

第十三章 电磁感应与电磁波初步

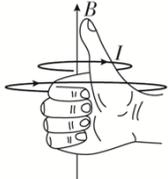
01 思维导图



02 考点速记

【考点 1 安培定则的应用和磁场的叠加】

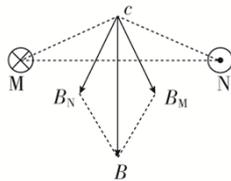
1. 环形电流和直线电流安培定则的比较

定则名称	定则示意图	共同点	区别
安培定则(右手螺旋定则)	 <p>环形电流的安培定则</p>	一个量沿大拇指所指的方向, 另一个量必以大拇指所在直线为轴顺时针旋转(沿直线箭头的方向看)	大拇指指向磁场的方向
	 <p>直线电流的安培定则</p>		大拇指指向电流的方向

2. 磁场的叠加: 磁感应强度为矢量, 合成与分解遵从平行四边形定则。

磁场叠加问题的一般解题思路:

(1) 确定磁场场源, 如通电直导线。

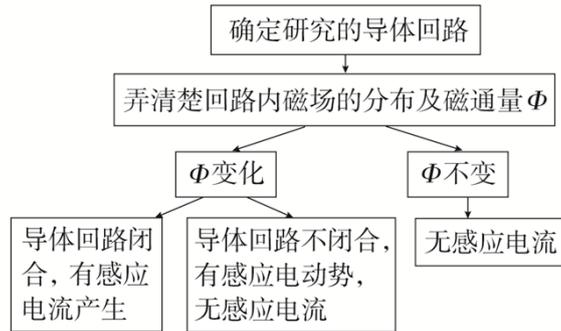


(2) 定位空间中需求解磁场的点, 利用安培定则及其他已知条件判定各个场源在这一点上产生的磁场的磁感应强度的大小和方向。如图中 B_M 、 B_N 分别为 M、N 在 c 点产生的磁场的磁感应强度。

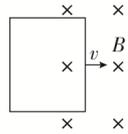
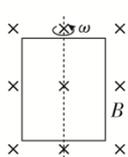
(3) 应用平行四边形定则进行合成, 如图中 c 点的合磁场的磁感应强度 B 。

【考点 2 电磁感应现象的判断】

1. 感应电流能否产生的判断



2. 磁通量变化的常见情况

变化情况		举例	磁通量变化量
磁感应强度变化		永磁体靠近或远离线圈、电磁铁(螺线管)内电流发生变化	$\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$
有效面积变化	有磁感线穿过的回路面积变化	 闭合线圈的部分导线做切割磁感线运动, 如图	$\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$
	回路平面与磁场夹角变化	 线圈在磁场中转动, 如图	
磁感应强度和有效面积同时变化		 弹性线圈在向外拉的过程中, 如图	$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$

【素养能力提升】

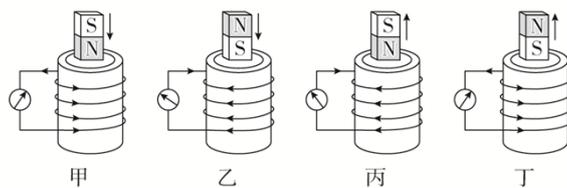
判断是否产生感应电流的方法

①确定所研究回路; ②看 Φ 是否变化; ③回路是否闭合; ②③同时满足可产生感应电流。

【考点3 实验: 探究影响感应电流方向的因素】

1. 数据处理

(1)实验结果示意图



(2)数据记录

表 1 磁通量增大时的情况

图号	磁体磁场的方向	感应电流的方向	感应电流的磁场方向
甲	向下	逆时针(俯视)	向上
乙	向上	顺时针(俯视)	向下

表 2 磁通量减小时的情况

图号	磁体磁场的方向	感应电流的方向	感应电流的磁场方向
丙	向下	顺时针(俯视)	向下
丁	向上	逆时针(俯视)	向上

(3)根据数据记录表格，归纳出影响感应电流方向的因素，并得出实验结论。

2. 注意事项

- (1)确定电流方向与电流表指针偏转方向的关系时，要用试触法，并注意减小电流强度，防止电流过大或通电时间过长而损坏电流表。
- (2)电流表选用零刻度在中间的灵敏电流计。
- (3)实验前设计好表格，并明确线圈的绕线方向。
- (4)按照控制变量的思想进行实验。
- (5)进行完一种磁极运动情况的操作后，等电流表指针回零后再进行下一种情况的操作。

