球能够通过圆轨道最高点,要求小球在最高点具有一定速度,即此时小球运动所需要的向心力,恰好等于小球所受重力;

(2) 运动中小球的机械能守恒;

(3) 选小球开始下滑为初状态,通过离心轨道最高点为末状态,研究小球这一运动过程。

例题求解过程:

取离心轨道最低点所在平面为参考平面,开始时小球具有的机械能 $E_1 = mgh$ 。通过离心轨道最高点时,小球速度为 v ,此时小球的

机械能为 $E_2 = \frac{1}{2}mv^2 + mg(2R)$ 。根据机械能守恒定律 $E_1 = E_2$, 有

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mg(2R)$$

小球能够通过离心轨道最高点,应满足 $mg \leq m \frac{v^2}{R}$

由以上两式解得 $h \geq \frac{5}{2}R$

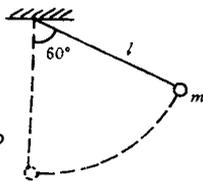
小球从 $h \geq \frac{5}{2}R$ 的高度由静止开始滚下,可以在离心圆轨道内



完成完整的圆周运动。

进一步说明:在中学阶段,由于数学工具的限制,我们无法应用牛顿运动定律解决小球在离心圆轨道内的运动。但应用机械能守恒定律,可以很简单地解决这类问题。

例3.长 $l = 80\text{cm}$ 的细绳上端固定,下端系一个质量 $m = 100\text{g}$ 的小球。将小球拉起至细绳与竖直方向成 60° 角的位置,然后无初速释放。不计各处阻力,求小球通过最低点时,细绳对小球拉力多大? 取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。



提出问题,引导学生分析思考:

(1) 释放后小球做何运动? 通过最低点时,绳对小球的拉力是否等于小球的重力?

(2) 能否应用机械能守恒定律求出小球通过最低点时的速度?

归纳学生分析结果,明确:

(1) 小球做圆周运动,通过最低点时,绳的拉力大于小球的重力,此二力的合力等于小球在最低点时所需向心力;

(2) 绳对小球的拉力不对小球做功,运动中只有重力对球做功,小球机械能守恒。

例题求解过程:

小球运动过程中,重力势能的变化量 $\Delta E_p = -mgh = -mg(l - l \cos 60^\circ)$,此过程中动能的变化量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 。机械能守恒定律还可以表达为

$$\Delta E_p + \Delta E_k = 0 \quad \text{即} \quad \frac{1}{2}mv^2 - mg(l - l \cos 60^\circ) = 0$$

$$\text{整理得} \quad m = \frac{v^2}{l} = 2mg(1 - \cos 60^\circ)$$

$$\text{在最低点时,有} \quad T - mg = m \frac{v^2}{l}$$



在最低点时绳对小球的拉力大小为

$$\begin{aligned} T &= mg + m \frac{v^2}{l} \\ &= mg + 2mg(1 - \cos 60^\circ) \\ &= 2mg \\ &= 2 \times 0.1 \times 10 \text{ N} = 2 \text{ N} \end{aligned}$$

提出问题 通过以上各例题,总结应用机械能守恒定律解决问题的基本方法。

归纳学生的分析,作课堂小结。

(三)课堂小结

1. 在只有重力做功的过程中,物体的机械能总量不变。通过例题分析要加深对机械能守恒定律的理解。

2. 应用机械能守恒定律解决问题时,应首先分析物体运动过程中是否满足机械能守恒条件,其次要正确选择所研究的物理过程,正确写出初、末状态物体的机械能表达式。

3. 从功和能的角度分析、解决问题,是物理学研究的重要方法和途径。通过本节内容的学习,逐步培养用功和能的观点分析解决物理问题的能力。

4. 应用功和能的观点分析处理的问题往往具有一定的综合性,例如与圆周运动或动量知识相结合,要注意将所学知识融汇贯通,综合应用,提高综合运用知识解决问题的能力。

说明

势能是相互作用的物体系统所共有的,同样,机械能也应是物体系统所共有的。在中学物理教学中,不必过份强调这点,平时我们所说物体的机械能,可以理解为是对物体系统所具有的机械能的一种简便而通俗的方法。



《闭合电路欧姆定律》教学设计

教学目标

1. 知识目标

- (1) 掌握闭合电路的欧姆定律；
- (2) 理解端压跟外电路的电阻的关系，理解断路和短路时的端压和电流；
- (3) 理解端压发生变化的根本原因。

2. 能力和方法目标

- (1) 培养学生“发现问题，提出假设，实验研究，得出结论”的探究物理规律的科学思路和方法；
- (2) 通过学习，使学生会用闭合电路欧姆定律解决一些简单的实际问题。

教学方法

在教师指导下，师生共同探讨的启发式教学。

教学器材

电压表、电阻箱、电键、电池组、J1203型蓄电池、导线等各24组。新电池两节，内阻较大的电池一组（电动势为9V以上），灯泡若干，演示用电压表，保险丝，导线若干，单刀双掷开关，投影仪等。



教学过程

1. 引入新课

师:如图 1 电路,将电压表接在电源两端,从电压表上读出的是什么?

生:电源电动势。

演示实验:测电源电动势并观察灯泡亮度。

师:出示图 1 装置示教板,简介实验装置,分别将开关打向 1 和 2,让学生通过电压表的实物投影读电源 E_1 和 E_2 的电动势。

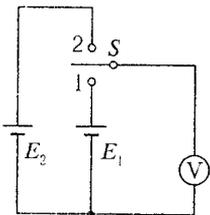


图 1

生: $E_1 = 3V$, $E_2 = 9V$ 。

师:(将电压表换接成小灯泡,开关接 1 时,小灯泡很亮,几乎发白光)问:开关接 2 时,会发生什么情况?

生:(猜测)①烧毁 ②更亮。

师:(开关接通 2,小灯泡还不如接 1 时亮。)

生:(哗然,形成强烈反差)

师:学习了闭合电路欧姆定律后,我们就能解释这一实验现象了。

2. 新课教学

2.1 闭合电路欧姆定律的数学表达式(在教师的启发下,引导学生完成)

师:什么样的电路叫闭合电路呢?

生:由电源和用电器组成的完整电路。

师:电源有哪些重要的参量?

生:电源电动势和内阻。

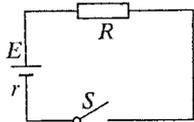


图 2

师:(出示图 2 的动画电路)闭合电路中,流过内电路和外电路的电流有什么关系?



生 相等。

师 :电源的电动势与端压(外电压)、内电压之间的关系是怎样的?

生 $E = U = U'$ 。

师 现设通过电路的电流强度为 I ,外电路的电阻为 R ,电源电阻为 r ,根据欧姆定律,可以把上式进一步写成怎样的形式?

生 根据欧姆定律,外电压 $U = IR$,内电压 $U' = Ir$,代入 $E = U + U'$,可以得出 $E = IR + Ir$ 。

师 :如果我们要探讨电路里的电流强度 I 跟哪些因素有关,有什么关系,还需要把公式改变成怎样的形式?

生 :可以改写成 $I = \frac{E}{R + r}$ 。

师 好,这就是闭合电路欧姆定律的数学表达式。它表示:闭合电路中的电流,跟电源的电动势成正比,跟整个电路的电阻成反比。在公式中, R 的含义是什么?

生 :外电路的总电阻。

师 :对给定的电源, E 、 r 均为定值,外电阻变化时,会引起电路电流的变化, I 随 R 会发生怎样的变化?

生 :由公式知, R 变大则 I 减少, R 变小则 I 增大。

师 根据 $U = IR$, R 变大时端压(外电压)会随之发生怎样的变化呢?

生 (猜测。有人说变大,有人说变小)

师 :请两个学生介绍判断的过程和依据。(暂时不做评价,由“实践是检验真理的标准”过渡到学生实验上来。)

2.2 探讨 U 随 R 变化的规律

学生实验 :探讨 U 随 R 变化的规律

师 如果给你一个电源,一个电键,一个电压表,一个电阻箱,让你来探讨外电压 U 随外电阻 R 变化的规律,你该怎样设计电路?请



画出电路图。

生(画电路图)

师(讲评学生所画电路,指导实验)

生(出示实验数据记录,得出结论)端压随外电阻的增大而增大,随外电阻的减少而减少。二者变化的趋势相同。

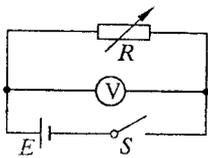


图 3

师:能否根据闭合电路欧姆定律从理论上分析为什么会发生这样的变化?

生(讨论,在教师诱导下得出)

$$\begin{array}{ccccccc}
 I = \frac{E}{R+r} & & U' = Ir & & U = E - U' & & \\
 R \downarrow \longrightarrow & I \uparrow & \longrightarrow & U' \uparrow & \longrightarrow & U \downarrow & \\
 R \uparrow \longrightarrow & I \downarrow & \longrightarrow & U' \downarrow & \longrightarrow & U \uparrow &
 \end{array}$$

师:刚才我们通过实验和理论探讨了端压随外电阻变化的规律,得出了上述结论。请大家再思考,当外电阻很小时,会发生什么情况呢?

生:外电阻减少到零时,会发生短路现象。

师:短路时的电流有多大呢?

生(可能会说无穷大)教师从电路电阻出发引导,使学生得出:短路时: $R=0$, $I=E/r$, $U'=E$, $U=0$ 。

师:短路时的电流取决于 E 、 r 。一般情况下,电源内阻很小,像蓄电池的内阻只有 $0.005\Omega - 0.1\Omega$,所以短路时电流会很大,很大的电流会造成什么后果呢?

演示实验:保险丝熔断现象。

师(出示示教板,简单向学生介绍电路的元件,先让电灯开始正常工作)大家说说,怎样的外电路才算短路呢?

生:将电键合上,使外电路的电阻 $R=0$ 。

师(演示:合上电键,保险丝烧断起烟,小灯泡熄灭)保险丝烧断,说明短路时的电流的确很大。如果没有保险丝,短路时很大的电



流长时间通过电路,就可能损坏电源,甚至酿成火灾。所以在实验操作中和日常生活、生产中要注意避免短路,也不能图方便用铜丝替代保险丝。那么,怎样使电路恢复正常呢?

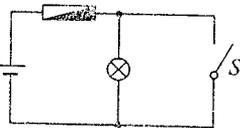


图 4

生(教师引导)先排除故障,再换保险丝。

师:当外电阻很大时,又会发生什么现象呢?

生(引导学生类比得出)断路。

断路时 $R \rightarrow \infty$, $I = 0$, $U' = 0$, $U = E$ 。

师:电压表测电动势就是利用了这一道理。通过前面的讨论,我们对 U 随 R 变化的规律有了了解,但在讨论中都是以电源的 E 、 r 不变作为前提的。如果有两个电源,它们的内阻不同,端电压随外电阻的变化有什么区别呢?

2.3 U 随 R 变化的根本原因

学生实验:探究内阻不同时 U 随 R 变化的特点(电路如图 3)。

师:现有四节干电池组,电动势约 $6V$,内阻阻值大约在 $0.5\Omega \sim 2\Omega$ 之间;有一个蓄电池组,电动势约 $6V$,内阻大约在 $0.005\Omega - 0.1\Omega$ 之间。请大家再做实验,比较这两个电源 U 随 R 变化的特点。

生(实验操作,教师巡回指导)

实验结论:内电阻很小的电源,端电压随外电阻的变化不明显。

师:大家推测一下,当电源内电阻为零时,外电压还随外电阻的变化而变化吗?

生:不随。

师:能否理论推导一下?

生: $r = 0$, 无论 I 如何变化, $U' = Ir = 0$, 故 $U = E - U' = E$ 不变。

师:内电阻等于零的电源叫理想电源,它的端压是不定值,不随外电阻的变化而变化,初中讨论的都是这样的电源。可是,实际的电源都有内阻。正是由于 $r \neq 0$,才导致 U 随 R 的变化。可见, U 随 R 变化的根本原因是……



生 $r \neq 0$ 。

3. 规律应用

演示实验(装置见图5)

师(简单介绍实验装置,电源为6V干电池组)逐个合上电键,灯泡的亮度会不会发生变化?

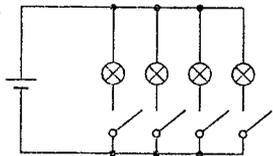


图5

生(讨论,看法不一)

师(实验。结果发现接入电路中的小灯泡亮度逐渐变暗。)怎样解释看到的现象?

生 随着灯泡逐渐接入,外电路的总电阻逐渐减小,外电路的端压逐渐减小,由 $P = U^2/R$ 知,灯泡消耗的实际功率逐渐变小,灯泡亮度变暗。

师(改用蓄电池作电源,再做上述实验,结果发现灯泡亮度几乎不变)

生 蓄电池内阻很小,外电路电阻变化时,端压变化非常小,灯泡消耗的实际功率变化很小,因而亮度几乎不变。

师 这一现象再次说明了……

生 内电阻不为零是端压变化的根本原因。

师 请大家思考,开始上课时做的演示实验为什么会出现那样一个结果?

生(讨论后得出)电源 E_2 的内阻很大,比灯泡的电阻还要大,因此内阻分压也大,第二次加在灯泡两端的外电压没有第一次的大。

师 你们的推理是否正确,实际测量一下就知道了。

演示实验;

师(测图1灯泡两端在电键按1和2两种情况下的端压。结果表明,第二次的端压小于第一次)

生(露出满意的笑容)

师 通过这节课的学习,我们解决了上一节课学习电动势时产生



的‘端压为什么会随外电阻的变化而变’的疑问,得到了闭合电路的欧姆定律,搞清了端压变化的根本原因。在本节课的学习中,有没有新的问题?

生:实验测量中发现,随着外电阻的增大,端压并不是一直增大的,这是为什么?

师(表扬提问问题的学生,引导大家讨论,然后解释)当外电阻大到一定程度时,由闭合电路欧姆定律知,总电流极小,内电阻上的分压趋近于零,端压趋近于电源的电动势,接近于发生了断路现象。

生:老师,你是怎样知道干电池和蓄电池的内阻的?

师:这个问题提的好。我们是在干电池组内阻大于蓄电池组内阻的前提下得出端压变化的根本原因的,如果事实不是这样,则结论也就不成立了,这个问题留做课后思考,下节课我们将通过实验来测定电源的电动势和内阻。实际上今天的课已经告诉了你一种测量方法了……大家还有问题吗?

生:……

4. 小结

4.1 闭合电路欧姆定律是高中电学中的重要规律之一,要掌握其内容并会运用它分析电流强度、端压随外电阻的变化规律。以及端压跟电流强度的关系。根据 $I = E / (R + r)$, $U' = Ir$, $U = E - Ir$ 可知:

$$R \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow U' \uparrow \rightarrow U \downarrow$$

$$R = 0, I = E/r, U' = E, U = 0 \text{ (短路)}$$

$$R \uparrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow U' \downarrow \rightarrow U \uparrow$$

$$R \rightarrow \infty, I = 0, U' = 0, U = E \text{ (断路)}$$

4.2 在初中讨论电路问题时,不考虑电源内阻。到了高中,有些问题常要考虑电源内阻。路端电压随外电阻变化而变化,其根本原因是因为电源有内阻。我们关心路端电压的变化情况,是关系到用电器能否正常工作的问题,这在实际应用中有现实意义。

5. 布置作业(略)



教学设计

1. 闭合电路的欧姆定律在高中“恒定电流”一章中占有重要地位,这是一节承上启下的课。在设计本课时,我十分注意对学生科学素质的培养。在教学中实施素质教育的核心是培养学生的创新精神和实践能力。对于中学生来说,创新精神主要体现在学生应具有创新的意识,其直接的表现就是善于发现问题,善于提出问题。因此在课堂上应把主要精力放在引导学生发现问题并寻找解决问题的途径上。根据上一节课中学生对端压会发生变化所产生的疑问,我设计了本节课的教学流程,旨在通过学生的亲身实践,得到掌握知识、培养能力、形成习惯的最终目的。在这节课的最后,还留给学生一段时间,让他们自己来提问题,并讨论、解答,这也是出于培养创新意识的需要。

2. 利用实验发现规律 利用实验验证结论是贯穿整个课堂教学的一条主旋律。本节课一开始,就利用学生的日常生活经验与演示实验的矛盾巧设“悬念”,使他们的心理经历了一次前科学意识与物理规律的强烈碰撞,求知欲望之火被迅速点燃,从而兴致勃勃地进入了主动学习的“角色”。在教学活动中,一个个演示、学生实验不断地开启学生思维的“阀门”,他们时而全神贯注,时而心领神会,在一系列“发现问题,提出假设,实验研究,得出结论”的过程中,错误的前概念逐步被纠正,科学的物理规律在脑海里扎下了根。物理教学活动的科学性和艺术性得到了有机的统一,科学美的教育也渗透在其中了。

3. 探究 U 随 R 变化的根本原因——内电阻不等于零是本节课教学过程中的一个难点,教材上虽没有对此做出明确要求,但其重要性是不言而喻的。为了突破难点,在教学中设计了一个学生实验,比较蓄电池和干电池端压随外电阻变化的特点,并注意启发学生根据实验结果进行合理的外推,得出了 $r=0$ 时, U 不随 R 变化的结论,降低了教学难度,使学生易于接受。



《闭合电路的欧姆定律》教学设计

教学目的

1. 掌握闭合电路的欧姆定律,学会用它分析解决简单的实际问题。
2. 掌握路端电压随外电阻变化的规律和变化原因,理解断路和短路两种特殊情况。

教学重点

1. 闭合电路的欧姆定律的内容。
2. 外电压随外电阻变化的规律及变化的根本原因。

教学难点

应用定律解决简单的实际问题。

教学方法

在教师指导下,师生共同探讨的启发式教学。

教学仪器

伏特表,安培表,滑动变阻器,电键若干,干电池组,内阻较大的电池(电动势为 9 伏或 15 伏),新 5 号电池两节,灯泡若干,蓄电池(12 伏),保险丝,导线若干,投影仪,单刀双掷开关等。



教学过程

一、新课引入

师 同学们,上课节我们学习了电动势的概念,它等于电源没有接入电路时两极间的电压,并掌握了用伏特表测电动势的方法。

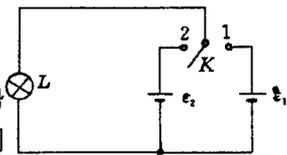


图 1

这块示教板(图 1)上有二个不同的电源——1 号电源(\mathcal{E}_1)和 2 号电源(\mathcal{E}_2),当单刀双掷开关分别扳到位置 1 和位置 2 时,小灯泡分别与 1 号电源和 2 号电源形成闭合回路,请注意此时开关处于断开状态,两个电源都没有跟灯泡形成闭合回路。现在我们就用上节课学过的方法来测定这两个电源的电动势。为此,我们需要一块伏特表。

(出示投影伏特表,简单介绍仪器,并投影)

师 好,我们就用这块伏特表来测电源的电动势。

(先交待测量过程中的注意事项(1)电源与外电路断开。(2)伏特表的接线柱与电源的极性连接要正确。然后,让学生读出测量结果 $\mathcal{E}_1 = 3$ 伏 $\mathcal{E}_2 = 9$ 伏。)

师 通过测量我们发现,这两个电源的电动势相差较大。现在,我把开关扳到位置 1,让灯泡与 1 号电源相接,大家观察灯泡的亮度(演示),亮度怎样?

生 很亮。(小灯几乎发白光。此问题为下一问作铺垫。)

师 现在我想请大家猜一猜,如果老师把开关扳到位置 2,会出现什么情况呢?

生 灯泡会烧毁。(学生反应强烈,绝大部分学生趋向这种看法。)

师 :一定会烧毁吗?(有意增设悬念。)



生(片刻后有个别学生认为)可能不烧,但亮度会亮得多。

师:好,我们冒着烧毁灯泡的“危险”,斗胆来做这个实验,看究竟会出现什么现象?

(演示:结果是灯的亮度不如接3伏电源时亮,学生一片哗然。)

师:大家观察到了什么?

生:灯泡的亮度还不如与1号电源相接时亮。(重复演示一次,以增强对比效果。)

师:灯泡接在电动势高的电源上反而没有接在电动势低的电源上亮,我们如何来解释这一现象呢?(稍停片刻)要圆满解释这一现象,就要用到本节课将学习的内容——闭合电路的欧姆定律。

(板书课题:闭合电路的欧姆定律。)

二、推导闭合电路的欧姆定律的表达式

师:图2是一个简单的闭合电路。在闭合电路中,内、外电压与电动势之间存在一个关系式,大家还记得吗?

生:内、外电压之和等于电动势 $\varepsilon = U + U'$ 。

师:安培表的内阻很小,可近似看作为0,则这个电路中的外电压即是电阻R两端的电压,由欧姆定律可将外电压U写为IR,同理,内电压U'可写为Ir。

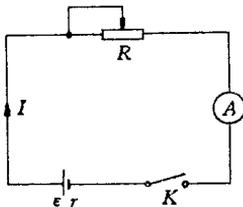


图 2

(板书 $\varepsilon = U + U' = IR + Ir$)

师:这样可得到电流表达式 $I = \varepsilon / (R + r)$ (板书此式)大家看,电流与哪些因素有关呢?

生:电动势和内、外电阻。

师:是一种什么关系呢?

生:与电源的电动势成正比,与内、外电阻的和成反比。

师:对,我们把这个结论写出来。

(板书:闭合电路中的电流,与电源的电动势成正比,与整个电路



的总电阻成反比。)

师:同学们,这就是闭合电路的欧姆定律。(板书:闭合电路的欧姆定律)在此,请大家注意两点

第一点,公式中的 R 表示整个外电路的总电阻。

第二点,一般情况下,电源是给定的,电源的电动势与内阻就确定了,可以当作常数。

这样,外电路 R 的变化就会影响到电流的变化,我们来看看电流的变化情况。

(这引导学生推理,边板书:

当 ε, r 一定时,

$$R \downarrow \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{R+r}} I \uparrow,$$

$R \uparrow \longrightarrow I \downarrow$ 。)

师:不仅如此,变化的电流经过外电路时,势必造成外电压的变化。那么外电压随外电阻会按照一个什么样的规律变化呢?下面我们就一齐来讨论这个问题。

(板书:二、 U 随 R 变化的规律)

三、讨论 U 随 R 变化的规律

师:在这个电路(图2)里,外电压就是 R 两端的电压,我们可以利用什么知识来判定这个电压的变化呢?(稍停片刻)我们能否用部分电路欧姆定律来判定呢?

生:应该能。

师:我们首先看第一种情况,根据欧姆定律 $U = IR$,当 $R \downarrow$ 时,有 $I \uparrow$, R, I 都是变量,在没有给出具体数据的情况下, U 究竟是增大还是减小,单纯利用部分电路的欧姆定律很难判定。那么我们该怎么办呢?

生:(一时难以找到出路。)



师:大家注意,这是一个闭合电路,内、外电压有没有联系?

生:有。

师:有什么联系?

生:内外电压之和等于电动势。

师:电动势有什么特点?

生:是确定的(部分学生已有所悟)。

师:对!如果我们能先判定内电压的变化,那么外电压的变化可不可以判定呢?

生:可以。(兴奋)

师:我们先来看看内电压 $U' = Ir$, r 为常数,所以 U' 的变化很容易判定。下面我们就来推导一下具体变化情况。

(引导学生进行推理并板书:

$$1. R \downarrow \xrightarrow{I = \varepsilon / (R + r)} I \uparrow \xrightarrow{U' = Ir} U' \uparrow \xrightarrow{U = \varepsilon - U'} U \downarrow$$

$$2. R \uparrow \longrightarrow I \downarrow \longrightarrow U' \downarrow \longrightarrow U \uparrow)$$

师:通过大家的努力,咱们从理论上推出了 U 随 R 变化的结果,但正确与否还需要用实验来验证。

(出示示教板,如图 3 所示)

师:这块示教板上的伏特表测的是什么电压?

生:外电压。

师:我们可以通过伏特表和安培表来观察 U 、 I 的变化情况。先检查一下电路。在电路工作前,电键要断开,滑动变阻器要处于有效阻值最大的状态,大家说,滑动头应放在哪个位置?

