

模块整体感悟

本模块围绕着“电磁感应”“交变电流”和“传感器”三个主题展开。

同学们在学习本模块的物理学内容及其技术应用的同时,将会更多地体会到物理学的发展对人类文化、人类社会的影响,更深入地认识科学、技术与社会的关系。

学习本模块时,同学们将经历从观察到认识形式多样的电磁现象的探究过程;了解这些知识产生的历史背景及由此引发的人类思维、生产方式、生活方式的变革;认识科学技术和社会发展的互动关系;体验科学家不畏艰辛、勇于探索和敢于创新的精神。

1820年,丹麦物理学家奥斯特发现了电流的磁效应,拉开了研究电磁关系的序幕。科学家们为探索“磁能否生电”的问题进行了大量的实验。法拉第“磁生电”现象的发现及对电磁感应规律的研究,为发电机的诞生提供了理论支持,为电能的大规模应用奠定了基础。

在这一模块中,同学们通过探究活动,不仅可以掌握电磁感应的相关规律,而且将体会到人类探索自然规律的科学态度和科学精神。在交变电流和变压器知识的学习中,还会了解生活中与电相关的问题,知道交流电是如何从电厂传送到千家万户的。由于传感器是生活和生产中各种测量、控制所不可缺少的元件,因此,认识传感器的技术意义、工作原理和实际应用等,能够提高我们实践和应用的能力。

一、本模块有以下三个主题:

主题一:电磁感应

1.首先,通过收集资料了解电磁感应现象的发现历程,体会科学家探索自然规律的科学态度和科学精神。

2.接着,通过实验探究产生感应电流的条件,理解楞次定律和法拉第电磁感应定律,能用公式进行计算,了解这些规律在现实生活中的应用。在这一过程中,同学们将经历从实验观察到抽象归纳得出规律的过程,学习物理学研究问题的方法。

3.最后,通过实验了解电磁感应的特例——涡流和自感现象,并能解释这种现象在生产、生活中的应用。

主题二:交变电流

1.生活中常用的电源有直流电源和交流电源两种。这两种电源究竟有什么不同呢?在本部分内容的学习中,我们将探讨交变电流的产生、特征及应用。应用电磁感应原理解释交变电流的产生,能用函数表达式和图象描述交变电流,通过学习,同学们将知道交变电流和电压的最大值、瞬时值、有效值及其关系,交变电流的周期和频率,知道我国供电线路交变电流的周期和频率。

2.通过实验,了解电容器和电感线圈在直流电路和交流电路中的作用。认识容抗和感抗的概念和表示的含义,以及电容器和电感器的一些应用。

3.变压器是家用电器、用电设备中常见的元件,它能使不同的用电器获得各自需要的电

压.通过动手设计实验,探究变压器的电压与匝数之间的关系,了解常见变压器的类型、结构、原理及应用.

❁ 4. 电厂通常建在远离用电区的地方,发电机产生的电送到用户时,线路将损耗大量的电能,那么减少输电线上的电能损耗,有效地提高输电效率对节约电能有着重大的意义;知道输电线上电能的损耗与输送电压的关系,理解高压输电的原理,讨论直流输电和交流输电的优缺点及发展前景.

主题三:传感器

❁ 1. 现代信息技术和自动化控制系统中到处都有传感器的身影,利用传感器可以将力、位移、速度、温度、光强度等非电学量转化为电压、电流、电阻、电容等更容易被测量的电学量,体会将这些非电学量转换成电学量的技术意义.

❁ 2. 通过实验,认识常见传感器的原理和应用,列举传感器在生活和生产中的应用,如用于食品卫生检测中的生物传感器,用于控制洗衣机水位的传感器等.

二、学习本模块需要的知识储备有:

❁ 1. 电场、电势差、电场强度、电容器、电源的电动势和内阻、闭合电路的欧姆定律;

❁ 2. 磁场、磁感应强度、电磁感应现象;

❁ 3. 具有串、并联电路的基本知识,能分析判断简单电路的结构;

❁ 4. 在数学方面要有基本的代数知识,还要有三角函数及其图象的知识;

❁ 5. 了解一些 19 世纪初电磁学发展的情况,以及“磁生电”的时代背景.

三、学习本模块有哪些要求?

由于本模块的特点是通过实验探究获得相关的物理规律,因此学习时要特别注意如何从实验现象中发现问题、提出问题、分析问题并总结规律,对同学们的实验能力、探究能力、逻辑思维能力有较高的要求.

第四章 电磁感应



★ 本章学习导航

先行一步，步步先行



《课标》要求

内容标准	学习要求
收集资料，了解电磁感应现象的发现过程，体会人类探索自然规律的科学态度和科学精神。	了解奥斯特“电生磁”的实验和法拉第“磁生电”的实验，体会对称性思维在科学发现中的作用。 了解电磁感应现象发现历程的艰难和经历的失败与挫折，体会失败与成功的哲学关系。 了解信念和机遇在科学发现中的作用，辩证地认识传统观念对科学发展的利与弊。
通过实验，理解感应电流的产生条件，举例说明电磁感应在生活和生产中的应用。	经历探究电磁感应现象产生条件的实验过程，学会通过现象分析、归纳事物本质特征的科学思想方法。 理解电磁感应现象产生的条件。 体验从实验现象中分析论证、归纳总结、寻找结论的过程，提高学生的分析、论证能力。
通过探究，理解楞次定律，理解法拉第电磁感应定律。	理解法拉第电磁感应定律。 理解计算感应电动势的两个公式 $E = Blv \sin \theta$ 和 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 的区别和联系，并能应用它们进行计算。 知道直流电动机工作时存在反电动势，能从能量转化的角度认识反电动势。 经历实验探究过程，理解楞次定律，理解楞次定律是能量守恒定律在电磁感应现象中的反映。 会用楞次定律判断感应电流的方向。 了解感生电场，知道感生电动势产生的原因。 了解动生电动势的产生以及与洛伦兹力的关系。

(续表)

内容标准	学习要求
通过实验,了解自感现象和涡流现象.举例说明自感现象和涡流现象在生活和生产中的应用.	通过实验了解互感和自感现象,感悟特殊现象中的普遍规律,以及普遍规律中包含特殊现象的辩证唯物主义观点. 知道自感系数是表示线圈本身特征的物理量,知道它的单位及其大小的决定因素. 通过对两个自感实验的观察和讨论,培养学生的观察能力和分析推理能力. 能够通过电磁感应的知识分析通电、断电时产生自感现象的原因及磁场的能量转化. 知道自感现象的利与弊及对它们的利用和防止,培养学生客观且全面认识问题的能力. 通过实验了解涡流现象及其在生产和生活中的应用.



学法指导

本章从大自然和谐统一的角度,在《选修 3-1》已经学习了“电生磁”规律的基础上,继续学习“磁生电”的规律.

1. 感应电流方向的判断有三种方法:

一般规律:对所有电磁感应现象都适用的是楞次定律,但只能间接判断感应电流的方向.

特殊规律:对导体切割磁感线的场合,可用右手定则直接判断感应电流的方向.

等效规律:可以用“等效原理”来判断,比如“因反果反”“否定之否定”原理等.

2. 研究电磁感应问题的“等效思想”:

产生感应电动势的那部分导体相当于电源,其电阻即为电源的内阻,其余部分电路则为外电路.

在电源内部电流的方向:由电源的负极指向电源的正极.

找到电磁感应的等效电路,就可以求解有关电路的所有问题.

3. 电磁感应综合应用问题的求解思路:

电磁感应的综合题,往往综合性较强,与前面的知识联系较多,涉及力和运动、能量、直流电路、安培力等多方面的知识,具体应用可分为以下两个方面:

(1) 受力情况、运动情况的动态分析:导体受外力运动产生感应电动势→感应电流→通电导体受安培力→合外力变化→加速度变化→速度变化→感应电动势变化→……当加速度为 0 时,导体达到稳定的运动状态.要画好受力图,应抓住 $a=0$ 时速度 v 达最大值这一特点.

(2) 功能分析:电磁感应过程往往涉及多种形式的能量转化,因此,从功和能的观点入手,分析清楚电磁感应过程中能量转化的关系,往往是解决电磁感应问题的重要途径.

第一节 划时代的发现



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

- 1.“电生磁”已经由奥斯特实现了,“磁生电”能实现吗?
- 2.法拉第概括出来的“磁生电”的五类情形是什么?



材料链接

自然界是和谐统一的整体,和谐和对称产生了自然的美.和谐是一切事物的原则,和谐是世界的本质.自然界最大的和谐,是宇宙的和谐.宇宙中的行星,受万有引力定律的支配,各行其道,井然有序,从来也不发生越轨行为,这是多么和谐美好的画面.就我们所在的太阳系而言,日出日落,已经和谐地运行了50 亿年,它还将再和谐地运行 50 亿年.

在这个和谐的世界里,我们可以用电产生磁,那么我们能够用磁来产生电吗? 请同学们思考:

- (1)历史上是谁发现电流能在其周围产生磁场的?
- (2)历史上是谁发现借助磁场也能产生电流的?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一



电和磁原本是彼此独立的学科,没有联系,互不相干.随着各种自然现象之间相互联系和相

互转化思想的渗透和影响,历史上是如何找到电与磁之间的联系?

请大家仔细阅读教材两个标题“奥斯特梦圆‘电生磁’”和“法拉第心系‘磁生电’”下的内容,思考下面的 4 个问题:

1.对称性思维在科学发现中有什么作用?

2.在了解了电磁感应现象发现历程的艰难和经历的失败与挫折后,你能说说失败与成功有什么样的哲学关系吗?

3.法拉第最初失败的原因及最终成功的“秘诀”是什么?

4.“磁生电”是一种在变化、运动的过程中才能出现的效应.法拉第概括出来的引起感应电流的原因有哪几种?

问题二



任何科学发现都不是一帆风顺的,电磁感应

的发现也是如此,那么电磁感应的发现经历了哪些曲折的过程呢?

请大家仔细阅读教材《科学足迹》的内容,思考下面两个问题:

1. 科学发现对我们有哪些启迪?

2. 法拉第的发现对我们有什么启迪?



自主测评

1. 电磁感应现象的发现是与_____的发现密切相连的.

2. 1820 年,丹麦物理学家_____发现通电导线下方的小磁针转动了,说明电流能够使磁针_____,这种作用叫做_____.

3. 在“磁生电”这一光辉思想的指导下,英国物理学家_____经过 10 年的不懈努力,终于在 1831 年 8 月 29 日发现了_____现象.

4. 电磁感应现象中产生的电流叫做_____.产生这种电流的原因可概括为五类,分别是_____,_____,_____,_____,_____.



疑点归纳

在自主探究学习的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上

或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

在法拉第时代并没有电流表,法拉第是如何检验是否有感应电流产生的呢?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论.



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

法国物理学家安培曾将恒定电流(或磁铁)放在导体线圈的附近,希望在线圈中看到被“感应”出来的电流,可是这种努力均无收获,实验失败了.你觉得安培实验失败的原因是什么?

问题五

自然界的确存在对称美,质点间引力

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \text{ 和 电荷间的库仑力 } F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

就是对称美的例子.电荷间的相互作用是通过电场传递的,质点间的相互作用则是通过引力场传递的.与点电荷 q 相距 r 处的电场强度是 $E=k\frac{q}{r^2}$,那么与质点 m 相距 r 处的引力场强度是多少呢?若两质点间距离变小,万有引力一定做正功,两质点间的引力势能一定减小.如果两电荷间距离变小,库仑力一定做正功吗?两电荷间的电势能一定减小吗?请简述理由.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

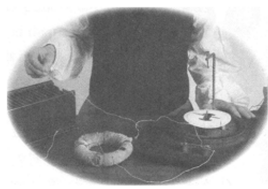
A.基础巩固

1.发电的基本原理是电磁感应.发现电磁感应现象的科学家是 ()

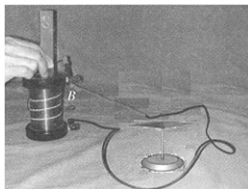
- A.安培
- B.赫兹
- C.法拉第
- D.麦克斯韦

2.发现电流磁效应现象的科学家是 _____,发现通电导线在磁场中受力规律的科学家是 _____,发现电磁感应现象的科学家是 _____,发现电荷间相互作用力规律的科学家是 _____.

3.史料记载“1831年8月29日这一天,法拉第在接通电池的一刹那,偶然看到检流计指针动了一下,接着便回到了原位,然后就一直停住不动……”法拉第因此发现了电磁感应现象.图甲就是这个实验的示意图.又有史料记载“瑞士物理学家科拉顿设计了一个利用磁铁在闭合线圈中获取电流的实验:将一块磁铁在螺线管中移动,使导线中产生感应电流.为了排除磁铁移动对检流计指针偏转的影响,他把检流计放到隔壁房间中,用长导线把检流计和螺线管连接起来.实验开始了,科拉顿把磁铁插到线圈中以后,马上就跑到隔壁房间中去看,但他十分痛心地看着检流计的小磁针静止在原位”.科拉顿没能发现电磁感应现象,他的实验示意图如图乙所示.请你分析一下,科拉顿没能看到电磁感应现象的原因是什么?



甲



乙



再生新疑

法拉第概括的产生感应电流的原因共有五种情形,能否把这五种情形进一步概括成一种呢?请你用所学过的知识来分析。



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

偶然中的必然——电流磁效应的发现

18 世纪中期,电学王国里紧锣密鼓,好不热闹.起电机、莱顿瓶、伏打电堆、白炽灯,新奇的发明一个接着一个.但是磁学园地却依然是门可罗雀,无人问津.这件事说来说去,倒要怪那位电磁学之父——吉尔伯特的不是了.远在古希腊时代,人们就把“慈石召铁”和“琥珀吸芥”看成是一类事情,都是一种神秘莫测的超自然现象.所以许多年来,每当那些神学家碰到讲不清道理的事情时,就会说:“这种现象太神秘了,就和慈石、琥珀一个样.”可是到了 17 世纪,吉尔伯特对电和磁现象做了仔细的分析对比之后,却一口咬定说:“这是两种截然不同的自然现象,不能把它们混为一谈.”吉尔伯特毕竟是科学泰斗,他的话一言九鼎,谁会提出疑问?奉承还来不及哩!1780 年,电学家库仑说:“电和磁是完全不相同的实体.”1802 年,安培自告奋勇地表示:“我乐意去证明电与磁是两种不同的实体.”1807 年,光学家托马斯·杨在他的《自然哲学讲义》一书中写道:“没有任何理由去设想电与磁之间存在着任何直接的联系.”

这样一来,由于对权威的迷信,束缚了不少有才华的电学家,他们不再去留意电与磁的亲缘关系.而打破这一思想桎梏的却是一批德国哲学家.因为他们不仅看见树木,还看见了森林.当时的哲学大师康德、谢林,以及后来的黑格尔、马克思都是自然界对立统一观点的信奉者.康德在《自然科学的形而上学》一书中写道:“人们只能经历到两种力——吸引和排斥.”热、电、磁等都是这两种基本力在不同的物理条件下的变形.事实上只要稍加留意,电与磁的紧密联系是时时可见的.1735 年 7 月就发生过这样一件事:在苏格兰的一个小镇上有家铁匠铺,老板名叫威克菲尔德,一天下午他正在干活,突然吹来一阵风,将门窗摇得嘎嘎直响.他赶紧走到窗口探头张望,只见西边天上的乌云如泼了的墨汁,如浪似涛般地压过来.“哟,要下雨了.”他想去关门窗,这时铜钱般的雨点已如瓢洒盆泼般倾泻下来.只见一道红光在窗前亮起,接着就是嘎嘣一声脆雷.吓得他一头栽倒在地,全身不停地哆嗦……雨过天晴,他才战战兢兢地站起来,走向铁砧定神一看,奇怪,原来散落在四周地面上的铁钉、锉刀和薄铁片一股脑儿全粘到铁砧上去

了.铁砧变成了一块大磁铁!小镇上的人见识少,都以为是神在显灵.消息传开后,也有一些科学家听说了这样的怪事,猜想着雷电与磁石之间可能存在着某种联系吧!1751年,富兰克林在试验他的莱顿瓶时,就发现了莱顿瓶放电可以使焊条和钢针磁化,也可以使它们退磁.戴维在研究电极的碳棒之间的弧光时,也注意到磁铁会吸引或排斥弧光,还能使弧光跟着磁铁条转动.这类报道一天天多起来,1774年,德国巴伐利亚电学院出了一个有奖征文,题目是《电力和磁力是否存在着实际的和物理的相似性呢?》,征文吸引了不少学者去探索这个有趣的课题,但是没有取得具体的成果.

光阴似箭,转眼几十年过去了,不知不觉到了19世纪.当时丹麦的著名学府哥本哈根大学有一位年轻的物理教授名叫奥斯特(1777—1851),他是一位药剂师的儿子,从小受过良好的教育.他兴趣广泛,学识渊博,不仅在物理、化学和天文学方面有精湛的造诣,而且还喜爱文学与哲学.他与著名童话作家安徒生是好朋友,经常在一起吟诗唱和.在哲学上他崇拜德国的哲学大师康德.他在1799年作的博士论文就选了对康德哲学体系的评论做题目.因此他坚信物理学不应该是关于运动、力、热、空气、光、电等许多现象的罗列,而应该把整个宇宙容纳在一个体系中.奥斯特用充满智慧的康德哲学武装了头脑,看起问题来真是思路敏捷、高瞻远瞩.当他了解到莱顿瓶放电会使钢针磁化的事实后,立即断言:“电转化为磁是不成问题的事,关键在于寻找出转化的条件.”他仔细审读了库仑的论文,发现库仑研究的对象全是静电和静磁,这两者确实是难以转化的.他猜测在非静电,也就是电流与非静磁之间也许存在着某种转化的可能.这些想法一直萦绕在他的脑中,一天天地成熟、完整起来.他坚信终有一天会瓜熟蒂落、水到渠成.

这一天终于来到了.1820年4月某日的晚上,他与往常一样到大学讲电学课.他从容地讲完了课程内容,最后要演示一下伏打电堆的功能.当他手忙脚乱地安装仪器的时候(他的动手能力并不好,有人说他是一位天才和不幸的实验家),脑中忽然闪过一个灵感:电流对磁体的作用也可能是“横向”的而不是“纵向”的,于是他灵机一动,把灵敏小磁针平行地放在那根细长的铂金导线下面.“合闸.”奥斯特一边说一边按下了开关.就在接通电源的一瞬间,前排的学生脱口喊道:“磁针动了!”奥斯特一惊,急忙切断电源.这一次他看清楚了,小磁针还在微微地晃动哩!十年来朝思暮想的电磁联系,竟这样方便地找到了.真是踏破铁鞋无觅处,得来全不费工夫.奥斯特激动得忘形失态,竟在讲台上滑了一跤.教室里的学生大惊失色,心想教授今天怎么了?奥斯特也顾不得许多,草草结束了讲课,连奔带跑地回家去了.

此后他一连三个月闭门谢客,潜心实验.一连试了60多次,都成功了.就是在导线和磁针之间放上木头、玻璃、水、松香等非磁性物质也都不会影响磁针的偏转.

1820年7月21日,奥斯特发表了《关于磁体周围电冲突的实验》的论文.这篇仅几页纸的论文向学术界宣告了电流的磁效应,并立即轰动了整个欧洲大陆.法国《化学和物理年鉴》杂志发表奥斯特的论文的时候,特地加了如下的按语:“《年鉴》的读者都知道,本刊从不轻易地支持宣称有惊人发现的报告……但是,奥斯特先生的文章,无论其所得的结果显得多么奇特,都有极详细的记录为证,以至无任何怀疑其谬误的余地.”法拉第后来在评价这一发现时说:“它猛然打开了一个科学领域的大门,那里过去是一片漆黑,如今充满了光明.”

第二节 探究感应电流的产生条件



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



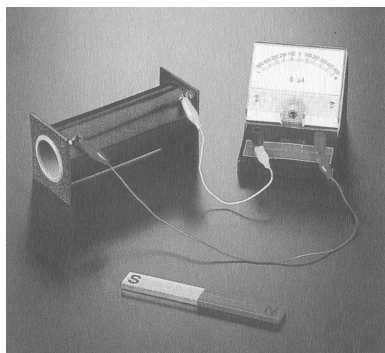
问题呈现

法拉第的研究结果表明,只有在变化、运动的过程中才能产生感应电流.学习本节内容时同学们要用心体会:产生感应电流的条件是什么?磁通量的变化有哪些情形?



材料链接

问题:通过线圈的磁场发生变化时,对该线圈会产生怎样的影响?



实验:(1)将灵敏电流计的两端与一个铜导线线圈的两端相连.

(2)将条形磁铁的 N 极插入线圈,观察灵敏电流计的读数和指针偏转的方向.

(3)将条形磁铁的 S 极插入线圈,观察灵敏电流计的读数和指针偏转的方向.

(4)改变磁铁插入线圈的速度,结果有什么不同?

分析:是什么原因引起了灵敏电流计的指针发生偏转?什么情况下它偏转的角度最大?

理性思维:当磁铁插入线圈时,线圈中会发生什么情况?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

产生感应电流有各种各样的方法,如何通过实验来探究产生感应电流的方法?

请同学们仔细阅读教材中“实验观察”“分析论证”标题下的内容,并比较这三个实验的异同:

1.在导体切割磁感线的实验中,磁通量如何变化?是哪个因素引起这种变化的?

2.在把磁铁插入线圈的实验中,磁通量如何变化?是哪个因素引起这种变化的?

3.在“模仿法拉第的实验”中,磁通量如何变化?是哪个因素引起这种变化的?

4. 在“模仿法拉第的实验”中,共有哪几种办法来产生感应电流?

自主测评

1. 我们在初中已经学过,当闭合电路的一部分导体做_____的运动时,电路中会产生_____.

2. 通过教材实验可以看出,产生感应电流的条件与哪些因素有关?

3. 产生感应电流的条件是:只要_____发生变化,闭合电路中就有感应电流产生.

4. 关于感应电流的产生,下列说法正确的是 ()

A. 只要闭合电路内有磁通量,闭合电路中就有感应电流产生

B. 穿过螺线管的磁通量发生变化时,螺线管内部就一定有感应电流

产生

C. 线圈不闭合时,即使穿过线圈的磁通量发生变化,线圈中也没有感应电流

D. 只要电路的一部分导体做切割磁感线运动,电路中就一定有感应电流产生

疑点归纳

在自主探究学习的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上或课后要及时解决哦!

板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题二

磁通量是研究电磁感应现象的一个重要的物理量,那么,如何理解磁通量?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

1. 磁通量是矢量还是标量? 其数值有无正、负?

2. 磁通量的改变有哪几种方式?

3. 在教材的三个实验中,磁通量是如何变化的?



板块四 展示交流 探究问题

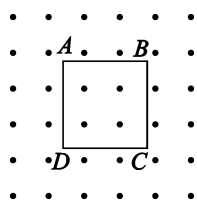
提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题三

如何利用感应电流的产生条件来分析解决实际问题?