【素养能力升华】

在分析“探究影响感应电流方向的因素”的实验结果时，发现感应电流的方向与磁通量变化不容易建立起直接的联系，关键是引入“感应电流的磁场”这个中介，从而分析感应电流磁场的方向与引起感应电流的磁通量变化的关系。

【考点 4 电磁振荡的分析】

1.振荡电流、极板所带电荷量随时间的变化图像

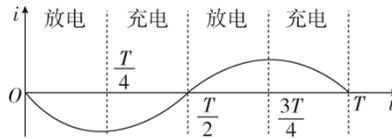
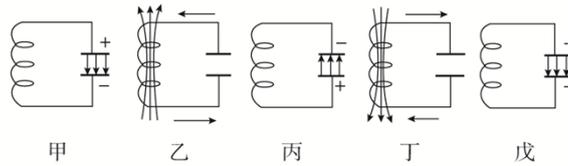


图1 以顺时针方向电流为正

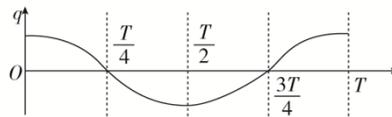


图2 图中 q 为上极板的电荷量

电磁振荡中各物理量的变化

过程	电荷量	电场强度	电场能	电流	磁感应强度	磁场能
放电过程	变小	变小	变小	变大	变大	变大
放电完毕	0	0	0	最大	最大	最大
充电过程	变大	变大	变大	变小	变小	变小
充电完毕	最大	最大	最大	0	0	0

从上表可总结出如下两类关系：

(1)同步同变关系

在 LC 振荡电路发生电磁振荡的过程中，电容器相关的物理量：电荷量 q 、电场强度 E 、电场能 E_E 是同步变化的，即：

$$q \downarrow \rightarrow E \downarrow \rightarrow E_E \downarrow (\text{或 } q \uparrow \rightarrow E \uparrow \rightarrow E_E \uparrow)。$$

线圈相关的物理量：振荡电流 i 、磁感应强度 B 、磁场能 E_B 也是同步变化的，即：

$$i \downarrow \rightarrow B \downarrow \rightarrow E_B \downarrow (\text{或 } i \uparrow \rightarrow B \uparrow \rightarrow E_B \uparrow)。$$

(2)同步异变关系

在 LC 振荡过程中，电容器相关的三个物理量 q 、 E 、 E_E 与线圈相关的三个物理量 i 、 B 、 E_B 是同步异向变化的，即 q 、 E 、 E_E 同时减小时， i 、 B 、 E_B 同时增大，且它们的变化是同步的。

2. LC 振荡电路充、放电过程的判断方法

根据电流 流向判断	当电流流向带正电的极板时，电容器的电荷量增加，磁场能向电场能转化，处于充电过程；反之，
--------------	---------------------------------------------

	当电流流出带正电的极板时，电容器的电荷量减少，电场能向磁场能转化，处于放电过程
根据物理量的变化趋势判断	当电容器的电荷量 q (电压 U 、场强 E)增大或电流 i (磁场 B)减小时，处于充电过程；反之，处于放电过程
根据能量判断	电场能增加时充电，磁场能增加时放电

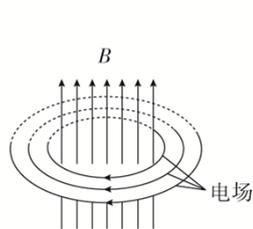
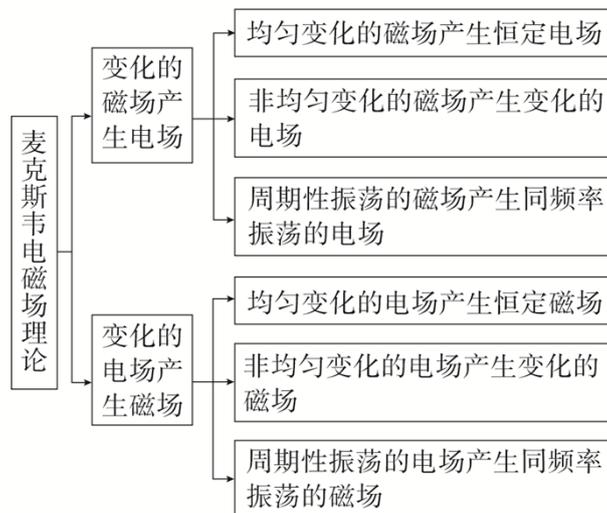
【素养能力提升】