生:最左端。

师:对。现在我们可以开始验证啦。

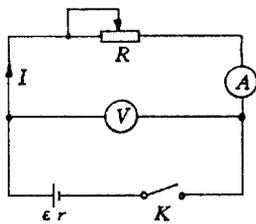


图 3



(演示结果与推论完全一致)

师:实验结果证明咱们的推理完全正确。以上我们讨论了 U 随 R 变化的一般情况,接下来讨论两种特殊情况。

四、讨论两种特殊情况

师:如果图 3 中的滑动头滑到最右端,这时的外电阻为多大呢?

生:为 0。

师:对,可看作 0。这就是第一种特殊情况,叫短路。短路时的电流为多大呢?

生:无穷大。

师:是无穷大吗?好好想想(稍停片刻,让学生思考,有不少学生发现了问题)短路时,外电阻为 0,整个闭合电路中的总电阻为 0 吗?

生:不为 0,还有内阻 r_0 。

师:所以,短路电流为 $I = \varepsilon/r$ 。那内电压 U' 为多少呢?

生: $U' = Ir = \varepsilon$ 。

师:那么此时外电压 U 就一定会……

生:等于 0。

(板书 短路 $R = 0, I = \varepsilon/r, U' = \varepsilon, U = 0$)

师:在这种情况下咱们着重讨论一下电流。此时 I 取决于 ε 、 r_0 。一般情况下,电源内阻很小,象铅蓄电池的内阻只有 $0.005 \sim 0.1$ 欧,非常小。所以短路时,电流会很大,很大的电流流过电路会造成什么后果呢?下面先请大家看一个实验。

(出示示教板,如图 4,简单向学生介绍电路的元件)

师:为了便于观察,在保险丝上悬挂一张小纸片。

(小纸片上画上醒目的斑马线以增强演示可见度)

先让电路开始正常工作。大家说,怎么样外电路才算短路呢?

(有意让学生由理论到实际进行知识迁移。)



生:外阻 R 要等于 0 。

师:在灯泡的两端跨接一根导线就可造成外阻减小到 0 ,也就是发生了短路。大家观察,短路时你看到了什么现象?

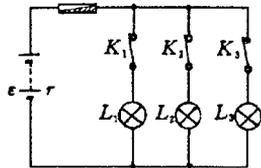


图 4

(演示:保险丝烧断,小纸片落下,小灯泡熄灭)

生(兴奋)保险丝烧断了。

师:保险丝为什么会断?这正说明短路时电流的确很大,剧烈发热而导致保险丝烧断。如果没有保险丝,短路时很大的电流长时间通过电路,就可能损坏电源,甚至酿成火灾,所以在实验操作中和日常生活中千万注意要避免短路,也不能为图方便用铜丝代替保险丝,这样做是很危险的。

(对学生进行安全常识的教育。)

师:现在电路停止工作了,如果要恢复电路的正常工作,我们该怎么办呢?

生:换保险丝。

师:是不是把保险丝一换就行了?

生(少数学生)不行,要排除短路的故障。

师:对,要先排故障,再换保险,不然的话,换了保险还得烧。

(断开电键,拆除短路线,更换保险丝,合上电键,电路重新开始正常工作,学生脸上流露出了愉悦。)

师:电路又重新工作了,由此可见,保险丝对电路确实起到了保护作用,所以才叫它“保险丝”。这是第一种特殊情况。接下来我们来看第二种特殊情况,就是外电路处于断开状态,称这种情况为“断路”。断路时,外电阻趋近于 ∞ 。

(引导学生进行如下推理:

断路: $R \rightarrow \infty, I = 0, U' = 0, U = \epsilon$)

师:我们发现,断路时,外电压 U 等于电源电动势,这正是上节



课讲的:电源的电动势等于电源没有接入电路时两极间的电压。我们用伏特表测电动势正是利用这个道理。当然,伏特表本身构成了外电路,但由于伏特表内阻很大,所以 I 很小,内电压也很小,外电压 U 趋近电动势,但比电动势略小一点,在要求不是特别高的情况下,用这个办法测 ε 很方便。

五、讨论 U 随 R 变化的根本原因

师:通过以上讨论,我们对 U 随 R 变化的规律就有了较详细的了解,但在整个讨论中都是以 ε, r 一定作为前提的,也就是说 $r \neq 0$ 。如果我给你一个特殊的电源, ε 一定,而 $r = 0$,用这个电源来替换原来的电源接入同一电路(图 3),那么 U 还会有这种变化规律呢?

生(意见不一致,等学生充分发表意见后教师再适时点拨。)

师:如果 $r = 0$,则整个电路的总电阻就是外电阻 R ,当 R 变化时, I 会发生变化,但无论 I 如何变, U' 都等于 0,而 $U = \varepsilon$ 保持不变,也就是说,如果 $r = 0$, U 将是恒定值。但十分遗憾的是,实际的电源都有内阻,正是由于 $r \neq 0$,才导致了 U 随 R 的变化,可见,造成 U 随 R 变化的根本原因是……

生(主动接过话) $r \neq 0$ 。

(板书: U 随 R 变化的根本原因: $r \neq 0$)

师:由于电源内阻的存在,就可能出现这样的情况: r 很大,甚至比外阻还大,这时 $U' > U$,用电器实际获得的外电压就会比 ε 小很多。讲到这里,大家想,我们在开始上课时做的实验为什么会出现那样一个结果?

生:2号电源的内阻大。

师:那我们来实际测定一下,这二个电源分别给灯泡提供了多高的电压?(演示:用伏特表测两个电源给灯泡提供的电压:1号电源提供 2.4 伏,2号电源提供 1.6 伏,学生彻底明白了造成这种结果的原因)



师:实验结果充分说明 2 号电源的内阻大于灯泡的电阻。这个实验提醒我们。千万别以为电动势高的电源就一定能向外提供高电压。我们平常只关心电源的 ε , 而很少关心电源的内阻, 这是片面的看法。对所用的电源, 我们不但要了解它的 ε , 还应该了解它的 r_0 。为此, 我们通过应用本节课学习的知识来解答一道例题, 从中学习一种测定 ε, r 的方法。

(投影 P.52 例题, 解答略。)

师:这道例题实际上给我们提供了一种测 ε, r 的方法, 大家看这种方法用到了哪些主要器材?

生(答略)

师:其实, 测定 ε, r 的方法还有很多, 这个问题留待下节课来具体讨论。通过上述内容的研究, 我们对闭合电路的欧姆定律就有了较详细的了解。最后, 我想请大家用本节课学到的知识来观察、分析一个现象。

(出示示教板, 如图 4 所示)

师:先用一组干电池作电源, 它的内阻较大, 把它接在电路里, 合上电键, 灯泡发光, 我想请大家猜测一下, 如果断开其中一盏灯, 其余的灯亮度会不会发生变化?

(等学生充分发表意见后, 演示, 结果是并联的灯泡组数越多, 亮度越暗。)

师:如果换用一个内阻很小的蓄电池作电源, 再做这个实验, 灯泡亮度会不会发生明显变化呢?

(等学生充分发表意见后, 演示, 结果是:亮度无明显变化。学生对演示结果很感兴趣。)

师:为什么会有这种现象, 请大家课后思考、讨论。还请你们回家以后观察另一个现象, 在用电高峰(晚 7—11 点)时, 灯泡不太亮, 但夜深时, 灯泡特别亮, 大家想一想这其中的道理。

作业略。



教学说明

1. 本课的设计原则是:充分发挥学生的主观能动性,使学生成为认识活动的主体。为此要求教师在课堂内把主要精力放在引导学生发现问题并寻找出解决问题的方法上,让学生通过自己的努力得到最终的结果。

2. 好的引入是一堂课成功的一半,能使学生怀着强烈的求知欲望和兴趣进行后续学习。什么东西能引发学生的兴趣呢?一般说来,太熟悉和太不熟悉的东西不能很好地引起学生的注意,学生感兴趣的是与他的过去经验有联系但又有新颖性的尚不了解的东西。本节课的设计正是利用学生的生活经验与物理规律的矛盾来巧设“悬念”的。学生在生活中见到,两节电池比一节电池使灯泡更亮,因此他们自然认为电动势大的电源总比电动势小的电源向外提供的电压要高。但演示实验的结果使他们经历了一次前科学意识与物理规律的强烈碰撞,他们的求知欲望之火被迅速点燃,从而兴致勃勃地进入了“角色”。

3. 探讨 U 随 R 变化的根本原因—— $r \neq 0$ 是个有一定深度的问题,教材上并未对此作明确要求,但教师应意识到这个问题的关键性,并设法让学生体会到这一点。本课采用假定 $r = 0$, 则推出 $U = \varepsilon$ (恒量)的方法来讲这一问题。降低了难度,学生很容易接受。

4. 由于时间关系,也为了分散难点,本节课没有过多地向学生介绍测 ε 、 r 的方法,而是将这些问题有意留待下节课解决。

5. 本课在结尾部分设计了一个演示实验(灯泡亮度的变化),要求学生课后思考、讨论,这样做不但把教学内容延伸至课外,而且也使学生体会到物理是“有用”的科学,让学生养成以物理眼光看周围现象的好习惯,在学以致用中培养学生学习物理的兴趣。



《电阻的测量》教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面的要求：

(1) 了解用伏安法测电阻, 无论用“内接法”还是“外接法”, 测出的阻值都有误差, 懂得误差的产生是由于电压表的分流或电流表的分压作用造成的。

(2) 会根据给出的具体数据考虑选用什么规格的仪器。

(3) 知道欧姆表测电阻的原理。

2. 引导学生理解观察内容的真实性, 鼓励学生寻查意外现象及导演现象所发生的原因。

3. 培养学生细心操作、认真观察的习惯和分析实际问题的能力。

重点、难点

1. 重点是使学生掌握引起测量误差的原因及减小误差的方法。

2. 难点是误差的相对性。

教学准备

电压表, 电流表, 测电阻的示教板。

教学过程

一、引入新课

我们在初中时已经做过了“用电压表、电流表测电阻”的实验, 现



在再做“伏安法测电阻”,是不是简单的重复呢?大家可以回想一下,当初做实验时的情况,把两个示数相除,再多次求平均即可,那你们有没有想过,这样得到的就是电阻的真实值吗?不是,原因在于电压表和电流表都不是理想的。

二、教学过程

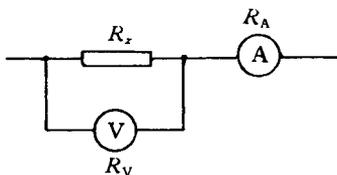
1. 伏安法测电阻

我们已经了解了电流表并非无电阻,而电压表也并不是电阻无穷大,用这样的表去测量电阻,会对测量结果有什么样的影响?

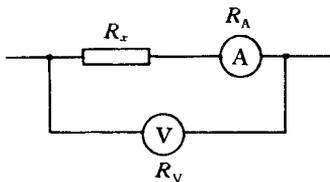
(1)原理:利用部分电路欧姆定律 $R = \frac{U}{I} = \frac{U'}{I'} = \frac{U''}{I''}$

我们利用电压表,电流表测量电阻值时,需把二者同时接入电路,否则无对应关系,没有了测量的意义,那么接入时无非两种接入方法,那么电路应如何?请同学们画出。

(2)电路:



外接法



内接法

如果是理想情况,即 $R_A \rightarrow 0, R_V \rightarrow \infty$ 时,两电路测量的数值应该是相同的。

提出问题,实际上两块表测量的是哪个研究对象的哪个值?测出来的数值与实际值有什么偏差,是偏大还是偏小?

外接法

$U_{测}$ 是 R_x 两端电压,是准确的, $I_{测}$ 是过 R_x 和 V 总电流,所以偏大。



$R_{\text{测}}$ 偏小,是由于电压表的分流作用造成的。

$$R_{\text{测}} = \frac{U_{\text{示}}}{I_{\text{示}}} = \frac{R_x R_v}{R_x + R_v}$$

$$\left[\frac{1}{1 + \frac{R_x}{R_v}} \right] R_x < R_{x\text{填}}$$

实际测的是 R_x 与 R_v 的并联值,随 $R_v \uparrow$,误差将越小。

内接法

$I_{\text{测}}$ 是过 R_x 的电流,是准确的, $U_{\text{测}}$ 是加在 R_x 与 \textcircled{A} 上总电压,所以偏大。

$R_{\text{测}}$ 偏大,是由于电流表的分压作用造成的。

$$R_{\text{测}} = \frac{U_{\text{示}}}{I_{\text{示}}} = R_x + R_A$$

$$R_x \left(1 + \frac{R_A}{R_x} \right) > R_{x\text{填}}$$

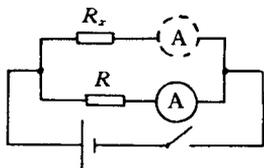
实际测的是 R_x 与 R_A 的串联值,随 $R_A \downarrow$,误差将越小。

进一步提问:为了提高测量精度,选择内、外接的原则是什么?

适用范围: $R_v \ll R_x$ $R_A \ll R_x$

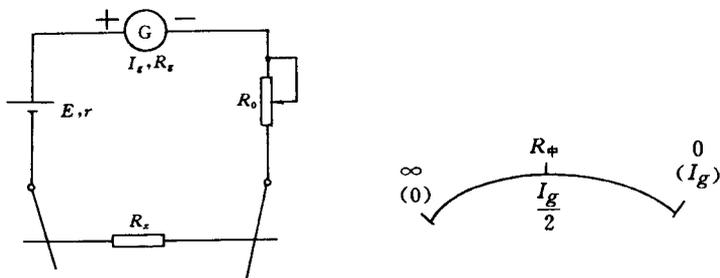
[思考题]给你电源、电流计、已知电阻 R 、开关和未知电阻各一只,如何设计测量电阻的电路。

(方法一、将 \textcircled{A} 前后两次串入 R 和 R_x 各支路,测得电流强度为 I_1 和 I_2 ,应有 $I_1 R = I_2 R_x$,则 $R_x = I_1 R / I_2$ 。)



2. 欧姆表

伏安法测电阻比较麻烦,实际应用时常用能直接读出电阻值的欧姆表来测电阻,关于欧姆表的构造,先请同学们看书。



以上画出的是简单的示意图。借助电流表显示示数,测电阻不同于测电流、电压,表内本身含有电源,表盘上本身刻定的是电流值。试想,在两表笔间接入不同的电阻时,电路中的电流强度会随之发生改变,且一个阻值对应一个电流值,即指针偏在某一位置,所以可知:

(1)原理:闭合电路欧姆定律 $I = \frac{E}{R + r}$

(2)刻度的标定:

①两表笔短接,调 R_0 , 使 $I_g = \frac{E}{R_g + R_0 + r}$ * 刻出“0”;

②两表笔断开,指针不偏,刻出“ ∞ ”;

③任意加上 R_x , $I = \frac{E}{(R_g + R_0 + r) + R_x}$ 在指针偏转到的位置,刻出“ R_x ”;

④若是正好是 $\frac{I_g}{2}$ 呢? 应有 $\frac{I_g}{2} = \frac{E}{(R_g + R_0 + r) + R_x}$, 对照 * 式不难看出此时 $R_x = R_g + R_0 + r$, 是此时的欧姆表内阻,也称中值电阻。

拿出一块欧姆表演示一下刚才的过程,同时说明:

①红、黑表笔的规定是为了与以往的电压表、电流表“+、-”极统一,即电流流入的为正极,电流流出的为负极。

②由于 I 与 R_x 并不是简单的反比关系,所以欧姆表的刻度是不均匀的,从右向左,刻度越来越密。

3. 使用欧姆表的注意事项(请同学回答并总结出)



①测电阻时,要使被测电阻同其他电路脱离开。

②欧姆表一般均有几挡,而且使用时间长了,电池的 E, r 均要发生改变,所以在每次使用前及换挡后都要进行调零。

③每次使用后要把开关拨到 *OFF* 挡或交流电压挡的最大量程。

由此也可看出,利用欧姆表测电阻仅是粗测而已,在此基础上,应再利用伏安法测量才会比较准确。

三、课后小结

1. 伏安法测电阻虽然比较准确,但是无论采用哪种连接方法均会给测量带来误差,这是测量方法本身存在的问题,应属系统误差。

2. 为了使测量误差尽量小,应选出合适的连接方法,可在用欧姆表粗测的基础上选取。

说明

外内接法讲解时采用对照的方式可以加深理解。



《磁现象的电本质》教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面要求：

(1)了解磁现象的电本质 (2)了解磁性材料及其应用。

2. 通过对安培分子电流假说的讲述,一方面要使学生了解科学假说的提出要有实验基础和指 F 导思想,另一方面也要使学生了解假说是科学发展的形式,假说是否正确要看能否解释实验现象,得出的结论是否符合实验结果。安培假说已经得到实验的证实,假说上升为理论——安培分子电流理论。教学中要向学生渗透科学的研究方法。

教学重点

磁铁的磁场也是由运动电荷产生的。

教学准备

1. 演示软磁铁被磁化的实验：

铁架台,条形磁铁,软铁棒,大头针。

2. 演示磁性材料的实验：

电源,通电螺线管,可被轻绳吊起的小磁针,塑料棒,铜棒,铅棒,软铁棒,硅钢棒,扬声器,磁电式仪表,继电器,变压器。



教学过程

一、复习提问

1. 从上节课的学习我们知道了用几种方法可以产生磁场？
回答：磁铁能产生磁场，电流也能产生磁场。
2. 请学生在黑板上画出条形磁铁和通电螺线管周围的磁场。

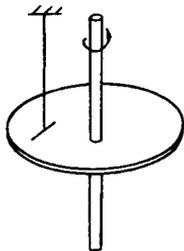
二、引入新课及讲授新课

磁极和电流能够同样产生磁场，通电螺线管和条形磁铁周围的磁场又是那么相似，这些现象使我们想到，磁极的磁场和电流的磁场是不是有相同的起源？

导体中的电流是由运动电荷产生的，因而不难理解，通电导线的磁场是由运动电荷产生的。

介绍美国科学家罗兰的实验：

罗兰把大量的电荷加在一个橡胶圆盘上，然后使圆盘绕中心高速转动，在盘的附近用小磁针来检验运动电荷产生的磁场，结果发现小磁针果然发生了偏转，而且改变盘的转动方向或改变电荷的正负时，小磁针的偏转方向也改变，磁针偏转方向跟运动电荷所形成的电流方向间的关系同样符合安培定则。



这个实验证明了运动电荷确定产生磁场。

磁铁的磁场是否也是由运动电荷产生的呢？法国科学家安培根据环形电流的磁场和磁铁相似提出了著名的分子电流假说。

让学生看书(必修本) $p.71 \sim p.72$ 。

板书：1. 安培分子电流假说



指出:安培分子电流假说是说明科学假说在人们认识自然奥秘中重要作用的范例。安培提出分子假说的时代,人们并不知道物质的微观结构,但安培的指导思想是电与磁的同一性,安培抓住了通电螺线管与条形磁铁相似的事实大胆提出分子电流假说。他的假说不仅有实验基础和指导思想,而且能够解释实验现象,被证实是正确的。

让学生用安培分子电流假说解释以下几种现象:

(1) 软铁棒被磁化。

演示:夹在铁架台上的软铁棒被条形磁铁磁化后可以吸起大头针。

(2) 磁铁受到高温或猛烈的敲击为什么会失去磁性?

让学生自己归纳出磁现象的电本质。(板书)

2. 磁现象的电本质:运动的电荷(电流)产生磁场,磁场对运动的电荷(电流)产生磁场力的作用,所有的磁现象都可以归结为运动电荷(电流)之间通过磁场而发生的相互作用。

关于磁性材料的教学:

演示实验。

通电螺线管的上方吊起小磁针,在螺线管中分别插入塑料棒、铜棒、铅棒等材料时,观察小磁针偏转。可见,它们的插入对磁场影响较小。当插入软铁棒、硅钢棒时,观察小磁针的偏转情况,可见磁场增加很多。

而后向学生指出:大多数物质对磁场的影响都很小,只有少数几种材料如铁、镍、钴及一些合金材料等才能对磁场影响较大,它们能使磁场增加几千倍,甚至上百万倍,这种材料叫铁磁性材料。

向学生介绍硬磁性材料和软磁性材料。

向学生同时展示扬声器、电磁式仪表中的永磁铁、继电器、变压器中的硅钢片。

提出问题:



(1) 什么时候用硬磁性材料?

(2) 什么时候用软磁性材料?

启发学生自己归纳。

提出问题: 非铁磁性材料是否有用?

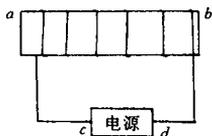
启发学生想到, 手表式指南针的表壳要用非铁磁性材料来做。

三、习题课部分

例 1. 如图所示, 放在通电螺线管内部中间处的小磁针, 静止时 N 极指向右, 试判断电源的正负极。

分析和解答:

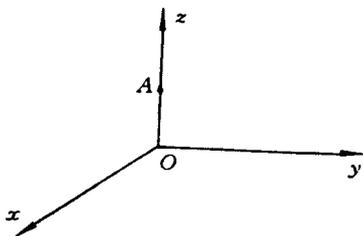
小磁针 N 极的指向即为该处的磁场方向, 所以在螺线管内部磁感线由 $a \rightarrow b$, 根据安培定则可判断电流由电源的 c 端流出, 由 d 端流入。故 c 端为正极, d 端为负极。



注意: 不要错误认为螺线管 b 端吸引小磁针的 N 极就相当于条形磁铁的南极, 关键要分清螺线管内部磁感线分布。

例 2. 如图所示, 若一束电子沿 y 轴正方向移动, 则在 z 轴上某点 A 点磁场方向应该是 ()

- A. 沿 x 轴的正向
- B. 沿 x 轴的负向
- C. 沿 x 轴的正向
- D. 沿 z 轴的负向



分析和解答:

电子沿 y 轴正方向移动, 相当于电流方向沿 y 轴负方向, 根据安培定则可判断在 z 轴上的 A 点的磁场方向应该沿 x 轴负方向。故选 B。



四、小结本节要点

1. 安培分子假说 :物质微粒内部存在着环形分子电流。
2. 安培分子假说对各种磁现象的解释 :分子电流取向杂乱无章时无磁性 ,分子电流取向大致相同时有磁性。
3. 磁现象的电本质 :磁铁和电流的磁场都是由电荷的运动产生的。

五、布置作业

1. 完成书后 $p.73 \sim p.74$ (1)(2)(3)(4)。
2. 自制一个指南针 ,并完成 $p.74$ 小实验。

说明

1. 安培分子假说是说明科学假说在人们认识自然奥秘中重要作用的范例。

安培提出分子假设时人们还不知道物质的微观结构 ,但安培的指导思想是电与磁的统一性。电与磁的统一是一个非常重要的思想 ,这个思想引导奥斯特发现了电流的磁效应 ,引导法拉第发现了电磁感应现象 ,最后引导麦克斯韦建立了统一的电磁场理论。安培抓住了通电螺线管与条形磁铁磁场相似的事实大胆提出分子电流假说。安培的思路对人们有极大的启发。我们在教学中应有意向学生渗透这种科学的研究方法 ,这对培养学生思维能力很有好处。

2. 教材中对磁现象的电本质表述要注意不要说成一切磁场都是由运动电荷产生的 ,在后边我们介绍麦克斯韦电磁理论时 ,还要指出“变化的电场产生磁场”。



《磁感应强度》教学设计

教学目标

1. 掌握磁感应强度的定义和磁通量的定义。
2. 掌握利用磁感应强度的定义式进行计算。
3. 掌握在匀强电场中通过面积 S 的磁通量的计算。
4. 搞清楚磁感应强度与磁场力,磁感应强度与磁通量的区别和联系。

重点、难点

1. 重点是磁感应强度和磁通量的概念。
2. 磁感应强度的定义是有条件的,它必须是当通电直导线 L 与磁场方向垂直的情况下, $B = \frac{F}{IL}$ 才成立。
3. 磁通量概念的建立也是一个难点,讲解时,要引入磁感线来帮助学生学习理解和掌握。

教具

1. 通电导体在磁场中受力演示。
2. 电流天平。(选用)
3. 挂图(磁感线、磁通量用)。



教学过程

一、引入新课

提问 :什么是磁现象的电本质 ?