1. 在教材的《做一做 “摇绳能发电吗?”》中,你觉得摇绳的两位同学应该站在东西方向,还是站在南北方向? 为什么?

2. 如图所示,放在有边界的匀强磁场区域中的正方形线圈 $ABCD$ 与磁场方向垂直,采用哪些办法可使线圈中产生感应电流?



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.例如:

产生感应电流的条件:

- (1) _____;
- (2) _____.



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

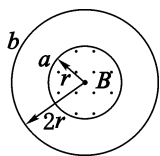
1. (2014 · 全国新课标 I) 在法拉第时代,下列验证“由磁产生电”设想的实验中,能观察到感应电流的是 ()

- A. 将绕在磁铁上的线圈与电流表组成一闭合回路,然后观察电流表的变化
- B. 在一通电线圈旁放置一连有电流表的闭合线圈,然后观察电流表的变化
- C. 将一房间内的线圈两端与相邻房间的电流表连接,往线圈中插入条形

磁铁后,再到相邻房间去观察电流表的变化

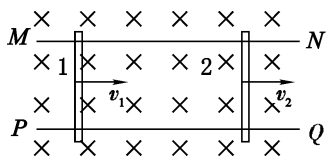
D.绕在同一铁环上的两个线圈,分别接电源和电流表,在给线圈通电或断电的瞬间,观察电流表的变化

2.(2017·江苏)如图所示,两个单匝线圈 a 、 b 的半径分别为 r 和 $2r$.圆形匀强磁场 B 的边缘恰好与 a 线圈重合,则穿过 a 、 b 两线圈的磁通量之比为 ()



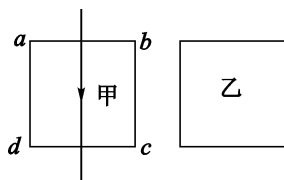
- A. $1:1$ B. $1:2$
C. $1:4$ D. $4:1$

3.(多选)如图,在水平面上有两条平行导电导轨 MN 、 PQ ,导轨间距离为 L ,匀强磁场垂直于导轨所在的平面(纸面)向里,磁感应强度的大小为 B ,两根金属杆 1、2 摆在导轨上,与导轨垂直,它们分别以速度 v_1 、 v_2 做匀速直线运动,下列哪种情形回路中有电流通过 ()



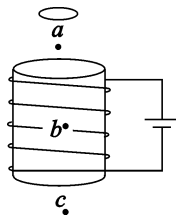
- A. $v_1 = v_2$ B. $v_1 > v_2$
C. $v_1 < v_2$ D. 以上说法都不对

4.如图所示,甲、乙均为正方形闭合线圈,通电直导线置于过甲线圈两对边 ab 、 cd 中点的连线上,直导线与甲线圈绝缘.当导线中电流突然减弱时,下列说法正确的是 ()



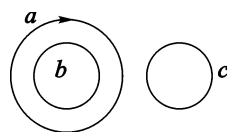
- A. 只有乙线圈中有感应电流产生
B. 只有甲线圈中有感应电流产生
C. 甲、乙两线圈中均无感应电流产生
D. 甲、乙两线圈中均有感应电流产生

5.如图所示,一闭合金属环自上而下通过通电的长直螺线管, b 为螺线管的中点,金属环通过 a 、 b 、 c 三处时,能产生感应电流的是什么位置?



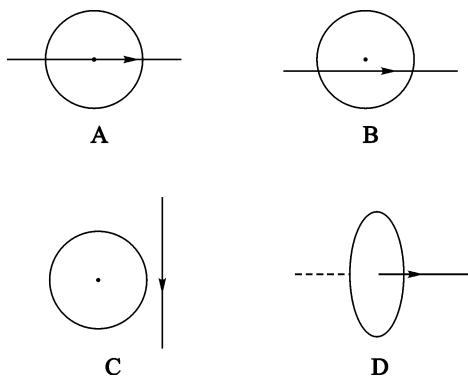
B.能力提升

6.如图所示, a 、 b 、 c 为同一平面内的线圈,其中 a 、 b 为同心圆,现给 a 中通以变化的电流,则 ()

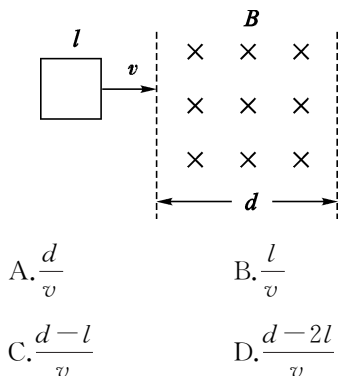


- A. b 中有电流, c 中无电流
B. b 中无电流, c 中有电流
C. b 、 c 中均有电流
D. b 、 c 中均无电流

7.(多选)如图所示,用导线做成的圆形回路与一直导线构成几种位置组合,其中,切断直导线中的电流时,闭合回路中会有感应电流产生的是 ()

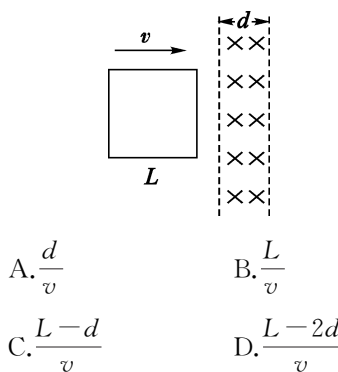


8.如图所示,一有边界的匀强磁场宽为 d ,一个边长为 l 的正方形导线框以速度 v 匀速通过磁场区域.若 $d > l$,则在线框中不产生感应电流的时间等于 ()



- A. $\frac{d}{v}$ B. $\frac{l}{v}$
C. $\frac{d-l}{v}$ D. $\frac{d-2l}{v}$

9.如图所示,一有边界的匀强磁场宽度为 d ,使一个边长为 L 的正方形导线框以速度 v 匀速通过磁场区域.若 $d < L$,则在线框中不产生感应电流的时间应等于 ()



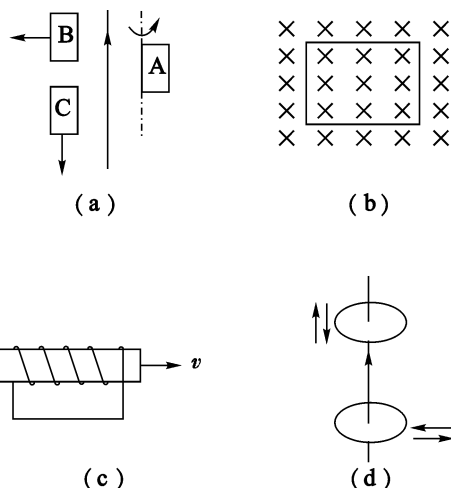
- A. $\frac{d}{v}$ B. $\frac{L}{v}$
C. $\frac{L-d}{v}$ D. $\frac{L-2d}{v}$

C.拓展创新

10.假如宇航员登月后想探测一下月球表面是否有磁场,他手边有一个灵敏电流表和一个线圈,则下列推断正确的是 ()

- A.直接将灵敏电流表放在月球表面,看是否有电流来判断是否有磁场
B.将灵敏电流表与线圈组成闭合回路,使线圈沿某一方向运动,如无电流,则可判断月球表面无磁场
C.将灵敏电流表与线圈组成闭合回路,使线圈沿某一方向运动,如有电流,则月球表面可能有磁场
D.将灵敏电流表与线圈组成闭合回路,使线圈在某一平面内沿各方向运动,如无电流,则可判断月球表面无磁场

11.在下列几种情况中,线圈中是否产生感应电流?为什么?



(1)如图(a),矩形线圈在长直通电导线的磁场中匀速平动或匀速转动时;

(2)如图(b),矩形线圈在足够大的匀强磁场中:①向任意方向平动时;②以任意一边为轴匀速转动时;③以平行磁感线的某一条直线为轴在纸面内匀速转动时;

(3)如图(c)所示,磁铁放在螺线管内与螺线管以同一速度运动时;

(4)如图(d),圆形线圈在长直通电导线

的磁场中沿竖直方向上、下平移或在水平面内左、右平移时.



再生新疑

对于【问题三】第 2 题,请同学们继续讨论下列问题:

- (1)如果让线圈垂直于纸面向里或向外运动时,能否产生感应电流?
- (2)如果让线圈在纸面内左右或上下移动(但不出磁场区域)时,能否产生感应电流?
- (3)如果让线圈以过 A 点并与线圈平面垂直的轴为转轴,在纸面内来回转动(线圈始终在磁场区域内)时,能否产生感应电流?



活动探究

如何检验陌生星球上是否有磁场

假定一名宇航员来到一个陌生的星球上,如果只有一个小线圈和一个电流表,他该如何设计一个实验来检验该星球上是否有磁场存在?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你能擎起一盏

法 拉 第

法拉第 1791 年 9 月 22 日出生在一个手工工人家庭,家里人没有特别的文化,而且颇为贫穷.法拉第的父亲是一个铁匠,法拉第小时候受到的学校教育是很差的.13 岁时,他就到一家装订和出售书籍兼营文具生意的铺子里当了学徒,但与众不同的是,他除了装订书籍外,还经常阅读它们.1812 年冬天,法拉第当上了戴维的助手后,不久就成为皇家学院的一员.1813 年戴维夫妇决定去欧洲大陆游历,他们带着法拉第作为秘书,这次游历进行了 18 个月,这对法拉第的教育起了重大作用.他见到了许多著名的科学家,像安培、伏特、阿拉戈和盖—吕萨克等,其

抛弃时间的人,时间也抛弃他。——莎士比亚

中几位学者立即发现了这位陪伴戴维的朴实年轻人的才华。

法拉第的科学活动是惊人的。他从欧洲大陆旅游回来后,几年内都致力于化学分析,并在皇家学院担任助手工作,其中包括对戴维的重要协助。他在1816年发表的第一篇论文,是论述托斯卡纳生石灰的性质的。1860年前后,法拉第的研究活动结束后,他的实验笔记已达到一万六千多条,他仔细地依次编号,分订成许多卷,在这里法拉第快乐地显示了他过去当装订工时学会的高超技能。这些笔记以及其他在装订成书以前或以后的几百条笔记,都已编成书分卷出版,其中最著名的是他的《电学实验研究》。

在大约1830年以前,法拉第主要是一位化学家,但他曾在1821年第一次着手研究电和磁,可能由此而种下了种子,十年以后即有了伟大的发现。他在化学方面的成就包括制备一些新的碳化合物,如由他命名的“高氯化碳”或现代命名的“六氯乙烷”和“四氯乙烯”,以及研究伦敦照明用的气体(法拉第的哥哥在该部门工作)。这种气体是用动物油加热而制成的,储存在圆柱形铁罐内,它往往在铁罐内残留下一种液体。法拉第非常仔细而巧妙地对这种残余液体进行了分析,发现它含有一种沸点固定在 80°C 的成分,它的大致组分为 CH 。这就是苯,它是有机化学的主要支柱之一。但是法拉第发现苯时,并没有认识到它在后来的重要性,当然也不了解它奇异的分子结构。这些发明和发现表明,如果法拉第没有其他贡献,他也将被认为是杰出的化学家。

从1818年起,法拉第和一位外科医生、皇家学会会员斯托达特合作了几年,试图制造出一种改良钢,它的防锈能力要比英国当时所用的钢产品更强,能用来制造更锋利的刀片。当时的冶金技术仍然偏重于经验技术。印度生产的一种“乌兹钢”是当时最优质的刀片钢。法拉第和斯托达特在铁内掺入其他金属,例如铂、银、钯、铬等,制成了各种合金钢,但斯托达特在1823年去世,法拉第就转到其他工作中去了。他们当时是有可能发现现代冶金学的一些重要结果的。他们所制刀片的一些样品至今仍保存着,其中有一些质量很高。

所有这些工作都证明了法拉第卓越的化学才能和工艺才能。他把他的丰富经验总结在一本六百多页的巨著——《化学操作》中,这本书于1827年出版。这是法拉第除了电学研究和其他研究论文集外所写的唯一的一本书。就是在今天仔细阅读它,也会给人一种直接和新颖的非凡印象。

1825年,法拉第创办了一个定期的“星期五晚讲座”,他曾花费了许多精力来提高他的讲演艺术,并且为此而声名卓著。他对讲演提出了各种建议和准则,完善到包括一切细节,这些建议和准则一直传给了皇家学院现在的讲演人。尽管皇家学院的听讲费颇为昂贵,但只要是法拉第讲演,演讲大厅里就会挤得水泄不通。除了星期五晚讲座外,法拉第还为儿童设立了专门的通俗讲演,在圣诞节期间举行,他的圣诞节讲座的主题之一是《蜡烛的化学史》,一个多世纪以来,曾经鼓舞了无数青年人,使他们从中获得快乐。这本书已被译成了许多种文字。只要有可能会,法拉第就拒绝大部分兼职工作,严格地削减社会活动,而把全部精力用于实验研究。人们得到的印象是,只有实验研究才是他真正的兴趣所在。他不参加任何社会活动,拒绝了许多授给他的荣誉,包括1857年要选他为皇家学会会长。

法拉第成就最大的时期是1830~1839年,当时他是对现代电学发现作出贡献的第一流科学家。1821年他研究了奥斯特发现的电流的磁作用,得出了一项重大发现:磁作用的方向是与产生磁作用的电流的方向垂直的。法拉第还制成了一种电动机,证明了导线在恒定磁场内的转动。他甚至还证明了在地磁场内的这种转动。这个实验给他本人和他的同时代人都留下了深刻的印象。

法拉第坚信,电与磁的关系必须被推广,如果电流能产生磁场,磁场也一定能产生电流.法拉第为此冥思苦想了十年.他做了许多次实验,结果都失败了.直到 1831 年年底,他才取得了巨大的突破,他发明了一种电磁电流发生器,这就是最原始的发电机.这时的法拉第不仅作出了跨时代的贡献,而且奠定了未来电力工业的基础.

法拉第于 1867 年去世,终年 76 岁.法拉第被公认为最伟大的自然哲学家之一.法拉第的伟大成就也许正是由于他所生活的时代,丰富的想象力加上足智多谋的实验才能、工作热情和相应的耐性,使他能够迅速地分辨假象,统观一切.他具有哲学思想,他在几何学和空间上的洞察力,以及善于持久思考的能力,正好弥补了他数学上的不足.

开尔文勋爵对法拉第非常了解,他在纪念法拉第的文章中说:“他的敏捷和活跃的品质,难以用言语形容.他的天才光辉四射,使他的出现呈现出智慧之光,他的神态有一种独特之美,这是有幸在他家里及皇家学院见过他的任何人都会感觉到的,从思想最深刻的哲学家到最质朴的儿童.”

第三节 楞次定律

第一学时



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

感应电流的方向并不是任意的,学习本节内容时,同学们一定要用心体会:感应电流的方向由哪些因素决定? 如何判断感应电流的方向?



材料链接

在上一节的三个实验中:实验(1)中,当导体向左或向右切割磁感线时,电流表指针的摆动方向相反;在实验(2)中,当把磁铁插入线圈或从线圈中拔出时,电流表指针的摆动方向相反;实验(3)中,当开关闭合或断开时,电流表指针的摆动方向也相反.那么,当穿过闭合电路的磁通量发生变化时,感应电流的方向究竟由哪些因素决定呢?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

感应电流的方向并不是任意的,而是有确定的规律.如何来探究感应电流的方向所遵循的规律呢?

请同学们仔细阅读教材第 9、10 页的内容,并思考:

1. 在电磁感应实验中,“引起感应电流的磁场”与“感应电流的磁场”两磁场间的方向有什么样的关系?

2. 如何在电磁感应现象中确定感应电流的方向?

问题二

电磁感应现象的产生,有确定的因果关系,那么产生原因和结果之间究竟有什么样的关系?

请同学们仔细阅读教材“楞次定律的应用”和“右手定则”标题下的内容,并思考:

1. 磁通量变化、感应电流的磁场方向、感应电流方向三个因素之间有什么样的关系?

2. 你能由教材“例题 1”总结出由楞次定律判断感应电流方向的步骤吗?

3. 楞次定律和右手定则都可以用来判断感应电流的方向,二者之间有什么样的关系?



自主测评

1. 在磁铁插入或拔出线圈的实验中,当线圈内的磁通量增加时,_____的磁场_____磁通量的增加;当线圈内的磁通量减少时,_____的磁场_____磁通量的减少.

2. 感应电流具有这样的方向,即感应电流的磁场总要_____引起感应电流的磁通量的_____.

3. 楞次定律中的“阻碍”并不是“相反”,而是当磁通量增加时,感应电流的磁场与原磁场方向_____;当磁通量减少时,感应电流的磁场与原磁场方向_____.

4. 当闭合电路的部分导体切割磁感线时,感应电流的方向也可以用右手定则来判断:伸开右手,使拇指与其余四个手指_____,并且都与_____在同一个平面内;让磁感线从_____进入,并使_____指向导线运动的方向,这时_____所指的方向就是感应电流的方向.



疑点归纳

在自主探究学习的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

楞次定律的核心是“阻碍”,如何理解“阻碍”的含义?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

1. 谁阻碍谁?



板块四 展示交流 探究问题

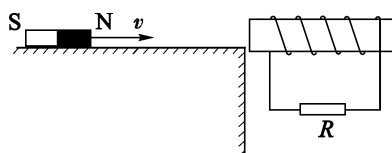
提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四



请同学们在独立思考后进行讨论,之后在全班展示.

1. 试从能量守恒的角度分析图中所示的条形磁铁在光滑水平面上以一定的初速度 v 运动时,为什么线圈中产生的感应电流会阻碍磁铁的运动而不是吸引磁铁的运动?



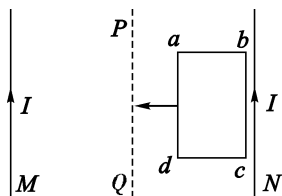
思路点拨: 可用反证法来论证.

2. 如何来阻碍?

3. 阻碍的结果如何?

4. “阻碍”的本质是什么?

2. 如图所示,两条平行长直导线 M 、 N 中,通以方向、大小均相同的电流 I ,导线框 $abcd$ 和两导线在同一平面内,线框沿着与两导线垂直的方向自右向左在两导线之间匀速移动,试判断在移动过程中线框内感应电流的方向.



思路点拨：穿过线框的磁通量是两电流产生的磁场的叠加。

楞次定律

内容：_____

理解：_____

应用：_____



板块五 应用演练 再生新疑

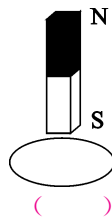
分级设题·精选精练



分层演练

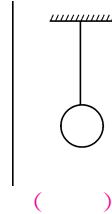
A. 基础巩固

1. 如图所示，一闭合的金属环从静止开始由高处下落通过条形磁铁后继续下落，空气阻力不计，则在圆环的运动过程中，下列说法正确的是



- A. 圆环在磁铁的上方时，其加速度小于重力加速度 g ，在下方时大于 g
- B. 圆环在磁铁的上方时，其加速度小于重力加速度 g ，在下方时也小于 g
- C. 圆环在磁铁的上方时，其加速度小于重力加速度 g ，在下方时等于 g
- D. 圆环在磁铁的上方时，其加速度大于重力加速度 g ，在下方时小于 g

2. (多选) 在一长直导线的附近吊着一个线圈，且导线与线圈平面在同一平面内，如图所示。在直导线中通电的瞬间，下列对线圈运动的描述中，正确的是



- A. 当长直导线通以向上的电流时，线圈被排斥一下
- B. 当长直导线通以向下的电流时，线圈被吸引一下
- C. 无论接通任何方向的电流，线圈均



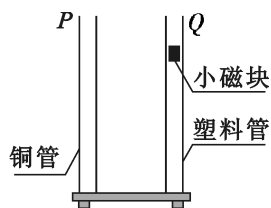
归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会，通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式，将你和你们小组的成果及时记录下来，并进行总结，以便和别的小组进一步交流研讨。或按以下提示进行：

不动

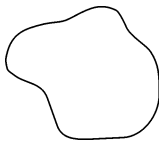
D. 无论接通任何方向的电流, 线圈均被排斥一下

3. (2014 · 广东) 如图所示, 上下开口、内壁光滑的铜管 P 和塑料管 Q 竖直放置, 小磁块先后在两管中从相同高度处由静止释放, 并落至底部, 则小磁块 ()



- A. 在 P 和 Q 中都做自由落体运动
- B. 在两个下落过程中的机械能都守恒
- C. 在 P 中的下落时间比在 Q 中的长
- D. 落至底部时在 P 中的速度比在 Q 中的大

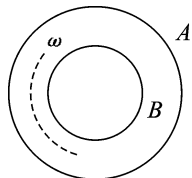
4. (2014 · 上海) (多选) 如图, 匀强磁场垂直于软导线回路平面, 由于磁场发生变化, 回路变为圆形, 则磁场 ()



- A. 逐渐增强, 方向向外
- B. 逐渐增强, 方向向里
- C. 逐渐减弱, 方向向外
- D. 逐渐减弱, 方向向里

B. 能力提升

5. 如图, 两同心圆环 A 、 B 置于同一水平面上, 其中 B 为均匀带负电绝缘环, A 为导体环. 当 B 绕环心转动时, 导体环 A 产生顺时针电流且具有扩展趋势, 则 B 的转动情况是 ()

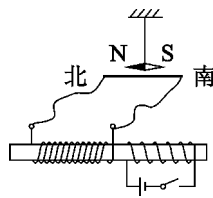


- A. 顺时针加速转动
- B. 顺时针减速转动

C. 逆时针加速转动

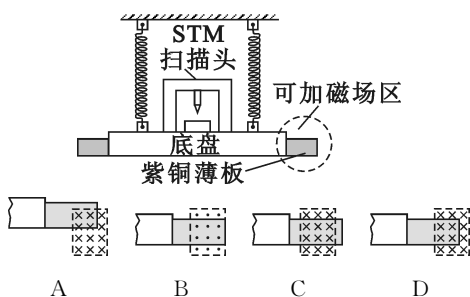
D. 逆时针减速转动

6. (2018 · 全国 I) (多选) 如图, 两个线圈绕在同一根铁芯上, 其中一线圈通过开关与电源连接, 另一线圈与远处沿南北方向水平放置在纸面内的直导线连接成回路. 将一小磁针悬挂在直导线正上方, 开关未闭合时小磁针处于静止状态. 下列说法正确的是 ()



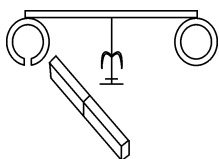
- A. 开关闭合后的瞬间, 小磁针的 N 极朝垂直纸面向里的方向转动
- B. 开关闭合并保持一段时间后, 小磁针的 N 极指向垂直纸面向里的方向
- C. 开关闭合并保持一段时间后, 小磁针的 N 极指向垂直纸面向外的方向
- D. 开关闭合并保持一段时间再断开后的瞬间, 小磁针的 N 极朝垂直纸面向外的方向转动

7. (2017 · 全国 I) 扫描隧道显微镜 (STM) 可用来探测样品表面原子尺度上的形貌. 为了有效隔离外界振动对 STM 的扰动, 在圆底盘周边沿其径向对称地安装若干对紫铜薄板, 并施加磁场来快速衰减其微小振动, 如图所示. 无扰动时, 按下列四种方案对紫铜薄板施加恒磁场; 出现扰动后, 对于紫铜薄板上下及其左右振动的衰减最有效的方案是 ()



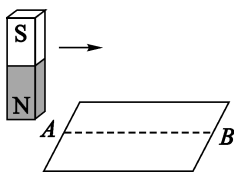
C. 拓展创新

8. 老师做了一个物理小实验让学生观察:如图所示,一轻质横杆两侧各固定一金属环,横杆可绕中心点自由转动,老师拿一条形磁铁插向其中一个小环,后又取出插向另一个小环,同学们看到的现象是 ()



- A. 磁铁插向左环时,横杆发生转动
- B. 磁铁插向右环时,横杆发生转动
- C. 无论磁铁插向左环还是右环,横杆都不发生转动
- D. 无论磁铁插向左环还是右环,横杆都发生转动

9. 如图所示,粗糙水平桌面上有一质量为 m 的铜质矩形线圈,当一竖直放置的条形磁铁从线圈中线 AB 的正上方等高处快速经过时,若线圈始终不动,则关于线圈受到的支持力 F_N 及在水平方向的运动趋势的判断正确的是 ()



- A. F_N 先小于 mg 后大于 mg , 运动趋势向左
- B. F_N 先大于 mg 后小于 mg , 运动趋势向右

势向左

C. F_N 先小于 mg 后大于 mg , 运动趋势向右

D. F_N 先大于 mg 后小于 mg , 运动趋势向右



活动探究

哪个下落得快

拿等长、等粗的一根塑料管和一根铝管,竖直放置,拿两个相同的小磁铁,分别让两磁铁从两管的顶端由静止释放,观察两磁铁在两管中的运动快慢情况,并分析其原因.