分析电容器所带电荷量的变化要注意以下两点

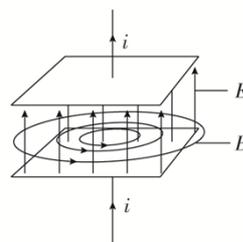
- (1)把电容器当成断路简化电路图，按照电路动态分析的基本方法来分析各部分电路电压与电流的变化。
- (2)电路稳定时，找到与电容器并联的电阻，而电容器两极板的电压等于与之并联的电阻两端的电压。

【考点5 电磁波的产生、传播及电磁波谱】

1.对麦克斯韦电磁场理论的理解



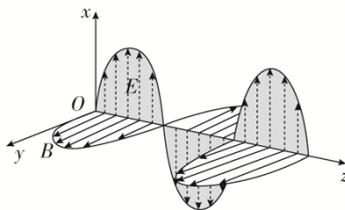
(a) 变化的磁场产生电场



(b) 变化的电场产生磁场

2. 对电磁波的理解

- (1)电磁波是横波，电磁波的电场、磁场、传播方向三者两两垂直，如图所示。



沿z轴传播的电磁波

(2)根据电磁场理论，电磁场的转换就是电场能量和磁场能量的转换，因而电磁波的发射过程就是辐射能量的过程，传播过程就是能量传播的过程。

能量是电磁场的物质性最有说服力的证据之一。

由此，人们认识到物质存在两种形式，一种是由原子和分子构成的实物，另一种则是以电磁场为代表的场。

(3)电磁波与机械波的比较

名称 项目	电磁波	机械波
产生	由周期性变化的电场、磁场产生	由质点(波源)的振动产生
波的特点	横波	纵波或横波
波速	在真空中等于光速 $c=3\times 10^8$ m/s; 在介质中波速较小	在空气中不大(如声波波速在空气中约为 340 m/s); 在液体和固体中较大
是否需要介质	不需要介质(在真空中仍可传播)	必须有介质(真空中不能传播)
传播能量	电磁能	机械能

3. 对电磁波发射、接收过程的理解

(1)区分调制和解调

声音、图像等信号频率相对较低，不能转化为电信号直接发射出去，将这些低频信号加载到高频电磁波信号上，就能有效发射。在电磁波发射技术中，将声音、图像信号加载到高频电磁波上的过程就是调制。而将声音、图像信号从高频信号中还原出来的过程就是解调。

(2)区分调谐和解调

调谐就是使接收电路产生电谐振的过程，即选择携带有用信号的高频振荡电流，使其在接收电路中产生的感应电流最强的过程；解调是将高频电流中携带的有用信号分离出来的过程。

【素养能力提升】

对电磁波谱的五点说明

-
- (1)波长不同的电磁波，表现出不同的特性。其中波长较长的无线电波和红外线，易发生干涉、衍射现象；波长较短的 X 射线、 γ 射线，穿透能力较强。
- (2)电磁波谱中，相邻两波段的电磁波的波长并没有很明显的界线，如紫外线和 X 射线、X 射线和 γ 射线都有重叠。
- (3)不同的电磁波，产生的机理不同，无线电波是振荡电路中自由电子的周期性运动产生的；红外线、可见光、紫外线是原子的外层电子受到激发后产生的；X 射线是原子的内层电子受到激发后产生的； γ 射线是原子核受到激发后产生的。
- (4)都具有反射、折射、衍射和干涉的特性，波长越长越容易发生干涉、衍射现象，波长越短，穿透能力越强。
- (5)电磁波的能量随频率的升高而增大。

【考点 6 能量量子化】

1. 热辐射

(1)理解：我们周围的一切物体都在辐射电磁波，这种辐射与物体的温度有关，所以叫作热辐射。

(2)热辐射的特点：物体在室温时，热辐射的主要成分是波长较长的电磁波，不能引起人的视觉。当温度升高时，热辐射中波长较短的成分越来越强。即辐射强度按波长的分布情况随物体的温度而有所不同。

2. 物体表面对外界射来的电磁波的吸收和反射

除了热辐射外，物体表面还会吸收和反射外界射来的电磁波。常温下我们看到的不发光物体的颜色就是反射光所致。

3. 黑体

(1)理解：能够完全吸收入射的各种波长的电磁波而不发生反射的物体就叫作黑体。

(2)黑体辐射的特点：辐射电磁波的强度按波长的分布只与它的温度有关。

4. 普朗克的能量子理论

(1)普朗克的假设

振动着的带电微粒的能量只能是某一最小能量值 ϵ 的整数倍，这个不可再分的最小能量值 ϵ 叫作能量子。

能量子公式： $\epsilon = h\nu$ ，其中 ν 是电磁波的频率， h 称为普朗克常量， $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 。