应答 :运动电荷(电流)在自己周围空间产生磁场,磁场对运动电荷或电流有力的作用,磁极与磁极、磁极与电流、电流与电流之间发生相互作用都可以看成是运动电荷之间通过磁场而发生相互作用。这就是磁现象的电本质。

为了表征磁场的强弱和方向,我们引入一个新的物理量:磁感应强度。我们都知道电场强度是描述电场力的特性的,那么磁感应强度就是描述磁场力特性的物理量,因此我们可以用类比的方法得出磁感应强度的定义来。

提问 :电场强度是如何定义的 ?

应答 :电场中某点的电场强度等于检验电荷在该点所受电场力与检验电荷电量之比。其定义式是 $E = \frac{F}{q}$,该点电场强度的方向是正的检验电荷在该点的受力方向。

二、教学过程设计

1. 磁感应强度(板书)

通过实验,得出结论,当通电直导线在匀强磁场中与磁场方向垂直时,受到磁场对它的力的作用。对于同一磁场,当电流加倍时,通电导线受到的磁场力也加倍,这说明通电导线受到的磁场力与通过它的电流强度成正比。而当通电导线长度加倍时,它受到的磁场力也加倍,这说明通电导线受到的磁场力与导线长也成正比。对于磁场中某处来说,通电导线在该处受的磁场力 F 与通电电流强度 I 与导线长度 L 乘积的比值是一个恒量,它与电流强度和导线长度的大



小均无关。在磁场中不同位置,这个比值可能各不相同,因此,这个比值反映了磁场的强弱。

提问:类比电场强度的定义,谁能根据以上实验事实用一句话来定义磁感应强度,用 B 来表示,并写出它的定义式。

回答:磁场中某处的磁感应强度等于通电直导线在该处所受磁场力 F 与通电电流和导线长度乘积 IL 的比。定义式为

$$B = \frac{F}{IL}$$

再问:通电直导线应怎样放入磁场?

应答:通电直导线应当垂直于磁场方向。

指出前面的回答对磁感应强度的论述是不严密的。(不管学生回答的严密不严密)应强调通电直导线必须在垂直磁场方向的条件下,该定义才成立。在测量精度要求允许的条件下,在非匀强磁场中,当通电导线足够短,可以近似地看成一个点,在该点附近的磁场也可近似地看成是匀强磁场,则 $B = \frac{F}{IL}$ 也就表示它所在磁场中某点的磁感应强度。

小结(板书)

(1)磁感应强度的定义

在磁场中某处垂直于磁场方向的通电直导线,受到的磁场力 F , 跟通电电流强度和导线长度的乘积 IL 的比值叫做该处的磁感应强度 B 。

(2)磁感应强度的公式(定义式):

$$B = \frac{F}{IL}$$

(3)磁感应强度的单位(板书)

在国际单位制中, B 的单位是特斯拉(T),由 B 的定义式可知:

$$1 \text{ 特}(T) = 1 \frac{\text{牛}(N)}{\text{安}(A) \cdot \text{米}(m)}$$



(4) 磁感应强度的方向(板书)

磁感应强度是矢量,不但有大小,而且有方向,其方向即为该处磁场方向。

顺便说明,一般的永磁体磁极附近的磁感应强度是 0.5T 左右,地球表面的地磁场的磁感应强度大约为 $5.0 \times 10^{-5} \text{T}$ 。

练习 1. 匀强磁场中长 2cm 的通电导线垂直磁场方向,当通过导线的电流为 2A 时,它受到的磁场力大小为 $4 \times 10^{-3} \text{N}$,问:该处的磁感应强度 B 是多大?(让学生回答)

应答:根据磁感应强度的定义

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{4 \times 10^{-3}}{2 \times 2 \times 10^{-2}} = 0.1 \text{T}$$

在这里应提醒学生在计算中要统一单位,计算中必须运用国际单位。

再问:若上题中,电流不变,导线长度减小到 1cm,则它受磁场力 F 和该处的磁感应强度 B 各是多少?若导线长不变,电流增大为 5A,则它受磁场力 F 和该处的磁感应强度 B 各是多少?

引导学生讨论,得出正确的答案: $2 \times 10^{-3} \text{N}$, 0.1T; $1 \times 10^{-2} \text{N}$, 0.1T,并指出,某处的磁感应强度由建立该磁场的场电流情况和该点的空间位置来决定,与检验通电直导线的电流强度大小、导线长短无关。

练习 2. 检验某处有无电场存在,可以用什么方法?检验某处有无磁场存在,可以用什么方法?

回答:检验有无电场存在,可用检验电荷,把检验电荷放在被检验处,若该检验电荷受到电场力作用,则该处有电场存在,场强不为零;若该检验电荷没有受到电场力作用,该处没有电场存在或该处场强为零。检验某处有无磁场存在,可用“检验电流”,把通电导线放在被检验处,若该通电导线受磁场力作用,则该处有磁场存在,磁感应强度不为零;若该通电导线不受磁场力作用,则该处无磁场存在,该



处磁感应强度为零。

追问:如果通电导线不受磁场力,该处是一定不存在磁场,磁感应强度一定为零吗?

引导学生讨论,得出“不一定”的正确结果。因为当通电导线平行磁场方向放在磁场中,它是不受磁场力作用的(这是实验证明的结论)。再次强调磁感应强度定义的条件:通电直导线必须垂直磁场方向放置。

再问:如何利用通电导线检验某处磁场的存在与否呢?

应答:可以改变通电导线的方向,若在各个方向均不受磁场力作用,则该处没有磁场。

再问:在通电导线在不同方法检测,至少检测几次就可确定该处没有磁场存在?

应答:至少在相互垂直的两个方向上检测两次。先将其放在任意方向检测,若此时其不受磁场力作用,则再将通电导线沿垂直刚才的方向放置,若此时其仍不受磁场力作用,则说明该处无磁场存在。

2. 磁感线(板书)

磁感线和电场线一样也是一种形象描述磁场强度大小和方向分布的假想的线,磁感线上各点的切线方向即该点的磁感应强度方向,磁感线的密疏,反映磁感应强度的大小。通过挂图应让学生熟悉条形磁铁、蹄形磁铁、直线电流、环形电流、通电螺线管的磁感线的分布,并正确地用“右手”安培定则判断直线电流、环形电流和通电螺线管的磁感线方向与电流方向的关系。

3. 磁通量(板书)

磁感线和磁感应强度的关系。为了定量地确定磁感线的条数跟磁感应强度大小的关系,规定:在垂直磁场方向每平方米面积的磁感线的条数与该处的磁感应强度大小(单位是特)数值相同。这里应注意的是一般画磁感线可以按上述规定的任意倍来画图,这种画法只能帮助我们了解磁感应强度大小、方向的分布,不能通过每平方米的



磁感线数来得出磁感应强度的数值。

提问:各点电场强度方向、大小均相同的电场叫什么电场?这种电场电场线的分布有什么特点?

应答:这种电场叫做匀强电场,匀强电场电场线的分布是间距相同方向一致的平行直线。

提问:什么叫做匀强磁场,怎样用磁感线描述匀强磁场?

应答:对于某范围内的磁场,其磁感应强度的大小和方向均相同,则该范围内的磁场叫做匀强磁场。可以用间距相同、方向一致的平行直线描述匀强磁场。

距离很近,相对面积相同且互相平行的异名磁极之间的磁场都可看做是匀强磁场。密绕螺线管中的磁场也可看做是匀强磁场。

(1) 磁通量的定义(板书)

穿过某一面积的磁感线的条数,叫做穿过这个面积的磁通量,用符号 Φ 表示。

(2) 磁通量与磁感应强度的关系(板书)

因为按前面的规定,穿过垂直磁场方向单位面积的磁感线条数,等于磁感应强度 B ,所以在匀强磁场中,垂直于磁场方向的面积 S 上的磁通量 Φ 为

$$\Phi = BS$$

若平面 S 不跟磁场方向垂直,则应把 S 平面投影到垂直磁场方向的面上,若这两上面间夹角为 θ ,则:

$$\Phi = BS_{\perp} = BS\cos\theta$$

当平面 S 与磁场方向平行时 $\theta = 90^\circ$ $\Phi = 0$ 。

(3) 磁通量的单位(板书)

在国际单位中,磁通量的单位是韦伯(Wb),简称韦。

$$1 \text{ 韦}(Wb) = 1 \text{ 特}(T) \times 1 \text{ 米}^2(m^2)$$

由 $\Phi = BS$,可得 $B = \Phi/S$,所以磁感应强度 B 等于垂直于磁场单位面积上的磁通量,也叫做磁通密度,用韦(Wb)米²作单位。

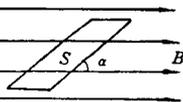


(4) 磁通量是标量(板书)

磁通量是标量,只有大小,无方向。

课堂练习

练习3. 如图所示,平面 $S = 0.6 \text{ m}^2$,它与匀强磁场方向的夹角 $\alpha = 30^\circ$,若该磁场磁感应强度 $B = 0.4 \text{ T}$,求通过 S 的磁通量 Φ 是多少?(可让几个同学同时到黑板上演算。)



学生演算时,常有些同学会套公式:

$$\Phi = BS \cos \theta = 0.4 \times 0.6 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.2\sqrt{3} \text{ Wb}$$

为此再一次强调, $\Phi = BS \cos \theta$ 中的 θ 是平面 S 与垂直磁场方向平面间的夹角,在此题中它应是 α 的余角,所以此题的正确解法应是

$$\begin{aligned} \Phi &= BS \cos(90^\circ - \alpha) = BS \sin \alpha \\ &= 0.4 \times 0.6 \times \sin 30^\circ = 0.12 \text{ Wb} \end{aligned}$$

说明

1. 用通电直导线检验磁场的存在或磁感应强度的大小,若不管怎样变化导线方向,某处通电直导线都不受安培力作用,严格地讲这只能说明该处的磁感应强度为零,而不能断定该处无磁场。就像检验电荷在某点不受电场力作用,只能说明该点电场强度为零或是合场强为零,而不能断定该点没有电场一样。

2. 磁通量是标量,它只有大小,而没有方向。虽然从一个平面正面穿过一条磁感线与从反面穿过一条磁力线是不相等的(或说是相反的),可用正负号表示,但这个正负只是表示磁感线是从哪边穿过该平面的,而不是表示磁通量的方向。



《磁感应强度 磁通量》教学设计

教学目标

1. 理解磁感应强度和磁通量概念。
2. 掌握用磁感线描述磁场的方法。
3. 了解匀强磁场的特点,知道磁通密度即磁感应强度。
4. 采用类比法,从电场强度概念引入分析,据比值法定义,建立磁感应强度概念。培养学生分析问题的能力和研究问题的方法。

重点、难点分析

磁感应强度是描述磁场性质的物理量,其概念的建立是本章的重点和难点。

1. 在磁场中某处,垂直磁场方向放置的通电直导线,所受的磁场力与其导线长度和电流强度乘积的比值是不变的恒量,即只要在磁场中的位置不变,若是改变垂直磁场方向放置的导线长度,或改变其中的电流强度,则所受的磁场力改变,但磁场力与导线长度和电流强度乘积的比值是不变的,为一特定恒量,说明该恒量反映了磁场在该处的性质。如果改变磁场中的位置,再垂直磁场方向放置通电直导线,其所受磁场力与导线长度和电流强度乘积的比值又是一个不同的恒量,该恒量即反映磁场在这一位置场的性质。磁场的这种性质命名为磁感应强度。

这正可与电场类比:放在电场中某点的检验电荷所受到的电场力与其电量的比值是不变的恒量。它反映电场性质,命名为电场强



度。

同是比值法定义。

2. 磁通量是指穿过某个“面”的磁感线条数。因此一说磁通量必须指明是穿过哪个面的磁通量；“面”定了则面积大小定了，放在确定的磁场中，如果磁场方向与面的夹角不同，则穿过该面的磁感线条数不同。同样的面积，确定的磁场，垂直磁场方向放置，则穿过的磁感线条数最多，因此定义：垂直磁场方向放置的面积为 S 的面，其磁通量 $\Phi = B \cdot S$ 。

3. 磁感线的条数不是随意画的，它是由磁感应强度大小决定的。垂直磁场方向单位面积上的磁通量——即单位面积上的磁感线条数，叫磁通密度， $B = \Phi/S$ ，即磁感应强度。

教具

干电池组， U 形磁铁，水平平行裸铜线导轨，直铜棒，带夹导线三根，开关。

教学过程

1. 引入新课：

复习电场，为用类比法建立磁感应强度概念作准备。

提问：电场的基本特性是什么？（对其中的电荷有电场力的作用。）

空间有点电荷 Q 建立的电场，如在其中的 A 点放一个检验电荷 q_1 ，受电场力 F_1 ，如改放电荷 q_2 ，受电场力 F_2 ，则 $\frac{F_1}{q_1}$ 与 $\frac{F_2}{q_2}$ 有何关系，说明什么？（比值为恒量，反映场的性质，叫电场强度。）

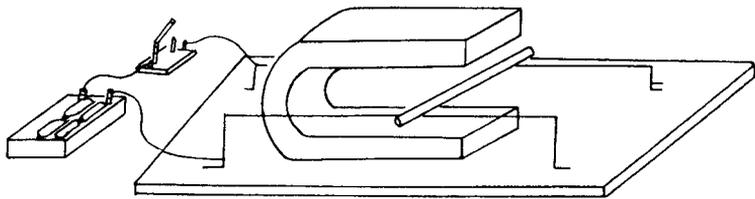
磁场的基本特征是什么？（对其中的电流，即通电导线有磁场力的作用。）



对磁场的这种特性如何描述呢？

2. 观察实验

磁场对通电直导线有力的作用,引导学生作定性分析,得出:确定的磁场,对通电直导线的作用力大小与直导线的长度 L 、通入电流强度 I ,以及导线上电流方向与磁场方向夹角有关。



(1) 通电导线在磁场中受到力的作用——磁场力 F 。 F 的方向与何有关?(磁场方向,电流方向,左手定则。)

(2) 如果磁场确定,则 F 的大小与何有关?

如使导线与磁场平行放置, $F = ?$ 垂直放置又如何?

如改变导线长度, F 如何变化?

如果改变导线上的电流强度, F 如何变化?

总结 精确的实验表明通电直导线垂直放置在确定的磁场中受到的磁场力 F 跟通过的电流强度 I 和导线长度 L 成正比,或者说跟 $I \cdot L$ 的乘积成正比。这就是说无论怎样改变电流强度 I 和导线长度 L ,乘积 IL 增大多少倍,则 F 也增大多少倍。比值 F/IL 是恒量。

如果改变在磁场中的位置,垂直磁场放置的通电导线 F/IL 比值又会是新的恒量,均反映磁场的性质。

正如电场特性用电场强度来描述一样,磁场特性用一个新的物理量——磁感应强度来描述。

3. 板书:磁感应强度(B)

(1) 定义:在磁场中垂直于磁场方向的通电导线,所受到的磁场



力 F 跟电流强度 I 和导线长度 L 的乘积 IL 的比值,叫做通电导线所在处的磁感应强度,用 B 表示。

(2)公式: $B = F/(I \cdot L)$

(3)矢量: B 的方向与磁场方向,即小磁针 N 极受力方向相同。

(4)单位: 特斯拉 (T) $1T = 1N/(A \cdot m)$, 即垂直磁场方向放置的长 $1m$ 的导线, 通入电流为 $1A$, 如果受的磁场力为 $1N$, 则该处的磁感应强度 B 为 $1T$ 。

一般永久磁铁磁极附近的磁感应强度约为 $0.4T \sim 0.7T$, 电机和变压器铁心中, 磁感应强度为 $0.18T \sim 1.4T$, 地面附近地磁场的磁感应强度约为 $0.5 \times 10^{-4} T$ 。

4. 板书: 匀强磁场

磁感应强度的大小和方向处处相同的区域, 叫匀强磁场。

其磁感线平行且等距。长的通电螺线管内部的磁场、两个靠得很近的异名磁极间的磁场都是匀强磁场。

如用 $B = F/(I \cdot L)$ 测定非匀强磁场的磁感应强度时, 所取导线应足够短, 以能反映该位置的磁场为匀强。

5. 板书: 磁通量 (Φ)

在后面的电学学习中, 我们要讨论穿过某一个面的磁场情况。我们知道, 磁场的强弱 (即磁感应强度) 可以用磁感线的疏密来表示。如果一个面积为 S 的面垂直一个磁感应强度为 B 的匀强磁场位置, 则穿过这个面的磁感线的条数就是确定的。我们把 B 与 S 的乘积叫做穿过这个面的磁通量。

(1) 定义: 面积为 S , 垂直匀强磁场 B 放置, 则 B 与 S 的乘积, 叫做穿过这个面的磁通量, 用 Φ 表示。

(2) 公式: $\Phi = B \cdot S$

(3) 单位: 韦伯 (Wb) $1Wb = 1T \cdot m^2$

磁通量就是表示穿过这个面的磁感线条数。



6. 板书:磁通密度

定义:穿过单位面积的磁通量叫磁通密度,即磁感应强度

$$B = \frac{\Phi}{S}.$$

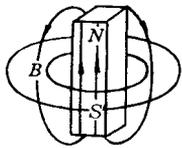
磁通密度大,即穿过单位面积的磁感线条数多,一定是磁感线很密,磁场很强,磁感应强度大。 $\frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$ 即 T。

7. 课堂小结

(1)磁感应强度既反映了磁场的强弱又反映了磁场的方向,它和磁通量都是描述磁场性质的物理量,应注意定义中所规定的条件,对其单位也应加强记忆。

(2)磁通量的计算很简单,只要知道匀强磁场的磁感应强度 B 和所讨论的面积 S ,在面与磁场方向垂直的条件下 $\Phi = B \cdot S$ 。(不垂直可将面积做垂直磁场方向上的投影。)磁通量是表示穿过所讨论面的磁感线条数的多少。在今后的应用中往往根据穿过面的净磁感线条数的多少定性判断穿过该面的磁通量的大小。

例 如图所示,在条形磁铁中部垂直套有 A、B 两上圆环,试分析穿过 A 环、B 环的磁通量谁大。



解:此题所给条件是非匀强磁场,不能用 $\Phi = B \cdot S$ 计算,只能比较穿过两环的磁感线净条数多少,来判断磁通量的大小。条形磁铁的磁感线是从 N 极出发,经外空间磁场由 S 极进入,在磁铁内部的磁感线是从 S 极向 N 极,又因磁感线是闭合的平滑曲线,所以条形磁铁内外磁感线条数一样多。从下向上穿过 A、B 环的磁感线条数一样多,而从上向下穿过 A 环的磁感线多于 B 环,则 A 环从下向上穿过的净磁感线少于 B 环,所以 B 环的磁通量大于 A 环磁通量。

另外一个面积是 S 的面,垂直匀强磁场 B 放置,则穿过该面的磁通量 $\Phi = B \cdot S$ 。如果该面转动 180° 则穿过该面的磁通量改为了 $2BS$ 。



(3)磁感应强度概念的建立是通过类比法和用比值法定义的方法。同学们可总结一下,我们还在什么问题上使用过这两种方法,从而提升自己分析问题和研究问题的能力。



《磁场对电流的作用》教学设计

教学目标

1. 掌握磁场对电流作用的计算方法。
2. 掌握左手定则。

重点、难点分析

1. 重点是在掌握磁感应强度定义的基础上,掌握磁场对电流作用的计算方法,并能熟练地运用左手定则判断通电导线受到的磁场的方向。

2. 计算磁场力时,对通电导线在磁场中的不同空间位置,正确地运用不同的三角函数和题目提供的方位角来计算是难点。

教学过程

一、引入新课

复习提问:

1. 磁感应强度是由什么决定的?

答:磁感应强度是由产生磁场的场电流大小、分布和空间位置确定的。

2. 磁感应强度的定义式是什么?

答:磁感应强度的定义是 $B = \frac{F}{IL}$ 。



3. 磁感应强度的定义式在什么条件下才成立?

答:只有在通电直导线垂直磁场方向放入匀强磁场中,公式 $B = \frac{F}{IL}$ 才成立。

4. 垂直磁场方向放入匀强磁场的通电导线长 $L = 1\text{ cm}$, 通电电流强度 $I = 10\text{ A}$, 若它所受的磁场力 $F = 5\text{ N}$, 求(1)该磁场的磁感应强度 B 是多少?(2)若导线平行磁场方向。

答:因通电导线垂直磁场方向放入匀强磁场,所以根据磁感应强度的定义式

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{5}{10 \times 0.01} = 0.5\text{ T}$$

5. 若上题中通电导线平行磁场方向放入该磁场中,那么磁场的磁感应强度是多大?通电导线受到的磁场力是多少?

答:当电流仍为 $I = 10\text{ A}$, $L // B$ 时,该处磁感应强度不变,仍为 $B = 0.5\text{ T}$,而通电导线所受磁场力 F 为零。

教学过程设计

1. 磁场对电流的作用(板书)

我们已经了解到通电直导线垂直磁场方向放入磁场,它将受到磁场力的作用,根据磁感应强度的定义式可以得出:

$$F = BIL$$

当通电导线平行磁场方向放入磁场中,它所受的磁场力为零。看来运用 $F = BIL$ 来计算磁场对电流的作用力的大小是有条件的,必须满足 $L \perp B$ 。

磁场力方向的确定,由左手定则来判断。

提问:如果通电导线与磁感应强度的夹角为 θ ,如图 1 所示磁场力的大小是多少?怎样计算?

让学生讨论得出正确的结果。

我们已知,当 $L \perp B$ 时,通电导线受磁场最大, $F = BIL$, 而当 $L \parallel B$ 时, $F = 0$. 启发学生将 B 分解成垂直 L 的 B_{\perp} 和平行 L 的 B_{\parallel} , 因平行 L 的 B_{\parallel} 对导线作用力为零, 所以实际上磁场 B 对导线 L 的作用力就是它的垂直分量 B_{\perp} 对导线的作用力, 如图 2 所示。即

$$F = ILB_{\perp} = ILB\sin\theta$$

磁场对电流的作用力——安培力(板书)

大小: $F = ILB\sin\theta$ (θ 是 L, B 间夹角)

方向: 由左手定则确定。

黑板上演算题: 下列图 3 中的通电导线长均为 $L = 20\text{cm}$, 通电电流强度均为 $I = 5\text{A}$, 它们放入磁感应强度均为 $B = 0.8\text{T}$ 的匀强磁场中, 求它们所受磁场力(安培力)。

让五个同学上黑板上做, 其他同学在课堂练习本上做。若有做错的, 讲明错在哪儿, 正确解应是多少, 并把判

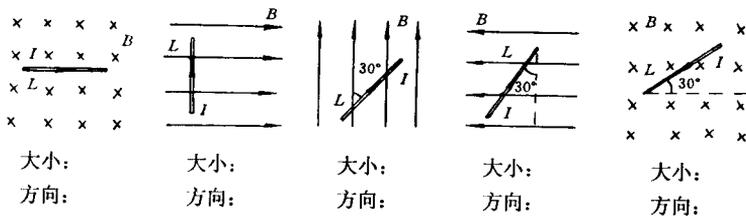


图 3

断和描述磁场力方向的方法再给学生讲解一下(如图 4 示)。

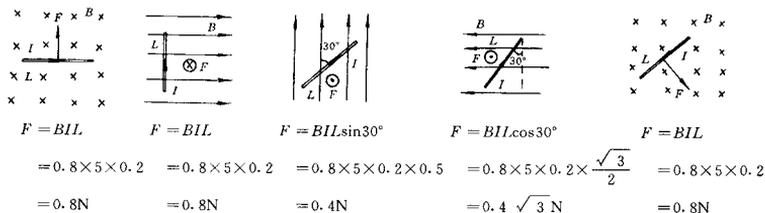


图 4



例 1. 两根平行输电线, 其上的电流反向, 试画出它们之间的相互作用力。

分析 如图 5 所示, A、B 两根输电线, 电流方向相反。通电导线 B 处在通电导线 A 产生的磁场中, 受到 A 产生的磁场的磁场力作用; 通电导线 A 处在通电导线 B 产生的磁场中, 受到 B 产生的磁场的磁场力作用。我们可以先用安培定则确定通电

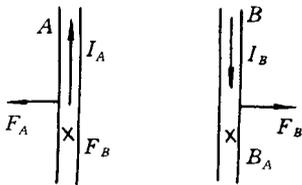


图 5

导线 B 在导线 A 处的磁场方向 B_B , 再用左手定则确定通电导线 A 受到的磁场力 F_A 的方向; 同理, 再用安培定则先确定电导线 A 在导线 B 处的磁场方向 B_A , 再用左手定则确定通电导线 B 受到的磁场力 F_B 的方向。经分析得出反向电流的两根平行导线间存在的相互作用力是斥力。

完成上述分析, 可以让同学在课堂作业本上画出电流方向相同的平行导线间的相互作用力, 自己得出同向电流的两根平行导线间存在的相互作用是引力。

例 2. 斜角为 $\theta = 30^\circ$ 的光滑导体滑轨 A 和 B, 上端接入一电动势 $E = 3V$, 内阻不计的电源, 滑轨间距为 $L = 10$ 厘米, 将一个质量为 $m = 30g$, 电阻 $R = 0.5\Omega$ 的金属棒水平放置在滑轨上, 若滑轨周围存在着垂直于滑轨平面的匀强磁场, 当

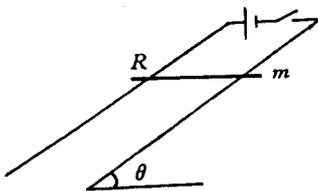


图 6

闭合开关 S 后, 金属棒刚好静止在滑轨上, 如图 6, 求滑轨周围空间的磁场方向和磁感应强度的大小是多少?