如果用相同粗细和相同长度的其他金属管来代替铝管,实验结果又如何?



再生新疑

在教材图 4.3-2 实验中,磁铁的 N 极插入线圈时的感应电流方向,与拔出 S 极时的感应电流方向相同还是相反? 你能由此概括出电磁感应中的等效原理吗?

第二学时



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题一



左手定则用来确定电流在磁场中的受力方

向,而右手定则用来判断导体切割磁感线时感应电流的方向.如何理解和使用这两个定则?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

❁ 1.左手定则和右手定则有什么区别?

❁ 2.左手定则和右手定则各适用于什么场合?

问题二

楞次定律描述了产生感应电流的因果关系,当引起感应电流的原因改变时,其结果会怎样变化?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

❁ 1.在电磁感应实验中,当引起感应电流的原因相反时,如插入 N 极改成插入 S 极,其结果会怎样?

❁ 2.当对引起感应电流的原因进行双重否定时,如插入 N 极改成拔出 S 极时,其结果又会怎样?

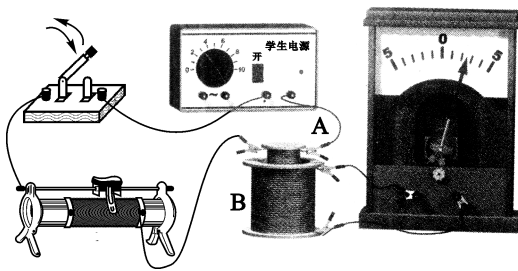


板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题三

如图是教材图 4.2—3 所示的模仿法拉第实验的装置图,试讨论并回答下列问题:



❁ 1.如果在闭合开关瞬间,灵敏电流计的指针右偏,则开关闭合后在断开的瞬间,灵敏电流计的指针将向左偏还是向右偏?

❁ 2.(多选)如果闭合开关瞬间电流计指针右偏,则开关闭合一段时间后,使指针向左偏的方法有 ()

- A. 断开开关
- B. 将滑动变阻器的触头向左移
- C. 拔出原线圈
- D. 从原线圈中拔出铁芯

3. (多选) 如果闭合开关时发现灵敏电流计指针向右偏了一下, 则开关闭合后 ()

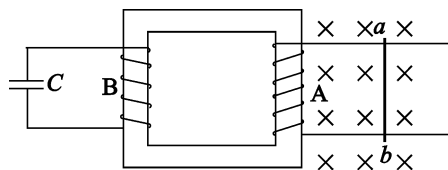
- A. 将原线圈迅速插入副线圈时, 电流计指针将向右偏一下
- B. 将原线圈插入副线圈后, 电流计指针一直偏在 0 点右侧
- C. 将原线圈插入副线圈后, 将滑动变阻器触头迅速向左拉时, 电流计指针将向右偏一下
- D. 将原线圈插入副线圈后, 将滑动变阻器触头迅速向左拉时, 电流计指针将向左偏一下

4. (多选) 将原线圈插入副线圈后, 闭合开关, 能使感应电流的方向与原线圈电流的方向相同的实验操作有 ()

- A. 拔出铁芯
- B. 拔出原线圈
- C. 使滑动变阻器阻值变大
- D. 断开开关

问题四

(多选) 在一个闭合铁芯上绕有两个彼此绝缘的线圈 A 和 B, 线圈 A 的两端与处于匀强磁场中的两平行金属导轨相接 (导轨电阻不计), 导轨上放一金属导体棒 ab , 线圈 B 与一电容器 C 相接, 如图所示. 若要使电容器 C 的上极板带正电, 则导体棒 ab 的运动情况可能是 ()



- A. 沿轨道向右做匀速运动
- B. 沿轨道向右做加速运动
- C. 沿轨道向右做减速运动
- D. 沿轨道向左做减速运动



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 也可以根据以下提示进行总结.

感应电流方向的判断:

(1) 楞次定律: _____

(2) 右手定则: _____



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练

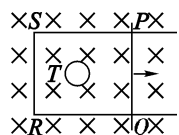


分层演练

A. 基础巩固

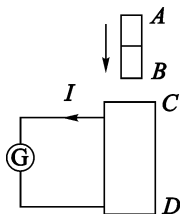
1. (2017 · 全国 III) 如图, 在方向垂直于

纸面向里的匀强磁场中有一 U 形金属导轨, 导轨平面与磁场垂直. 金属杆 PQ 置于导轨上并与导轨形成闭合回路 $PQRS$, 一圆环形金属线框 T 位于回路围成的区域内, 线框与导轨共面. 现让金属杆 PQ 突然向右运动, 在运动开始的瞬间, 关于感应电流的方向, 下列说法正确的是 ()



- A. $PQRS$ 中沿顺时针方向, T 中沿逆时针方向
- B. $PQRS$ 中沿顺时针方向, T 中沿顺时针方向
- C. $PQRS$ 中沿逆时针方向, T 中沿逆时针方向
- D. $PQRS$ 中沿逆时针方向, T 中沿顺时针方向

2. 如图所示, 螺线管 CD 的导线绕法不明. 当磁铁 AB 插入螺线管时, 电路中有图示方向的感应电流产生. 下列关于螺线管极性的判断正确的是 ()



- A. C 端一定是 N 极
- B. C 端一定是 S 极
- C. C 端的极性一定与磁铁 B 端的极性相同
- D. 因螺线管的绕法不明, 以上说法都不正确

3. (2014 · 全国大纲) 很多相同的绝缘铜圆环沿竖直方向叠放, 形成一很长的竖直圆筒. 一条形磁铁沿圆筒的中心轴竖直放置, 其下端与圆筒上端开口平齐. 让条形磁铁从静止

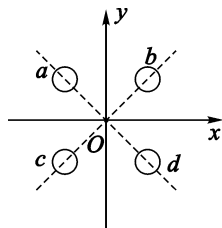
开始下落. 条形磁铁在圆筒中的运动速率

()

- A. 均匀增大
- B. 先增大, 后减小
- C. 逐渐增大, 趋于不变
- D. 先增大, 再减小, 最后不变

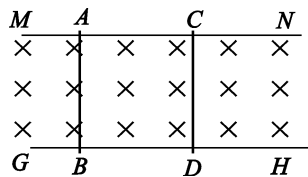
4. (多选) 如图所示, 沿 x 轴、 y 轴有两根长直导线, 互相绝缘. x 轴上的导线中有沿 x 轴负方向的电流, y 轴上的导线中有沿 y 轴正方向的电流, 两虚线是坐标轴所夹角的平分线. a 、 b 、 c 、 d 是四个圆心在虚线上, 且与坐标原点等距的相同的圆形导线环. 当两直导线中的电流从相同大小, 以相同的快慢均匀减小时, 各导线环中感应电流的情况是

()



- A. a 中有逆时针方向的电流
- B. b 中有顺时针方向的电流
- C. c 中有逆时针方向的电流
- D. d 中有顺时针方向的电流

5. (多选) 如图所示, MN 、 GH 为平行导轨, AB 、 CD 为跨接在导轨上的两根横杆, 导轨和横杆均为导体. 有匀强磁场垂直于导轨所在平面, 方向如图. 用 I 表示回路中的电流, 则 ()



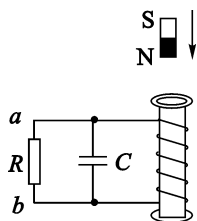
- A. 当 AB 不动、 CD 向右滑动时, $I \neq 0$ 且沿逆时针方向
- B. 当 AB 向左、 CD 向右滑动且速率相等时, $I = 0$
- C. 当 AB 、 CD 都向右滑动且速率相等

时, $I=0$

- D. 当 AB 、 CD 都向右滑动, 且 AB 速度大于 CD 时, $I \neq 0$, 且沿逆时针方向

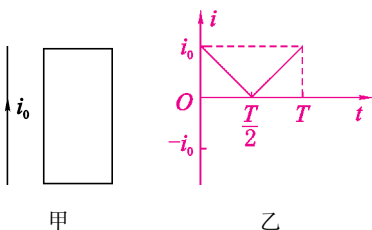
B. 能力提升

6. 如图所示, 电阻 R 、电容 C 与一线圈连接成闭合回路, 条形磁铁静止于线圈的正上方, N 极朝下. 现使磁铁自由下落, 在 N 极接近线圈上端的过程中, 流过 R 的电流方向和电容器极板的带电情况分别是 ()



- A. 从 a 到 b , 上极板带正电
B. 从 a 到 b , 下极板带正电
C. 从 b 到 a , 上极板带正电
D. 从 b 到 a , 下极板带正电

7. (2018 · 名校模拟) 长直导线与闭合金属线框位于同一平面内. 长直导线中的电流 I 随时间 T 的变化关系如图乙所示, 在 $0 \sim \frac{T}{2}$ 时间内, 直导线中电流向上, 如图甲所示. 则在 $\frac{T}{2} \sim T$ 时间内, 线框中感应电流的方向与所受安培力情况是 ()



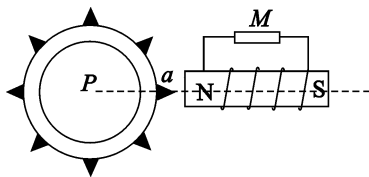
- A. 感应电流方向为顺时针, 线框受安培力合力方向向左
B. 感应电流方向为逆时针, 线框受安培力合力方向向右

C. 感应电流方向为顺时针, 线框受安培力合力方向向右

D. 感应电流方向为逆时针, 线框受安培力合力方向向左

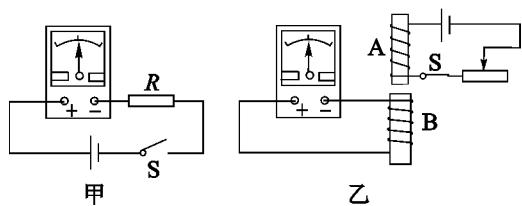
C. 拓展创新

8. 现代汽车中有一种先进的制动机构, 可保证车轮在制动时不是完全抱死滑行, 而是让车轮仍有一定的滚动, 经研究这种方法可以更有效地制动. 它有一个自动检测车速的装置, 用来控制车轮的转动, 其原理如图, 铁质齿轮 P 与车轮同步转动, 右端有一个绕有线圈的磁体, M 是一个电流检测器. 当车轮带动齿轮转动时, 线圈中会有电流, 这是由于齿靠近线圈时被磁化, 使磁场增强, 齿离开线圈时磁场减弱, 磁通量变化使线圈中产生了感应电流. 将这个电流放大后去控制制动机构, 可有效地防止车轮被抱死. 如图所示, 在齿 a 转过虚线位置的过程中, 关于 M 中感应电流的下列说法中, 正确的是 ()



- A. M 中的感应电流方向一直向左
B. M 中的感应电流方向一直向右
C. M 中先有自右向左, 后有自左向右的感应电流
D. M 中先有自左向右, 后有自右向左的感应电流

9. 在“研究电磁感应现象”的实验中, 首先按甲图接线, 以查明电流计指针的偏转方向与电流方向之间的关系; 然后按乙图将电流计与副线圈 B 连成一个闭合回路, 将原线圈 A 、电池、滑动变阻器和开关串联成另一个闭合回路. 在甲图中, 当闭合开关 S 时, 观察到电流计指针向左偏. 不通电时电流计指针停在正中央.



(1) S 闭合后,将螺线管 A(原线圈)插入螺线管 B(副线圈)的过程中,电流计的指针将如何偏转?

(2) 线圈 A 放在 B 中不动时,指针如何偏转?

(3) 线圈 A 放在 B 中不动,将滑动变阻器的滑片向右滑动时,电流计指针如何偏转?

(4) 线圈 A 放在 B 中不动,突然断开开关 S,电流计指针将如何偏转?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

楞 次

楞次(Lenz, Heinrich Friedrich Emil, 1804—1865), 俄国物理学家. 1804 年 2 月 24 日生于德尔帕特(今爱沙尼亚共和国的塔尔都). 1820 年入德尔帕特大学, 在大学二年级时由校长推荐参加了 1823~1826 年“企业号”单桅炮舰的全球考察旅行, 他设计了海水测深仪等仪器并卓越地完成了海上物理考察. 1834 年起当选为科学院院士, 1836~1865 年任彼得堡大学教授, 1840 年任数理系主任, 1863 年任校长. 1865 年 2 月 10 日在罗马逝世.

楞次从青年时代就开始研究电磁感应现象. 1831 年法拉第发现了电磁感应现象, 但是没有确定感应电流的方向. 当时已经有了许多便于记忆的“左手定则”“右手定则”“右手螺旋定则”等经验性规则, 但是并没有给出确定感应电流方向的一般法则. 1833 年, 楞次在总结了安培的电动力学与法拉第的电磁感应现象后, 发现了确定感应电流方向的定律——楞次定律. 这一结果于 1834 年在《物理学和化学年鉴》上发表, 题为《论如何确定由电动力学感应所产生的伽伐尼电流的方向》的论文. 论文指出: 当闭合电路通过磁场或者闭合电路中的磁通量发生变化时, 在电路中都会产生感应电流. 感应电流的方向总是使感应电流所引起的磁场阻碍闭合电路的磁场的增加, 或者阻碍磁通量的变化. 楞次定律说明电磁现象也遵循能量守恒定律.

1842 年, 楞次独立于焦耳并更为精确地建立了电流与其所产生的热量间的关系, 后被称为焦耳定律或焦耳—楞次定律. 他还研究并定量地比较了不同金属的电阻率及电阻率与温度

间的关系.

在电工技术、地球物理与电化学方面,楞次也做了大量工作.

1845年,在他的倡导与协助下,成立了俄国地理学会.

作为一名优秀教师,他还培养出一批著名的俄国物理学家.

第四节 法拉第电磁感应定律

第一学时



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

如果把条形磁铁插入或拔出含有线圈的闭合电路,我们会发现插入和拔出时的感应电流方向相反.如果我们把磁铁插入时,第一次快点插入,第二次慢点插入,这时我们将看到:当磁铁快速插入时,电流表指针偏转角度较大,说明感应电流较大;而当磁铁缓慢插入时,电流表指针偏转较小,说明此时的感应电流较小.

学习本节内容,同学们要用心体会:感应电动势的大小与哪些因素有关?感应电流的大小又与哪些因素有关呢?



材料链接

变化率

物理学中,一个物理量对另一个量的变化率,有三层含义:

- ①变化率就是相应图象的斜率;
- ②变化率就是数学中的导数;
- ③变化率反映的是这个量变化的快慢程度.

物理中用比值法和变化率定义的物理量非常多,比如:

速度为位移对时间的变化率:

$$v = \frac{x}{t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

加速度是速度对时间的变化率: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

电流是电荷量对时间的变化率:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{\Delta q}{\Delta t}.$$

电容是电荷量对电压的变化率:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{\Delta Q}{\Delta U}.$$

电场强度是电势差对距离的变化率:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{\Delta U}{\Delta d}.$$

请对照思考:

(1)磁通量对时间的变化率有什么物理意义?

(2)当穿过某闭合回路的磁通量达到最大时,其磁通量的变化是多大?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

在一个闭合电路中,如果有感应电流产生,就必定有电源存在.那么,哪部分是电磁感应现象中的电源呢?此电源电动势的大小可能与哪些因素有关?

请同学们仔细阅读教材“电磁感应定律”标题下的内容,并思考:

1.感应电动势的大小由哪些因素决定?

2. 对匝数为 n 的线圈, 每一匝中产生的感应电动势是串联还是并联? 如何计算整个线圈中产生的感应电动势?

问题二

导线切割磁感线是电磁感应中常见的一种特殊的电磁感应现象, 切割所产生的感应电动势的大小是多少?

请同学们仔细阅读教材“导线切割磁感线时的感应电动势”标题下的内容, 思考并回答:

1. 导线切割磁感线是电磁感应的特殊情形, 其特殊的感应电动势公式是如何推导出来的? 与哪几个因素有关?

2. 当导线切割磁感线的方向与磁场方向不垂直时, 如何计算感应电动势的大小?

问题三

我们给手机电池充电时, 电源的电动势肯定

比电池的电动势要高, 在这里电池的电动势相对于电源的电动势来讲, 起什么作用?

请同学们仔细阅读教材“反电动势”标题下的内容, 思考并回答:

1. 电动机的原理是通电线圈受安培力作用而在磁场中转动, 此时线圈中会产生感应电动势吗? 它对电动机的工作起什么作用?

2. 能量又是如何转化的?



自主测评

1. 在电磁感应现象中产生的电动势叫做_____, 产生感应电动势的那部分导体就相当于_____, 其电阻就是电源的_____.

2. 电路中感应电动势的大小, 跟穿过这一电路的磁通量的_____成正比.

3. 若产生感应电动势的电路是一个 n 匝的线圈, 且穿过每一匝线圈的磁通量的变化率都_____, 则整个线圈产生的感应电动势大小的数学表达式为 $E = \underline{\hspace{2cm}}$.

4. 导体垂直切割磁感线时所产生的感应电动势大小的表达式为 $E = \underline{\hspace{2cm}}$.

5. 电动机转动时, 线圈中也会产生感应电动势, 这个感应电动势总要_____电源电动势的作用, 我们把这个电动势叫做_____, 其作用是_____.



疑点归纳

在自主探究学习的过程中, 大家有什么

困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题四

感应电动势的大小与很多因素有关,如何理解表示感应电动势大小的公式?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

❀ 1. 感应电动势的大小由哪些因素决定? 如何理解法拉第电磁感应定律?

❀ 2. 如何理解导体切割磁感线时产生的感应电动势的公式 $E = Blv$ 中的 l 和 v ?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

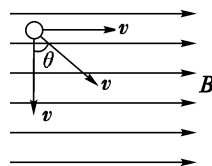
问题五

闭合电路中有感应电流产生时,如何计算电路中某段时间内流过导线截面的电荷量?

请同学们在独立思考后进行讨论,并在全班展示.

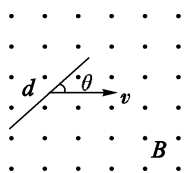
问题六

❀ 1. 如图所示,匀强磁场 B 中的导体长为 L ,沿图示的三个方向以速度 v 切割磁感线时,所产生的感应电动势各为多大?



❀ 2. 如图(1)所示的长为 d 的直导线,在磁感应强度为 B 的匀强磁场中按图示的方向以速度 v 切割磁感线,导线与速度方向之

间的夹角为 θ , 则导线两端所产生的感应电动势的大小为多少?



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 以便和别的小组进一步交流研讨. 例如:

感应电动势 { 磁通量变化时, $E = \underline{\hspace{2cm}}$;
导体切割磁感线时, $E = \underline{\hspace{2cm}}$.