(2)普朗克的假设认为微观粒子的能量是量子化的，或者说微观粒子的能量是不连续(分立)的。

(3) 量子理论在微观与宏观世界的联系与区别

由于 $\varepsilon = h\nu$ 极微小，所以在宏观尺度内研究物体的能量时，我们可以认为物体的能量变化是连续的，不必考虑量子化；在研究微观粒子的能量时，能量量子化 ($\varepsilon = h\nu$) 不可忽略，即必须考虑能量量子化。

5. 光子

爱因斯坦把量子假设进行了推广，认为电磁场本身就是不连续的。也就是说，光本身就是由一个个不可分割的能量子组成的，频率为 ν 的光的能量子为 $h\nu$ ， h 为普朗克常量。这些能量子后来被叫作光子。

6. 能级

(1) 定义：微观世界中能量取分立值的观念也适用于原子系统，原子的能量是量子化的。这些量子化的能量值叫作能级。

(2) 理解：通常情况下，原子处于能量最低的状态，这是最稳定的。原子受到高速运动的电子的撞击，有可能跃迁到较高的能量状态。这些状态的原子是不稳定的，会自发地向能量较低的能级跃迁，放出光子。

原子从高能态向低能态跃迁时放出的光子的能量，等于前后两个能级之差。由于原子的能级是分立的，所以放出的光子的能量也是分立的，因此原子的发射光谱只有一些分立的亮线。

7. 量子力学的建立

19 世纪末和 20 世纪初，物理学研究深入到微观世界，发现了电子、质子、中子等微观粒子，而且发现它们的运动规律在很多情况下不能用经典力学来说明。20 世纪 20 年代，量子力学建立了，它能够很好地描述微观粒子运动的规律，并在现代科学技术中发挥了重要作用。

03 素养提升

易错点及纠正

易错点一：磁感应强度的理解

【易错题 1】1. 下述说法中正确的是 ()

- A. 根据 $E = \frac{F}{q}$ ，可知电场中某点的场强与电荷量 q 成反比

B. 根据 $B = \frac{F}{IL}$ ，可知通电导线 L 所在处受到磁场力 F 为零，该处的磁感应强度 B 也一定为零

C. 电场和磁场都是客观存在的物质，但是电场线和磁感线是假想的

D. 电场线和磁感线都是电荷在场中运动的轨迹

【答案】C

【详解】

A. 电场强度定义式

$$E = \frac{F}{q}$$

场强是描述自身性质的物理量，与 F 、 q 无关，故 A 错误；

B. 磁感应强度的定义式

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

中，通电导线 L 所在处受到磁场力 F 为零时，该处磁感应强度不一定为零，当 B 与 L 平行时， F 也为零，故 B 错误；

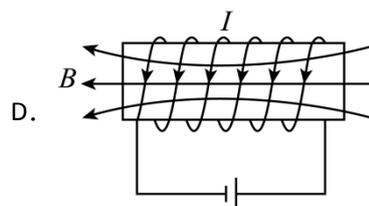
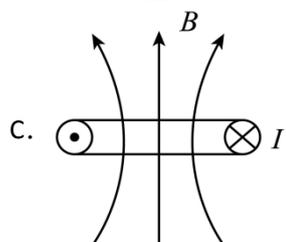
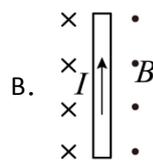
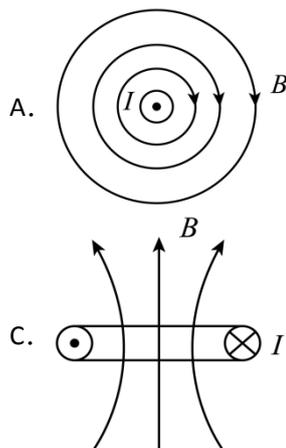
C. 电场和磁场都是客观存在的物质，但是电场线和磁感线是假想的，故 C 正确；

D. 电场线和磁感线一般不是电荷在场中运动的轨迹，故 D 错误。

故选 C。

易错点二：电流周围的磁场方向

【易错题 2】法国物理学家安培发现了关于电流周围产生的磁场方向问题的安培定律，根据安培定律，下列各图中，已标出电流 I 和磁感应强度 B 的方向，其中正确的是（ ）



【答案】C

【详解】A. 根据右手定则，磁感应强度 B 的方向应为逆时针方向，故 A 错误；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/406132154124010204>