解: 合上开关 S 后金属棒上有电流流过, 且金属棒保持静止, 由闭合电路欧姆定律

$$I = \frac{E}{R} = \frac{3}{0.5} = 6A$$



金属棒静止在滑轨上,它受到重力 mg 和滑轮支持力 N 的作用,因轨道光滑,仅此二力金属棒不可能平衡,它必然还受到垂直于滑轨平面的磁场的安培力作用才能平衡.根据题意和左手定则判断出,磁场方向垂直滑轨面斜向下,金属棒受到磁场的安培力沿斜面向上,如图 7 所示.由进一步受力分析得出,若金属棒平衡,则它受到的安培力 F 应与重力沿斜面向下的分量 $mg\sin\theta$ 大小相等,方向相反:

$$F - mg\sin\theta = 0 \dots \textcircled{1}$$

又 $F = BIL$ 代入 $\textcircled{1}$ 得 $BIL = mg\sin\theta$

$$B = \frac{mg\sin\theta}{IL} = \frac{0.03 \times 10 \times 0.5}{6 \times 0.1} = 0.25 T$$

三、课堂小结

1. 当通电直导线垂直磁场方向放入磁场中时受到磁场的安培力最大, $F = BIL$; 当通电直导线平行磁场方向放入磁场中时受到磁场的安培力为零。

2. 当通电直导线在磁场中,导线与磁场方向间的夹角为 θ 时,通电导线受到磁场的安培力 $F = ILB\sin\theta$ 。

3. 磁场对通电直导线的安培力的方向,用左手定则来判断。(其内容在书中 p.226) 课外作业:物理第三册(选修)p.227 练习二。

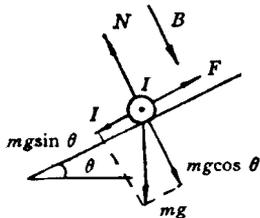


图 7



《磁场对电流的作用力》教学设计

教学目标

1. 在物理学知识方面的要求：

(1) 掌握磁场对电流作用力的计算方法。

(2) 掌握判断安培力方向的左手定则。

2. 通过观察演示实验,总结出安培力的方向总是既和磁场方向垂直又和电流方向垂直。培养学生的观察、分析能力。

3. 渗透物理学方法的教育：

通过磁场方向与电流方向垂直的情况,结合实验,引导学生抓住主要因素,推导出当磁场与电流方向斜交时,安培力的大小和方向。

重点、难点

1. 重点是使学生掌握电流在匀强磁场中所受安培力大小的决定因素、计算公式以及安培力方向的判定。

2. 难点是磁场方向、电流方向、安培力方向之间的关系。磁场方向不一定总与电流方向垂直,但安培力一定垂直于磁感线与电流决定的平面。

教学准备

铁架台 线圈 导线 磁铁 电池。



教学过程

复习旧课,引入新课

提问 磁感应强度由什么决定?磁感应强度的大小如何量度?

答 磁感应强度由磁场本身决定,其大小可用来描述磁场的强弱。磁感应强度的定义式是: $B = F/(IL)$ (通电导线垂直放置磁场中),所以磁场中某一点的磁感应强度大小可用垂直放置于该点的电流元所受磁场力的大小与该电流元的长度 L 、电流强度 I 的乘积 IL 的比值来量度。

提问:一根长为 0.1m ,电流强度为 2.0A 的通电导线放置于水平方向的、磁感应强度为 1T 的匀强磁场中。求该导线水平放置以及竖直放置时(如图所示),所受磁场力各为多大?



图 1

答 水平放置时,磁场力为零。竖直放置时,磁场力最大,大小可由 $B = (F/IL)$ 变形得到: $F = BIL = 0.2\text{N}$ 。

二、新课教学

电流所受到的磁场力通常叫做安培力。这节课我们主要研究安培力的大小和方向。

1. 通电直导线垂直放入匀强磁场中

我们知道一个电流强度为 I 的电流元垂直放入磁场中某一点,若电流元所受安培力为 F ,则该处磁感应强度大小 $B = F/(IL)$ 。显



然,电流元在磁场中会受到 $F = BIL$ 的安培力。如果磁场为匀强磁场,即磁场中各点的磁感应强度的大小和方向全相同,则上述公式也适用于长通电导线。

(1) 电流强度为 I , 长为 L 的通电导线, 垂直放入磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中, 则该导线所受安培力的大小 $F = BIL$ 。

应注意的是: $F = BIL$ 公式成立的适用条件是通电导线要垂直放置于匀强磁场中。

(2) 通电导线垂直放在匀强磁场中, 所受安培力方向的判定方法——左手定则。

演示实验如图所示:

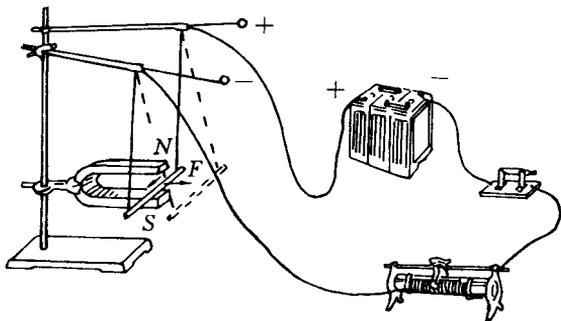


图 2

分别改变磁场方向和电流方向, 观察安培力 F 方向的变化情况。

分析与概括:

通过实验, 我们发现导线所受安培力的方向既与磁场方向有关, 又与电流方向有关。而且安培力的方向总是既垂直于磁场方向又垂直于电流方向。

安培力的方向的判定方法——左手定则:

① 伸开左手, 大拇指跟四指垂直, 且在同一个平面内。



②让磁感线垂直穿过手心。

③使四指指向电流方向,则拇指指向安培力的方向。

例 1. 已知匀强磁场方向垂直黑板向里,且磁感应强度 $B = 0.5 T$,导线中通入电流强度 $I = 0.2 A$ 的电流,其方向如图所示。若导线长 $L = 0.2 A$ 求:该导线所受安培力的大小及方向。

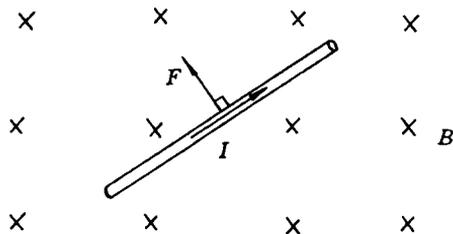


图 3

解:因导线是垂直放入匀强磁场中,所以安培力大小 $F = BIL = 0.02 N$ 。安培力的方向满足左手定则:在黑板平面内且垂直于导线斜向上,如图 3 所示。

2. 通电导线斜放入匀强磁场中

(1) 当电流方向与磁场方向不垂直时,求导线所受安培力的大小(如图 4 所示)。

第一种方法:

我们已经知道当电流方向垂直磁场方向时, $F = BIL$; 当电流方向平行于磁场方向时, $F = 0$ 。所以我们可以把磁感应强度 B 进行分解,分解为垂直电流方向的磁感应强度分量 $B_{\text{垂直}}$ 和平行于电流方向的分量 $B_{\text{平行}}$, 而求出 $B_{\text{垂直}}$ 对导线的作用力即可(如图 5 所示)。

由学生自己推导:

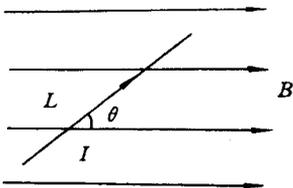


图 4



因为 $B_{\text{垂直}} = B \sin \theta$, $B_{\text{平行}} = B \cos \theta$

而 $F_{\text{垂直}} = ILB_{\text{垂直}}$

$F_{\text{平行}} = 0$

所以 $F = F_{\text{垂直}} = ILB \sin \theta = BIL \sin \theta$

其中 θ 角为磁场方向与电流方向的夹角。

第二种方法：

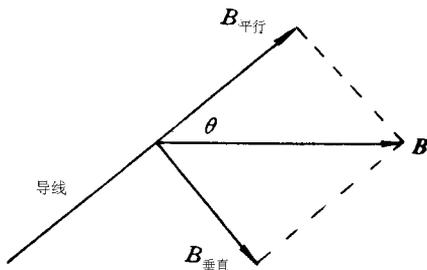


图 5

既然磁场对平行放入其中的通电导线作用力为零,那么我们也
可把电流 I 分解为 $I_{\text{平行}}$ 、 $I_{\text{垂直}}$ 两个分量。求出磁场对 $I_{\text{垂直}}$ 的作用力的
大小,即是磁场对整个通电导线的作用力大小,如图 6 所示。

由学生自己推导：

因为 $I_{\text{垂直}} = I \sin \theta$; $I_{\text{平行}} = I \cos \theta$

而 $F_{\text{垂直}} = BLI_{\text{垂直}}$; $F_{\text{平行}} = 0$

所以 $F = F_{\text{垂直}} = BLI \sin \theta =$

$BIL \sin \theta$

其中 θ 角是电流强度与磁场方向的
的夹角。

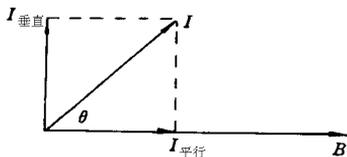


图 6

综上所述,当电流方向与磁场方向不垂直而是成 θ 角时,导线
所受安培力的大小 $F = BIL \sin \theta$ 。该公式普遍适用于任何方向放置在
匀强磁场中的通电导线的受力情况。



讨论：

①当电流方向与磁场方向的夹角 $\theta = 0^\circ$ 时, $F = 0$

②当 $\theta = 90^\circ$ 时, $F = BIL$

③当 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 时 $0 < F < BIL$

(2)斜放于匀强磁场中的通电导线

所受安培力的方向。

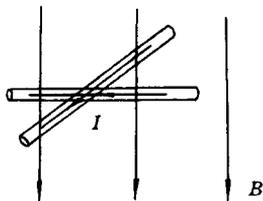


图 7

再次演示前面的实验：

将导线在竖直平面内转一个角度,使磁场方向不再和电流方向垂直。如图 7 所示。

观察发现:虽然电流方向转了一个角度,但安培力方向并未改变,仍然垂直于 B 与 I 所决定的竖直平面。

概括总结：

任意方向放于匀强磁场中的通电导线所受安培力的方向总是垂直于磁场方向与电流方向所决定的平面,但电流方向与磁场方向不一定垂直。

例 2. 电流强度为 I 的通电导线放置于磁感应强度为 B 的匀强磁场中,导线所受安培力为 F , 则下列说法正确的是()

A. 匀强磁场中通电导线所受安培力 F , 磁感应强度 B 及电流 I , 三者方向上一定互相垂直。

B. 若 I 、 B 方向确定, 则 F 方向唯一确定。

C. 若 F 与 B 方向确定, 则 I 方向唯一确定。

D. 若 F 与方向确定, 则 I 方向不唯一确定, 但 I 一定在与 F 垂直的平面内。

E. 若 F 与 I 方向确定, 则 B 方向唯一确定。

F. 若 F 与 I 方向确定, 则 B 方向不唯一确定, 但 B 一定在与 F 垂直的平面内。

答案 :B、D、F 正确。



三、课堂小结

通过这节课的学习,我们知道放入匀强磁场中的通电导线所受安培力的大小由磁感应强度大小 B 、电流强度大小 I 以及磁场方向与电流方向的夹角 θ 三方面因素决定。而导线所受安培力的方向一定同时垂直于磁场方向和电流方向,即安培力垂直于磁场方向与电流方向所决定的平面,但磁场方向与电流方向不一定互相垂直。

说明

1. 在本课教学中还应向学生说明,磁感应强度 B 只由磁场本身决定,而导线所受安培力 F 由 B 、 I 、 L 、 θ 共同决定。

2. 在教学中可简要说明 $F = BIL$ 公式除了适用于匀强磁场中的通电导线外,也适用于非匀强磁场中的电流元。



《磁场对运动电荷的作用力》教学设计

教学目标

一、知识教学点

1. 知道什么是洛伦兹力,知道电荷运动方向与磁场方向平行时,电荷受到的洛伦兹力等于零,电荷运动方向与磁场方向垂直时,电荷受到的洛伦兹力最大, $F = qvB$

2. 会用左手定则熟练地判断定洛伦兹力方向。

二、能力训练点

由通电电流所受安培力推导出带电粒子受磁场作用的洛伦兹力的过程,培养学生的迁移能力。

三、德育渗透点

通过本节教学,培养学生进行“推理——假设——实验验证”的科学研究的方法论教育。

重点、难点

1. 重点

洛伦兹力的大小 $F = qvB$ 和它的方向。

2. 难点

用左手定则判断洛伦兹力的方向。



3. 疑点

磁场对运动电荷有作用力,磁场对静止电荷却没有作用力。

4. 解决办法

引导和启发学生由安培力的概念得出洛伦兹力的概念,使学生深入理解洛伦兹力的大小和方向。

课时安排

1 课时

教学准备

阴极射线发射器,蹄形磁铁。

教学设计

组织学生比较电场和磁场对电荷作用力的特点。

教学步骤

一、整体感知

本节教学讲述磁场对运动电荷的作用力,首先通过演示实验表明磁场对运动电荷有作用力,然后由通电导线受磁场力 $F = BIL$ 推导出洛伦兹力的大小和方向,重点掌握洛伦兹力的概念。

二、重点、难点的学习与目标完成过程

1. 理论探索

前面我们学习了磁场对通电导线有力的作用,若导线无电流,安培力为零。由此我们会想到:磁场对通电导线的安培力可能是作



用在大量运动电荷上的力的宏观表现,也就是说磁场对运动电荷可能有力的作用。

2. 实验论证

从演示实验中可以观察到:阴极射线(电子流)在磁场中发生偏转,即实验证明了磁场对运动电荷有力的作用,这一力称为洛伦兹力。

3. 洛伦兹力的方向

根据左手定则确定安培力方向的办法,迁移到用左手定则判定洛伦兹力的方向,特别要注意四指应指向正电荷的运动方向,若为负电荷,则四指指向运动的反方向,带电粒子在磁场中运动过程中,洛伦兹力方向始终与运动方向垂直。请同学们思考,洛伦兹力会改变带电粒子速度大小吗?讨论:洛伦兹力对带电粒子是否做功?

4. 洛伦兹力的大小

根据通电导线所受安培力的大小 $F = BIL$,结合导体中电流的微观表达式 $I = nqvs$,让学生推导出:当带电粒子垂直于磁场的方向上运动时所受洛伦兹力大小 $F = qvB$,当带电粒子平行磁场方向运动时,不受洛伦兹力。带电粒子在磁场中运动所受的洛伦兹力的大小和方向都与其运动状态有关。

运动电荷在磁场中受洛伦兹力作用,运动状态会发生变化,其运动方向会发生偏转。高能的宇宙射线的大部分不能射到地球上,就是地磁场对射线中的带电粒子的洛伦兹力改变了其运动方向,对地球上的生物起着保护作用。

四、总结、扩展

本节课我们学习了洛伦兹力的概念,我们知道带电粒子平行磁场运动或静止时,都不受磁场力的作用,带电粒子垂直磁场运动时,所受洛伦兹力的大小 $F = qvB$,方向和磁场方向、运动方向互相垂直。



可用左手定则判断(举例练习用左手定则判断洛伦兹力的方向。)

如果粒子运动方向不与磁场方向垂直时,同学们可根据今天所学内容推导出它受的洛伦兹力大小和方向吗?

作业与思考

一、作业题

课后练习题。

二、思考题

垂直磁场方向放置的导线没有电流时不受磁场力作用,是否说明导线中的大量电荷都不受磁场力的作用吗?为什么?

板书设计

磁场对运动电荷的作用

一、磁场对运动电荷的作用力——洛伦兹力

二、洛伦兹力的方向——左手定则

三、洛伦兹力的大小

1. 若 $\vec{v} // \vec{B}$ 或 $v = 0$, $F_{洛} = 0$

2. 若 $\vec{v} \perp \vec{B}$, $F = qvB$

四、洛伦兹力的特点

1. 洛伦兹力对运动电荷不做功,不会改变电荷运动的速率。

2. 洛伦兹力的大小和方向都与带电粒子运动状态有关。



《带电粒子的圆周运动》教学设计

教学目的

1. 理解带电粒子在磁场中的运动规律,能推导、应用半径公式和周期公式。

2. 进行思维方法教育训练,培养辩证唯物主义观点。

重难点:

带电粒子在磁场中运动的轨迹、半径和周期的分析确定。

教具:

洛仑兹力演示仪,洛仑兹力纸板模型。

教学过程

一、提出问题,引入新课

师:同学们,上节课我们学习了讨论了磁场对运动电荷的作用力——洛仑兹力。下面请同学们确定黑板上画的正负电荷所受洛仑兹力的大小和方向(匀强磁场 B 、正负电荷的 q 、 m 、 v ,课前画在黑板中央)。

一学生上讲台画 f 方向,写出 f 大小,另一学生指正,如图 1 所示。

师:通过作图,我们再一次认识到,洛仑兹力总是与粒子的运动方向垂直,这样一来粒子还能做直线运动吗?

生:不能。



师 那么粒子做什么运动呢?有怎样的规律?这就是我们上节课没有解决,今天要研究的课题。

板书(课题):带电粒子在磁场中的运动。

师 带电粒子包括电子、质子、 α 粒子等带正负电荷的粒子,我们这节课的教学目的是研究正、负粒子在磁场中的运动规律。

板书 研究 q 在 B 中的运动规律。

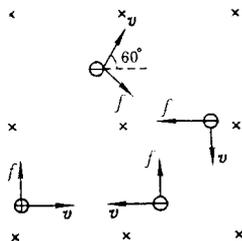


图 1

二、分析论证,得出结论

师 研究带电粒子在磁场中的运动规律应

从哪里着手呢?我们知道,物体的运动规律取决于两个因素:一是物体的受力情况;二是物体具有的速度,因此,力与速度就是我们研究带电粒子在磁场中运动的出发点和基本点。

黑板上画的粒子,其速度及所受洛仑兹力均已知,除洛仑兹力外,还受其他力作用吗?严格说来,粒子在竖直平面内还受重力作用,但通过上节课的计算,我们知道,在通常情况下,粒子受到的重力远远小于洛仑兹力,所以,若在研究的问题中没有特别说明或暗示,粒子的重力是可以忽略不计的,因此,可认为黑板上画的粒子只受洛仑兹力作用。

为了更好地研究问题,我们今天来研究一种最基本、最简单的情況,即粒子垂直射入匀强磁场,且只受洛仑兹力作用的运动规律。

板书 条件 $\begin{cases} v \perp B (\text{匀强}) \\ \text{只受洛仑兹力 } f \end{cases}$

下面,我们从洛仑兹力与速度的关系出发,研究粒子的运动规律。洛仑兹力与速度有什么关系呢?

第一、洛仑兹力和速度都与磁场垂直,洛仑兹力和速度均在垂直于磁场的平面内,没有任何作用使粒子离开这个平面。因此,粒子只



能在洛伦兹力与速度组成的平面内运动,即垂直于磁场的平面内运动。

板书:平面 $(f, v) \perp B$

第二、洛伦兹力始终与速度垂直,不可能使粒子做直线运动,那做什么运动?这个问题请同学们回答。

生:匀速圆周运动。因为洛伦兹力始终与速度方向垂直,对粒子不做功,根据动能定理可知,合外力不做功,动能不变,即粒子的速度大小不变,但速度方向改变;反过来,由于粒子速度大小不变,则洛伦兹力的大小也不变,但洛伦兹力的方向要随速度方向的改变而改变,因此,带电粒子做匀速圆周运动。所需要的向心力由洛伦兹力提供。

师:说得好,下面请同学们观看纸板模型演示(剪两片硬纸板如图2所示,在表示正、负粒子的圆板中央挖一个可插入粉笔的小孔,把表示负粒子的模型按在黑板的相应位置上,使纸片上画的负粒子与黑板上画的负粒子对准,在小孔里插入粉笔,教师边讲解粒子做匀速圆周运动的原因,边操作纸板绕固定转动,画出粒子的圆形运动轨迹)。

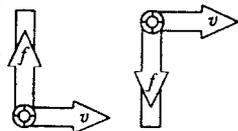


图 2

师:分析推理得出的结果是否正确呢?最好的方法就是用实验来验证。

教师介绍洛伦兹力演示仪的构造、原理,然后操作演示不加磁场和加磁场两种情况下,电子射线的径迹。

师:从演示中,同学们观察到的现象是什么?

生:在不加磁场的情况下,电子射线的径迹是直线;在加垂直于速度的均强磁场情况下,电子射线的径迹是圆。

师:对,这就证明了上述的分析、推理是正确的。到此,我们就可下结论了:带电粒子垂直身入匀强磁场,在只受洛伦兹力作用的情况下,粒子在垂直于磁场的平面内做匀速圆周运动。

师:对,这就证明了上述的分析、推理是正确的。到此,我们就可下结论了:带电粒子垂直身入匀强磁场,在只受洛伦兹力作用的情况下,粒子在垂直于磁场的平面内做匀速圆周运动。

板书:结论:匀速圆周运动



师:既然粒子是做匀速圆周运动,那么它的圆心在哪里?半径有多大?周期是多少呢?这就是我们要进一步讨论的问题。从上面纸板模型的演示中,你能看出粒子做匀速圆周运动的圆心在哪儿吗?

生:在纸板的固定点,即洛仑兹力作用线的交点上。

师:对,圆心一定在洛仑兹力作用线的交点上,正因为此,解题时可通过作两洛仑兹力作用线的交点来确定圆心。

板书:圆心 洛仑兹力作用线的交点。

师:半径、周期应怎样确定?根据做匀速圆周运动的基本条件,洛仑兹力可提供所需的向心力,由此可确定半径、周期。

$$\text{板书: } qvB = m \frac{v^2}{r} \begin{cases} \text{半径 } r = \frac{mv}{qB} \\ \text{周期 } T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB} \end{cases}$$

(教师板书时,故意漏掉2次方让学生纠正)

师:由半径表达式 $r = \frac{mv}{qB}$ 可知,当进入磁场的粒子确定后,其半径 r 与 v 成正比,与 B 成反比,这一规律可用实验来验证。

通过改变洛仑兹力演示仪的加速电压和磁场电流,定性验证 r 与 v 、 B 的关系。

师:由周期表达式 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 可知,周期 T 与 v 、 r 无关,这是一个非常重要的规律,遗憾的是我们无法用实验验证它,但对这个规律必须有一个正确的理解。

凭经验我们知道,跑步比赛时,跑得越快经历的时间就越短。为什么带电粒子在磁场中运动的时间与 v 、 r 无关呢?它与跑步比赛有何不同呢?