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 关于感应电动势的大小, 下列说法正确的是 ()

- A. 穿过线圈的磁通量 Φ 越大, 所产生的感应电动势 E 就越大
- B. 穿过线圈的磁通量的改变量 $\Delta\Phi$ 越大, 所产生的感应电动势 E 就越大
- C. 穿过线圈的磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 越

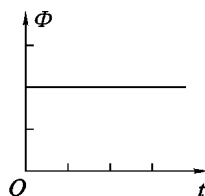
大, 所产生的感应电动势 E 就越大

D. 穿过线圈的磁通量 Φ 为 0, 所产生的感应电动势就一定为 0

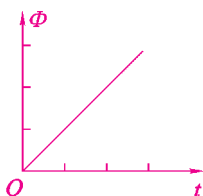
2. (多选) 导体在匀强磁场中做切割磁感线的运动时, 所产生的感应电动势的计算公式为 $E = Blv$, 对它的理解, 下列说法正确的是 ()

- A. 公式对 B 、 l 和 v 三者两两垂直的情形是适用的
- B. 公式中的 l 是导体切割磁感线的有效长度, 而 v 则是导体在磁场中相对于磁场的运动速度
- C. l 是导体的长度, v 则是导体切割磁感线的速度
- D. l 是导体在磁场中切割磁感线的有效长度, v 则是导体在磁场中垂直切割磁感线的速度

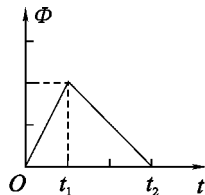
3. (2018 · 名校模拟) 穿过闭合回路的磁通量 Φ 随时间 t 变化的图象分别如图甲、乙、丙、丁所示, 下列关于回路中产生的感应电动势的论述, 正确的是 ()



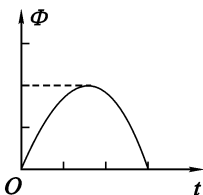
甲



乙



丙



丁

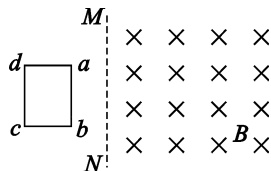
A. 图甲中回路产生的感应电动势恒定不变

B.图乙中回路产生的感应电动势一直在变大

C.图丙中回路在 $0 \sim t_0$ 时间内产生的感应电动势大于 $t_0 \sim 2t_0$ 时间内产生的感应电动势

D.图丁中回路产生的感应电动势可能恒定不变

4.(2013·天津)如图所示,纸面内有一矩形导体闭合线框 $abcd$, ab 边长大于 bc 边长,置于垂直纸面向里、边界为 MN 的匀强磁场外,线框两次匀速地完全进入磁场,两次速度大小相同,方向均垂直于 MN .第一次 ab 边平行 MN 进入磁场,线框上产生的热量为 Q_1 ,通过线框导体横截面积的电荷量为 q_1 ;第二次 bc 边平行于 MN 进入磁场,线框上产生的热量为 Q_2 ,通过线框导体横截面的电荷量为 q_2 ,则 ()



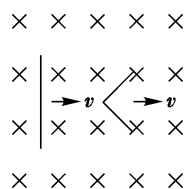
A. $Q_1 > Q_2, q_1 = q_2$

B. $Q_1 > Q_2, q_1 > q_2$

C. $Q_1 = Q_2, q_1 = q_2$

D. $Q_1 = Q_2, q_1 > q_2$

5.(2015·海南)如图,空间有一匀强磁场,一直金属棒与磁感应强度方向垂直,当它以速度 v 沿与棒和磁感应强度都垂直的方向运动时,棒两端的感应电动势大小为 E ;将此棒弯成两段长度相等且相互垂直的折线,置于与磁感应强度相垂直的平面内,当它沿两段折线夹角平分线的方向以速度 v 运动时,棒两端的感应电动势大小为 E' ,则 $\frac{E'}{E}$ 等于 ()



A. $\frac{1}{2}$

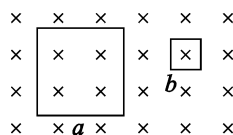
B. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

C. 1

D. $\sqrt{2}$

B.能力提升

6.(2016·浙江)如图所示, a 、 b 两个闭合正方形线圈用同样的导线制成,匝数均为 10 匝,边长 $l_a = 3l_b$,图示区域内有垂直纸面向里的匀强磁场,且磁感应强度随时间均匀增大,不考虑线圈之间的相互影响,则 ()



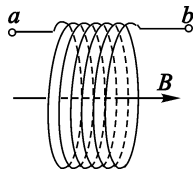
A.两线圈内产生顺时针方向的感应电流

B. a 、 b 线圈中感应电动势之比为 9:1

C. a 、 b 线圈中感应电流之比为 3:1

D. a 、 b 线圈中电功率之比为 3:1

7.(2015·重庆)如图为无线充电技术中使用的受电线圈示意图,线圈匝数为 n ,面积为 S .若在 t_1 到 t_2 时间内,匀强磁场平行于线圈轴线向右穿过线圈,其磁感应强度大小由 B_1 均匀增加到 B_2 ,则该段时间线圈两端 a 和 b 之间的电势差 $\varphi_a - \varphi_b$ ()



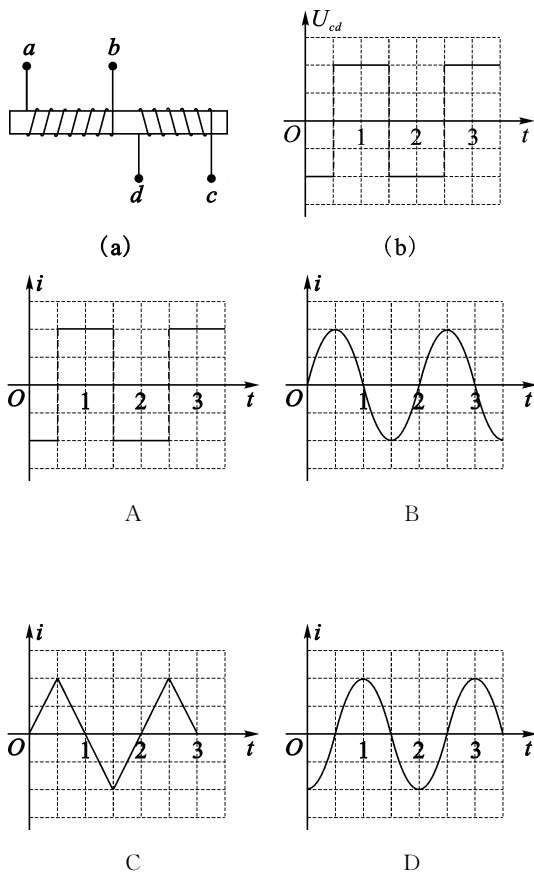
A.恒为 $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

B.从 0 均匀变化到 $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

C.恒为 $-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

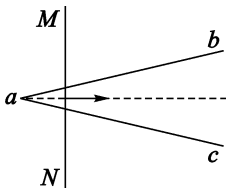
D. 从 0 均匀变化到 $-\frac{nS(B_2-B_1)}{t_2-t_1}$

8. (2014 · 全国新课标 I) 如图(a)所示, 线圈 ab 、 cd 绕在同一软铁芯上, 在 ab 线圈中通以变化的电流, 用示波器测得线圈 cd 间电压如图(b)所示. 已知线圈内部的磁场与流经线圈的电流成正比, 则下列描述线圈 ab 中电流随时间变化关系的图中, 可能正确的是 ()

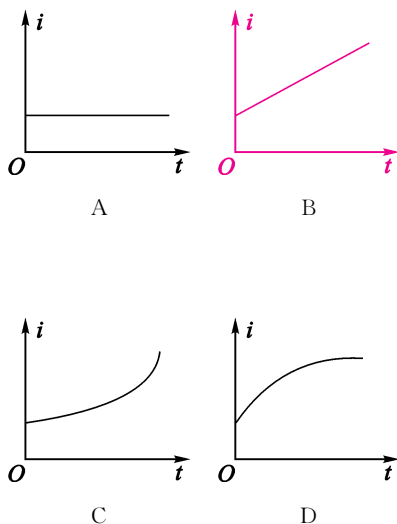


C. 拓展创新

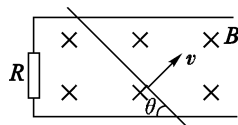
9. (2013 · 全国新课标 I) 如图, 在水平面(纸面)内有三根相同的均匀金属棒 ab 、 ac 和 MN , 其中 ab 、 ac 在 a 点接触, 构成“V”字形导轨. 空间存在垂直于纸面的均匀磁场. 用力使 MN 向右匀速运



动, 从图示位置开始计时, 运动中 MN 始终与 $\angle bac$ 的平分线垂直且和导轨保持良好接触. 下列关于回路中电流 i 与时间 t 的关系图线, 可能正确的是 ()



10. 如图所示, 平行金属导轨间距为 d , 一端跨接一个电阻 R , 匀强磁场的磁感应强度为 B , 方向垂直于平行金属导轨所在的平面. 一根长金属棒与导轨成 θ 角放置, 金属棒与导轨的电阻均不计. 当金属棒沿垂直于棒的方向, 以恒定速度 v 在金属导轨上滑行时, 通过电阻的电流为 _____; 电阻 R 上的发热功率为 _____.



第二学时



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维, 形成主动探究与合作的意识和能力

问题一

任何电源都有电动势, 而电磁感应中又会产生反电动势, 如何理解电动机工作时的反电动势?

请同学们在独立思考的基础上, 在小组内讨论、交流.

问题二

当长为 l 的导体棒,以角速度 ω 绕导体的一端在磁感应强度为 B 的匀强磁场中旋转切割磁感线时,产生的感应电动势为多大?

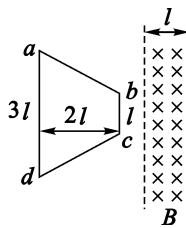
思路点拨: (1) 从切割角度,可用导体棒的平均切割速度来求解.

(2) 从导体扫过的面积考虑,利用法拉第电磁感应定律也可以求解.

速度为 ω . 当矩形线圈 $abcd$ 匀速转动到如图所示的位置时(即线圈平面与匀强磁场的磁感线平行),试分析此时穿过线圈的磁通量 Φ 和线圈中所产生的感应电动势 E 的大小.

问题四

如图所示,上底为 l 、下底为 $3l$ 、高为 $2l$ 的等腰梯形导线框,以速度 v 匀速穿过宽为 l 的磁感应强度为 B 的匀强磁场时,试作出线框中感应电流随时间变化的 $i-t$ 图象. 线框的电阻为 R . (假定逆时针方向的电流为正)

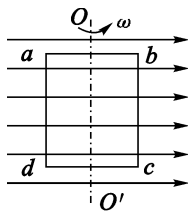


板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题三

如图,在磁感应强度为 B 的匀强磁场中,放一个矩形线圈 $abcd$,其 ad 边长为 L_1 , ab 边长为 L_2 ,让它绕中心固定转动轴 OO' 转动,角



思路点拨: 可从导体有效切割磁感线的长度来分段分析、求解.

(4)矩形线圈在磁场中匀速转动:



板块五 应用演练 再生新疑

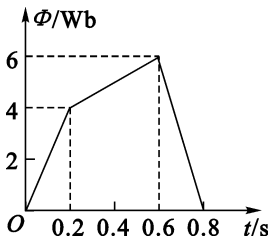
分级设题·精选精练



分层演练

A.基础巩固

1.(多选)通过一单匝线圈的磁通量随时间变化的规律如图所示,则 ()

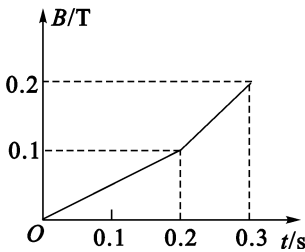


- A.0.8 s 末时线圈中的感应电动势为 0
- B.0.4 s 末时线圈中的感应电动势为 12.5 V
- C.0.7 s 末时线圈中感应电动势的值比 0.1 s 末时的大
- D.0.5 s 末和 0.7 s 末时,线圈中感应电动势的方向相反

2.如图甲所示,横截面积 $S=0.10\text{ m}^2$,匝数为 120 匝的闭合线圈放在平行于线圈轴线的匀强磁场中,线圈的总电阻 $R=1.2\text{ }\Omega$.该匀强磁场的磁感应强度 B 随时间 t 变化的规律如图乙所示.求:



甲



乙



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,从普遍的电磁感应规律、导体切割磁感线、旋转切割、线圈在磁场中的匀速转动这四个方面进行归纳总结.将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.

计算感应电动势大小的四种方法:

(1)磁通量变化:

(2)切割磁感线:

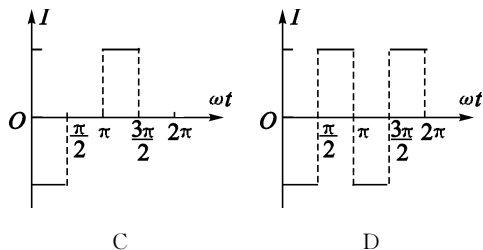
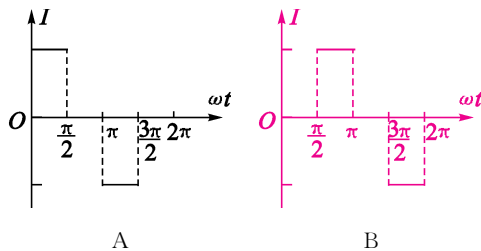
(3)旋转切割磁感线:

(1) 从 $t=0$ 到 $t=0.30\text{ s}$ 时间内, 通过该线圈任意一个横截面的电荷量 q 为多少?

(2) 这段时间内线圈中产生的电热 Q 为多少?

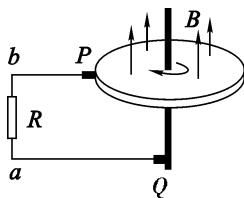
3. 如图所示, 一导体圆环位于纸面内, O 为圆心. 环内两个圆心角为 90° 的扇形区域内

分别有匀强磁场, 两磁场磁感应强度的大小相等、方向相反且均与纸面垂直. 导体杆 OM 可绕 O 转动, M 端通过滑动触点与圆环良好接触, 在圆心和圆环间连有电阻 R . 杆 OM 以角速度 ω 逆时针匀速转动, $t=0$ 时恰好在图示位置. 规定从 a 到 b 流经电阻 R 的电流方向为正, 圆环和导体杆的电阻忽略不计, 则杆从 $t=0$ 开始转动一周的过程中, 电流 I 随 ωt 变化的图象是 ()



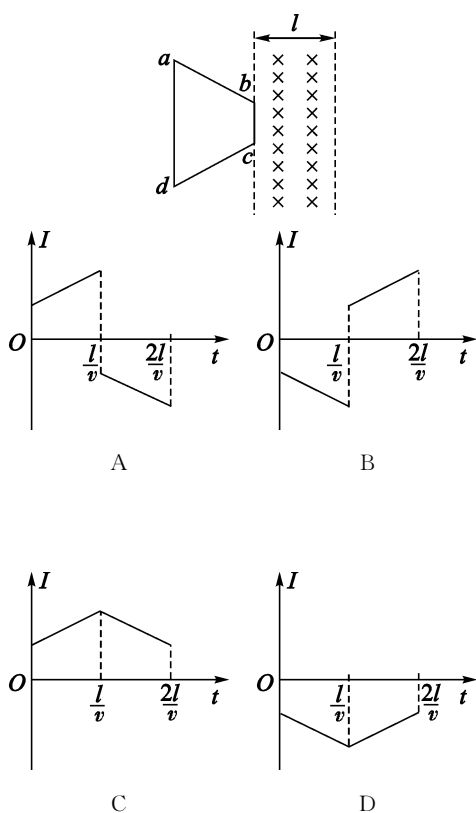
B. 能力提升

4. (2016 · 全国 II) (多选) 法拉第圆盘发电机的示意图如图所示. 铜圆盘安装在竖直的铜轴上, 两铜片 P 、 Q 分别与圆盘的边缘和铜轴接触, 关于流过电阻 R 的电流, 下列说法正确的是 ()

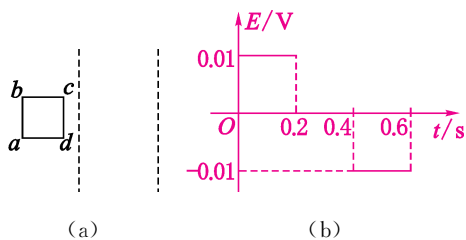


- A. 若圆盘转动的角速度恒定, 则电流大小恒定
- B. 若从上往下看, 圆盘顺时针转动, 则电流沿 a 到 b 的方向流动
- C. 若圆盘转动方向不变, 角速度大小发生变化, 则电流方向可能发生变化
- D. 若圆盘转动的角速度变为原来的 2 倍, 则电流在 R 上的热功率也变为原来的 2 倍

5. 如图所示, 两条平行虚线之间存在匀强磁场, 虚线间的距离为 l , 磁场方向垂直纸面向里. $abcd$ 是位于纸面内的梯形线圈, ad 与 bc 间的距离也为 l . $t=0$ 时刻, bc 边与磁场区域边界重合. 现令线圈以恒定的速度 v 沿垂直于磁场区域边界的方向穿过磁场区域. 取沿 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ 的感应电流为正, 则在 线圈穿越磁场区域的过程中, 感应电流 I 随时间 t 变化的图象可能是 ()



6. (2017 · 全国 II) (多选) 两条平行虚线间存在一匀强磁场, 磁感应强度方向与纸面垂直. 边长为 0.1 m 、总电阻为 0.005Ω 的正方形导线框 $abcd$ 位于纸面内, cd 边与磁场边界平行, 如图(a)所示. 已知导线框一直向右做匀速直线运动, cd 边于 $t=0$ 时刻进入磁场. 线框中感应电动势随时间变化的图线如图(b)所示(感应电流的方向为顺时针时, 感应电动势取正). 下列说法正确的是 ()

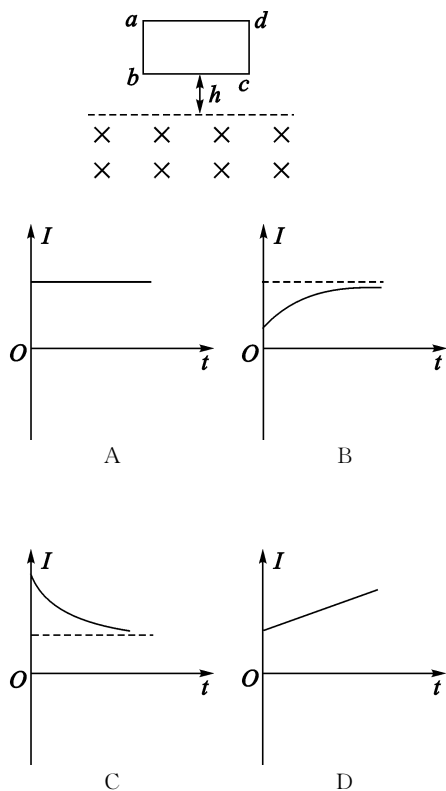


- A. 磁感应强度的大小为 0.5 T
 B. 导线框运动速度的大小为 0.5 m/s

C. 磁感应强度的方向垂直于纸面向外

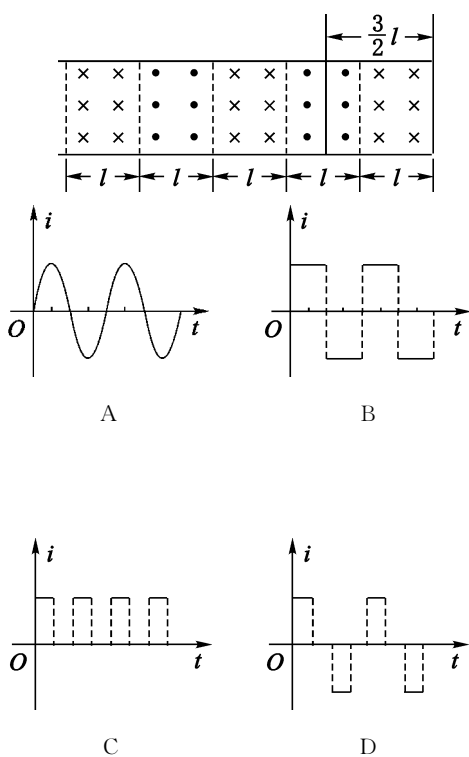
D. 在 $t=0.4 \text{ s}$ 至 $t=0.6 \text{ s}$ 这段时间内, 导线框所受的安培力大小为 0.1 N

7. (多选) 如图所示, 矩形线框 $abcd$ 从某处自由下落高度 h 后, 进入与线框平面垂直的区域足够大的匀强磁场. 在从 bc 边刚进入磁场到 ad 边也进入磁场的过程中, 线框内的感应电流随时间变化的 $I-t$ 图象可能是 ()

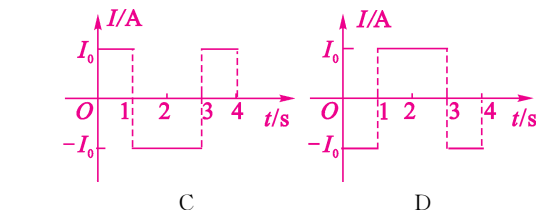
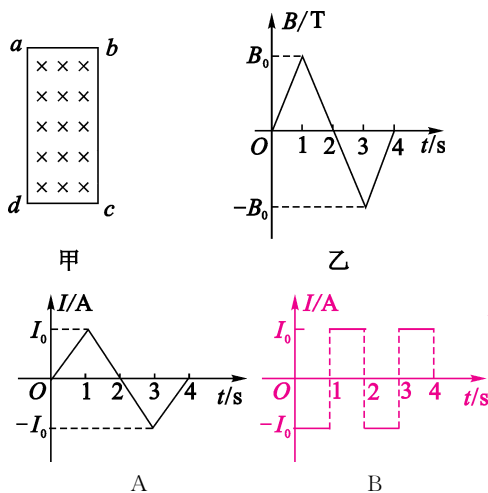


C. 拓展创新

8. (2018 · 全国 II) 如图, 在同一平面内有两根平行长导轨, 导轨间存在依次相邻的矩形匀强磁场区域, 区域宽度均为 l , 磁感应强度大小相等、方向交替向上向下. 一边长为 $\frac{3}{2}l$ 的正方形金属线框在导轨上向左匀速运动, 线框中感应电流 i 随时间 t 变化的正确图线可能是 ()



9. 矩形导线框 $abcd$ 固定在匀强磁场中, 如图甲, 磁感线的方向与导线框所在平面垂直, 规定磁场的正方向垂直纸面向里, 磁感应强度 B 随时间变化的规律如图乙所示. 若规定顺时针方向为感应电流 I 的正方向, 则下列各图中正确的是 ()



10. (2015 · 全国 II) 如图, 直角三角形金属框 abc 放置在匀强磁场中, 磁感应强度大小为 B , 方向平行于 ab 边向上. 当金属框绕 ab 边以角速度 ω 逆时针转动时, a 、 b 、 c 三点的电势分别为 U_a 、 U_b 、 U_c . 已知 bc 边的长度为 l . 下列判断正确的是 ()

- A. $U_a > U_c$, 金属框中无电流
 B. $U_b > U_c$, 金属框中电流方向沿 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$
 C. $U_{bc} = -\frac{1}{2}Bl^2\omega$, 金属框中无电流
 D. $U_{bc} = \frac{1}{2}Bl^2\omega$, 金属框中电流方向沿 $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$



活动探究

请同学们找到教材图 4.4-5 所示的动圈式扬声器, 用两根电线连接到示波器上, 然后对着扬声器说话, 比如说“啊”, 看看屏幕上会显示什么波形. 再试着发出 do、re、mi、fa、so、la、ti 这 7 个音, 看看屏幕上又会显示什么波形, 很有意思哦, 你居然可以看到你自己声音的特点了!



再生新疑

闭合回路中有感应电流产生时, 导体中的自由电子一定是受到了力的作用才定向运动形成电流的. 那么, 这种定向运动的驱动力是什么力? 这种力又是如何产生的?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

韦 伯

威廉·爱德华·韦伯(Wilhelm Eduard Weber),1804年10月14日出生于德国维藤堡大学的一位神学教授家庭。1828年在一次德国科学大会上由于宣读题为《风琴拍频的补偿》的文章,受到科学家洪堡和高斯的注意。1831年被洪堡和高斯推荐担任格丁根大学物理教授,接替即将病故的迈耶教授的职务,并从此开始与高斯合作研究电磁学。1832年,高斯在韦伯协助下提出了磁学量的绝对单位。1833年,他们发明了第一台有线电报机。

韦伯在电磁学上的贡献是多方面的。为了进行研究,他发明了许多电磁仪器。1841年发明了既可测量地磁场强度又可测量电流大小的双线电流表;1846年发明了可用来测量交变电流功率的电功率表;1853年发明了测量地磁场强度垂直分量的地磁感应器。

法拉第发现了电磁感应现象,并进行了广泛深入的研究,但法拉第并未给出定量的规律。法拉第电磁感应定律的公式 $E=n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$,则是 F. E. 纽曼和 W. E. 韦伯先后独立给出的。由于法拉第的卓越贡献,电磁感应定律仍以法拉第的名字命名是十分恰当的。

韦伯在建立电学单位的绝对测量方面卓有成效。他提出了电流、电荷量和电动势的绝对单位和测量方法;根据安培的电动力学公式提出了电流的电动力学单位;还提出了电阻的绝对单位。韦伯与柯尔劳施合作测定了电荷量的电磁单位与静电单位的比值,其数值接近于光速,这一结果成为麦克斯韦推断光是电磁波的重要依据。

1891年6月23日,韦伯在格丁根去世。

第五节 电磁感应现象的两类情况

第一学时



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

我们知道电流是电荷的定向移动形成的,而电荷定向运动的本质原因则是因为电荷受到了静电力的作用。学习本节内容时,同学们要用心体会:当穿过闭合电路的磁通量发生变化时,回路中就会有感应电流产生,那么驱动电荷定向运动的力是如何产生的呢?或者说电源内部的非静电力是哪种物质产生的?