生:跑步比赛时,跑的是大小相等的圈,速度越大,时间就越短。而粒子在磁场中运动的圆大小是随速率的增大而增大的。从半径公式可知,速度增大一倍,半径也增大一倍,圆周长也增大一倍,所以周



期不变,因此带电粒子在磁场中的运动周期与 v 、 r 无关。

板书: T 与 v 、 r 无关。

三、巩固练习,反馈矫正

师:当然,静止的粒子不受洛伦兹力作用,不会运动起来,则无周期可言。周期是对运动的粒子而言的。那么粒子的运动速度又是怎样获得的呢?

一般粒子的速度是通过电压加速获得的,下面我们在黑板图上加一个加速电压。

板书:画图 3。

师:使带正电的粒子加速,则哪板接正极,哪板接负极?

生:左板接正,右板接负。

师:若加速电压为 U ,粒子带电量为 q ,质量为 m ,匀强磁场磁感强度为 B 。大致画出正粒子在磁场中的运动轨迹、圆心位置,求出半径大小。

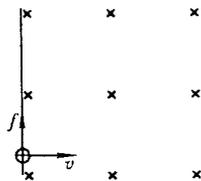


图 3

(学生练习,教师巡视,学生回答。然后,教师操作把表示正粒子的纸板模型按在黑板的相应位置上,画出正粒子的运动轨迹)

师:圆心一定在 f 线上,若以粒子刚进入磁场点为坐标原点,以 v 方向为坐标 x 轴,向上为 y 轴,则圆心坐标为 $(0, r)$,那么半径有多大?

板书: $qU = \frac{1}{2}mv^2$

$$\therefore r = \frac{mv}{qB} = \frac{m\sqrt{\frac{2qU}{m}}}{qB} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

师:若把上式变形可得:



板书
$$\frac{q}{m} = \frac{2U}{B^2 r^2}$$

师:同学们对这个式子有什么发现吗?

生:有的。只要测出加速电压、磁感强度及偏转半径,就可测定粒子的电量和质量比。

师:对,我们把粒子的电量和质量比叫做粒子的荷质比,质谱仪就是利用这个原理来测定粒子的荷质比的。很多同位素就是在质谱仪中首先被发现的。

四、课堂小结

师:今天的课到此结束,下面进行课堂小结。第一,这节课主要解决的问题是什么?

生:解决了带电粒子垂直射入匀强磁场、且只受洛仑兹力作用的运动规律。其规律是粒子在垂直磁场的平面内做匀速圆周运动。其半径 $r = \frac{mv}{qB}$, 周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, T 与 v 、 r 无关。

师:第二,这节课运用了哪些方法?

生:1. 研究物体的运动规律,必须从力与速度的关系出发分析、研究。

2. 研究匀速圆周运动的、出发点是:提供的力等于所需要的向心力。

师:第三,还有哪些问题有待解决?

1. 粒子不是垂直射入磁场的问题。
2. 粒子除受洛仑兹力外,还受其他力作用的问题。
3. 射入非匀强磁场的问题。

师:第四,说明三点:

1. 带电粒子在磁场中的运动与其他运动一样,都是有规律的,规律是客观的,又是可以认识利用的,这就是我们要树立的辩证唯物主



义观点。

2. 分析推理得出的结果是否正确,必须用实验加以验证,因为实践才是检验真理的唯一标准,这就是我们应该追求、坚持的态度。

3. 粒子的运动具有对称性、简洁性。

五、布置作用(略)



《电流表的工作原理》教学设计

教学目标

一、知识教学点

1. 知道电流表的基本构造。
2. 知道电流表测电流大小和方向的基本原理。
3. 了解电流表的基本特点。

二、能力训练点

应用学过的知识解决实际问题的能力。

三、德育渗透点

通过学习电流表的原理,教育学生热爱科学、学习科学,树立科学技术是第一生产力的思想。

重点、难点

1. 重点:电流表的工作原理。
2. 难点:安培力的力矩与弹簧的扭转力矩平衡。
3. 疑点:安培力的力矩与线圈所处位置无关。
4. 解决办法

通过定量推导得出电流和指针偏转角度的关系,突出重点,突破难点。



课时安排

1 课时

教学准备

电流表、电源、开关、导线、滑动变阻器、教学挂图。

教学设计

组织学生观察、剖析电流表的内部结构。

教学步骤

一、明确目标

(略)

二、整体感知

本节讲述电流表的工作原理,是根据磁场对电流作用力的一个具体应用,重点讲述测电流大小和方向的原理,因此教学中应利用教具、挂图让学生清楚电流表的基本结构,并引导学生利用所学知识,定量地推导出电流和指针偏角之间的关系,从而深入理解电流表的工作原理,并知道前面学过的电流表两个重要参量 I_g 和 R_g 的意义。

三、重点、难点的学习与目标完成过程。

1. 电流表的结构

利用实物,结合挂图讲解电流表各部分的构造,应该特别指出的是(1)蹄形磁铁和铁芯间的磁场是均匀地幅向分布的。(2)铝框上



绕有线圈,铝框的转轴上装有两个螺旋弹簧和一个指针。

2. 电流表的工作原理

设导线所处位置磁感应强度大小为 B , 线框长为 l 、宽为 d 、匝数为 n , 当线圈中通有电流 I 时, 安培力对转轴产生力矩: $M_1 = F \cdot d$, 其中安培力的大小为:

$$F = nBIL。$$

故安培力的力矩大小为:

$$M_1 = nBILd。$$

当线圈发生转动, 不论通电线圈转到什么位置, 它的平面都跟磁感线平行, 安培力的力矩不变。当线圈转过 θ 角(指针偏角也为 θ)时, 两弹簧产生阻碍线圈转动的扭转力矩 M_2 。

由材料性质知道, 扭转力矩 $M_2 = k\theta$, 根据力矩平衡 $M_1 = M_2$ 得出:

$$I = \frac{k}{nBLd}\theta$$

其中对同一个电流来说, k 、 n 、 B 、 L 、 d 是一定的, 因此 $I \propto \theta$

所以通过偏角 θ 的值可以反映 I 值的大小, 且电流刻度是均匀的。当 θ 取最大值时, 通过电流表的电流最大, 称为满偏电流 I_g , 所以使用电流表时应注意不要超过满偏电流 I_g 。

四、总结、扩展

本节课我们学习了电流表的工作原理, 希望同学们能理解用电流表测量电流的原理, 在以后使用电流表时注意不超过量程。

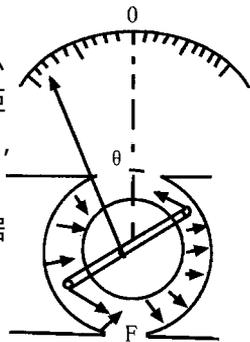


图 16-12



作业与思考

一、作业题

(略)

二、思考题

如果电流表通入很小的电流都超满偏,可能是什么原因造成的?
如果通入很大的电流指针仍指零,可能又是什么原因呢?

板书设计

电流表的工作原理

1. 电流表的结构

2. 电流表的工作原理

安培力力矩 $M_1 = nBILd$

弹簧扭转力矩 $M_2 = k\theta$

平衡时 $M_1 = M_2$

$$I = \frac{k}{nBILd} \cdot \theta$$

3. 电流表的特点

- (1) 电流表的刻度是均匀的。
- (2) 允许通入的电流不能超过 I_g 。
- (3) 电流表有一定的内阻 R_g 。



《磁通量》教学设计

教学目标

一、知识教学点

1. 知道磁通量的定义, 会用 $\Phi = B \cdot S$ 进行简单计算和定性讨论。
2. 知道磁感应强度又叫磁通密度。

二、能力训练点

通过讲述磁通量的概念, 培养学生空间想像能力。

三、德育渗透点

学会用定义法研究物理问题的思维方向。

重点、难点

1. 重点

磁通量的概念

2. 难点

磁场方向与某一面不垂直时的磁通量的分析和计算

3. 疑点

磁通量是矢量吗? 它有方向性吗?

4. 解决办法

运用定量计算和定性分析, 深入理解磁通量的概念。



课时安排

1 课时

教学准备

用多媒体辅助教学,显示不同情况下的磁通量。

教学设计

组织学生观察自来水喷淋头下,一个闭合线圈“水通”量的变化情况,用于模拟磁通量的变化情况。

教学步骤

一、明确目标

(略)

二、整体感知

磁通量是一个比较抽象的概念,教材给出了它的定义式 $\Phi = B \cdot S$,要提醒学生注意此定义的适用条件: B 与 S 垂直。由于用一幅图表示磁感线的疏密可以形象地表示磁感应强度的大小,因此通过某一平面的磁通量的大小,可以用通过这一平面的磁感线的条数的多少形象地说明,讲清楚这一点可以帮助学生理解磁通量的概念和磁通密度的概念。

三、重点、难点的学习与目标完成过程

1. 磁通量的概念

磁场是一种特殊的物质,当一闭合线圈放入磁场中,就会有一定



的磁通量。我们可以用“雨通量”类比理解。磁通量的大小与磁场强弱有关,还与线圈的面积有关。我们定义磁感应强度 B 和面积 S 的乘积,叫做穿过这个面的磁通量,用 Φ 表示,则 $\Phi = B \cdot S$,磁通量的单位是韦伯(Wb), $1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot \text{m}^2$ 。

2. 磁通量的讨论和计算

磁通量可以用穿过线圈平面的磁感线条数形象地讨论。如图 16-15 所示,与条形磁铁共轴的两个线圈 a 、 b ,哪个磁通量大?

由此我们应注意:磁通量虽不是矢量,但它是有方向性的。

例如,如图 16-16 所示,闭合线圈 a 、 b 、 c 、 d 的面积为 S 可绕轴 OO' 转动,设磁感应强度为 B ,则线圈此时的磁通量 $\Phi_1 = \underline{\hspace{2cm}}$,当它绕轴转过 θ 角时的磁通量为 $\Phi_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。线圈从图示位置转过 180° 的过程,磁通量的变化率叫 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

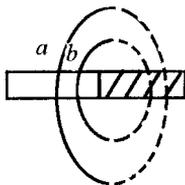


图 16-15

四、总结、扩展

本节课我们学习了磁通量的概念,我们可以据此概念分析和计算磁通量及其变化,为下一章学习电磁感应作准备。

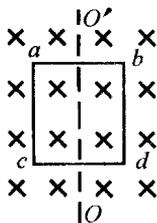


图 16-16

作业与思考题

略

板书设计

磁通量

一、磁通量的概念

定义: $\Phi = BS$



单位 : $1\text{Wb} = 1\text{T}\cdot\text{m}^2$

2. 磁通量的讨论和计算

(1) 磁通量是有方向性的。

(2) S 指的是平面在磁场方向的投影面积。

3. 磁通密度



《电能的输送》教学设计

教学目标

一、知识教学点

1. 知道电能输送的基本要求是:可靠、保质、经济。
2. 知道“便于远距离输送”是电能的优点之一,知道输电过程。
3. 知道什么是输电导线上的功率损失和如何减少功率损失。
4. 知道什么是输电导线上的电压损失和如何减小电压损失。

二、能力训练点

1. 培养学生阅读和理论分析能力,理解为什么远距离输电要用高压。
2. 通过例题对远距离输电原理分析、计算的过程,使学生充分认识到影响输电损失的因素。
3. 通过例题板演使学生学会规范解题,培养独立解决实际问题的能力。

三、德育渗透点

1. 通过对远距离输电的学习,使学生养成认真分析和独立思考的科学态度。
2. 教育学生爱护电力设施,遵守电力法,做一个学法、懂法、守法的好公民。



重点、难点

1. 重点 :知道影响输电损失的因素 ,理解为什么远距离输电要用高压。
2. 难点 :高压输电原理。
3. 疑点 :导线上的电压损失 ΔU 与输电电压 U 的区别 ;导线上功率损失 ΔP 的计算 ,输电电压是否越高越好。
4. 解决办法 :通过阅读课本、教师分析讲解和例题计算 ,逐步突破重点、难点和疑点。

教学准备

可拆式变压器(2台)、导线若干(其中两根阻值约与小灯泡电阻相等)、小灯泡(2.5V、0.3A)、学生电源

教学设计

1. 通过预习和自学“阅读材料”,知道减小线路功率损失和减小电压损失的方法。
2. 通过例题讲解、观察演示实验理解远距离输电为什么要采用高压。

教学步骤

一、明确目标

(略)

二、整体感知

本节课是交变电流、变压器、电功率、欧姆定律等电学知识的综



合应用。通过解决实际问题的典型事例,既起到巩固知识、深化知识的作用,又培养学生分析和解决问题的能力,通过自学阅读材料《直流输电》,帮助学生科学地、全面地认识问题、开阔视野、增加知识。

三、重点、难点的学习与目标完成过程

1. 采用给思考题让学生进行课前预习。

- (1)为什么要进行远距离输电?
- (2)输送电能的基本要求是什么?
- (3)为什么输送电能过程有电能损失?
- (4)减小电能损失有哪些方法?

2. 新课教学

学生回答思考题答案,教师补充归纳。

(1)由于电站、电厂利用能源的特殊性,它发出的电常常需要输送到距离很远的用户。

(2)输送电能的基本要求是:可靠、保质、经济。

解释可靠、保质、经济的意义。

(3)由于任何输电线都具有电阻,当电流通过时,根据焦耳定律 $Q = I^2 R t$,必有一部分电能转化为内能;同时根据欧姆定律 $U = IR$,会在线路上产生电势降,导致电压损失。

(4)减少电能损失的方法有两种。

(一)减少输电线电阻,根据电阻定律 $R = \rho \frac{l}{S}$,减少 R 有二条途径。

(1)选用电阻率较小的铜线或铝线。

(2)增大导线的横截面积。

讨论 把功率为 200kW 的电能用铝导线输送到 10km 以外的地方,要使功率损失为输送功率的 10%,用 110V 的电压输电,导线横截面积大约为多少?



学生计算回答(采用公式 $\Delta P = I^2 R$ 算出)。

教师指导解题步骤和方法,得正确结果 $S = 96000\text{mm}^2$

提问:这样的横截面积可能吗?

学生:不可能

归纳:线太重,既不经济,也不可能架设。继续思考,那么如何减少电能损失呢?

(二)减少输电导线中的电流,根据电功率公式 $I = P/U$,在保证输送功率 P 不变条件下,必须升高输电电压。

讨论:在上面例子中,如果其他条件不变,把输电电压提高到 11kV,输电导线横截面积大约为多少?

学生计算回答:约 9.6mm^2

归纳:减少电能损失最有效的途径是提高输电电压。

继续新课教学:保质的意义就是要保证电压和频率稳定,由于输电导线有电阻,根据欧姆定律,会在线路上造成电压损失,使用户使用的电气设备的电压不能达到额定电压。

减小输电线路的电压损失的方法是什么?

学生:①增大输电导线的截面积以减小电阻 ②减小输电电流

归纳小结:无论从减小输电中的功率损失,还是减小电压损失方面看,都要求提高输电电压,减小输电电流。

提问:输电电压是否越高越好呢?

分析、对比讲解课文。

介绍阅读材料《直流输电》

总结:客观事物是复杂的,影响事物发展变化的因素也是多方面的。我们常常需要综合考虑各方面因素,分清主次,找到恰当的方案,片面强调某一方面都是不妥当的。

演示实验

两个变压器间接入电阻较大的导线,线路功率和电压损失都很大,小灯泡很暗。



两个变压器间接入电阻很小的导线,线路功率和电压损失都很小,小灯泡较亮。

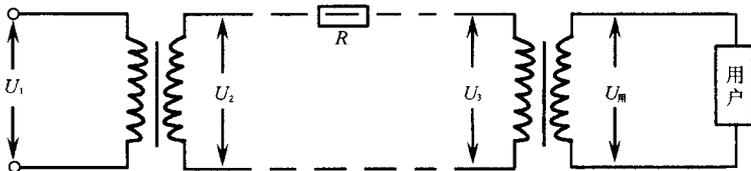
不用变压器用电阻较大的导线接入灯泡和电源之间,灯泡更暗,甚至不亮。

巩固练习

例1:某交流发电机输出功率为 $5 \times 10^5 \text{ W}$, 输出电压为 $U = 1.0 \times 10^3 \text{ V}$, 假如输电线总电阻为 $R = 10 \Omega$, 在输电线上损失的电功率等于输电功率的 5%, 用户使用的电压为 $U_{\text{用}} = 380 \text{ V}$ 。

(1) 画出输电线路的示意图。(在图中标明各部分电压符号)

(2) 所用降压变压器的原、副线圈的匝数比是多少?(使用的变压器是理想变压器)



分析找出升压变压器副线圈与降压变压器原线圈和输电导线间电压、电流和功率的关系

$$U_2 = U_3 + \Delta U$$

$$I_2 = I_R + I_3$$

$$P_2 = P_3 + \Delta P$$

$$(2) \Delta P = I_R^2 R = P_2 \times 5\%$$

$$\text{解出 } I_R = \sqrt{\frac{P_2 \times 5\%}{R}} = 50 \text{ A}$$

$$\text{由 } P_2 = U_2 I_R \text{ 得 } U_2 = \frac{P_2}{I_R} = 1.0 \times 10^4 \text{ V}$$

由于输电线损失电功率,在降压变压器输入功率 $P_3 = P_2 - \Delta P$



$$= P_2(1 - 5\%) = 4.75 \times 10^5 \text{ W}$$

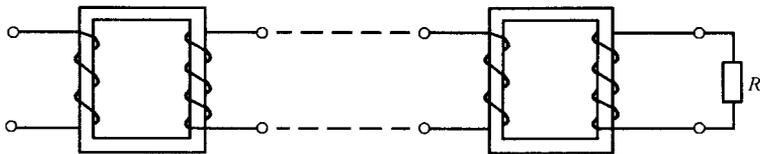
$$\text{降压变压器副线圈电压} : U_3 = \frac{P_3}{I_R} = \frac{4.75 \times 10^5}{50} = 9.5 \times 10^3 \text{ V}$$

$$\therefore \frac{n_3}{n_4} = \frac{V_3}{V_{\text{用}}} = \frac{9500}{380} = \frac{25}{1}$$

师生共同学习课本 P_{251} 图 18-20 输电线路,了解我国输电情况。

(总结、扩展)

1. 输电线路损失的功率 $\Delta P = I^2 R = \frac{\Delta U^2}{R} = I \cdot \Delta U$
2. 高压输电是远距离输电过程中减少电能损失的科学方法
3. 交流和直流输电有其各自的优点和不足
4. 高压输电原理示意图



5. 电站输出功率是由用户消耗功率所决定

作业与思考

一、作业题

课后练习。

二、思考题

1. 在远距离输电时,输送的电功率为 P , 输送的电压为 U , 所用导线的电阻率为 ρ , 横截面积为 S , 线路总长度为 L , 输电线路损耗的



电功率为 ΔP ,用户得到的功率为 $P_{\text{用}}$,则 ΔP 、 $P_{\text{用}}$ 关系式正确的为 ()

$$A. \Delta P = \frac{U^2 S}{\rho L}$$

$$B. \Delta P = \frac{P^2 \rho l}{U^2 S}$$

$$C. P_{\text{用}} = P - \frac{U^2 S}{\rho L}$$

$$D. P_{\text{用}} = P \left(1 - \frac{P \rho l}{U^2 S} \right)$$

2. 某交流发电机输出功率为 $4.0 \times 10^3 \text{ kW}$,输出电压为 400 V ,输电导线电阻为 10Ω ,输电过程中允许损耗的热功率为总功率的 10% 。求升压变压器和降压变压器的匝数比各为多少才能使并联的标有“ 220 V 、 100 W ”的灯正常发光?

3. 人们利用发电机把天然存在的各种形式的能(水动能、煤等燃料的化学能)转化为电能,为了合理地利用这些能源,发电站要修建在靠近这些天然资源的地方,但用电的地区分布很广,因此需要把电能输送到远方。某电站输送电压为 $U = 6000 \text{ V}$,输送功率为 $P = 500 \text{ kW}$,这时安装在输电线路的起点和终点的电度表一昼夜里读数相差 $4800 \text{ kW} \cdot \text{h}$ (即 4800 度电),试求:

(1) 输电效率和输电线的电阻。

(2) 若要使输电损失的功率降到输送功率的 2% ,电站应使用多高的电压向外输电?

思考题答案: 1. BD 2. 1:50, 82:1 3. ① $\Delta P = 200 \text{ kW}$ $\eta = 60\%$
 $R = 28.8 \Omega$ ② $U' = 2.68 \times 10^4 \text{ V}$

板书设计

电能的输送

一、输送电能的基本要求

可靠,保质,经济

二、输电导线上的功率损失

1. 损失原因:电能转化为热

2. 产生影响 : 不经济

3. 减小方法 : 减小电阻 提高电压

$$\Delta P = I^2 R = \begin{cases} R = \rho \frac{l}{S} \begin{cases} l \downarrow \\ S \uparrow \\ \rho \downarrow \end{cases} \\ I = \frac{P}{u} \quad u \uparrow \end{cases}$$

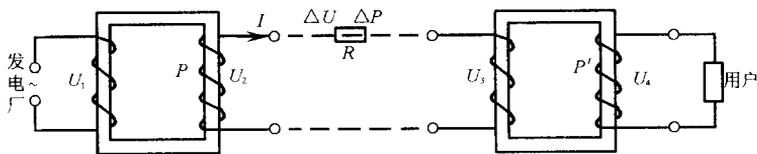
三、输电线路电压的损失

1. 损失原因 : 线路产生电势降

2. 产生影响 : 不能保质

3. 减小方法 : 减小电阻 提高电压

四、远距离输电示意图



$$P = U_2 I$$

$$\Delta P = I^2 R$$

$$\Delta U = U_2 - U_3$$

$$P' = P - \Delta P$$



《电磁感应现象》教学设计

教学目标

1. 知识教学点

- (1)了解并掌握电磁感应现象
- (2)了解电磁感应现象中能量的转化
- (3)总结并掌握产生感应电流的条件

2. 能力训练点

(1)通过演示实验,培养学生观察现象、分析问题、总结规律、抽象概念的能力。

(2)强化学生能的观点,培养学生用能量转化与守恒的规律审势并解决问题的能力。

3. 德育渗透点

(1)通过介绍法拉第不怕困难,顽强奋战了十年,终于发现了电磁感应现象的事迹,激发学生在学习与研究中能树立坚韧不拔、持之以恒的顽强意志。

(2)通过法拉第研究电磁感应的史实及演示实验,使学生悟出学习物理的重要方法是:设想——实验——总结规律。培养学生真理来源于实践,又反过来为实践服务的辩证唯物主义世界观。

重点、难点

1. 重点

- (1)产生感应电流的条件——只要穿过闭合电路的磁通量发生



变化,闭合电路中就有感应电流产生。

(2)电磁感应中能量的转化。

2. 难点:

闭合电路中磁通量变化的判定。

3. 疑点:

如何以能量的角度解释当磁感强度随时间变化时,闭合电路中
出现电能。

4. 解决办法

(1)通过课本上三个演示实验,引导学生观察、分析、思维、总结
产生感应电流的条件。

(2)通过介绍法拉第关于电磁感应的实验,巩固新知识,培养
学生的德育品质及分析问题解决问题的能力。

课时安排

1 课时

教学准备

电流计、线圈、滑动变阻器、开关、蹄形磁铁、条形磁铁、导体棒、
电源、导线。

教学设计

1. 观察演示实验,从现象出发,通过分析,总结规律,得出产生感
应电流的条件。

2. 学生讨论磁感强度变化产生的电能是由什么能转化的。



教学步骤

一、明确目标

了解电磁感应现象,掌握产生电磁感应现象中出现感应电流的条件,了解电磁感应现象中的能量转化。

二、整体感知

本节通过三个演示实验,得出产生感应电流的条件是穿过闭合导体的磁通量发生变化,并从能量转化的观点,论述这种变化的必然性。

三、重点、难点的学习及目标完成过程

1. 产生感应电流的条件

通过前一章的学习,我们知道,运动的电荷及电流在它们的周围空间能产生磁场,那么反过来,能否利用磁场产生电流呢,今天,我们带着这个设想来研究这个问题。

[实验一]将蹄形磁铁、导体棒和灵敏电流计如图 17-1 所示绕配好,将 AB 棒前后移动,同学可观察到灵敏电流计指针摆动,说明电路中有电流,若将 AB 棒上下移动,指针不动,说明电路中无电流产生。

你观察了这个现象:是什么发生了变化,而引起了电路中出现了电流呢?

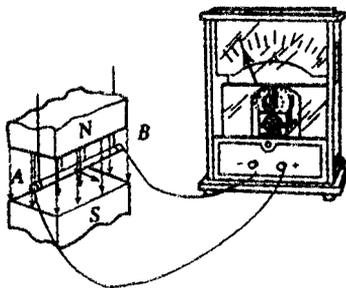


图 17-1

为便于学生总结,可画如图 17-2 的实验装置等效图,通过对等效图的分析,讨论出是由于闭合电路所包围的面积发生了变化而引起



起了闭合回路中的磁通量的变化,使闭合回路产生了感应电流。

〔实验二〕实验一”中所演示的是导体运动,磁场不动,如果导体不动,磁场运动,情况会如何呢?将灵敏电流计、条形磁铁、线圈如图 17-3 所示装好,请同学观察实验,当条形磁铁插入或拔出线圈时,电流表指针发生偏转,电路中有电流产生。什么原因呢,是由于磁场运动,造成穿过线圈的闭合回路中磁通量发生了变化,如图 17-4,

插入时,磁感线条数增多,磁通量变化,拔出时,磁感线条数减少,磁通量发生了变化,由于磁通量的变化,而引起闭合回路产生感应电流。(当磁铁放入不动时,则无感应电流。)

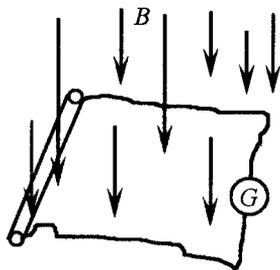


图 17-2

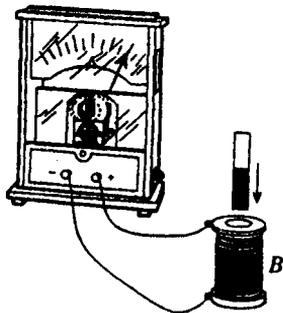


图 17-3

上述两个实验,亦可解释为导体切割磁感线,但导体切割磁感线的本质,就是闭合导体中磁通量发生变化,为进一步论证它,我们用实验三来研究。

〔实验三〕如图 17-5 所示装置,合上开关或打开开关,观察电流表指针,发现电流表指针发生偏转,闭合回路有电流。

闭合电路,迅速移动滑动变阻器,电流表指针出发生偏转,电路

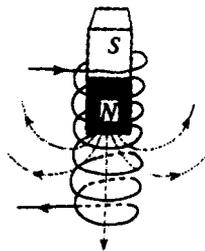


图 17-4



里有电流。

这两种现象中,改变的是什么呢?开关的断开与闭合,滑动变阻器的迅速移动,共同的一点就是电路中的电流发生了变化(有电流或无电流,电流大还是电流小),而我们知道,电流的周围产生磁场,变化的电流产生变化的磁场,因此穿过闭合线圈 B 的磁感强度发生变化从而引起了穿过 B 线圈的磁通量发生了变化。

综合上述三个实验,可以得出,无论是闭合回路中的导线在磁场中运动,还是磁场在闭合回路中运动,还是电流变化,归结为一点,只要引起闭合回路中磁通量发生变化,闭合回路中就有感应电流产生,这种利用磁场产生电流的现象叫电磁感应现象,在电磁感应现象中产生的电流叫感应电流。

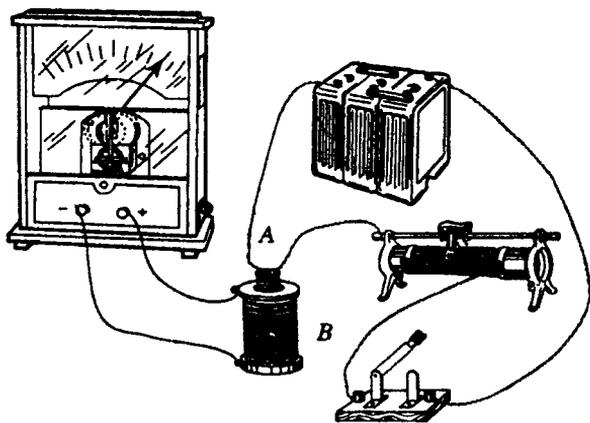


图 17-5

2. 法拉第电磁感应实验介绍

法拉第在分析奥斯特的电流磁效应后,他认为既然电流周围能出现磁场,磁铁能使靠近它的铁块具有磁性,静电荷能使靠近它的导体带电,那么磁铁或电流也能使靠近它的线圈产生电流,于是法拉第



提出了转磁为电的伟大设想,并朝着这个设想开始了无数的实验和艰苦奋斗,法拉第的最初设想,在强磁铁周围的导线应该会产生稳性电流,他设计实验,苦苦思索,企图证实他的设想,但却一次又一次失败了,法拉第并未气馁,而是从失败中总结经验与教训,他顽强地奋战了10年,1831年,他终于发现了电磁感应现象,法拉第实验装置如图17—6所示,当开关S接通或断开瞬间,线圈B中有感应电流,之后法拉第做了大量实验终于实现了转磁为电的理想,其精神使人感动。

3. 电磁感应现象中能量的转化。

能量守恒定律是普遍适用的定律,它同样适用于电磁感应现象,电磁感应现象中的电能,可由移动导线或磁铁消耗的机械能转化,也可由磁通量的变化消耗的磁场能转化,还可通过电流的变化消耗的电能转化。这些能之间的转化,这些转化的应用导致发电机、电动机、变压器等用电设备的发明和应用。

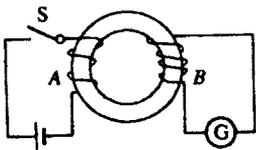


图 17 - 6

四、总结与扩展

1. 产生感应电流的条件是:闭合电路的磁通量发生变化,对于闭合电路有感应电流产生,对于非闭合电路,只要穿过电路的磁通量是非均匀变化的,电路中也有感应电流,但通常对这种瞬间的电流予以忽略,认为只出现感应电动势,如一个导线在磁场中加速切割磁感线,这根导线中就不断有感应电流产生,形成导线两端出现感应电动势。

2. 磁通量的变化可以从下面三个方面去判定,一是判定面积的变化,二是判断磁感应强度的变化,三是判定面积和磁感强度同时变化,这三个变化都会引起穿过闭合回路的磁通量的变化。

3. 在一定的条件下,“电能生磁”;“磁能生电”,电和磁之间有非



常密切的关系。我们今后所学的交流电,电磁振荡与电磁波都要应用这个原理。

作业与思考

一、作业题

课后练习。

二、思考题

1. 如图 17-7 所示,小金属环和大金属环重迭在同一平面内,两环互相绝缘,小环有一半面积在大环内,当大环接通电流的瞬间,小环中感应电流的情况是 ()

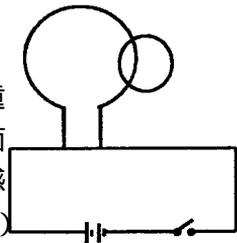


图 17-7

- A. 无感应电流。
- B. 有顺时针方向的感应电流。
- C. 有逆时方向的感应电流。
- D. 无法确定。

2. 关于电磁感应,下列说法中正确的是()

- A. 导体相对磁场运动,导体内一定会产生感应电流。
- B. 导体做切割磁感线运动,导体内一定会产生感应电流。
- C. 闭合电路在磁场中做切割磁感线运动电路中一定会产生感应电流。

D. 穿过闭合电路的磁通量发生变化,电路中一定会产生感应电流。

思考题答案: 1. C 2. D。



板书设计

产生感应电流的条件

1. 电磁感应。
 2. 感应电流。
 3. 产生感应电流的条件。
- 二、法拉第电磁感应实验。
- 三、电磁感应现象中能量的转化。



《楞次定律》教学设计

在高中物理选修教材中,楞次定律是一致学难点,采用课本中演示实验进行教学亦能完成教学任务。但为了增强实验效果,激发学生的学习兴趣,提高课堂45分钟效率,笔者在教学中不断探索与实践,使用自制电教仪器,巧设投影片,组合电教软件,把演示实验全过程展现在屏幕上,扩大学生视野,实现边演示、边记录、边讲解,以可靠的实验事实得出实验结论。利用教学软件的巧妙配合,由浅入深探讨问题,在关键问题上形成共识,在愉悦的氛围中形成稳定的知识结构和对概念的把握,甚至产生一辈子也难以忘却的效果,达到了课堂上教与学的和谐共振。在通过教师示范操作,培养学生实验操作技能,提高实验能力的同时,又将能量守恒和唯物辩证法渗透于教学中,加深学生对定律的理解,拓宽其研究问题的思路与方法,提高分析问题和解决问题的能力。

一、课前准备电教软件的设计与制作

1. 引入课题的实验设计

如图1(a)用漆包线绕10匝组成长×宽为3cm×3cm的闭合线框,把一枚针加热穿过(VCD)光盘盒作为可投影的底座,以针为转轴,设法减小支点摩擦(可用废旧小磁针转动支承部分)使其转动灵活,另用直径为1.73mm导线制作一个单匝闭合线圈,直径约12cm,如图1(b)所示。

2. 探索性实验的软件制作

(1) 投影电流表的制作:为使电流表能在投影仪上使用,可采用指针在中间为零刻线的灵敏电流表,把电流表背面的塑料板拆去,面

板带刻线部分去掉,用外层防护罩作显示面板,在其上标出刻线,能通过投影观察电流表指针偏转位置,如图 2(b)所示

(2)线圈制作:如图 2(c)用直径为 1.73mm 铜芯导线绕 6~8 匝,线圈直径约为投影电表的厚度($d \approx 3.8\text{cm}$),另用一细漆包线绕 50~60 匝相互串联(焊牢接头)。

(3)用一只 $10\text{k}\Omega$ 电阻与 1.5V 干电池(5 号)按图 2(a)串联焊好,用来投影检查通入电

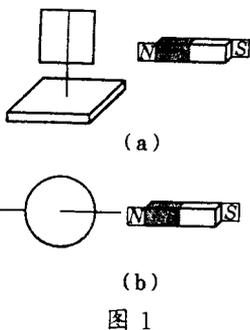


图 1

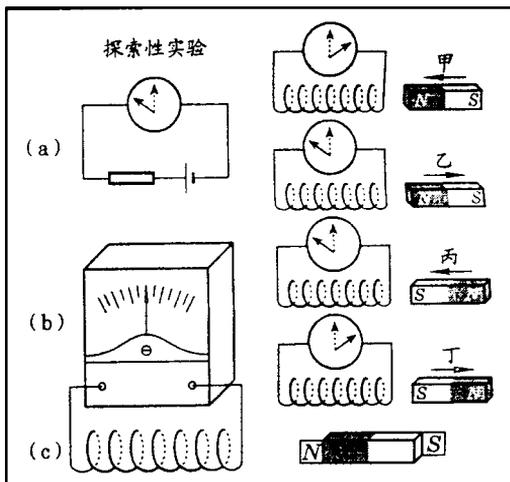


图 2

流与电表指针偏转方向的关系。

(4)将投影胶片粘贴在条形磁铁的两头,标出 N、S 极,以便显示条形磁铁在投影时的极性。

(5)设计投影胶片:用 $24\text{cm} \times 24\text{cm}$ 的胶片,按图 2 所示事先画出 (a) 电路图和甲、乙、丙、丁 4 幅图,在胶片左下方留出投影电表和线圈位置以便演示,通过合理设计,演法、记录、分析都可以在投影仪上



完成。

二、新课教学

1. 以实验引入课题

演示 1 将图 1(a) 所示教具放在投影仪上, 用条形磁铁的磁极在其周围旋转时, 观察现象, 提出为什么会出现线框总比条形磁铁转得慢? 激发学生思维, 培养观察能力。

演示 2 用条形磁铁插入(或拔出)单匝线圈, 怎样判断线圈中感应电流方向?(投影)

2. 探索性实验

(1) 首先在投影仪上按图 2(a) 组装成实物图, 通过投影读出通入电流与电表指针的偏转关系, 并用实线记录在图 2(a) 电路图中。

(2) 突出研究对象, 介绍闭合线圈在投影中的要点, 由于投影电表的指针和线圈上部在同一高度, 线圈下部与胶片在同一平面上, 调整物距时, 当屏幕上指针清晰时线圈清楚的部位为上部, 较模糊的部位为线圈的底部, 演示时应把投影仪调到这一位置(当观察到屏幕上电路图清楚时, 线圈清楚的部位是底部, 应加以区别)这样可以方便地在屏幕上观察线圈的绕向。(亦可用教鞭触及线圈部位同时观察光屏上的投影来证实绕向关系)。在实验时务必介绍绕向关系, 这是实验投影成败的关键。

(3) 在图 2(c) 处演示课本中的 4 种情形(教师演示甲、乙情形, 学生演示丙、丁情形)分别把感应电注用实线记录在甲、乙、丙、丁的图中)。

(4) 在上述 4 种情况中, 认真观察条形磁铁插入(或拔出)时在线圈中的磁场方向, 磁通量的变化(增加或减少), 对甲、乙两种情况应边演示, 边讲解, 边记录, 着重分析线圈中原磁通(条形磁铁所产生)变化, 正确理解磁通量多少与时刻对应, 而磁能量为化与一段时间相对应, 加深理解磁通量的概念, 鼓励学生参与演示乙、丁情况的示范



操作,记录结论,分析情境,并要求学生按3个方面进行归纳:

①对甲、丙,当条形磁铁移近(或插入)时,线圈中产生的感应电流激发的磁场跟磁铁的磁场相反。

②对乙、丁,当条形磁铁移远(或拔出)时,线圈中产生的感应电流的磁场跟磁铁的磁场方向相同。

③对甲、乙、丙、丁的综合归纳得出“线圈中感应电流的磁场总要阻碍原磁通的变化”。

3. 楞次定律

(1)简要介绍物理学史,指出楞次在总结法拉第等人成果的基础上,经过潜心研究,于1834年得出能够定感应电流方向的普遍规律,进而确定了回路中感应电动势的方向,完善了电磁理论。

(2)楞次定律即“感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的原磁通的变化”,可理解为:如果原磁场在线圈中增强,感应电流磁场与原磁场反向——“增反”,如果原磁场在减弱,感应电流磁场与原磁场相同——“减同”,即阻碍线圈中原磁通的变化;“阻碍”具有延缓作用,“阻碍”不等于“阻止”,线圈中的磁通量还是在变化的。

(3)应用楞次定律的基本程序(投影)

①弄清原磁场是谁产生的(由磁体或是电流),画出穿过闭合回路的磁场方向(用胶片画出条形磁铁的磁场并演示,如图3所示)。

②分析闭合回路中磁通量的变化(增加或减少)。

③由楞次定律判断出感应电流的“磁场方向——“增反减同”。

④由安培定则确定感应电流的方向(由于感应电动势与感应电流方向一致,所以也就确定了回路中感应电动势的方向)。

4. 符合能量守恒(拓宽研究方法)

在以上实验中,感应电流在闭合电路中是

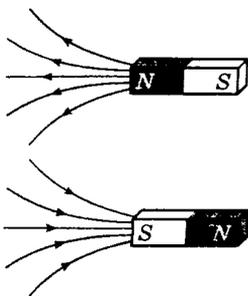


图 3



要消耗能量的,在磁体靠近(或远离)线圈的过程中都要克服电磁力做功,外力克服电磁力做功的过程即是把其他形式的能转化为电能的过程,如图4所示,把演示甲情形中感应电流等效为“磁体”或把条形磁铁等效为“环流”,即表现出“两磁体”或“两电流”都要相互阻碍,要使“两磁体”或“两电流”相互靠近(或远离)都要有外力做功,两者有“近躲、离追”的运动上的阻碍,阻碍导体间的相对运动,其本质是阻碍原磁通的变化,实现能的转化。

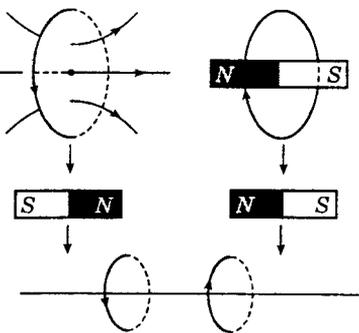


图4

5. 符合唯物辩证法(素质教育)

唯物辩证法认为：“矛盾是事物发展的动力”，电磁感应中矛盾双方即条形磁铁的磁场(原磁场)和感应电流的磁场，两者都处于同一个线圈中，且感应电流的磁场总要阻碍原磁场的变化，形成既相互排斥又相互依赖的矛盾，在回路中对立统一，正是“阻碍”的形成才产生了电磁感应现象。

6. 反馈强化

应用楞次定律对导入的两个实验进行分析，分别应用阻碍原磁通变化，阻碍导体的相对运动进行研究，并应用能量守恒和唯物辩证法加以深化理解，明确“阻碍”的含义，从多角度研究判断回路中感应电流方向，理解两转速“异步”的原因，并了解其原理的应用——异步电动机，引导学生应用物理规律解释现象，使所学理论能很好地为实际服务。



《法拉第电磁感应定律》教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面要求。

(1) 通过复习,进一步理解感生电动势的概念,明确感生电动势的作用;

(2) 在复习巩固的基础上,熟练掌握法拉第电磁感应定律。

2. 通过本节复习,培养学生运用物理知识,分析和解决一些实际问题的能力。

重点、难点

1. 重点是对法拉第电磁感应定律的进一步理解和运用;

2. 难点是法拉第电磁感应定律的综合运用。

教学准备

投影片(或小黑板)。

教学过程

一、复习引入新课

1. 叙述法拉第电磁感应定律的内容。

2. 写出其表达式。



$$3. \text{说明 } \varepsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = BLv$$

的区别和联系。

$$4. \text{由 } \varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ 推导 } \varepsilon = BLv。$$

由图 1 所示,讲清图中各示意,引导学生共同推导。

设在 Δt 时间内,导体 MN 以速度 v 切割磁感线,移动距离为 $d = v\Delta t$,设 MN 长为 L ,这一过程中,回路磁通量变化为

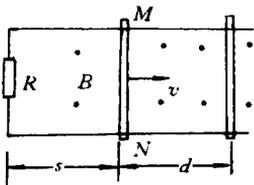


图 1

$$\begin{aligned} \Delta\Phi &= \Phi_2 - \Phi_1 \\ &= B(s + d)L - BsL \\ &= BLd。 \end{aligned}$$

根据法拉第电磁感应定律,

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BLd}{\Delta t} = \frac{BLv\Delta t}{\Delta t} = BLv。$$

说明:

上述推导需条件:磁感应强度 B 、导线切割速度 v 与长度 L 三者互相垂直,若上述三垂直中只有二垂直,而 v 与 B 不垂直,设夹角为 θ ,再请全体学生推导 ε 的计算式。教师指点方法:将 v 分解,其中与磁感线平行的速度分量没有作用,有效切割速度为 $v\sin\theta$ (图 2),因此得:

$$\varepsilon = BLv\sin\theta。$$

指出上式中当 $\theta = 90^\circ$ 时 $\varepsilon = BLv\sin 90^\circ = BLv$ 。

5. 关于 $\varepsilon = BLv\sin\theta$ 的意义。

(1) $\sin\theta$ 的意义是把公式中的 B 、 L 、 v 转化为两两垂直:

① $v\sin\theta = v_{\perp}$, 是将切割磁感线的速度 v 分解为垂直于 B 和 L 的



有效分量；

② $B\sin\theta = B_{\perp}$,是将磁感线强度 B 分解为垂直于 v 和 L 的有效分量；

③ $L\sin\theta = L_{\perp}$,是将导体长 L 等价成垂直于 B 和 v 的有效长度。

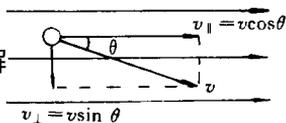


图 2

在上述分解和转化的方法是等价的,所得结果完全相同。

(2)在上式中,若速度 v 是即时速度,则电动势 ε 即为平均电动势,若速度 v 是平均速度,则电动势 ε 即为即时电动势。

二、主要教学过程设计

例 1 投影片。如图 3 所示,宽 $L = 0.5\text{m}$ 的平行长金属导轨与水平面夹角 $\theta = 37^\circ$ 。与导轨平面垂直的匀强磁场磁感应强度 $B = 1.0\text{T}$ 。质量 $m = 100\text{g}$ 的金属棒 ab 垂直两导轨放置,其电阻 $r = 1\Omega$,与导轨间滑动摩擦因数 $\mu = 0.25$ 。两导轨由 $R = 9\Omega$ 的电阻在下端相连。导轨及导轨与 ab 棒接触电阻不计(取 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, $g = 10\text{m/s}^2$)。求：

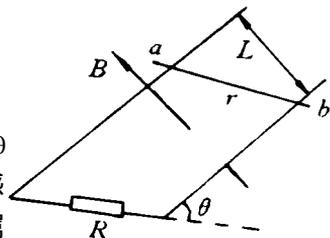


图 3

(1)当 ab 沿轨道向下运动,速度 $v = 10\text{m/s}$ 时, ab 棒运动的加速度。

(2) ab 棒沿轨道下滑的最大速度。

(3) ab 棒以最大速度运动时,重力对 ab 棒做功的功率, ab 棒产生的电功率以及输出电功率。

首先留出点时间,让学生认真审题、分析和思考,并能写出初步的解答方案。对较困难的学生,教师可适当引导,然后找两个典型解答,请同学在黑板上板演。

① ab 棒在导轨上下滑时受力情况如图 4 所示,其中磁场力 $F =$



$BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$, 摩擦力 $f = \mu N = \mu mg \cos\theta$, 根据牛顿第二定律, 在沿轨道方向上

$$mg \sin\theta - \mu mg \cos\theta - \frac{B^2 L^2 v}{R+r} = ma。$$

当 $v = 10\text{m/s}$ 时, ab 棒运动的加速度大小是

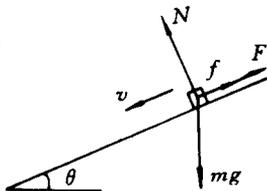


图 4

$$\begin{aligned} a &= g \sin\theta - \mu g \cos\theta - \frac{B^2 L^2 v}{(R+r)m} \\ &= [10 \times 0.6 - 0.25 \times 10 \times 0.8 - \frac{1^2 \times 0.5^2 \times 10}{(9+1) \times 0.1}] \\ &= 1.5 (\text{m/s}^2) \end{aligned}$$

② 当 ab 棒在导轨上运动加速度变为零时, 开始做匀速运动, 这时 ab 运动速度有最大值。由上述方程可知:

$$mg \sin\theta - \mu mg \cos\theta - B^2 L^2 v / (R+r) = 0,$$

$$\begin{aligned} \text{所以 } v_m &= \frac{mg(\sin\theta - \mu \cos\theta)(R+r)}{B^2 L^2} \\ &= \frac{0.1 \times 10(0.6 - 0.25 \times 0.8)(9+1)}{1^2 \times 0.5^2} \\ &= 16 (\text{m/s}) \end{aligned}$$

③ 重力做功的功率。

$$P_1 = mgv \sin\theta = 0.1 \times 10 \times 16 \times 0.6 = 9.6 (\text{W})$$

金属棒 ab 产生的电功率

$$P_2 = I\varepsilon = \frac{(BLv_m)^2}{R+r} = \frac{(1 \times 0.5 \times 16)^2}{9+1} = 6.4 (\text{W})$$

输出功率

$$P_3 = I^2 R = \left(\frac{BLv}{R+r}\right)^2 \cdot R = \left(\frac{1 \times 0.5 \times 16}{9+1}\right)^2 \times 9 = 5.8 (\text{W})$$

适当归纳解答本题的思路, 然后提出作为导体转动的情况其感生电动势应如何求。



例2 如图5所示,长 $L = 10\text{cm}$ 的金属棒 ab 在磁感应强度 $B = 2\text{T}$ 的匀强磁场中以 a 端为轴,在垂直磁场方向的平面内以角速度 $\omega = 10\text{rad/s}$ 做顺时针方向的匀速转动。 ab 两端的电势差是 _____ V, a 、 b 两端 _____ 端电势高, _____ 端电势低。若 ab 以中点为轴转动,其他条件不变, ab 两端电势差为 _____ V。

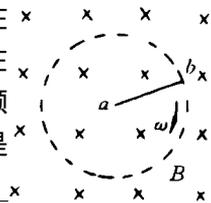


图 5

组织同学审题后,学生会发现,本题中金属棒 ab 转动时,棒上各点速率不同。因此欲求其感生电动势 ε , 需要找出一个等效点,采用求平均的方法。这时采用表达式 $\varepsilon = BL\bar{v}$ 。

另外有的同学也可能提出运用表达式 $\varepsilon = \Delta\Phi/\Delta t$ 的方法。这时,教师应按同学的思路,找在 Δt 时间内,棒 ab 转过的角度 $\Delta\theta = \omega\Delta t$, 扫过的面积 ΔS 。相应的磁通量变化 $\Delta\Phi = B\Delta S$ 。然后利用

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} \quad \text{来求解。}$$

方法一:

(1) ab 导体以 a 端为轴做切割磁感线运动时,导体上各点速度大小不同。 b 端速度 $v_b = \omega L$, a 端速度为零。其他各点的速度与该点到 a 点的距离成正比。

计算 ab 切割磁感线产生感生电动势时的速度可采用 a 、 b 两点速度的平均值,即 $\bar{v} = \frac{v_a + v_b}{2} = \frac{0 + \omega L}{2} = \frac{1}{2}\omega L$, ab 的感生电动势

$$\varepsilon = BL\bar{v} = \frac{1}{2}BL^2\omega = \frac{1}{2} \times 2 \times 0.1^2 \times 10 = 0.1(\text{V})$$

若在 a 、 b 两端接上外电路,由右手定则可知感生电流由 b 端流出, ab 作为电源, b 端电势高。

若没有构成闭合电路时, ab 两端电势差就是电动势 ε 。

(2) 以 ab 中点为轴转动时, a 端、 b 端电势都比中点电势高。而



且 a 、 b 与中点的电动势相等, a 、 b 两点电势相等, 电势差为零。

四个空依次填 0.1, b , a , 0。

方法二(略)

归纳本题解答思路, 提出将本题改造如下。

例3 投影片。一导体圆环的电阻为 4Ω , 半径为 0.05m , 圆环平面垂直匀强磁场, 如图6所示放置。磁感应强度为 4T , 两根电阻均为 2Ω 的导线 Oa 和 Ob , Oa 固定, a 端 b 端均与环接触, Ob 以 4rad/s 的角速度逆时针沿圆环转动。求: 当 Ob 的 b 端从 a 端滑过 180° 时, 通过导线 Oa 中的电流是多少?