材料链接

麦克斯韦电磁场理论简介

英国物理学家麦克斯韦提出了电磁场理

论,他认为:

(1)任何变化的磁场会在其周围产生电场;

(2)任何变化的电场会在其周围产生磁场.

根据麦克斯韦电磁场理论,运动电荷周围的电场是变化的,运动电荷周围产生了磁场.

同理,运动的磁铁周围的磁场也是变化的,其周围会产生电场吗?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

如果磁通量发生变化的原因是由于磁感应强度 B 发生变化而引起的,那导体中自由电荷定向移动的作用力是如何形成的?

请同学们仔细阅读教材“电磁感应现象中的感生电场”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1.让自由电荷在导体内部定向移动的力是什么力?这种力是如何产生的?

2.感生电场有哪些特点?感生电场的电场线闭合吗?感生电场与《选修 3-1》“静电场”一章中学过的静电场有哪些相同点和不同点?

3.感生电场的方向如何确定?

问题二

当导体切割磁感线时,导体中的自由电荷就会在磁场中运动,此时自由电荷会受到洛伦兹力的作用吗?

请同学们仔细阅读教材“电磁感应现象中的洛伦兹力”标题下的内容,思考并回答:

1.磁场不变,导体切割磁感线时,会产生“动生电动势”,其非静电力是什么力?

2.产生电磁感应现象的本质原因是什么?为什么“感应电动势”有“感生电动势”和“动生电动势”两种情形?



自主测评

1.电路中电动势的作用,实际上是某种_____对自由电荷的作用.

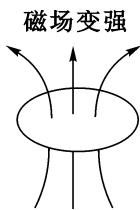
2.英国物理学家麦克斯韦认为,_____时会在空间激发一种电场,这种电场叫做_____.如果此刻空间存在_____导体,导体中的自由电荷就会在这种电场的作用下做_____,产生_____,或者说导体中产生了_____.

3.由感生电场产生的感应电动势,叫做_____.感生电场的方向要根据_____用_____来确定.

4.如果磁场没有变化,当导体切割磁感线时,空间就_____ (填“有”或“无”)感生电场,导体中的自由电荷不会受到电场力的

作用,但自由电荷会随着导体棒的切割运动而运动,并因此受到了_____的作用,这种情形下也产生了感应电动势,叫做_____,其中的非静电力就是_____.

5.(多选)如图所示,一个闭合电路静止于磁场中,由于磁场强度的变化,而使电路中产生了感应电动势.下列说法正确的是 ()



- A. 磁场变化时,会在空间激发一种电场
- B. 使电荷定向移动形成电流的力是洛伦兹力
- C. 使电荷定向移动形成电流的力是非静电力
- D. 以上说法都不对



疑点归纳

在自主探究学习的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

当穿过闭合回路的磁感应强度 B 发生变化时,就会产生感生电场,在感生电场的驱动下,导体中的自由电荷才发生了定向移动形成了感应电流.如何理解感生电场?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:



1. 感生电场是如何产生的?



2. 感生电场有哪些特点?



3. 感生电场的方向如何判断?

问题四



当导体在磁场中切割磁感线时,无论电路是否闭合,导体中都会产生感应电动势,此感应电动势又叫动生电动势.如何理解动生电动势?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:



1. 产生动生电动势时的非静电力是哪种物质? 哪部分是等效电源?



2. 动生电动势的产生与电路断开还是闭合有关吗?

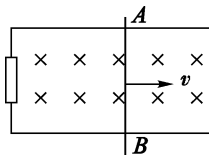


板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

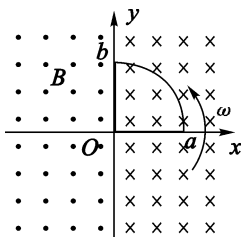
问题五

1. (多选) 如图所示, 导体棒 AB 在做切割磁感线运动时, 将产生电动势, 因而在电路中有电流通过. 下列说法正确的是 ()



- A. 因导体运动而产生的感应电动势称为动生电动势
- B. 动生电动势的产生与洛伦兹力有关
- C. 动生电动势的产生与静电力有关
- D. 动生电动势和感生电动势的产生原因是一样的

2. 如图所示, 在 xOy 坐标系中, y 轴左侧和右侧分别有垂直于纸面向外、向里的匀强磁场, 磁感应强度均为 B , 一个围成四分之一圆形的导体环 Oab , 其圆心在 origin O , 半径为 R , 开始时在第一象限. 从 $t=0$ 时刻起该导体环绕 O 点以角速度 ω 沿逆时针方向匀速转动. 试画出环内感应电动势 E 随时间 t 变化的图象 (电动势以顺时针方向为正).



思路点拨: 从两半径同时旋转切割磁

感线的角度分析.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 以便和别的小组进一步交流研讨. 例如:

感生电动势的本质: _____

感生电动势

动生电动势的本质: _____



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. (多选) 以下说法正确的是 ()

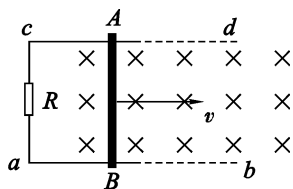
- A. 用公式 $E = Blv$ 求出的是电动势的瞬时值

B.用公式 $E=Blv$ 求出的电动势只限于磁场方向和导线运动方向及导线本身放置的方向三者互相垂直的情况

C.用 $E=n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 求出的电动势是 Δt 内的平均电动势

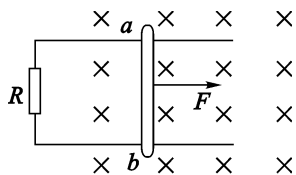
D.用 $E=n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 求出的电动势是 t 时刻的瞬时电动势

2.(多选)如图所示,导体 AB 在做切割磁感线的运动,将产生电动势,因而在电路中有电流通过.下列说法中正确的是 ()



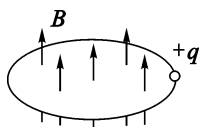
- A.因导体运动而产生的感应电动势称为动生电动势
B.动生电动势的产生与洛伦兹力有关
C.动生电动势的产生与静电力有关
D.动生电动势和感生电动势产生的本质原因是一样的

3.如图所示,在匀强磁场中,导体 ab 与光滑导轨紧密接触, ab 在向右的拉力 F 作用下以速度 v 做匀速直线运动,当电阻 R 的阻值增大时,若速度 v 不变,则 ()



- A. F 的功率减小
B. F 的功率增大
C. F 的功率不变
D. F 的大小不变

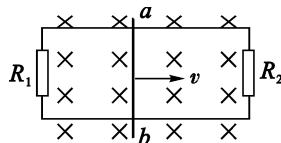
4.(2014·安徽)英国物理学家麦克斯韦认为,



磁场变化时会在空间激发感生电场.如图所示,一个半径为 r 的绝缘细圆环水平放置,环内存在竖直向上的匀强磁场 B ,环上套一带电荷量为 $+q$ 的小球.已知磁感应强度 B 随时间均匀增加,其变化率为 k ,若小球在环上运动一周,则感生电场对小球的作用力所做功的大小是 ()

- A.0
B. $\frac{1}{2}r^2qk$
C. $2\pi r^2qk$
D. πr^2qk

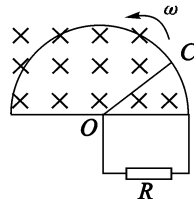
5.如图所示,在磁感应强度 B 为 0.4 T 的匀强磁场中,让长为 0.2 m



的导体 ab 在金属框上以 6 m/s 的速度向右移动,此时 ab 中感应电动势的大小等于 _____ V;如果 $R_1=6\ \Omega$, $R_2=3\ \Omega$,其他部分的电阻不计,则通过 ab 的电流大小为 _____ A.

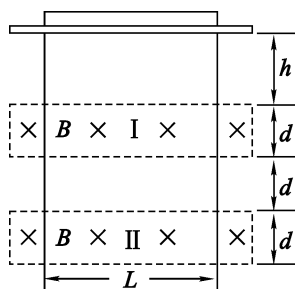
B.能力提升

6.如图,在磁感应强度为 B 的匀强磁场中,有半径为 r 的光滑半圆形导体框架, OC 为一能绕 O 点在框架上滑动的导体棒, OC 之间连着一个电阻 R ,导体框架与导体电阻均不计.若 OC 能以角速度 ω 匀速转动,则外力的功率是 ()



- A. $\frac{B^2\omega^2r^4}{R}$
B. $\frac{B^2\omega^2r^4}{2R}$
C. $\frac{B^2\omega^2r^4}{4R}$
D. $\frac{B^2\omega^2r^4}{8R}$

7.(2018·江苏)(多选)如图所示,竖直放置的 Π 形光滑导轨宽为 L ,矩形匀强磁场 I、II 的高和间距均为 d ,磁感应强度为 B ,质量为 m 的水平金属杆由静止释放,进入磁场 I 和 II 时的速度相等.金属杆在导轨间的电阻为 R ,与导轨接触良好,其余电阻不计,重力加速度为 g .金属杆 ()

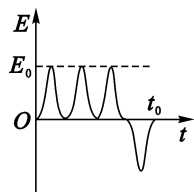


- A. 刚进入磁场 I 时加速度方向竖直向下
 B. 穿过磁场 I 的时间大于在两磁场之间的运动时间
 C. 穿过两磁场产生的总量为 $4mgd$
 D. 释放时距磁场 I 上边界的高度 h

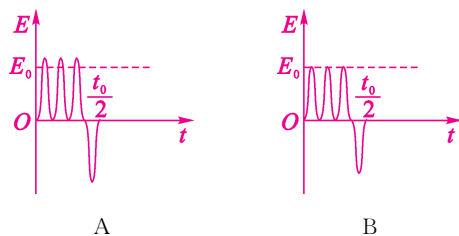
可能小于 $\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}$

C. 拓展创新

8. (2013 · 浙江) 磁卡的磁条中有用于存储信息的磁极方向不同的磁化区, 刷卡器中有检测线圈, 当以速度 v_0 刷卡时, 在线圈中产生感应电动势, 其 $E-t$ 关系如图甲所示. 如果只将刷卡速度改为 $\frac{v_0}{2}$, 线圈中的 $E-t$ 关系可能是图乙中的 ()

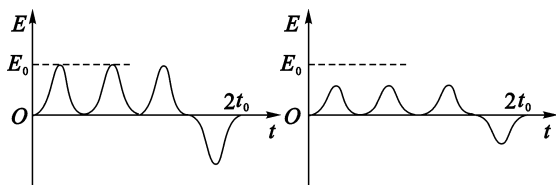


甲



A

B

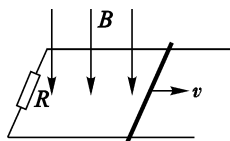


C

D

乙

9. (2015 · 海南) 如图, 两平行金属导轨位于同一水平面上, 相距 l , 左端与一电阻 R 相连, 整个系统置于匀强磁场中, 磁感应强度大小为 B , 方向竖直向下. 一质量为 m 的导体棒置于导轨上, 在水平外力作用下沿导轨以速度 v 匀速向右滑动, 滑动过程中始终保持与导轨垂直并接触良好. 已知导体棒与导轨间的动摩擦因数为 μ , 重力加速度大小为 g , 导轨和导体棒的电阻均可忽略. 求:



- (1) 电阻 R 消耗的功率;
- (2) 水平外力的大小.

第二学时



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题一

闭合电路中有感应电流产生时,就必定有内电路和外电路,有电源和内阻.如何理解电磁感应中的等效闭合电路?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

1. 电磁感应中的等效闭合电路是哪部分?

2. 等效闭合电路中的等效电源是哪部分?

3. 如何判断等效电源的正、负极?

4. 如何计算等效电源的电动势?

问题二

电磁感应中的感应电流仍然处在磁场中,必定会受到安培力的作用,如何理解感应电流所受到的安培力?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

1. 闭合电路的一部分导体在切割磁感

线时,如何计算感应电流所受到的安培力的大小?

2. 如何判断感应电流所受到的安培力的方向?

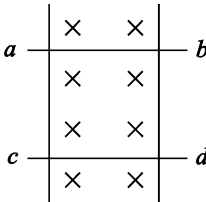


板块四 展示交流 探究问题

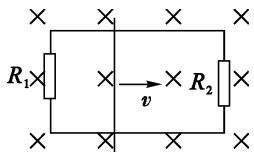
提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题三

1. 如图所示,两根相距为 L 的竖直平行金属导轨位于磁感应强度为 B 、方向垂直纸面向里的匀强磁场中,导轨电阻不计,另外两根与上述光滑导轨保持良好接触的金属杆 ab 、 cd 的质量均为 m ,电阻均为 R ,若要使 cd 杆静止不动,则 ab 杆应_____运动,速度大小为_____,作用于 ab 杆上的外力 F 的大小为_____.

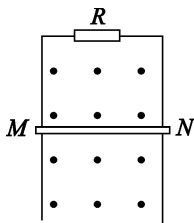


2. 如图所示, 在宽为 0.5 m 的平行导轨上垂直导轨放置一个有效电阻 $r=0.6\ \Omega$ 的直导体, 在导轨的两端分别连接两个电阻 $R_1=4\ \Omega$ 、 $R_2=6\ \Omega$, 其他电阻不计. 整个装置处在垂直导轨向里的匀强磁场中, 如图所示, 磁感应强度 $B=0.1\text{ T}$. 当直导体在导轨上以 $v=6\text{ m/s}$ 的速度向右运动时, 求直导体两端的电压和流过电阻 R_1 、 R_2 的电流大小.



思路点拨: 先画出等效电路图, 再寻找等效电源电动势和内电阻.

3. 如图所示, 一回路竖直放置在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 磁场方向与回路垂直, 导体 MN



长为 L , 可自由地沿足够长的光滑导轨运动, 回路电阻除 R 外均忽略不计, MN 在整个运动过程中不会脱离导轨. 当 MN 无初速释放后:

(1) 试定性分析 MN 由静止开始后的运动情况;

(2) 求导体 MN 运动的最终速度.

思路点拨: “最终速度”指的是最后的稳定状态时的速度, 必定是匀速直线运动时的速度, 可由平衡条件来求解.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 并进行总结, 以便和别的小组进一步交流研讨. 也可按如下提示进行.

(1) 电磁感应中的等效电路

等效电源电动势:

等效内阻:

等效外电阻:

(2) 感应电流的安培力

大小:

方向:



板块五 应用演练 再生新疑

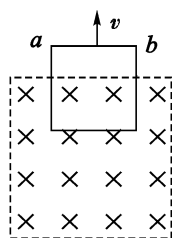
分级设题, 精选精练



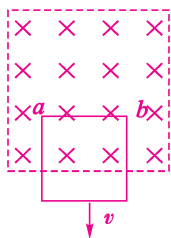
分层演练

A. 基础巩固

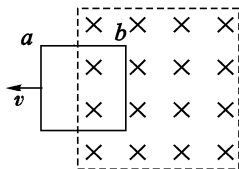
1. 粗细均匀的电阻丝围成的正方形线框置于有界匀强磁场中, 磁场方向垂直于线框平面, 其边界与正方形线框的边平行. 现使线框以同样大小的速度沿四个不同方向平移出磁场, 如图所示, 则在移出过程中, 线框一边 a 、 b 两点间的电势差的绝对值最大的是



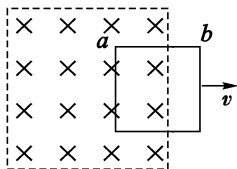
A



B

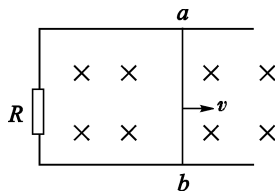


C

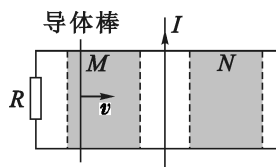


D

2. 如图所示, 在一个光滑金属框架上垂直放置一根长 $L=0.4\text{ m}$ 的金属棒 ab , 其电阻 $r=0.1\ \Omega$. 框架左端的电阻 $R=0.4\ \Omega$, 垂直框面的匀强磁场的磁感应强度 $B=0.1\text{ T}$. 当用外力使棒 ab 以速度 $v=5\text{ m/s}$ 右移时, ab 棒中产生的感应电动势 $E=$ _____ V , 通过 ab 棒的电流 $I=$ _____ A , ab 棒两端的电势差 $U_{ab}=$ _____ V , 在电阻 R 上消耗的功率 $P_R=$ _____ W , 在 ab 棒上消耗的发热功率 $P_r=$ _____ W , 切割运动中产生的电功率 $P=$ _____ W .



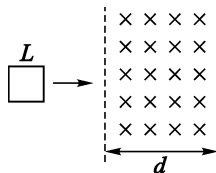
3. (2014 · 山东) (多选) 如图所示, 一端接有定值电阻的平行金属轨道固定在水平面内, 通有恒定电流的长直绝缘导线垂直并紧靠轨道固定, 导体棒与轨道垂直且接触良好, 在向右匀速通过 M 、 N 两区的过程中, 导体棒所受安培力分别用 F_M 、 F_N 表示. 不计轨道电阻. 以下叙述正确的是 ()



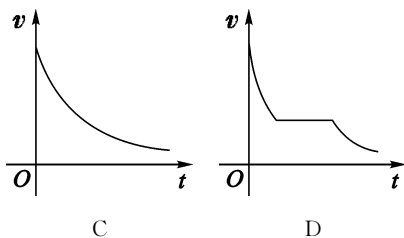
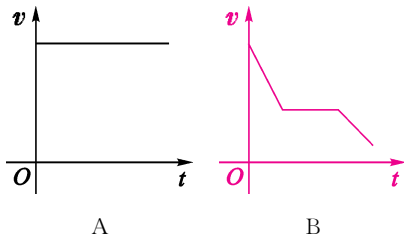
- A. F_M 向右
- B. F_N 向左
- C. F_M 逐渐增大
- D. F_N 逐渐减小

B. 能力提升

4. (2013 · 全国新课标Ⅱ) 如图所示, 在光滑水平桌面上有一边长为 L 、电阻为 R 的正方形导线框; 在导线框右侧有一宽度为 d ($d > L$) 的条形匀强磁场区域, 磁场的边界与导线框的一

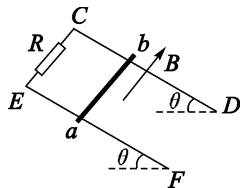


边平行,磁场方向竖直向下.导线框以某一初速度向右运动, $t=0$ 时导线框的右边恰与磁场的左边界重合,随后导线框进入并通过磁场区域.下列 $v-t$ 图象中,可能正确描述上述过程的是 ()



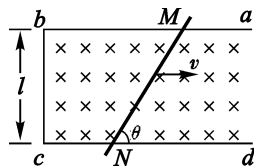
5. 如图所示, CD 、 EF 是两根足够长的固定平行金属导轨, 两导轨间的距离为 L , 导轨平面与水平面的夹角为 θ . 在整个导轨平面内都有垂直于导轨平面斜向上方的匀强磁场, 磁感应强度为 B . 在导轨的 CE 端连接一个阻值为 R 的电阻. 一根垂直于导轨放置的金属棒 ab , 质量为 m , 从静止开始沿导轨下滑, 求 ab 棒的最大速度. 要求画出 ab 棒的受力图.

已知 ab 与导轨间的动摩擦因数为 μ , 导轨和金属棒的电阻都不计.



C. 拓展创新

6. (2015 · 安徽) 如图所示, $abcd$ 为水平放置的平行“ $\square$ ”形光滑金属导轨, 间距为 l . 导轨间有垂直于导轨平面的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 导轨电阻不计. 已知金属杆 MN 倾斜放置, 与导轨成 θ 角, 单位长度的电阻为 r , 保持金属杆以速度 v 沿平行于 cd 的方向滑动 (金属杆滑动过程中与导轨接触良好). 则 ()



- A. 电路中感应电动势的大小为 $\frac{Blv}{\sin\theta}$
- B. 电路中感应电流的大小为 $\frac{Bv\sin\theta}{r}$

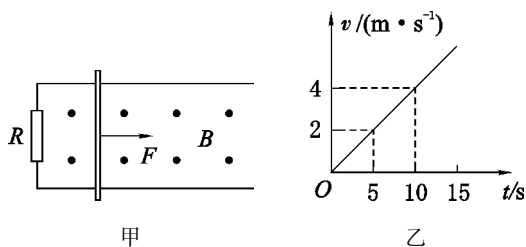
C. 金属杆所受安培力的大小为

$$\frac{B^2 l v \sin \theta}{r}$$

D. 金属杆的热功率为 $\frac{B^2 l v^2}{r \sin \theta}$

7. (2018 · 名校模拟) 如图甲所示, 两根足够长的平行光滑金属导轨固定放置在水平面上, 间距 $L = 0.2 \text{ m}$, 一端通过导线与阻值为 $R = 1 \Omega$ 的电阻连接; 导轨上放一质量为 $m = 0.5 \text{ kg}$ 的金属杆, 金属杆与导轨的电阻均忽略不计. 整个装置处于竖直向上的大小为 $B = 0.5 \text{ T}$ 的匀强磁场中. 现用与导轨平行的拉力 F 作用在金属杆上, 金属杆运动的 $v-t$ 图象如图乙所示. (取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

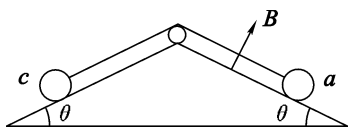
求:



(1) $t = 10 \text{ s}$ 时拉力的大小.

(2) $t = 10 \text{ s}$ 时电路的发热功率.

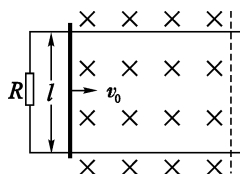
8. (2016 · 全国 I) 如图, 两固定的绝缘斜面倾角均为 θ , 上沿相连. 两细金属棒 ab (仅标出 a 端) 和 cd (仅标出 c 端) 长度均为 L , 质量分别为 $2m$ 和 m ; 用两根不可伸长的柔软导线将它们连成闭合回路 $abdca$, 并通过固定在斜面上沿的两光滑绝缘小定滑轮跨放在斜面上, 使两金属棒水平. 右斜面上存在匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 方向垂直于斜面向上. 已知两根导线刚好不在磁场中, 回路电阻为 R , 两金属棒与斜面间的动摩擦因数均为 μ , 重力加速度大小为 g . 已知金属棒 ab 匀速下滑. 求:



(1) 作用在金属棒 ab 上的安培力的大小;

(2) 金属棒运动速度的大小.

9. (2017 · 海南) 如图, 两光滑平行金属导轨置于水平面 (纸面) 内, 轨间距为 l , 左端连有阻值为 R 的电阻. 一金属杆置于导轨上, 金属杆右侧存在一磁感应强度大小为 B 、方向竖直向下的匀强磁场区域. 已知金属杆以速度 v_0 向右进入磁场区域, 做匀变速直线运动, 到达磁场区域右边界 (图中虚线位置) 时速度恰好为 0. 金属杆与导轨始终保持垂直且接触良好. 除左端所连电阻外, 其他电阻忽略不计. 求金属杆运动到磁场区域正中间时所受安培力的大小及此时电流的功率.



活动探究

从 2009 年高考开始, 山西省开始采用金属探测器, 在考生进入

考场前探测考生携带的手机等金属物品, 就像乘飞机时的安检一样. 如图所示的就是某种品牌的金属探测器.



金属探测器是一种专门用来探测金属的仪器,除了用于探测有金属外壳或金属部件的地雷之外,还可以用来探测隐蔽在墙壁内的电线、埋在地下的水管和电缆,甚至能够地下探宝,发现埋藏在地下的金属物体.金属探测器还可以作为开展青少年国防教育和科普活动的用具,当然也不失为一种有趣的娱乐玩具.

请你向教导处的老师借一个高考用金属探测器,然后对自己身上的金属物品进行探测,包括手机、手表、金属纽扣、金属皮带扣、钢笔、金属尺等.然后和同学们一起,通过上网查询和分析讨论,看看金属探测器探测金属的基本工作原理是什么.

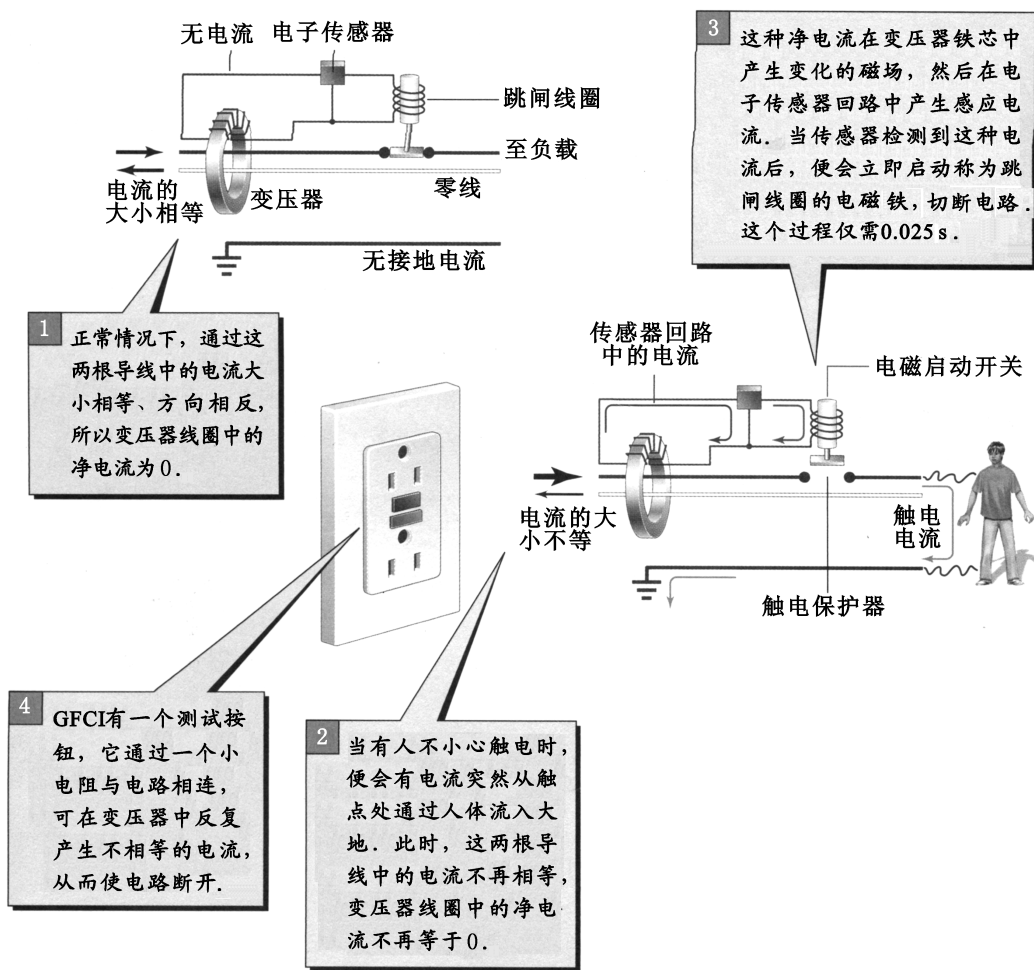


★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯，愿你能攀起一盏

漏电保护器的工作原理

当电流错误地通过如人体那样的路径传入大地时，就会发生触电现象。加利福尼亚大学的工程学教授戴采尔(C.Dalziel)是电击效应方面的专家，他注意到，不小心碰触电线是许多电击死伤的原因。由此，他发明了一种称为触电保护器(GFCI)的器件，以防止这类事故的发生。那么，这种所谓的触电保护器是怎样工作的呢？



第六节 互感和自感



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

法拉第电磁感应定律告诉我们,只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,线圈两端就会产生感应电动势.学习本节内容时,同学们一定要用心体会:穿过线圈的磁通量的变化是谁引起的?互感和自感各自的规律是什么?



材料链接

在我国,家庭用电的电压是 220 V,但实际家庭里的很多用电设备都需要更高的电压才能工作:日光灯灯管点亮需要 1 000 V 左右的电压,显像管电视机工作需要 10 000 V 左右的电压.那么这些高电压又是怎样得到的呢?有兴趣的同学可以查阅有关资料,了解这些高压的产生原理.



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

如果一个线圈中磁通量的变化是由于另一个线圈中的电流变化引起的,如何理解“互感”这类电磁感应现象?

请大家仔细阅读教材“互感现象”标题下的内容,思考并回答:

1. 什么是互感现象? 什么是互感电动势?

2. 互感会发生在什么场合?

3. 互感现象是有利的还是有害的?

问题二

如果一个线圈中磁通量的变化是由于线圈本身的电流变化引起的,如何理解“自感”这类特殊的电磁感应现象?

请大家仔细阅读教材“自感现象”“自感系数”和“磁场的能量”标题下的内容,思考并回答:

1. 什么是自感现象? 它会发生在什么场合? 会对电路中电流的变化起到什么作用?

2. 自感系数的大小与哪些因素有关?

3. 在教材图 4.6-4 的断电自感实验中, 能量是如何转化的? 符合能量转化和守恒定律吗?



自主测评

1. 两个线圈绕到同一个铁芯上, 彼此之间并没有导线连接, 当一个线圈中的电流变化时, 它所产生的 _____ 会在另一个线圈中产生 _____, 这种现象叫做 _____ 现象, 这里产生的感应电动势叫做 _____.

2. 当一个线圈中的电流变化时, 也会在线圈内部激发出 _____, 这种现象叫做 _____, 在这种现象中所产生的感应电动势叫做 _____.

3. 接通电源, 当线圈中的电流增加时, 线圈中就会产生 _____, 根据楞次定律, 它会 _____ 线圈中电流的增加, 导致线圈中的电流只能 _____, 而不能发生突变.

4. 对于很大的线圈, 当电路中的开关断开时, 会在线圈两端产生很大的 _____, 这虽然会产生危害, 但也提供了产生瞬时高压的方法.

自感电动势正比于 _____, 其表达式为 _____.

5. 自感系数 L 简称为 _____ 或 _____, 其大小跟线圈的 _____、_____

_____、_____ 以及 _____ 等因素有关.

6. 在断开电路时, 与线圈并联的灯泡会再亮一下后才熄灭, 这说明线圈中储存了 _____. 在接通电源时, 线圈中的电流 _____, 其中的 _____ 也从无到有, 这可以看做电源把 _____ 输送给 _____, 储存在线圈内部的 _____ 中.



疑点归纳

在自主探究学习的过程中, 大家有什么困惑和疑问, 请记录在问题卡上. 记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维, 形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

如何理解通、断电自感现象?

同学们可在自己独立思考的基础上, 在小组内进行讨论:

1. 分析教材图 4.6-2、4.6-4 的通电自感和断电自感现象, 自感电动势有什么作用效果?

2. 如何从能量转化和守恒的角度来分析、看待自感现象?

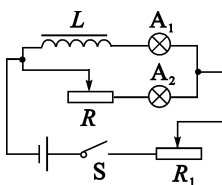


板块四 展示交流 探究问题

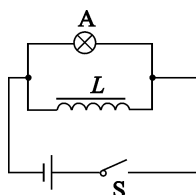
提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

1. 在如图所示的通电自感实验电路中,试分析:在开关 S 断开的瞬间,电路中能否观察到自感现象?

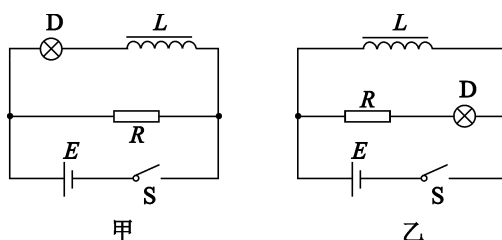


2. 在如图所示的断电自感实验电路中,试分析:在开关 S 接通的瞬间,电路中能否观察到自感现象?在断电瞬间灯泡 A 不但不灭,反而更亮一下后才熄灭,这部分能量从何而来?



3. (多选) 如图所示,甲、乙两电路中,电阻 R 和自感线圈 L 的电阻值都很小,接通 S,使电路达到稳定后,灯泡 D 发光.则

()

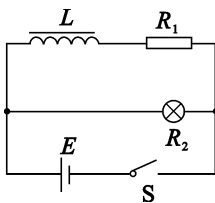


- A. 在电路甲中,断开 S, D 将逐渐变暗
- B. 在电路甲中,断开 S, D 将先变得更亮,然后渐渐变暗
- C. 在电路乙中,断开 S, D 将渐渐变暗
- D. 在电路乙中,断开 S, D 将变得更亮,然后渐渐变暗

4. 如图所示,自感线圈的自感系数很大,电阻为 0. 开关 S 原来是合上的,在 S 断开后,分析:

- (1) 若 $R_1 > R_2$, 灯泡的亮度怎样变化?

(2) 若 $R_1 < R_2$, 灯泡的亮度怎样变化?



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 以便和别的小组进一步交流研讨, 也可按如下提示进行.

互感	互感电动势: _____.	
	应用: _____.	
	危害: _____.	
自感	自感电动势: _____.	
	自感系数: _____.	
	通电自感实验	条件: _____.
		结论: _____.
	断电自感实验	条件: _____.
		结论: _____.



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. (多选) 下列单位正确的是 ()

- A. 1 亨 = 1 欧 · 秒
- B. 1 亨 = 1 伏 · 安/秒
- C. 1 伏 = 1 韦/秒
- D. 1 伏 = 1 亨 · 安/秒

2. (多选) 当线圈中电流改变时, 线圈中会产生自感电动势. 自感电动势的方向与原电流方向 ()

- A. 总是相反
- B. 总是相同
- C. 电流增大时, 两者方向相反
- D. 电流减小时, 两者方向相同

3. 关于自感现象, 下列说法正确的是 ()

- A. 感应电流的方向一定与原电流的方向相反
- B. 线圈中产生的自感电动势较大时, 其自感系数就一定较大
- C. 对于同一线圈, 当电流变化较快时, 线圈中的自感系数也较大
- D. 对于同一线圈, 当电流变化较快时, 线圈中产生的自感电动势也较大

4. (多选) 下列关于线圈自感系数的说法中, 正确的是 ()

- A. 自感电动势越大, 自感系数也越大
- B. 把线圈中的铁芯抽出一些, 自感系数减小
- C. 把线圈匝数增加一些, 自感系数变大
- D. 电感是自感系数的简称

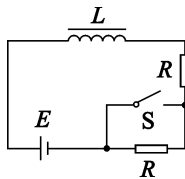
5. 在制作精密电阻时, 为了消除使用过程中由于电流的变化而引起的自感现象, 采

用如图所示的双线绕法,其理由是

()

- A. 电路中电流变化时,两股导线中产生的自感电动势互相抵消
- B. 电路中电流变化时,两股导线中产生的感应电流互相抵消
- C. 电路中电流变化时,两股导线中产生的磁通量互相抵消
- D. 电路中电流变化时,电流的改变量互相抵消

6. 如图所示,两个电阻的阻值均为 R , 线圈 L 的电阻及电池内阻均可忽略, 开关 S 原来断开, 电路中的电流 $I_0 = \frac{E}{2R}$. 现将开关 S



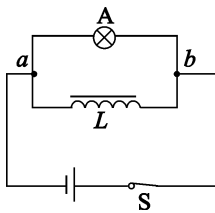
闭合, 则电路中产生自感电动势, 此自感电动势的作用是

()

- A. 使电路的电流减小, 最后由 I_0 减为 0
- B. 有阻碍电流增大的作用, 最后电流小于 I_0
- C. 有阻碍电流增大的作用, 因而电流总保持不变
- D. 有阻碍电流增大的作用, 但电流还是增大, 最后变为 $2I_0$

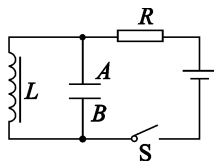
7. 如图所示为一演

示实验电路图, 图中 L 是一带铁芯的线圈, A 是一灯泡, 开关 S 处于闭合状态, 电路是接通的. 现将开关 S 断开, 则在电路切断的瞬间, 通过灯泡 A 的电流方向是从 _____ 端到 _____ 端, 这个实验是用来演示 _____ 现象的.



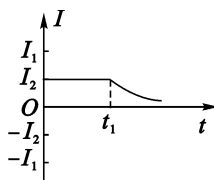
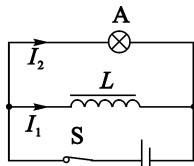
B. 能力提升

8. (多选) 在如图所示的电路中, 线圈 L 的电阻不计, 则 ()

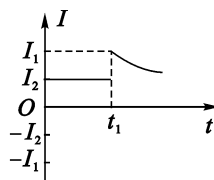


- A. S 闭合瞬间, A 板带正电, B 板带负电
- B. S 保持闭合, A 板带正电, B 板带负电
- C. S 断开瞬间, B 板带正电, A 板带负电
- D. 由于线圈电阻不计, 电容被短路, 上述三种情况中电容器两板都不带电

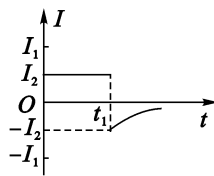
9. 在如图所示的电路中, S 是闭合的, 此时流过线圈 L 的电流为 I_1 , 流过灯泡 A 的电流为 I_2 , 且 $I_1 > I_2$, 在 t_1 时刻将 S 断开, 那么流过灯泡的电流随时间变化的图象是下图中的 ()



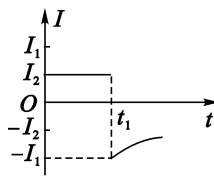
A



B

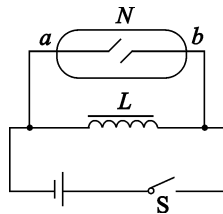


C



D

10. (多选) 在如图所示的电路中, L 为自感系数很大的电感线圈, N 为试电笔中的氖管 (启辉电压约 70 V), 电源电动势约为 10 V . 已知直流电使氖管启辉时辉光只产生在负极周围, 则 ()



- A. S 接通时, 氖管不会亮

B.S 接通时启辉,辉光在 a 端

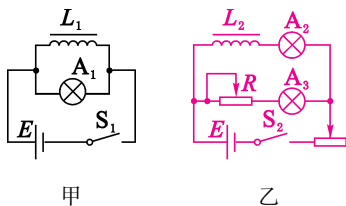
C.S 接通后迅速切断时启辉,辉光在 a 端

D.S 接通后迅速切断时启辉,辉光在 b 端

C.拓展创新

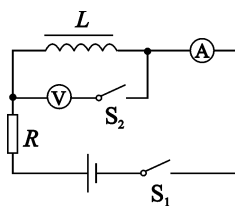
11.(2017·北京)图甲和图乙是教材中演示自感现象的两个电路图, L_1 和 L_2 为电感线圈,实验时,断开开关 S_1 瞬间,灯 A_1 突然闪亮,随后逐渐变暗;闭合开关 S_2 ,灯 A_2 逐渐变亮,而另一个相同的灯 A_3 立即变亮,最终 A_2 与 A_3 的亮度相同.下列说法正确的是

()



- A.图甲中, A_1 与 L_1 的电阻值相同
B.图甲中,闭合 S_1 ,电路稳定后, A_1 中电流大于 L_1 中电流
C.图乙中,变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同

D.图乙中,闭合 S_2 瞬间, L_2 中电流与变阻器 R 中电流相等 12.如图是测定自感系数很大的线圈 L 的直流电阻的电路, L 两端并联一只电压表,用来测量自感线圈的直流电压.在测量完毕后,为了安全的需要,将电路拆开时应 ()



- A.先断开 S_1
B.先断开 S_2
C.先拆除电流表
D.先拆除电阻 R



活动探究

煤气点火器

给你两节五号电池、一个匝数很多的小线圈,利用高压放电原理,请你设计一个煤气点火器.或者你也可以把家里的专用煤气点火器拆开,分析其内部结构,看看它是如何用两节五号电池来实现高压点火的.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你能擎起一盏

亨利

亨利(Joseph Henry, 1797—1878),美国物理学家.1797年12月17日生于奥尔巴尼的一个工人家庭.13岁时,因家境贫寒被迫辍学去做钟表店学徒.一次在乡间玩耍时,看见一只野兔,他拼命追过去,野兔却钻入了一个洞口,他便循着这个洞口爬进去,结果他钻到了一所教堂的藏书室.他有生以来第一次看到这么多书,他翻到一本《实验哲学讲义》就贪婪地读起来,这本书激发起他对自然科学的浓厚兴趣,他决心重返学校继续读书.1819~1822年在奥尔巴尼学院学习,毕业后当过家庭教师、道路测量员和图书管理员;1826~1832年回母校任该院数学和自然哲学教授;1832年起被聘为新泽西学院(现普林斯顿大学)教授,任教期间致力于电磁学的研究,成为美国继富兰克林之后的著名电学家;1846年起被任命为史密森学会的第一任秘书;他是美国科学促进协会的组织者之一,1849年任该协会主席;他还是美国国家科学院的

创始者之一,1866 年被选为副院长,1867 年被选为院长;1871 年创立华盛顿哲学学会,任学会主席;1878 年 5 月 13 日在华盛顿逝世。

亨利的主要研究领域是电磁学,1827 年开始研究电磁现象.他在研究电磁铁时,知道要制作强力电磁铁需增加绕组圈数,但绝缘是个大问题.当时他很简单地解决了这个问题:他将自己妻子的一条精美的裙子撕成条缠在裸导线外做成绝缘导线,再绕成多层绕组.1828 年他组装成第一个强电磁铁,1831 年他组装的强电磁铁吊起的重物可高达 1 吨,把 1825 年 W.斯特金裸线电磁铁提起 4 千克重物的纪录提高了数百倍,并为传送电信号提供了足够的感应电流.在继续改进电磁铁时,他发明了模型电报机,1831 年在 1.6 千米的距离上建起并成功地操作了自己设计的电报机。

1831 年制成电动机;1832 年研究并发现了自感现象,并能定性地确定各种形状导体的自感的相对大小,其结果分别于 1832 年及 1835 年发表;1835 年发明电磁继电器;1842 年确立了电容器放电的振荡性质.为了纪念他在电磁学方面的一系列成就,以他的名字命名了电感的单位。

他的研究工作还涉及毛细现象、磷光现象、太阳黑子及辐射等方面.在史密森学会工作期间,亨利主管气象研究,大力提倡采用发明不久的电报来传送气象报告,进行科学的天气预报。

他还积极提倡科技情报的国际交流.亨利虽然不反对社会应有专利制度,但他从不拿自己的多项发明申请专利,而是无偿地向社会公布.他对奉劝他的人说:“允许一个人独享科学带来的好处,和科学的尊严不相容。”

第七节 涡流、电磁阻尼和电磁驱动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

电磁感应有着很多实际应用,学习本节内容时,同学们一定要用心体会:什么是涡流?涡流有哪些应用和危害?什么是电磁阻尼?什么是电磁驱动?它们各有哪些应用?



材料链接

如果你家里有电磁灶,请你试着分别把铁锅、瓷碗、塑料器皿盛上水放到电磁灶上,看能否给水加热,再想想为什么会这样。

(1)电磁灶能给什么器皿加热?为什么?

(2)电磁灶可以调节加热的功率,请你猜测这种调节是如何实现的。



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

如果穿过整块金属的磁场发生变化,会有感应电流产生吗?

请同学们仔细阅读教材“涡流”标题下的内容,思考并回答下列问题:



1.什么是涡流?涡流有哪些效应?

2. 涡流产生的原因是什么?

3. 实际生产、生活中切实有效地减小涡流的方法有哪些?

问题二

涡流和普通电流一样,既有磁效应,也有热效应,涡流在磁场中还会受到安培力的作用.涡流有哪些应用?

请同学们仔细阅读教材“思考与讨论”“电磁阻尼”和“电磁驱动”标题下的内容,思考并回答:

1. 什么是电磁阻尼? 电表中线圈骨架为什么要用金属铝制成,而不用绝缘材料制成?

2. 什么叫电磁驱动? 当导体框跟随旋转磁场转动时,你觉得导体框的转动比旋转磁场快还是慢? 还是与旋转磁场相同? 为什么?



自主测评

1. 当线圈中的电流随时间变化时,由于

电磁感应,线圈附近的任何导体都会产生_____,这种电流在导体内部就像水中的旋涡,所以叫做_____,简称_____.

2. 整块金属的电阻很_____,所以其中的涡流往往很_____.金属的电阻率越小,则涡流越_____,产生的热量也越_____.

3. 当导体在磁场中运动时,导体中的感应电流会使导体受到_____力的作用,力的方向总是要阻碍_____,这种现象称为_____.

4. 如果磁场相对于导体运动,就会在导体中产生_____,感应电流又使导体受到_____力的作用,_____力使导体运动起来,这种作用称为_____.



疑点归纳

在自主探究学习的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

涡流是特殊的感应电流,但涡流具有电流的所有特点.如何理解涡流?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

1. 涡流有哪些效应?

2.整块金属中的涡流有哪些特点？如何减小涡流？

问题四

导体因有感应电流而受安培力作用时,如果安培力是阻力,就是电磁阻尼;如果安培力是动力,就是电磁驱动.如何理解电磁阻尼和电磁驱动？

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论:

1.如何理解电磁阻尼的产生？电磁阻尼有哪些应用？

2.如何理解电磁驱动？电磁驱动有哪些应用？

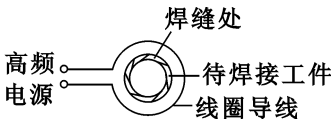


板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

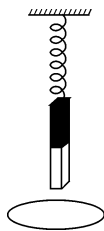
问题五

1.(多选)如图所示的是高频焊接的原理示意图.线圈中通以高频变化的电流时,待焊接的金属工件中就产生感应电流,感应电流通过焊缝产生大量热量,将金属熔化,把工件焊接在一起,而工件其他部分发热很少.以下说法正确的是 ()

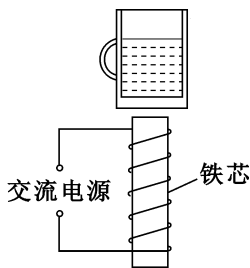


- A. 电流变化的频率越高,焊缝处的温度升高得越快
- B. 电流变化的频率越低,焊缝处的温度升高得越快
- C. 工件上只有焊缝处温度升得很高是因为焊缝处的电阻小
- D. 工件上只有焊缝处温度升得很高是因为焊缝处的电阻大

2. 如图所示, 弹簧下端悬挂一根磁铁, 将磁铁托起到某高度后释放, 磁铁能振动较长时间后停下来. 如果在磁铁下端放一固定线圈, 磁铁会很快停下来. 上述现象说明了什么?