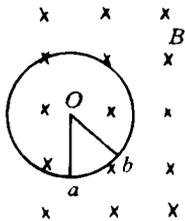


图 6

组织学生审题后, 学生会发现, 本题是金属导线 Oa 、 Ob 绕 O 轴转动。欲求感生电动势 ϵ , 应该选用哪个表达式会感到困惑。这时可引导学生, 由于棒上各点速率不同。到底选哪个点合适, 可提出等效取平均的方法。可仿效例2解法一。当然还可以用其他方法。但因有两根又如何?

方法一:

导线 Ob 在磁场中绕着 O 点旋转, 切割磁感线产生感应电动势 ϵ 不变

$$\epsilon = Bl\bar{v}.$$

其中 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_b}{2} = B \cdot ll\omega/2 = 4 \times 0.05^2 \times 4/2 = 0.02(\text{V})$

方法二:

由法拉第电磁感应定律来看, 导线 Ob 在单位时间内扫过的面积是:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\pi R^2}{2\pi} \times \omega = R^2 \omega/2.$$

磁感应强度 B 是定值, 由法拉第电磁感应定律 $\epsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t}$, 所

以感应电动势 $\varepsilon = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BR^2 \omega / 2 = 0.02 \text{ (V)}$

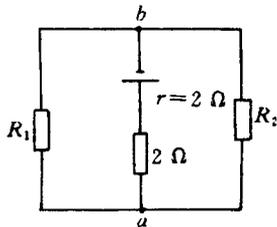


图 7

Ob 导线 b 端在圆环上的位置变化,只改变了图 7 中 R_1 与 R_2 的阻值。由闭合电路欧姆定律, Oa 中的电流:

$$I = \frac{\varepsilon}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_{0a} + r}$$

当 Ob 从 Oa 转 180° ,有 $R_1 = R_2 = 2\Omega$,代入上式

$$I = \frac{0.02}{1 + 2 + 2} = 0.004 \text{ (A)}$$

组织同学,归纳总结解答本题的思路。提出应用两表达式 $\varepsilon = BL\bar{v}$ 和 $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 求感生电动势时的区别和联系。然后进一步引导学生分析电路结构变化时的方法和步骤,使学生在学这部分内容时,也对电路问题作了一定的复习与巩固工作。最后提出线圈在磁场中转动时,如何求其感生电动势。

例 4 如图 8 所示,边长为 a ,总电阻为 R 的闭合正方形单匝线框,放在磁感应强度为 B 的匀强磁场中,磁感线与线框平面垂直。当线框由图示位置转过 180° 角过程中,流过线框导线横截面的电量是多少?

学生审题后会发现,本题与前三例均不同,这情况感生电动势的求法一时难以想象出,不过这时可做些提示,具体如下:



线框在磁场中转动过程中,转到不同位置时,线框中产生的感应电动势的即时值不同,因而线框中的感应电流也不同。解答本题的关键是如何理解和计算转 180° 角过程中穿过线框的磁通量的变化量。

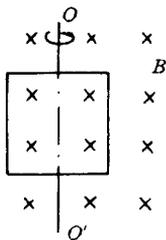


图 8

可以这样理解:一个平面有正、反两面,从正面穿入的磁通量设为正值,则从另一面穿入的磁通量就是负值。线框处于如图 8 所示位置时,磁感线从

线框一面穿入。磁通量是 $\Phi_1 = BS = Ba^2$, 转过 180° 后磁感线从线框的另一面穿入,这时的磁通量就是 $\Phi_2 = -BS = -Ba^2$, 先后两次穿过线框磁通量的值相等,但正负不同,那么线框转 180° 过程中磁通量的变化量为

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -Ba^2 - Ba^2 = -2Ba^2。$$

取绝对值就是 $2Ba^2$ 。由此,可应用法拉第电磁感应定律求转 180° 过程中的平均感应电动势,最后应用欧姆定律和电流强度的定义式就可以求通过线框截面的电量。

设线框转 180° 所用时间为 Δt , 在这段时间内穿过线框的磁通量的变化量为 $\Delta\Phi = 2Ba^2$, 根据法拉第电磁感应定律可得这一过程中平均感应电动势的大小为

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{2Ba^2}{\Delta t}。$$

根据欧姆定律, Δt 时间内线框中平均电流强度为

$$\bar{I} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2Ba^2}{R\Delta t}。$$

在 Δt 内流过线框某横截面积的电量

$$q = \bar{I}\Delta t = \frac{2Ba^2}{R\Delta t} \cdot \Delta t = \frac{2Ba^2}{R}。$$

组织学生归纳本类问题的解答思路与方法。同时提出前述四例



均是磁场恒定,即磁感应强度 B 为恒矢量。在有的例题中求感生电动势应用 $\varepsilon = BLv$, 而有时又应用 $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。顺便谈到如果磁感应强度 B 发生变化时又该如何解答呢? 请看投影设片。

例 5 如图 9 所示, 在一个匀强磁场中, 有两个用粗细相同的同种金属导线制成的闭合圆环 a 和 b , 它们半径之比为 $2:1$, 线圈平面与磁场方向垂直。如果匀强磁场的磁感应强度随时间均匀增大, 则 a 、 b 环中感应电流之比为 _____, 感应电流电功率之比为 _____。

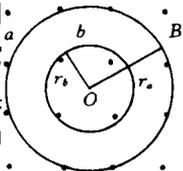


图 9

给出一定时间, 让学生思考。磁感应强度 B 随时间均匀变化, 在面积 S 不变的情况下, 则穿过该面积 S 的磁通量 Φ 也同样均匀变化。将学生引导到这一步, 问题也就真相大白了。具体分析解答如下:

(1) 设金属导线单位长电阻为 R_0 , b 环的半径为 r_b , a 环半径为 r_a , 其中 $r_a = 2r_b$ 。则 a 、 b 环导线电阻 $R_a = 4\pi r_a R_0$, $R_b = 2\pi r_b R_0$ 。磁感应强度随时间均匀变化, 即磁感应强度变化率不变。磁感应强度随时间均匀变化用 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 表示, 它是一个恒量。 a 、 b 环中感应电动势分别为

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta\Phi_a}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S_a.$$

$$\varepsilon_b = \frac{\Delta\Phi_b}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S_b.$$

感应电流分别为

$$I_a = \frac{\varepsilon_a}{R_a} = \frac{S_a \frac{\Delta B}{\Delta t}}{4\pi r_a R_0} = \frac{4\pi r_a^2}{4\pi r_a R_0} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{r_a \Delta B}{R_0 \Delta t},$$

$$I_b = \frac{\varepsilon_b}{R_b} = \frac{\pi r_b^2}{2\pi r_b R_0} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{r_b \Delta B}{2R_0 \Delta t}.$$



所以
$$\frac{I_a}{I_b} = \frac{r_a \cdot \frac{\Delta B}{R_0 \Delta t}}{r_b \cdot \frac{\Delta B}{R_0 \Delta t}} = \frac{r_a}{r_b} = \frac{2}{1}。$$

(2) 感应电流电功率 P_a 、 P_b 分别为

$$P_a = I_a^2 \cdot R_a, P_b = I_b^2 \cdot R_b。$$

a 、 b 的电功率之比

$$\frac{P_a}{P_b} = \frac{I_a^2 \cdot R_a}{I_b^2 \cdot R_b} = \left(\frac{I_a}{I_b}\right)^2 \cdot \frac{4\pi r_a R_0}{2\pi r_b R_0} = \left(\frac{2}{1}\right)^2 \times \frac{2}{1} = 8。$$

两个空依次填 2:1 8:1。

组织同学归纳总结本题的解答思路。提出解答这类问题时应注意的问题。然后提出,在本题中改造一下。例如,把线圈(或圆环)的方位调整一下,可使线圈平面与磁场方向成 θ 角。在这种情况下,有哪些量发生变化?请看投影片。

例 6 如图 10 所示,一闭合圆形线圈放在匀强磁场中,线圈的平面与磁场方向成 θ 角,磁感应强度随时间均匀变化,变化率为一定值。在下述办法中用哪一种可以使线圈中感应电流的强度增加一倍()?

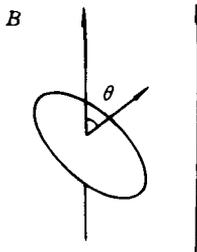


图 10

- (A) 线圈的匝数增加一倍
- (B) 把线圈的半径增加一倍
- (C) 把线圈的面积增加一倍
- (D) 改变线圈轴线对磁场的方向
- (E) 把线圈的匝数减少到原来的一半

分析本题有一定困难。教师可先给学生一定时间,思考和讨论一下。这样学生之间互相启发,可使他们的思路宽广些。这时教师及时做出评价,归纳解答的基本思路。

首先要考虑影响线圈中电流强度的因素,由欧姆定律可得 $I =$

 ε/R_0

由法拉第电磁感应定律可知

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N \frac{S_{\perp} \Delta B}{\Delta t},$$

其中线圈垂直于磁感线的有效面积 S_{\perp} 为

$$S_{\perp} = \pi r^2 \cos\theta_0.$$

则有 $\varepsilon = N\pi r^2 \cos\theta_0 \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)$

再由电阻定律

$$R = \rho \frac{L}{S_0} = \rho \frac{2\pi r N}{S_0}.$$

上式中的 S_0 是线圈导线的横截面积, ρ 是导线的电阻率。联立上述公式可得:

$$\begin{aligned} I &= \frac{\varepsilon}{R} \\ &= \frac{N\pi r^2 \cos\theta_0 \frac{\Delta B}{\Delta t}}{\rho \frac{2\pi N r}{S_0}} \\ &= \frac{S_0 r}{2\rho} \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos\theta_0. \end{aligned}$$

上式表明:当磁感应强度均匀变化(即变化率一定)时,在闭合线圈导线的截面积 S_0 和电阻率 ρ 不变的条件下,线圈中的电流强度 I 仅与线圈的半径 r 和线圈轴线与磁感线方向夹角的余弦有关。要使 I 增加一倍,只有使 r 增加一倍。因为 $\cos\theta$ 的最大值不能超过 1,改变 θ 的值不能使 $\cos\theta$ 增加一倍。所以本题的正确选项只能是(B)。

三、课堂小结

组织学生归纳总结法拉第电磁感应定律应用的基本思路与



方法。

教学说明

由于是复习课,故设计安排了较多的内容。而且,前后知识的联系有一段距离,学生可能会感到有些吃力,特别是基础较差的学生会困难更多。也正因为是这样,教师可在课前作些知识准备。这样可以降低难度,学生会接受好些。

从时间上讲,由于内容量和难度关系,可安排两课时完成。教师在讲述问题时,切不可就题论题,应把重点放在充分发挥学生学习的主动性和能动性上。每个问题都应留给学生一定思考、分析、讨论的时间,教师应允许课上争论,并及时做出评价。这样师生共同总结归纳运用法拉第电磁感应定律解答问题的基本思路与方法。

顺便指出,复习课上的例题由于综合性比较强,教师可在其中穿插些过渡性知识,以此来进行有效的衔接,对于较差的学校,教师可灵活掌握。



《自感》教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面的要求。

(1) 在掌握电磁感应现象的基础上, 进一步了解自感现象。

(2) 初步掌握自感电动势的计算公式 $\varepsilon_{\text{自}} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ 。

(3) 了解自感系数及影响自感系数大小的因素。

2. 通过观察演示实验及对实验的分析, 培养学生观察的敏锐性品质和推理能力, 从而理解自感电动势在电流变化时所起的作用。

3. 渗透研究物理学的方法, 使学生逐渐体会怎样从旧知识的土壤中生成出新知识的幼苗。

重点、难点分析

1. 重点是使学生在掌握了自感现象与电磁感应现象统一性的基础上, 把握住自感现象的特点。

2. 断电自感现象中, 灯泡突然闪亮一下学生很难理解, 是教学中的难点。

教具

1. 自感现象的演示。

通电自感现象的演示装置, 断电自感现象的演示装置, 电源, 开关及导线若干。



2. 投影器及自制投影片。
3. 关于日光灯工作原理的示教板。

主要教学过程

(一) 复习提问引入新课

1. 提问 :产生感应电流的条件是什么 ?
2. 如图 1 所示 ,有两个线圈 L_1 、 L_2 共轴放置 ,当滑动变阻器的滑片向左滑动时 ,试推理判定通过电阻 R 感应电流的方向。

(二) 教学过程设计

1. 提出问题 :因为穿过线圈 L_2 的向上的磁通量增加了 ,所以在通过电阻 R 闭合的线圈中产生了 $a \rightarrow R \rightarrow b$ 方向的感应电流。那么 ,对于线圈 L_1 来说它通过电池、滑动变阻器也组成了闭合电路 ,而且穿过这个闭合回路的磁通量也发生了变化 ,会不会在这个闭合回路中也发生电磁感应现象呢 ? 是否有感应电动势呢 ?

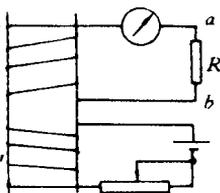


图 1

2. 由演示实验引入课题。

演示两个有关自感现象的演示实验。要求学生注意演示过程和瞬间发生的现象。

(1) 通电时的自感现象(如图 2)。

操作过程 :

- ① 展示电路结构。
- ② 接通电路缓慢调整滑动变阻器的阻值 ,使两个灯泡 A_1 、 A_2 发光亮度相同。
- ③ 断开电路后 ,再接通电路。这里应重复几次。

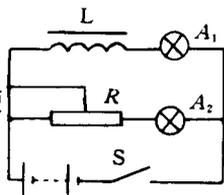


图 2

叙述现象 :让学生能看到每次接通时 ,灯 A_1 总比灯 A_2 滞后一



小段时间才亮。

提出问题:两个灯泡稳定发光时亮度是一样的。为什么电路接通时, A_2 立即点亮而 A_1 要滞后一小段时间?

在学生回答的基础上分析得出:接通电路时,通过线圈L的电流增大,该电流产生的磁场增强,穿过线圈的磁通量要增加,根据法拉第电磁感应定律可知这个线圈中要产生感应电动势。用楞次定律还可以判定出感应电动势的方向与电流增加的方向相反。故通过灯 A_1 的电流不是立即变强而是逐渐增强,使 A_1 滞后一点时间点亮。

(2) 断电时的自感现象(如图3)。

操作过程:

- ① 连接好电路,展示电器结构。
- ② 接通电路调整滑动变阻器的滑动头,使灯A发出微弱的光。
- ③ 断开开关,应看到灯A闪亮一下。这里应重复几次。

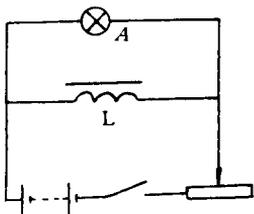


图 3

叙述现象并简单推理:学生应看到电路断开时灯A闪亮一下,说明通过灯泡有一个强电流。

提出问题:为什么在断开电路时,通过灯泡A的电流突然增大?

教师讲解分析:通过投影器用投影片讲述断电自感过程。

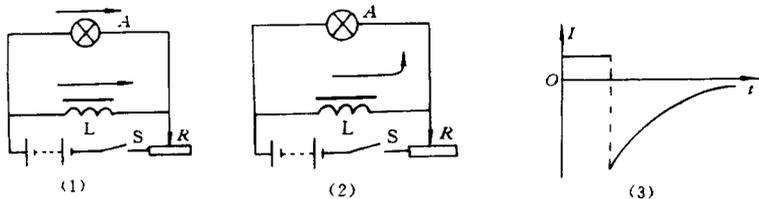


图 4

如图(1)电路接通时因为线圈L的电阻很小,所以两支路的电流强弱是不同的。

当电路断开时,通过线圈的电流要减小,由法拉第电磁感应定律



和楞次定律可知线圈中要产生一个感应电动势,且电动势的方向与减小的电流方向相同。由于电源支路已处于断路状态,所以这个逐渐减小的强电流要反向通过灯 A(此时展示投影片图 4(2)),故灯泡要闪亮一下。

启发学生画出断电时通过灯泡电流随时间变化的函数图线(展示投影片图 4(3))。

3. 通过总结实验得出结论。

当导体中的电流变化时,导体本身就产生感应电动势。这个电动势阻碍导体中原来电流的变化,这种由于导体本身的电流发生变化而产生的电磁感应现象叫自感现象,自感现象中产生的感应电动势叫自感电动势。

出现课题及板书。

4. 推理得到影响自感电动势的因素。

提出问题:自感电动势是感应电动势,它是由自身电流变化产生的,它和电流变化有什么关系呢?

师生共同分析研究:

(1)由法拉第电磁感应定律可知感应电动势 $\varepsilon = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。因为在线圈中的磁通量 Φ 与线圈中的磁感应强度 B 成正比。又因为在电流磁场中任意一点的磁感应强度都与电流强度成正比。所以穿过线圈的磁通量 Φ 与通电线圈中的电流强度 I 成正比,磁通量的变化 $\Delta\Phi$ 与电流的变化 ΔI 成正比,即 $\Delta\Phi \propto \Delta I$ 。

(2)引入比例系数 L 得出结果 $\varepsilon_{\text{自}} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ 。即自感电动势跟电流的变化率成正比。

(3)根据楞次定律和两个演示实验,可以总结出:自感电动势的方向总是阻碍电流的变化。

(4)讲解说明:自感电动势 $\varepsilon_{\text{自}}$ 跟电流变化率 $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ 的比值 L 叫“自感



系数”,简称“自感”或称“电感”。

自感系数的大小由线圈本身特点(如匝数、长度、截面积、是否有铁心等)决定。自感系数在国际制单位中的单位是“H(亨)”。 $1H = 1 \frac{Vs}{A}$, $1H = 1 \times 10^3 mH = 1 \times 10^6 \mu H$ 。

$$= 1 \frac{Vs}{A}, 1H = 1 \times 10^3 mH = 1 \times 10^6 \mu H.$$

5. 自感现象的实际意义。

(1)说明自感现象广泛存在。凡是有导线、线圈的设备中,只要有电流变化都有自感现象存在,因此要充分考虑自感和利用自感。

(2)自感现象应用一例——日光灯。

①结合日光灯工作原理的示教板(图5),说明日光灯电路结构。接通电路让学生观察日光灯的启辉过程。

②提出问题,安排学生阅读课本并整理笔记。

A. 灯管、起动器、镇流器的构造及它们的连接特点。

B. 起动器中双金属片工作原理。

C. 激发灯管中的水银蒸气导电的高电压是怎么获得的?

D. 日光灯的“白光”是哪里发生的?

E. 日光灯正常发光时,镇流器起什么作用。

(3)安排学生看书,了解自感现象的危害及防止措施。

(三)课堂小结

1. 自感现象是电磁感应现象。自感电动势的大小和方向仍可以用法拉第电磁感应定律和楞次定律确定。

2. 自感电动势的大小,不是跟电流强度(I)成正比,也不是跟电流的变化(ΔI)成正比,而是跟电流的变化率成正比。

3. 完成课本后边的作业。

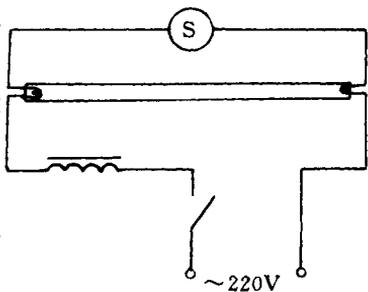


图 5



教学说明

1. 充分利用旧知识来研究新问题,是科学研究问题的重要方法。这节课恰是研究电磁感应现象的特例。课堂设计中要突出从旧知识生长出新知识的研究过程。

2. 对中学生观察能力的培养,是物理教学的重要任务之一。中学生在观察的敏锐性方面普遍显得薄弱。这节课的两个演示实验恰是培养学生观察敏锐性的好素材,因此演示时教师不要加任何的实验导语,创造条件给学生以锻炼的机会。

3. 本课时内容较多,若课时紧张可安排成两课时,并加一些例题。



《平面镜成像(光的反射定律)》 教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面要求。

(1)掌握光的反射定律,会用光的反射定律解释有关的现象;

(2)掌握平面镜成像的原理和规律;

(3)应用平面镜成像的规律解决一些简单的物理问题。

2. 通过演示实验,概括出平面镜成像的特点,应用光的反射定律推导出平面镜成像的特点。培养学生的观察、概括能力,通过相关物理量变化规律的学习,培养分析、推理能力。

3. 通过简单的物理问题的解决使学生理解解决物理问题的基本原理和基本方法,如何建立已知与未知和所求之间的关系。从而加深物理方法的学习。

重点、难点

1. 重点是使学生掌握平面镜成像的原理及推导过程。平面镜成像的特点是解决平面镜问题的关键。平面镜成像是虚像,学生作图时要注意用虚线;平面镜成像,其像和物关于平面镜对称的含义是像正立且与物等大。

2. 教学难点之一是如何澄清学生头脑中“像”的概念。要突破这一点就要让学生清楚物理中像的准确定义,生活中像、影、相又指的



是什么意思。严格区分教学中的相似与物理的“相似”有什么不同。

3. 教学中的另一个难点是如何应用平面镜成像的特点解决实际问题。最关键的是要抓住最简单、最基本的方法。

教学准备

1. 平面玻璃, 蜡烛两只(完全相同), 火柴, 大白纸一张(8开或更大一些), 直角三角板, 铅笔。

2. 教学用直角三角板、直尺。

教学过程

(一) 引入新课

光的反射现象和平面镜在初中物理中已经学到一些知识, 今天我们来进一步研究。光的反射现象处处可见, 平面镜也是日常生活中常见的物品, 它们有什么特性呢?