3. (2014 · 江苏)(多选) 如图所示, 在线圈上端放置一盛有冷水的金属杯, 现接通交流电源, 过了几分钟, 杯内的水沸腾起来. 若要缩短上述加热时间, 下列措施可行的有



- A. 增加线圈的匝数
- B. 提高交流电源的频率
- C. 将金属杯换为瓷杯
- D. 取走线圈中的铁芯



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 以便和别的小组进一步交流研讨, 或按如下提示进行.

涡流的三大效应: _____、_____、_____.

电磁阻尼的原理:

电磁驱动的原理:



板块五 应用演练 再生新疑

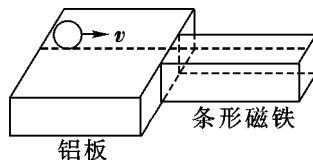
分级设题, 精选精练



分层演练

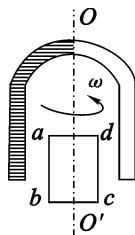
A. 基础巩固

1. 一块长方形光滑铝板水平放在桌面上, 铝板右端拼接一根与铝板等厚的条形磁铁, 一质量分布均匀的闭合铝环以初速度 v 从板左端沿中线向右端滚动, 如图所示, 则



- A. 铝环的滚动速度将越来越小
- B. 铝环将匀速滚动
- C. 铝环的运动将逐渐偏向条形磁铁的 N 极或 S 极
- D. 铝环的运动速率会改变, 但运动方向不会改变

2. 如图所示, 蹄形磁铁和矩形线圈均可绕竖直轴 OO' 转动, 当从上往下看磁铁做逆时针转动时, 则



- A. 线圈将沿逆时针方向转动, 转速与磁铁相同
- B. 线圈将沿逆时针方向转动, 转速比

磁铁小

C.线圈将沿逆时针方向转动,转速比磁铁大

D.线圈仍将静止不动

3.(多选)如图,在光滑水平面上固定一条形磁铁,有一小球以一定的初速度向着磁铁运动,如果发现小球做减速运动,则小球的材料可能是 ()

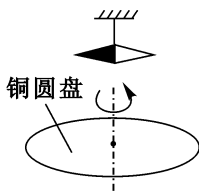
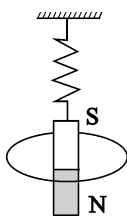
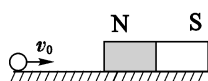
A.铁 B.木 C.铜 D.铝

4.(多选)如图所示,挂在弹簧下端的条形磁铁在闭合线圈内振动,如果空气阻力不计,则 ()

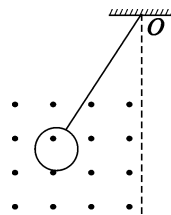
A.磁铁的振幅不变
B.磁铁做阻尼振动
C.线圈中有逐渐变弱的直流电
D.线圈中有逐渐变弱的交流电

5.(2015·全国Ⅰ)(多选)1824年,法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”.实验中将一铜圆盘水平放置,在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针,如图所示.实验中发现,当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时,磁针也随着一起转动起来,但略有滞后.下列说法正确的是 ()

A.圆盘上产生了感应电动势
B.圆盘内的感应电流产生的磁场导致磁针转动
C.在圆盘转动的过程中,磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化
D.圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成了电流,此电流产生的磁场导致磁针转动

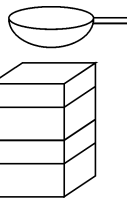


6.如图,用丝线悬挂闭合金属环于O点,虚线左边有匀强磁场,右边没有磁场.金属环会很快停止摆动.试解释这一现象.若整个空间都有垂直纸面向外的匀强磁场,将会发生怎样的现象?



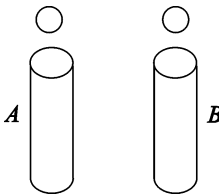
B.能力提升

7.如图所示,在一个绕有线圈的可拆变压器铁芯上分别放一小铁锅水和一玻璃杯水.给线圈通入电流,一段时间后,一个容器中水温升高,则通入的电流情况与水温升高的是 ()



A.恒定直流、小铁锅
B.恒定直流、玻璃杯
C.变化的电流、小铁锅
D.变化的电流、玻璃杯

8.(多选)如图所示,A、B为大小、形状均相同且内壁光滑,但用不同材料制成的圆管,竖直固定在相同高度.两个相同的磁性小球同时从A、B管上端的管口无初速释放,穿过A管的小球比穿过B管的小球先落到地面.下面关于两管的描述可能正确的是 ()

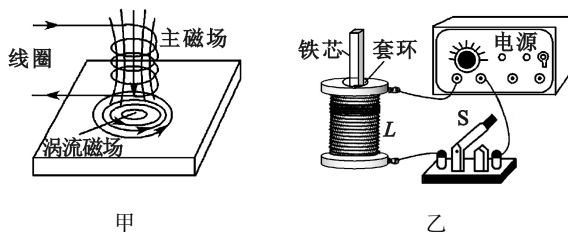


A.A管是用塑料制成的,B管是用铜制成的
B.A管是用铝制成的,B管是用胶木制成的
C.A管是用胶木制成的,B管是用塑

料制成的

D. A 管是用胶木制成的, B 管是用铝制成的

9. 图甲所示是工业上探测物件表面层内部是否存在缺陷的涡流探伤技术的原理图. 其原理是用电流线圈使物件内产生涡电流, 借助探测线圈测定涡电流的改变, 从而获得物件内部是否断裂及位置的信息. 如图乙所示的是一个带铁芯的线圈 L 、开关 S 和电源用导线连接起来的跳环实验装置, 将一个套环置于线圈 L 上且使铁芯穿过其中, 闭合开关 S 的瞬间, 套环将立刻跳起. 关于对以上两个运用实例理解正确的是 ()



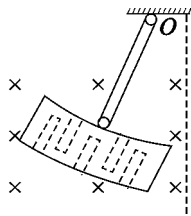
甲

乙

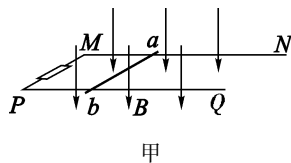
- A. 涡流探伤技术运用了互感原理, 跳环实验演示了自感现象
- B. 能被探测的物件和实验所用的套环必须是导电材料
- C. 以上两个案例中的线圈所连接的电源都必须是变化的交流电源
- D. 以上两个案例中的线圈所连接的电源也可以都是稳恒电源

C. 拓展创新

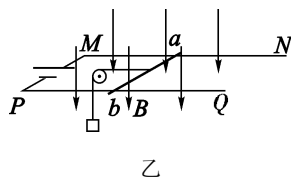
10. 如图是阻尼摆的示意图. 在轻质杆上固定一金属薄片, 轻质杆可绕 O 点在竖直平面内转动, O 点左侧有一水平磁场穿过金属薄片. 当薄片是一整块时和开有许多槽时 (如虚线所示), 将它们都从偏离竖直方向的同一位置释放, 两者摆动情况有何不同? 为什么?



11. (2017 · 北京) 发电机和电动机具有装置上的类似性, 源于它们机理上的类似性. 直流发电机和直流电动机的工作原理可以简化为如图甲、图乙所示的情景.



甲



乙

在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 两根光滑平行金属轨道 MN 、 PQ 固定在水平面内, 相距为 L , 电阻不计. 电阻为 R 的金属导体棒 ab 垂直于 MN 、 PQ 放在轨道上, 与轨道接触良好, 以速度 v (v 平行于 MN) 向右做匀速运动.

图甲轨道端点 M 、 P 间接有阻值为 r 的电阻, 导体棒 ab 受到水平向右的外力作用. 图乙轨道端点 M 、 P 间接有直流电源, 导体棒 ab 通过滑轮匀速提升重物, 电路中的电流为 I .

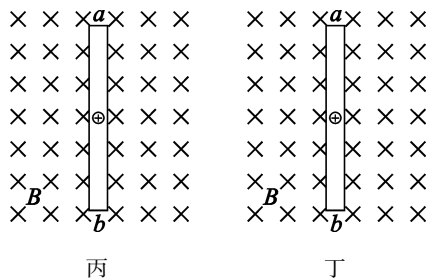
(1) 求在 Δt 时间内, 图甲“发电机”产生的电能和图乙“电动机”输出的机械能.

(2) 从微观角度看, 导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力在上述能量转化中起着重要作用. 为了方便, 可认为导体棒中的自由电荷为正电荷.

①请在图丙 (图甲的导体棒 ab)、图丁 (图乙的导体棒 ab) 中, 分别画出自由电荷所

受洛伦兹力的示意图。

②我们知道,洛伦兹力对运动电荷不做功.那么,导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力是如何在能量转化过程中起到作用的呢?请以图乙“电动机”为例,通过计算分析说明。



活动探究

观察变压器

找个变压器(家里就有,或者到实验室借一个可拆变压器),观察其铁芯结构,思考为什么铁芯要做成这样.有什么好处?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你能擎起一盏

涡流与节能炊具电磁灶

我们知道,把块状的金属放在变化的磁场中,或者让它在磁场中运动时,块状金属内将产生感应电流,这种电流在金属块内自成闭合回路,很像水的旋涡,叫涡电流,简称涡流.由于金属电阻小,所以涡流很强.当交流电通过线圈时,铁芯中就产生很强的涡流,这种强电流使铁芯发热,浪费电能.为了减少损失,电机、变压器等通常用具有绝缘层的薄硅钢片叠压制成铁芯,使回路电阻增大,减小涡流。

在各种电机、变压器中,涡流是有害的,我们要采取各种办法来减弱它.但涡流也是可以利用的,工业上的高频感应炉就是利用涡流来熔化、冶炼金属的.这种冶炼方法速度快,温度容易控制,而且污染少,适合冶炼特种合金和特种钢。

涡流也可以应用于生活中.日常生活中的电磁灶就是涡流在生活中的应用。

电磁灶首先把 50 Hz 的交流电通过桥式整流装置改换成直流电,然后通过逆变器,转换成 15~50 kHz 的高频电流,此高频电流通过扁平螺旋形加热线圈(螺旋中心有圆环形磁芯)产生高频交变磁场,这个磁场的磁感线穿过非金属灶台面板进入烹饪铁锅底内,由于电磁感应产生电场,形成强大的涡流,放出大量的焦耳热,从而达到对食物加热的目的。

通过计算发现,锅底产生的热功率与交流电的频率的平方成正比,与励磁线圈(加热线圈)的安匝数的平方成正比,所以电磁灶一般采用高频励磁.用 16~20 股直径为 0.5 mm 的铜丝绞合制成扁平螺旋线圈,以增加安匝数.铁的磁导率大,电阻也比铜、铝的大些,在相同的频率和匝数下,产生的热功率比铜、铝大,所以一般采用铁锅,而不用铜锅、铝锅.涡流主要分布在锅底的表

面,故锅底在保持机械强度的条件下可以做得很薄,同时为了减小空隙磁阻,锅底做成平底.

电磁灶加热温度在 $50\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内,功率在 $300\sim 1\,200\text{ W}$ 之间,电磁灶是通过锅底涡流发热,不存在热量在传递过程中的损耗,故热效率高达 83% (普通电炉的热效率为 52%),而电磁灶的耗电量只有电炉的 63% .

电磁灶是美国西屋电器公司于 1971 年最先研制成功的,以后经过日本厂商的努力,到 20 世纪 80 年代初才成为技术成熟的家电产品,我国也开发了这种新产品.它是一种安全、卫生、高效节能的炊具,是“现代厨房的标志”之一.

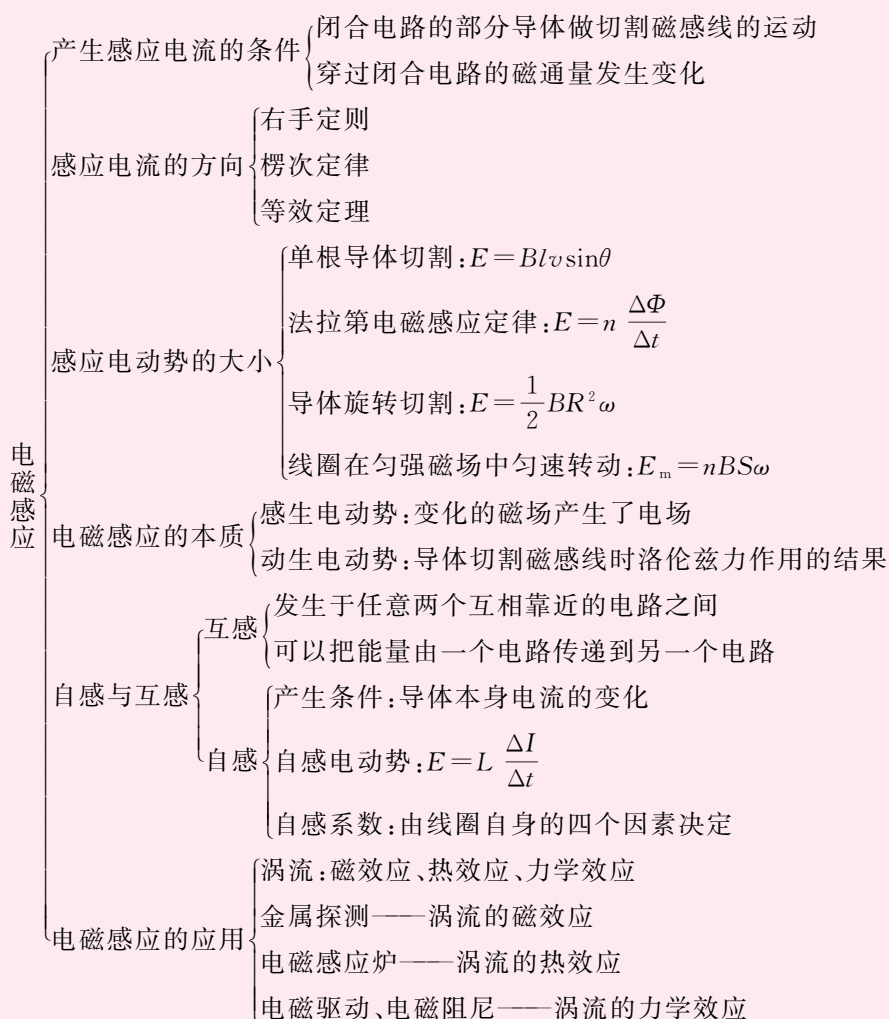


★ 本章学习报告

整体把握本章的学习内容,使学有所获

请你根据对本部分内容的学习和体会,列出本章内容主要涉及的知识点、公式、图象、方法等,并通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“书面表达”等方式,将你所列出的内容系统化.

要注意和别的同学多交流,并及时记录下别人的优点,补充完善自己的不足部分,例如:



第四章综合测试

(时间:90 分钟 总分:100 分)

一、选择题 (本题共 15 小题,每小题 3 分,共 45 分.在每小题给出的四个选项中,至少有一个选项符合题意,全部选对的得 3 分,选对但不全的得 2 分,选错或不选的得 0 分,请将答案标号填在题后的括号内)

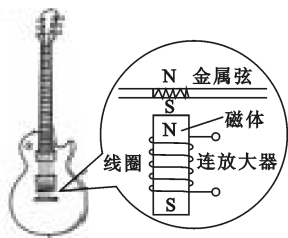
1.发现电与磁有密切联系的科学家是

()

- A.奥斯特和法拉第
- B.欧姆和麦克斯韦
- C.焦耳和赫兹
- D.楞次和安培

2.(2016·江苏)(多选)电吉他中电拾音器的基本结构如图所示.磁体附近的金属弦被磁化,因此弦振动时,在线圈中产生感应电流,电流经电路放大后传送到音箱发出声音.下列说法正确的有

()



- A.选用铜质弦,电吉他仍能正常工作
- B.取走磁体,电吉他将不能正常工作
- C.增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势
- D.磁振动过程中,线圈中的电流方向不断变化

3.关于自感电动势的大小,下列说法正确的是

()

- A.通过线圈的电流越大,自感电动势

就越大

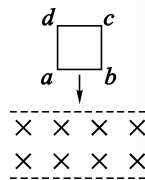
- B.通过线圈的电流的变化量越大,自感电动势就越大

- C.通过线圈的电流变化得越快,自感电动势就越大

- D.以上说法都不正确

4.(2017·海南)(多选)如

图,空间中存在一匀强磁场区域,磁场方向与竖直面(纸面)垂直,磁场的上、下边界(虚线)均为水平面;纸面内磁场上方

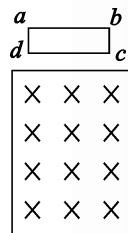


有一个正方形导线框 $abcd$,其上、下两边均与磁场边界平行,边长小于磁场上、下边界的间距.若线框自由下落,从 ab 边进入磁场时开始,直至 ab 边到达磁场下边界为止,线框下落的速度大小可能

()

- A.始终减小
- B.始终不变
- C.始终增加
- D.先减小后增加

5.(多选)如图所示,闭合矩形线圈 $abcd$ 从静止开始竖直下落,穿过一个匀强磁场区域,此磁场区域竖直方向的长度远大于矩形线圈 bc 边的长度.不计空气阻力,则



()

- A.从线圈 dc 边进入磁场到 ab 边穿出磁场的整个过程中,线圈中始终有感应电流
- B.从线圈 dc 边进入磁场到 ab 边穿出磁场的整个过程中,有一个阶段线

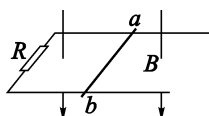
圈的加速度等于重力加速度

C. dc 边刚进入磁场时线圈内感应电流的方向,与 dc 边刚穿出磁场时感应电流的方向相反

D. dc 边刚进入磁场时线圈内感应电流的大小,与 dc 边刚穿出磁场时感应电流的大小一定相等

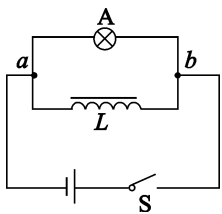
6. (2017 · 天津) 如

图所示,两根平行金属导轨置于水平面内,导轨间有电阻 R ,金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好的接触,整个装置放在匀强磁场中,磁场方向垂直于导轨平面向下.现使磁感应强度随时间均匀减小, ab 始终保持静止,下列说法正确的是 ()



- A. ab 中的感应电流方向由 b 到 a
- B. ab 中的感应电流逐渐减小
- C. ab 所受的安培力保持不变
- D. ab 所受的静摩擦力逐渐减小

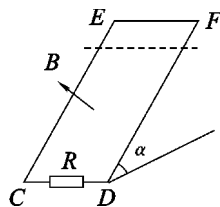
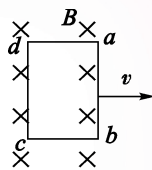
7. (多选) 在如图所示的实验电路中,带铁芯的、电阻较小的线圈 L 与灯 A 并联,当合上开关 S 时,灯 A 正常发光.下列说法中,正确的是 ()



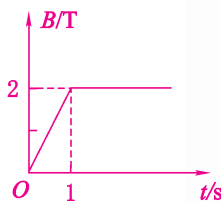
- A. 当断开 S 时,灯 A 立即熄灭
- B. 当断开 S 时,灯 A 突然闪亮一下后慢慢熄灭
- C. 若用阻值与线圈 L 相同的电阻取代 L 接入电路,当断开 S 时,灯 A 立即熄灭
- D. 若用阻值与线圈 L 相同的电阻取代 L 接入电路,当断开 S 时,灯 A 突然闪亮后熄灭

8. 如图甲所示,在倾角 $\alpha = 37^\circ$ 的光滑平

行导轨上,有一长度恰等于导轨宽度的均匀导体棒 AB ,平行于斜面底边 CD 由静止释放.导轨宽度 $L = 10\text{ cm}$,在 AB 以下距离 AB 为 x_1 的区域有垂直于导轨的匀强磁场,该区域面积 $S = 0.3\text{ m}^2$,匀强磁场的磁感应强度随时间变化的规律如图乙所示,导体棒 AB 在 $t = 1\text{ s}$ 时进入磁场区域,并恰好做匀速直线运动,已知导体棒 AB 的电阻 r 等于电阻 $R = 6\ \Omega$,导轨足够长,重力加速度 $g = 10\text{ m/s}^2$,则 ()



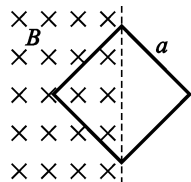
甲



乙

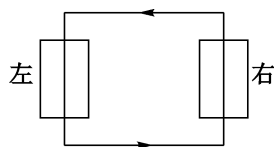
- A. 导体棒 AB 在磁场外运动时没有感应电流产生
- B. 位移 x_1 为 3 m
- C. 导体棒 AB 进入磁场后感应电动势为 0.6 V
- D. 在前 2 s 内电路中产生的内能为 0.15 J

9. (2014 · 江苏) 如图所示,一正方形线圈的匝数为 n ,边长为 a ,线圈平面与匀强磁场垂直,且一半处在磁场中,在 Δt 时间内,磁感应强度的方向不变,大小由 B 均匀地增大到 $2B$.在此过程中,线圈中产生的感应电动势为 ()



$$\begin{array}{ll} \text{A. } \frac{Ba^2}{2\Delta t} & \text{B. } \frac{nBa^2}{2\Delta t} \\ \text{C. } \frac{nBa^2}{\Delta t} & \text{D. } \frac{2nBa^2}{\Delta t} \end{array}$$

10. (2013·海南)(多选)如图,在水平光滑桌面上,两相同的矩形刚性小线圈分别叠放在固定的绝缘矩形金属框的左右两边上,且每个小线圈都各有一半面积在金属框内,在金属框接通逆时针方向电流的瞬间()



- A. 两小线圈会有相互靠拢的趋势
B. 两小线圈会有相互远离的趋势
C. 两小线圈中感应电流都沿顺时针方向
D. 左边小线圈中感应电流沿顺时针方向,右边小线圈中感应电流沿逆时针方向

11. (2018·全国 I) 如图,导体轨道 $OPQS$ 固定,其中 PQS 是半圆弧, Q 为半圆弧的中心, O 为圆心.轨道的电阻忽略不计. OM 是有一定电阻,可绕 O 转动的金属杆. M 端位于 PQS 上, OM 与轨道接触良好.空间存在与半圆所在平面垂直的匀强磁场,磁感应强度的大小为 B ,现使 OM 从 OQ 位置以恒定的角速度逆时针转到 OS 位置并固定(过程 I);再使磁感应强度的大小以一定的变化率从 B 增加到 B' (过程 II)。在过程 I、II 中,流过 OM 的电荷量相等,则 $\frac{B}{B'}$ 等于 ()