(二) 教学过程设计

1. 光线和光束。

光线是利用光的直线传播而从光束中抽象出来的概念。物体发出的光束, 用一条带箭头的直线来表示光的传播方向——光线。光线是光束的抽象结果, 实际是不存在的, 而光束是客观存在的。在画光线时注意光的传播方式用直线表示, 要用实线, 而光的传播方向箭头一般标在直线的中央部分。光束可分为平行光束、发散光束、会聚光束三种情况。

2. 光线传播到两种介质的分界面所发生的现象: 反射和折射现象可能同时发生, 也可能只发生反射现象, 但有折射现象的同时一定有反射现象, 只是反射现象有时极不明显而不考虑。通过作图介绍入射点、法线、入射光线、反射光线、入射角和反射角的概念。光在介质中传播时会有能量损失(被吸收)。光在两种介质界面上发生反射



或折射时也要有能量损失。

3. 光的反射定律。

(1) (三线共面) 反射光线在入射光线和法线所决定的平面内 ;
(因果关系要注意)

(2) (法线居中) 反射光线跟入射光线分别位于法线的两侧 ;

(3) (两角相等) 反射角等于入射角。(因果关系)。

4. 镜面反射和漫反射。

(1) 镜面反射 :能成虚像的反射 ,入射光线是有规律的 ,反射光线仍遵从一定规律进行排序。

(2) 漫反射 :入射光线是有规律的 ,而反射光线是无序的 ,不能成虚像的反射 ,但每一条光线都遵从光的反射定律 ,漫反射是由于两介质的界面不光滑平整而造成的。

5. 平面镜成像。

演示 在白纸中央用直尺画一条直线 ,然后平放在水平桌面上 ,在直线的一侧点一个点 A ,将平面玻璃垂直于纸面且与纸上直线重合放置 ,将一支蜡烛点燃竖直放在 A 处 ,在 A 点这侧看点燃蜡烛的像。将另一支未点燃的蜡烛放在直线(平面玻璃)的另一侧 ,缓慢移动直至未点燃的蜡烛与点燃的蜡烛的像重合 ,好像未点燃蜡烛也燃烧起来一样。在纸上记下未点燃蜡烛的位置。在同学们都看清楚的前提下 ,将点燃的蜡烛熄灭。让同学讨论看到的现象 ,总结平面镜成像的特点。

(1) 像 :由物发出(或反射)的光线经光具作用为会聚的光线(或发散的光线)所形成的跟原物“相似”的图景。这里的“相似”一词与数学的相似含义不完全相同 ,数学中的相似是指对应处成相同的比例 ,而这里的“相似”有时不同对应处比例不同。例如哈哈镜中人的像与人相比相差很大 ,但仍认为是人的像。

(2) 实像 :是由实际光线会聚而形成。可用眼直接观察 ,可在光屏上显示 ,具有能量到达的地方。



(3)虚像:是实际光线的反向延长线会聚而形成,不可在光屏上显示,只能用眼睛直接观察。

关于像的概念让学生一定要很清楚,特别是要区分生活中的“像”的概念。

A. 像片是物而不是“像”,画像和像片具有相同的含义。

B. 照相,实质上是取得一个与人“相似”的一幅画片,只不过不是用笔画,而是通过成像的原理制作就是了。照“相”与长“相”具有相同的含义。

C. “看电影”也有人误认为是“看电像”,在初中就学过像的概念。但人们在电影院看电影要看银幕上的图景,银幕上的图景对于底片(拷贝)来说是像的位置,像呈现在银幕上,作为物被眼睛看到,若真看“像”应眼睛向着放映机看,那是不可能的。

D. “成像是客观的,观像是有范围的”。若电影院银幕处未放银幕,放影机放影时,拷贝上的像仍呈现在放银幕处。戴近视镜的同学看到的并不是真实的物,而是这些物正立缩小的虚像。

(4)平面镜成像。

A. 平面镜对光的作用,只改变光的传播方向,不改变光束的性质。即平行光束经平面镜反射仍为平行光束。发散(会聚)光束经平面镜反射仍为发散(会聚)光束。

B. 平面镜成像为虚像,作图时用虚线表示。

C. (将演示实验中的白纸呈现给学生,通过作图,测量得出)像点和物点关于平面镜呈面对称。

6. 平面镜的应用。

(1)平面镜控制光路。

例1 已知入射光线及平面镜的位置,控制反射光线,一束光线与水平成 40° 角射来,欲使光线沿水平方向传播,所放平面镜与水平面成_____角。答案 20° 或 70° 。

解析 题目中只要求反射光线水平,一定要注意可能出现两种情



况。一种是入射光线与反射光线之间的夹角是 40° ,一种是入射线与反射光线之间的夹角是 140° 。

例 2 证明 若入射光线的方向不变 ,将平面镜绕入射点转动 θ 角 ,则反射光线的方向转动 2θ 角。

证明 因为平面镜转动 θ 角 ,则法线转动 θ 角 ,当入射光线不变时 ,则入射角增加(或减少) θ 角 ,由光的反射定律可知反射光线与法线的夹角也增加(或减少) θ 角 ,则反射光线与入射光线之间的夹角增加(或减少) 2θ 角 ,即反射光线转动的角度为 2θ 角。

若上题改为若入射光线的方向不变 ,平面镜绕入射点以角速度 w 匀速转动时 ,则反射光线转动的角速度 $w' = 2w$. $w = \frac{\theta}{t}$, $w' = \frac{2\theta}{t} = 2w$

(2) 平面镜成像的观察。

例 3 一人站在湖边塔楼顶上观察空中的气球 ,已知楼顶离湖面高为 H ,人高不计。他看空中静止的气球时 ,仰角为 30° 。他看水中气球的虚像时 ,俯角是 60° ,问气球静止在湖面上方 ,离湖面多高 ?
答案 $2H$ 。

解析 :几何光学的突出特点是几何作图。此题作图的技巧是 :先画一条水平线(在塔楼顶上) AB 。 A 为塔楼顶端 ,过 A 点做 AS 直线且 $\angle SAB = 30^\circ$ 。过 A 点作垂直于 AS 的直线(用虚线) AS' ,且 SS' 直线(用虚线)要垂直于 AB 。 SS' 直线交 AB 于 C 点。找到 SS' 直线的中点 O ,过 O 点作 SS' 的垂线 MN , MN 交 AS' 于 D 点 ,用实线连接 AD , DS ,且标明 AS 、 AD 、 DC 的光

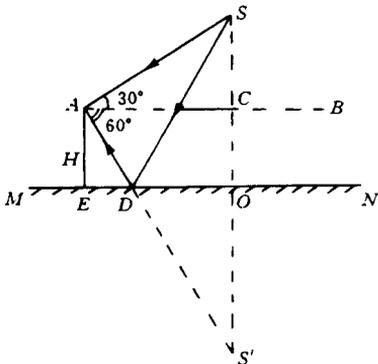


图 1



线箭头。如图所示,注意箭头方向不要画反。 A 点为观察者。过 A 点作 MN 的垂线交 MN 于 E 点, AE 即为塔楼高, S' 为气球 S 的像。 SO 即为所求 h 。

$$\text{由图可知:} \begin{cases} \tan 30^\circ = \frac{SC}{AC} = \frac{h-H}{AC} & \text{①} \\ \tan 60^\circ = \frac{CS'}{AC} = \frac{h+H}{AC} & \text{②} \end{cases}$$

$$\text{代入数据得} \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{h-H}{AC} & \text{③} \\ \sqrt{3} = \frac{h+H}{AC} & \text{④} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{③} \\ \text{④} \end{cases} \text{得: } \frac{1}{3} = \frac{h-H}{h+H}$$

解得: $h = 2H$ 。

例4 图2中 AB 表示一直立的平面镜, P_1P_2 是水平放置的米尺(有刻度的一面朝着平面镜), MN 是屏,三者相互平行,屏 MN 上的 ab 表示一条竖直的缝(即 a 、 b 之间是透光的)。某人眼睛紧贴米尺上的小孔 S (其位置见图),可通过平面镜看到米尺的一部分刻度。试在本题的图上用三角板作图求出可看到的部位,并依次写出作图的步骤。

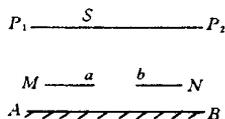


图 2

解析:

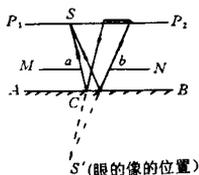


图 3

图3作图步骤:

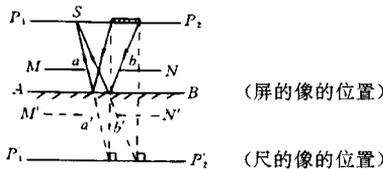


图 4



①作 S 点对 AB 的对称点 S' , S' 就是 S 的像点。

②连接 S 、 a 并延长, 与 AB 交于 C 点。

③连接 S' 、 C 并延长, 与 P_1P_2 交于一点, 此点就是可看到部位的左端。

④连接 S' 、 b 并延长, 与 P_1P_2 交于一点, 此点就是可看到部位的右端。

上述顺序也可以是②①③④或①④②③。

图 4 作图步骤:

①分别作 P_1P_2 、 Ma 、 bN 对于 AB 的对称线 $P'_1P'_2$ 、 $M'a'$ 、 $b'N'$ 则 $P'_1P'_2$ 就是 P_1P_2 对于平面镜 AB 的像, $M'N'$ 是 MN 对于平面镜 AB 的像。

②连接 S 、 a 并延长, 与 $P'_1P'_2$ 交于一点, 并作该点对于 AB 的对称点, 此对称点在 P_1P_2 上, 是可看到部位的左端。

③连接 S 、 b' 并延长, 与 $P'_1P'_2$ 交于一点, 作该点对于 AB 的对称点, 此对称点也在 P_1P_2 上, 是可看到部位的右端。

上述顺序也可以是①③②。

(3) 平面镜与运动学的综合应用。

例题 略。

(三) 课堂小结

1. 平面镜是一个非常重要的光学元件, 在生活中应用也很广, 这部分光学知识为将来的学习打下了基础。

2. 几何光学的学习要突出几何作图, 同学们应严格按照规范化的作图格式进行训练, 紧紧抓住平面镜成像特点进行思考问题。

教学说明

1. 将演示实验改为分组实验, 效果会更好。但要掌握好教学时间。

2. 关于平面镜应用的问题可加一节习题课专门讨论, 对学生的



学习会有很大的帮助。作图的过程叙述清楚,还可让学生交流作法,谈作图在解题中的重要性。

3. 像的客观性和观像的主观性要严格区分。在教学过程中,澄清学生头脑中一些不正确、不完善的概念是非常必要的。这也是学生学好物理的关键所在。



《光的微粒说和波动说》教学设计

现行物理教材必修本(第二册)第八章“光的本性”中的第一节“光的微粒说和波动说”是较难教的一节内容,究其原因,笔者认为有如下几条:(1)本节内容基本上是叙述微粒说和波动说的发展史,没有练习量,课堂时间显得多了,出现“没事干”的现象。(2)有些教师不重视本节内容的教学,认为各类考试根本不会考查这些内容,因此上课时照本宣科,上不出新意,从而心理上惧怕上这节课。(3)学生对本节课的学习目标认识不足,甚至把本节课当作是听历史故事,弄不清楚本节内容在本章中的地位。

由于这些原因的存在,对本节课的处理出现了两种极端,一种是简单化,对本节内容三言两语,一带而过,然后让学生自己看书,或作另外安排,另一种是“历史事件”化,将关于光的微粒说和波动说发展的历史材料广泛搜集、整理,上课时就滔滔不绝地加以叙述,从头讲到尾,最后学生不得要领,只知道很多事件,不知本节课目的。

两种极端化处理方法是不可取的,我们应认真钻研教材,挖掘教材潜力,走出应试教育的误区,摒弃考什么就讲什么的想法,从全面提高学生素质角度出发,积极实施素质教育,将思想、方法教育贯穿于物理课教学中,笔者以为本节课内容有两条线索,一条是明线,一条是暗线。

明线

所谓明线就是依据教材内容向学生讲述人类对光的本性的认识过程,其方框图如图1所示。

明线的教学对发挥学生学习的主动性,激发学生学习的兴趣是

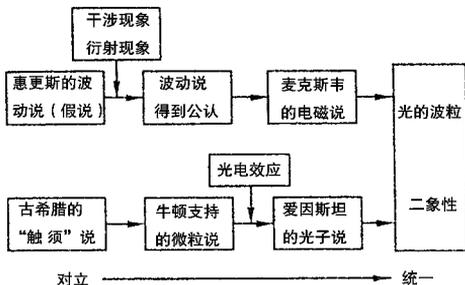


图 1

十分有益的。光存在于我们日常生活的各个方面,现在提出“光是什么”的问题,对学生来说是很新鲜的,既熟悉又生疏,他们会迫切地想早点知道答案,上面的方框图无疑会起到很好的向导作用,引导学生自觉、主动地去寻根问底。同时还能让学生体会到科学的发展是一代代科学家辛勤劳动的曲折过程,教育学生勤奋好学、刻苦钻研,树立不怕挫折、追求真理、服从真理的求知精神。

暗线

本节内容是本章的引言,除了回顾人类对光的本性的认识过程,指明学习本章的线索,其中还渗透了科学研究方法和唯物辩证法思想。

1. 科学研究方法

惠更斯根据光与机械波有很多相同的性质,提出光的波动说,杨氏双缝干涉实验及光的衍射现象的发现,给了波动说有力的支持,使波动说得到公认,麦克斯韦将光与电磁波进行比较,提出光是一种电磁波,赫兹用实验成功地证实了光的电磁说。在这过程中,体现了“实验(事实)—理论假设—实验(提供新的事实)—修正理论(甚至建立新的假设)”的科学研究方法。(光的微粒说发展过程也体现了这一科学研究方法)

2. 唯物辩证法思想

(1)从惠更斯的波动说到麦克斯韦的电磁说,从牛顿支持的粒子



说到爱因斯坦的光子说,人们对光的本性的认识大大地前进了一步,而光的波粒二象性的提出,使人们对光的本性的认识发生了质的飞跃,体现了由量变到质变这一普遍原理。

(2)光的电磁说、光子说并不是全盘否定惠更斯的波动说和牛顿支持的微粒说,而是批判地继承了其观点,是“扬弃”。

(3)在光的波粒二象性中,波动性和粒子性既对立又统一。

(4)波动说、微粒说的发展道路不是一帆风顺的,而是前进中有曲折,在曲折中前进,最后统一在光的波粒二象性之中,体现了认识是螺旋式上升的。

高中学生处于人生成长的重要阶段,结合教材知识对学生进行思想、方法教育是非常必要的,将以上科学研究方法和唯物辩证法思想从课文中分离出来,由“隐性”变成“显性”,加以强化,对学生科学思想方法的形成,思维品质的提高会起潜移默化的作用,不仅能促进当前的学习,对学生的后续学习也会产生积极的影响,体现“教,是为了不教”这一思想,同时也可使物理课堂显得生动活泼起来。



《光的衍射》教学设计

教学目的

1. 了解光的衍射概念及衍射现象与波长、缝宽的关系；
2. 培养学生的动手能力，并使学生明白利用日常普通材料也能做出高层次、高水平的好实验；
3. 使每位学生都获得一次难以忘怀的“物理美”的享受。

教学重点

了解光的衍射概念及衍射条件 培养学生的动手能力与观察能力。

教具准备

水波衍射挂图，感应圈及电源，单丝白炽灯、红灯、蓝灯各一盏，单面刀片，纸片，玻璃片，自制光的衍射观察片（包括铝箔单缝，纸小孔，薄纱巾片，丝袜片，透明纸等）。

教学过程

一、导入课题

1. 出示水波衍射教学挂图，唤起学生对机械波衍射的回忆：“一切波都能发生衍射，通过衍射，把能量传到阴影区域。”

板书上述结论。

2. 请学生解释“隔墙有耳”这句话的物理含义。



学生答:这是声波绕过了墙,使墙另一边的人听到了谈话声,是声波的衍射现象。

水波、声波都会发现衍射现象。那么,光也会产生衍射现象吗?

二、单缝衍射

1. 教师直接讲述光通过可调狭缝所发生的物理现象,并画出下列量变质变示意图[见图1中(1)(2)(3)三图]

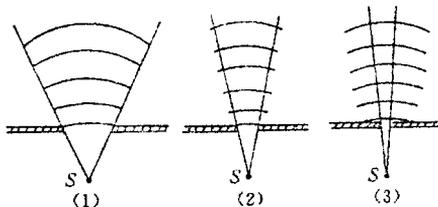


图 1

(1) 缝较宽时,光沿着直线传播,阴影区和亮区的边界清晰;

(2) 缝较狭时,阴影区和亮区的边界变得模糊;

(3) 缝很狭时,光明显地偏离直线传播,进入几何阴影区,说明光通过很狭的缝也会产生衍射。

2.“耳听为虚,眼见为实”,现在请大家自己来观察光的衍射现象。教师分发单缝衍射观察片,每片观察片刻有二条宽度不同的单缝。并在讲台左右各放一盏红灯与蓝灯。

(1) 先点亮红灯,请大家用二种宽度不同的单缝观察红灯,记录衍射图样,然后再点亮蓝灯,请大家用同一单缝分别观察红灯与蓝灯,同样记下衍射图样。

(2) 邀请二位学生板画衍射图样,甲同学用红粉笔画出二种不同缝宽的衍射图样;乙同学分别用红、蓝二色粉笔画出同一缝宽时红灯与蓝灯的衍射图样。

经集体补充、修正得如下衍射图样:

同一光源(红光)的衍射图样[见图2(a)]



同一单缝的衍射图样 :见 [图 2 (b)]

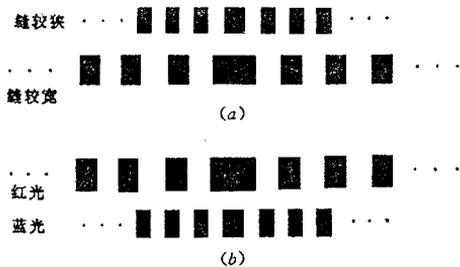


图 2

(3) 教师问 通过狭缝观察白炽灯会看到什么现象?

部分学生根据对红灯、蓝灯的观察 结合板画会很快得出色散现象 明暗条纹将变成彩色条纹。细心的学生还会推出彩条的外侧呈红色,靠近光源的内侧呈紫色。

点亮白炽灯,检验分析结果,正确。

小结并板书:

(1) 什么叫光的衍射?

光离开直线路径绕到障碍物阴影区里去的现象。

衍射光强按一定规律分布,形成明暗相间的条纹叫做衍射图样。

(2) 衍射条件与规律:

障碍物的尺寸接近波长甚至比波长还要小时,就可以看到明显的衍射现象。

波长一定时,单缝越狭,中央条纹越宽,各条纹的间隔也越大;

单缝不变时,光波波长越大,中央条纹也越宽,各条纹间隔也越大(结合前面的板画及课本的插图归纳,学生理解这个结论)。

3. 学生自制纸单缝观察白炽灯。请小组长协助分发刀片、纸片、玻璃片。教师先作示范,把纸片放到玻璃片上,用刀片划 4~6 刀,用力以刻透为度,用此纸单缝,学生一定能在一条或几条缝上,一处或多处立即看到色彩鲜艳的衍射图像。观看时指导学生适当牵拉纸边以改变缝的宽度,注意衍射图样的变化,并与板书小结相对照。



三、圆孔衍射

设问 狭缝会产生衍射,则圆孔会怎样呢?

1. 把单缝衍射迁移到圆孔衍射,通过狭缝到小圆孔的几何演变,推测圆孔衍射图样。

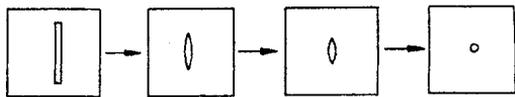


图 3

光通过狭缝绕向左右两侧,通过小孔将绕向四周。学生会猜测出圆孔衍射图样呈明暗环状分布。

2. 当即分发圆孔衍射观察片,请学生观察,结果果然如此,和猜想一致。

这些孔径大小合适的观察片是怎样获得的?说明小孔的制作方法,并现场制作,活跃课堂气氛。给感应圈通电,两放电极相距 5~6 厘米左右,插入纸片,放电数秒钟后纸片上会留下孔径大小不同的一些火花孔。

把现场制作的观察片分给学生,观察衍射现象。

3. 教师:我们为什么不用钢针直接刺小孔,而用电火花打孔?

启发学生答出:针刺孔较大,衍射不明显,火花孔小衍射明显。教师补充:针刺孔边缘有纤维毛,会影响效果。

教师进一步指出:虽然孔或缝越小衍射越显著,条纹间距大,但事物总是辩证的,增大衍射条纹间距是以降低亮度为代价的。通常我们是用眼睛观察衍射现象,因而孔或缝也不能太小,否则图像太暗不利于眼睛观察。通过用不同孔径火花小孔的衍射观察,学生易理解这点。

四、利用常见材料观察光的衍射现象

除了单缝和小孔衍射外还有别的常见衍射吗?



从单缝、小孔启发学生寻找具有缝隙、小孔之类的物品。学生会提到窗纱、筛网一类的物品,教师指出其缝太宽孔太大,从而引导到薄纱巾及丝袜,指出这些织物更精细,缝较窄孔较小。纱巾孔、丝袜孔与单缝、圆孔有着一定的联系。

它们可能产生光的衍射吗?

教师先提供薄纱巾片、丝袜片再提供透明纸片,请学生观察,并请学生记录描画出它们的各式衍射图样:

多数学生感到新奇,这么普通的材料,竟能变出那么漂亮的图样,课堂气氛达到了高潮。

教师:光的衍射确实是一个很普遍的物理现象。然而,却有许多应用,如电影电视中常见的十字光芒,它给画面增加了不少的生气。不了解底细的人以为摄影师有什么特技,其实只需在镜头上蒙上一片或几片纱巾,利用了光的衍射。大家不妨用这种简易方法拍摄街头夜影、舞台照片,很容易得到一幅光芒四射、色彩亮丽、别具风味的照片(出示照片)。另外有一种 CD 唱机,把激光二极管产生的红外激光束经单缝衍射,利用中央光束拾取数据信号,二侧衍射光束进行循迹跟踪,设计简单巧妙,可谓一举二得。

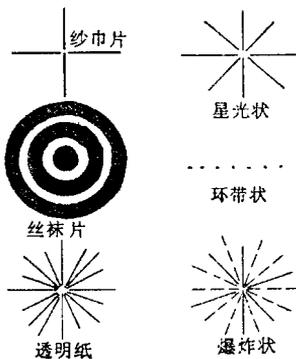


图 4

五、泊松亮斑

教师:前面我们看到的衍射还算不上是最奇特的,光的衍射还有一个更不可思疑的奇异现象——泊松亮斑。

简要说明泊松亮斑的产生及衍射图样,指出光绕到了阴影区的中心,使得阴影中心出现亮斑。然后请学生阅读课文 233 页及插页泊松亮斑照片。



教师 泊松亮斑不但使我们欣赏到了一种奇异美,而且这个一波三折的历史故事还告诉了我们这样一个事实:任何物理理论都必须经过实验检验,实验是检验理论的标准。这个道理是有普遍意义的,希望同学们重视实验,重视实践。

六、结束语

光的衍射在物理学中虽然是属于较高层次的知识,其成像原理我们高中阶段还无法分析,但是今天我们自己动手,却用简单的方法观察到了复杂的物理现象,用普通的材料获得了千姿百态、色彩缤纷的衍射图像,深深感受到了物理之美。给我们留下了一份难忘的记忆。今后,无论走到哪里,当你见到美丽的衍射图像时,自然会令你想起在高中时期,曾经有过一次难得的“物理美”的享受。

同学们,物理并不遥远,它就在我们身边,我们利用身边的材料可以做出许多好的实验。请大家去想一想、找一找,还有哪些常见材料也会产生漂亮、新奇的衍射图像。