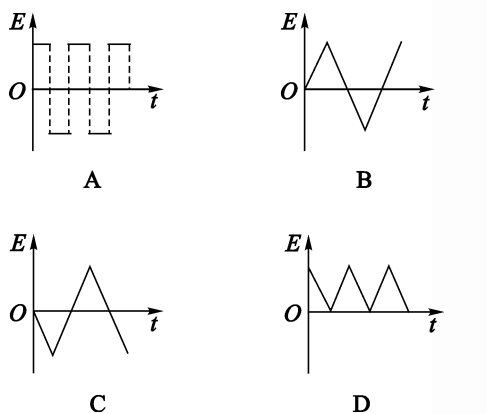
$$\begin{array}{ll} \text{A. } \frac{5}{4} & \text{B. } \frac{3}{2} \\ \text{C. } \frac{7}{4} & \text{D. } 2 \end{array}$$

12. 在赤道上空,一根沿东西方向放置的

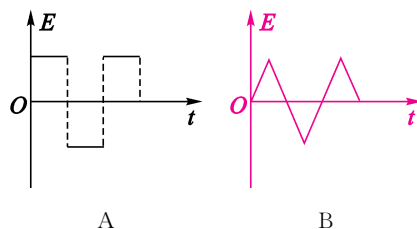
水平导线自由落下,则导线上各点的电势情况是 ()

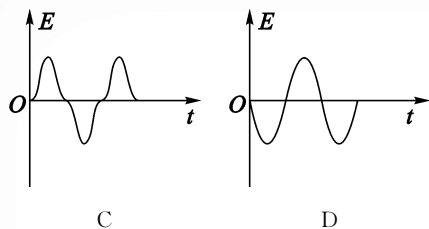
- A. 东端高
B. 西端高
C. 中点高
D. 各点电势相同

13. 一闭合线圈置于磁场中,若磁感应强度 B 随时间 t 变化的规律如右图所示,则下图中能正确反映线圈中感应电动势 E 随时间 t 变化的图象是 ()

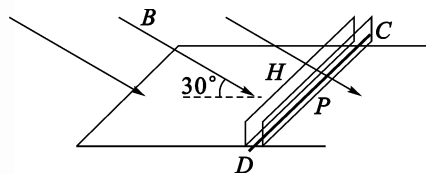


14. (2013·全国大纲)纸面内两个半径均为 R 的圆相切于 O 点,两圆形区域内分别存在垂直于纸面的匀强磁场,磁感应强度大小相等、方向相反,且不随时间变化.一长为 $2R$ 的导体杆 OA 绕过 O 点且垂直于纸面的轴顺时针匀速旋转,角速度为 ω , $t=0$ 时, OA 恰好位于两圆的公切线上,如图所示.若选取从 O 指向 A 的电动势为正,下列描述导体杆中感应电动势随时间变化的图象可能正确的是 ()





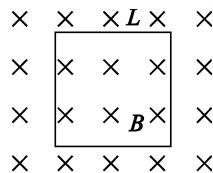
15. (2014 · 四川) (多选) 如图所示, 不计电阻的光滑 U 形金属框水平放置, 光滑、竖直玻璃挡板 H 、 P 固定在框上, H 、 P 的间距很小, 质量为 0.2 kg 的细金属杆 CD 恰好无挤压地放在两挡板之间, 与金属框接触良好并围成边长为 1 m 的正方形, 其有效电阻为 0.1Ω . 此时在整个空间加方向与水平面成 30° 角且与金属杆垂直的匀强磁场, 磁感应强度随时间变化的规律是 $B = (0.4 - 0.2t) \text{ T}$, 图示磁场方向为正方向. 框、挡板和杆不计形变. 则 ()



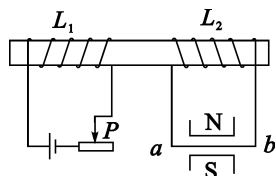
- A. $t = 1 \text{ s}$ 时, 金属杆中感应电流方向从 C 到 D
- B. $t = 3 \text{ s}$ 时, 金属杆中感应电流方向从 D 到 C
- C. $t = 1 \text{ s}$ 时, 金属杆对挡板 P 的压力大小为 0.1 N
- D. $t = 3 \text{ s}$ 时, 金属杆对挡板 H 的压力大小为 0.2 N

二、填空题 (每空 3 分, 17 题作图 3 分, 共 24 分. 请将答案填在题中横线上或按要求作答)

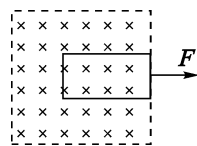
16. 边长为 L 的正方形闭合线圈的电阻为 R , 匀强磁场的磁感应强度为 B . 在线圈从图示位置开始翻转 180° 的过程中, 穿过线圈的磁通量的变化量为 _____, 通过线圈导线横截面的电荷量为 _____.



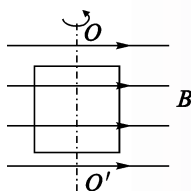
17. 在如图所示的装置中, 当滑动变阻器的滑片 P 迅速向右移动时, 试画出线圈 L_2 中的感应电流的方向. 导线 ab 所受力的方向是 _____.



18. 如图所示, 矩形线圈处在匀强磁场中, 第一次以速度 v 匀速拉出, 第二次以速度 $2v$ 匀速拉出, 则第一、二两次外力做功之比为 _____, 功率之比为 _____.



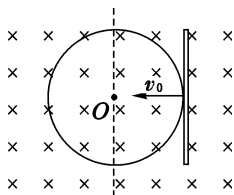
19. 如图所示, 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 有一可绕 OO' 轴转动的单匝正方形线圈, 已知线圈每边长为 L , 转速为 ω , 电阻为 R . 当转到线圈平面与磁场方向平行时, 线圈中感应电动势为 _____, 感应电流的大小为 _____.



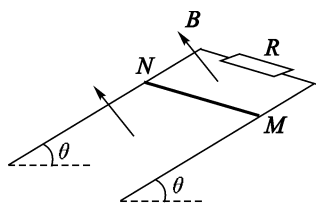
三、计算题 (本题共 3 小题, 共 31 分. 解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分, 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位)

20. (8 分) 如图所示, 粗细均匀的金属圆环放在图示的匀强磁场中, 其阻值为 R , 磁场的磁感应强度为 B , 圆环直径为 L , 长为 L 、

电阻为 $\frac{R}{2}$ 的金属棒放在圆环上,以速度 v_0 向左匀速运动,当棒运动到过圆心 O 的虚线位置时,金属棒两端的电势差是多少?

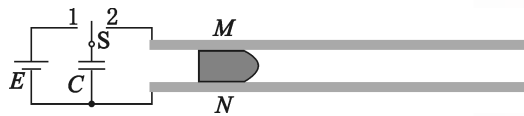


21.(12分)相距为 L 的两光滑平行导轨与水平面成 θ 角放置,上端连接一阻值为 R 的电阻,其他电阻不计.整个装置处在大小为 B 、方向垂直轨道平面向上的匀强磁场中.质量为 m 、电阻为 r 的导体 MN 垂直导轨放在导轨上,如图所示.由静止释放导体 MN ,求:



- (1) MN 可达到的最大速度 v_m ;
- (2) MN 的速度 $v = \frac{v_m}{3}$ 时的加速度 a ;
- (3) 回路中产生的最大电功率 P_m .

22.(11分)(2017·天津)电磁轨道炮利用电流和磁场的作用使炮弹获得超高速度,其原理可用来研制新武器和航天运载器.电磁轨道炮示意图如图,图中直流电源的电动势为 E ,电容器的电容为 C .两根固定于水平面内的光滑平行金属导轨间距为 l ,电阻不计.炮弹可视为一质量为 m 、电阻为 R 的金属棒 MN ,垂直放在两导轨间处于静止状态,并与导轨良好接触.首先开关 S 接 1,使电容器完全充电.然后将 S 接至 2,导轨间存在垂直于导轨平面、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场(图中未画出), MN 开始向右加速运动.当 MN 上的感应电动势与电容器两极板间的电压相等时,回路中电流为 0, MN 达到最大速度,之后离开导轨.问:



- (1) 磁场的方向;
- (2) MN 刚开始运动时加速度 a 的大小;
- (3) MN 离开导轨后电容器上剩余的电荷量 Q 是多少?



第五章 交变电流



★ 本章学习导航

先行一步，步步先行



《课标》要求

内容标准	学习要求
知道交变电流，能用函数表达式和图象描述交变电流。	知道交变电流。 通过模型或实验认识交变电流的产生过程，了解正弦式交变电流。 理解周期和频率、峰值和有效值的物理意义；能利用有效值的定义计算某些交变电流的有效值。 会应用正弦式交变电流的有效值公式进行有关计算。 会用图象和函数表达式描述正弦式交变电流。 具有运用类比、迁移的科学方法分析新问题的意识和能力。
通过实验，了解电容器和电感器对交变电流的导通和阻碍作用。	通过实验，了解电容器和电感器对交变电流的导通和阻碍作用。 了解感抗和容抗的物理意义及影响因素。 通过猜想、假设、实验、交流合作与分析论证，体验科学探究的过程。
通过实验，探究变压器的电压与匝数的关系。	知道变压器的构造，理解其工作原理。 通过实验探究变压器的电压与匝数的关系，并能用这个关系进行计算。 了解理想化模型在物理学研究中的重要性。 了解变压器在日常生活中的应用。
了解从变电站到住宅的输电过程，知道远距离输电时应用高电压的道理。	了解从变电站到用户的输电过程，知道远距离输电时应用高电压的道理。 引导学生积极主动探究，发现问题，解决问题，在学习知识的同时获得一定的成就感。



学法指导

我们实际生活中使用的都是交变电流.本章是上一章电磁感应的继续和具体应用.在学习本章时,既要注意新的知识点(如周期性、峰值、有效值),还要注意本章知识与电磁感应规律的联系.

1.等效思想:在求交变电流的做功本领(或热效应)时,只能用等效的数值——即用有效值来计算,对于分段的周期性交变电流,一般的等价做法是: $I_1^2 R t_1 + I_2^2 R t_2 = I^2 R (t_1 + t_2)$.

2.比较思想:将直流与交变电流的特点与应用进行比较.

3.制约关系:对变压器中的电压、电流和功率的制约关系,重在搞清楚不变的量是什么.

4.综合应用:对电能的输送问题,则要和变压器相联系,画出等效电路图就容易理解了.

第一节 交变电流



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

我们国家的家庭用电都是 220 V 的交变电流,学习本节内容时,同学们要用心体会:什么样的电流是交变电流?如何产生交变电流?交变电流的变化规律是什么?



材料链接

有种手机充电器,铭牌上标有“输入:100—240 V ~ / 50—60 Hz / 125 mA, 输出:5.0 V—550 mA”的字样;某种型号的电视机电源线的插头,上面标有“6 A 250 V ~”的字样,想想看,符号“~”和“—”可能是什么含义?找找看,你日常生活中还有哪些器材上有类似的符号?



(1)平常使用的电池是直流还是交流?

(2)利用上一章所学的电磁感应知识解释:如何产生交变电流?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

大小和方向不随时间变化的电流为直流电,与之类比,如何理解交变电流?

请同学们仔细阅读教材“交变电流”和“交变电流的产生”标题下的内容,并思考:

1.交变电流与直流电有哪些区别?

2.分析比较教材图 5.1—3 中的 4 个图,线圈中的电流方向为什么会改变?

3.当线圈转到什么位置时,线圈中的电流为 0? 转到什么位置时线圈中的电流最大?

4. 用描点法描出图 5.1-3 中甲、乙、丙、丁四个时刻感应电流随时间变化的规律.

问题二

大小和方向随时间做周期性变化的电流都是交变电流.那么,最基本、最简单的交变电流是什么?

请大家仔细阅读教材“交变电流的变化规律”标题下的内容,思考并回答:

1. 什么是正弦式交变电流?

2. 与数学中的三角函数比较,你能得出正弦式交变电流的变化规律吗?

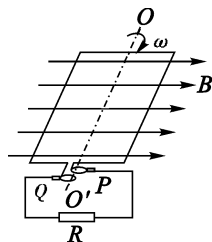
3. 常见的交变电流的波形有哪些?

自主测评

1. 大小和方向都随时间做_____的电流,叫做交变电流(简称交流).随时间按_____规律变化的交变电流,叫做正弦式电流.正弦式电流的图象可以是_____图象,也可以是_____图象.

2. 如图所示,将一个平面线圈置于_____磁场中,线圈与外电路相连,组成闭

合回路,使线圈绕_____于磁感线的轴 OO' 匀速转动时,线圈中就会产生_____电动势和_____电流.



3. 平面线圈在匀强磁场中旋转,当线圈平面_____于磁感线时,线圈各边都不切割磁感线,线圈中没有_____,这个位置叫做_____.线圈位于中性面时,穿过线圈的磁通量_____,磁通量的变化率_____,感应电动势_____.线圈每经过中性面一次,线圈内部的感应电流方向就要_____.

4. 正弦式电流的交流电动势 $e =$ _____,交流电压 $u =$ _____,交流电流 $i =$ _____.



疑点归纳

在自主探究学习的过程中,大家有什么困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

交变电流中最简单、最基本的是正弦式交变电流,这种正弦式交变电流是如何产生的?它有哪些特点?

同学们可在自己独立思考的基础上,在小组内进行讨论.

1. 如何产生正弦式交变电流?

2. 正弦式交变电流的最大值与哪些因素有关?

问题四

化学中有“酸性”“碱性”和“中性”这些概念, 交变电流中也有“中性面”的概念, 如何理解中性面?

同学们可在自己独立思考的基础上, 在小组内进行讨论:

1. 什么是中性面?

2. 线圈每次经过中性面时, 感应电动势和感应电流的方向有什么特点?

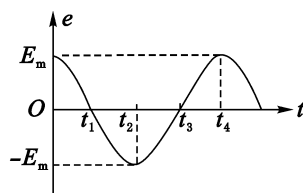


板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力, 科学答题

问题五

1. (多选) 一矩形线圈在匀强磁场中绕垂直于磁场方向并位于线圈平面的固定轴转动, 线圈中的感应电动势 e 随时间 t 的变化规律如图所示, 则下列说法正确的是 ()



- A. t_1 和 t_3 时刻穿过线圈的磁通量为 0
- B. t_1 和 t_3 时刻穿过线圈的磁通量变化率为 0
- C. 线圈平面与磁场方向平行的时刻开始计时
- D. 每当感应电动势 e 变换方向时, 穿过线圈的磁通量的绝对值都最大

2. 一台发电机产生的按正弦规律变化的感应电动势的最大值为 311 V, 线圈在磁场中转动的角速度是 $100\pi \text{ rad/s}$.

(1) 写出感应电动势的瞬时值表达式;

(2)若该发电机只与含电阻的负载组成闭合电路,电路中的总电阻为 $100\ \Omega$,试写出通过负载的电流的瞬时值表达式.在 $t = \frac{1}{120}\text{ s}$ 时电流的瞬时值又为多少?

归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨,或按如下提示进行.

交变电流小结:

(1)特点:

(2)产生:

(3)变化规律

{	峰值: $E_m =$ _____.
	瞬时值: $e =$ _____.



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



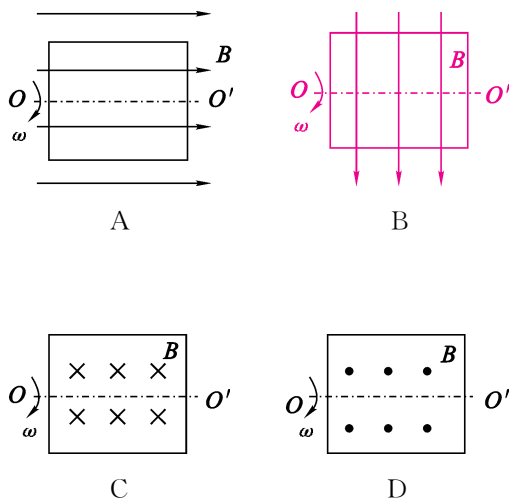
分层演练

A.基础巩固

1.(多选)关于交流电和直流电的下列说法中,正确的是 ()

- A.如果电流大小做周期性变化,则一定是交流电
- B.直流电的大小可以变化,但方向一定不变
- C.交流电一定是按正弦或余弦规律变化的
- D.交流电的最大特点就是电流的方向发生周期性变化

2.在如图所示的四种情况中,矩形线圈绕 OO' 轴匀速转动,不能产生交变电流的是 ()



3.(多选)当线圈在匀强磁场中转动时,所产生的交流电动势 $e = 10\sqrt{2}\sin 20\pi t\text{ V}$,则下列说法正确的是 ()

- A. $t=0$ 时,线圈平面位于中性面
- B. $t=0$ 时,穿过线圈的磁通量最大
- C. $t=0$ 时,导线切割磁感线的有效速

度最大

D. $t=0.4\text{ s}$ 时, e 有最大值 $10\sqrt{2}\text{ V}$

4. 正弦式交变电动势的最小值出现在 ()

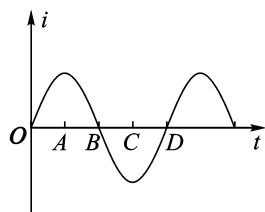
- A. 线圈经过中性面时
- B. 穿过线圈的磁通量为 0 时
- C. 穿过线圈的磁通量变化最快时
- D. 线圈边框的切割速度与磁感线垂直时

5. 从线圈平面和中性面重合时开始计时, 正弦交流电在一个周期内, 关于线圈中的感应电流, 下列说法正确的是 ()

- A. 方向改变一次, 大小不断变化, 出现一次最大值
- B. 方向改变两次, 大小不断变化, 出现一次最大值
- C. 方向改变一次, 大小不断变化, 出现两次最大值
- D. 方向改变两次, 大小不断变化, 出现两次最大值

B. 能力提升

6. (多选) 线圈在匀强磁场中转动时产生的交变电流如图所示, 从图中可知 ()



- A. 在 A 和 C 时刻线圈平面与磁场垂直
- B. 在 B 和 D 时刻穿过线圈的磁通量最大

C. 在 A 和 C 时刻感应电流改变方向

D. 在 B 和 D 时刻感应电流改变方向

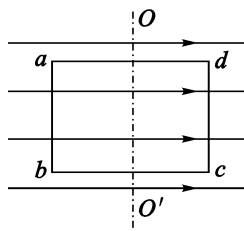
7. 闭合线圈在匀强磁场中匀速转动, 电流表达式为 $i = I_m \sin \omega t$, 保持其他条件不变, 使线圈匝数及转速增加一倍, 则电流变化规律为 ()

- A. $i = 2I_m \sin 2\omega t$
- B. $i = 4I_m \sin 2\omega t$
- C. $i = 2I_m \sin \omega t$
- D. $i = 4I_m \sin \omega t$

8. 一个边长为 L , 匝数为 n 的正方形线圈, 在匀强磁场中从中性面开始绕垂直于磁场方向的轴转动, 角速度为 ω , 磁场的磁感应强度为 B , 则这个线圈产生的感应电动势的最大值 $E_m =$ _____; $t\text{ s}$ 末感应电动势的瞬时值 $e =$ _____.

C. 拓展创新

9. 如图所示, 一闭合线圈匝数为 n , 面积为 S , 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中以角速度 ω 绕垂直于磁场方向的轴 OO' 转动. 当线圈平面从图示位置转过 60° , 此时穿过线圈磁通量的变化率大小为 _____.





★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

抽水蓄能发电

电被称为现代文明的血液.一天当中的不同时段,比如生产、生活最忙碌的时候,与夜深人静之际,电的使用量往往相差悬殊.而电力又不能直接大量贮存,这就要求电网具有灵活的调节能力,在高峰时增加供电,在低谷时减少供电,否则电网的电压就会与标准不符,不仅用户无法正常用电,电网的运行安全也会受到威胁.

水电、火电、核电是目前电网大规模发电的主要形式,也是电网调节的主要形式.其中水电机组开停机迅速,调节能力最强;而火电机组从开机到满负荷工作或反之运行的时间往往需要近10个小时,跟不上网内的负荷变化,调节能力很差;而核电机组由于技术和安全方面的原因,基本上没有调节能力.

华北电网中,占装机容量97%以上的是火电机组.华北属于缺电地区,用电高峰时全部机组满负荷运行也难以满足用电需求,所以不得不频繁地拉闸限电;而在低谷时电网内又有大量过剩的电能需要削减.那么,是否可以把低谷时剩余的电能贮存起来,补充高峰时的供电不足,从而提高华北电网的调节能力呢?

循着这样的思路,1992年9月,十三陵抽水蓄能电站破土动工了.从工程结构上说,抽水蓄能电站包括两个具有水平垂直高度差的水库,分别叫做上水库和下水库.十三陵抽水蓄能电站的下水库是早已建成的十三陵水库;上水库建在十三陵水库左岸蟒山后面的上寺沟内.上下水库间的落差为480米.上水库的总库容为400万立方米.上下水库之间的山体内部建有地下厂房和附属洞室,装备了既可做水泵也可做水轮机运行的蓄能机组.十三陵抽水蓄能电站的地下厂房面积为4000平方米,它装备的是4台20万千瓦的水泵水轮电动发电机组.连接上下水库和地下厂房的水道系统主要由进出水口、调压隧洞以及隧洞内铺设的巨大的高压管道组成.

抽水蓄能电站是依照能量转换原理工作的.在午夜之后的用电低谷时蓄能机组作水泵运行,用电网内多余的电能把下水库的水抽到上水库,把电能转换成重力势能贮存起来.在用电高峰时,机组又成为发电机,由上水库向下水库放水,像常规水电站一样,把水的重力势能转换成电能,返送回电网,补充供电的不足.这样,在蓄水放水,耗电发电的循环过程中,电站对电网负荷的高峰和低谷起到了调节作用.

十三陵抽水蓄能电站建成后,每年可吸收16.5亿千瓦时的低谷剩余电能,提供12亿千瓦时的峰值电能.如果按1千瓦时峰值电量可创4~6元产值计算,每年可创社会产值50亿~70亿元.更重要的是抽水蓄能电站增强了华北电网的调节能力,保证了整个电网的安全经济运行.

目前抽水蓄能发电在我国呈现出蓬勃发展的势头.除十三陵抽水蓄能电站外,全国还有好几个抽水蓄能电站,有的正在兴建中,有的已经投入运行.

位于山西省五台县境内滹沱河与清水河交汇处的西龙池抽水蓄能电站,总装机容量为1200兆瓦,厂房内布置4台单机容量为300兆瓦竖轴单级混流可逆式水泵水轮机组.电站额定水头624米,年发电量18.05亿千瓦时,年抽水电量24.07亿千瓦时.工程于2002年6月18日正式开工,2008年12月28日,首台30万千瓦机组正式发电,投入了商业运行.