

电磁波背诵版

1、请描述一下散度定理？该定理有何意义？

答：散度定理表明矢量场 $\mathbf{F}$ 的散度 $\nabla \cdot \mathbf{F}$ 在某体积上的体积分等于矢量场 $\mathbf{F}$ 在限定该体积的闭合面上的面积分，该定理是矢量的散度的体积分与该矢量的闭合曲面积分之间的一个变换关系。

2、请问什么是环流？旋度的物理意义是什么？并描述一下斯托克斯定理的物理意义。

答：矢量场 $\mathbf{F}$ 沿场中的一条闭合路径的曲线积分称为矢量场 $\mathbf{F}$ 沿闭合路径的环流；矢量场 $\mathbf{F}$ 在点 M 处的旋度就是在该点的漩涡源密度；斯托克斯定理表明矢量场 $\mathbf{F}$ 的旋度 $\nabla \times \mathbf{F}$ 在曲面上的面积分等于矢量场 $\mathbf{F}$ 在限定曲面的闭合曲线上的线积分，它是矢量旋度的曲面积分与该矢量沿闭合曲线积分之间的一个变换关系。

3、请问什么是无旋场和无散场？由什么样的源产生？静电场和恒定磁场属于无旋场还是无散场？

答：如果一个矢量场 $\mathbf{F}$ 的旋度处处为 0 ，则称该矢量场为无旋场，它是由散度源所产生的，静电场就是旋度处处为 0 的无旋场；如果一个矢量场 $\mathbf{F}$ 的散度处处为 0 ，则称该矢量场为无散场，它是由漩涡源所产生的，恒定磁场就是散度处处为 0 的无散场。

4、请问亥姆霍兹定理的内容是什么？由该定理可以得到哪些推论？

答：亥姆霍兹定理即在有限的区域内，任一矢量场由它的散度、旋度和边界条件惟一地确定；它表明：（1）矢量场可以用一个标量函数的梯度和一个矢量函数的旋度之和来表示；（2）一个矢量场可以表示为一个无旋场与无散场之和；（3）如果在限定区域内矢量场的散度与旋度均处处为 0 ，则矢量场由其在边界面上的场分布完全确定；另外，在无界空间中，散度与旋度均处处为 0 的矢量场是不存在的，因为任何一个物理场都必须有源，场是同源一起出现的，源是产生场的起因。

5、请问恒定电流是怎么定义的？电荷守恒定律的内容是怎样的？

答：电流是由电荷做定向运动形成的，通常用电流强度来描述其大小，电流强度一般简称为电流，电荷的运动速度不随时间改变，则为恒定电流；电荷是守恒的，它既不能被创造，也不能被消灭，只能从物体的一部分转移到另一部分，或者从一个物体转移到另一个物体；在一个与外界没有电荷交换的系统内，正、负电荷的代数和在任何物理过程中始终保持不变，这就是电荷守恒定律。

6、请问法拉第电磁感应定律的内容是怎样的？谁提出了位移电流假说？为什么提出？揭示了什么现象？

答：其内容为回路中的感应电动势与构成回路的导体性质无关，只要回路所围面积的磁通发生变化，就会产生感应电动势，就存在感应电场；麦克斯韦针对将安培环路定理直接用到时变电磁场时出现的矛盾，提出了位移电流的假说，对安培环路定理进行了修正，从而揭示了随时间变化的电场也要激发产生磁场。

7、请描述一下麦克斯韦方程组积分形式下的几大方程。

答：麦克斯韦第一方程的含义是磁场强度沿任意闭合曲线的环量，等于穿过以该闭合曲线为周界的任意曲面的传导电流与位移电流之和；麦克斯韦第二方程的含义是电场强度沿任意闭合曲线的环量，等于穿过以该闭合曲线为周界的任一曲面的磁通量变化率的负值；麦克斯韦第三方程的含义是穿过任意闭合曲面的磁感应强度的通量恒等于 0；麦克斯韦第四方程的含义是穿过任意闭合曲面的电位移的通量等于该闭合面所包围的自由电荷的代数和。

8、请描述一下麦克斯韦方程组微分形式下的几大方程的含义。

答：①时变磁场不仅由传导电流产生，也由位移电流产生，位移电流代表电位移的变化率，因此该式揭示的是时变电场产生时变磁场；②时变磁场产生时变电场；③磁通永远是连续的，磁场是无散度场；④空间任意一点若存在正电荷体密度，则该点发出电位移线；若存在负电荷体密度，则电位移线汇聚于该点；麦克斯韦对宏观电磁理论的重大贡献是预言了电磁波的存在。

9、请问导体系统的电容是怎么定义的？单位是什么？其大小和电荷量、电位差有关吗？什么又是部分电容？

答：电容是导体系统的一种基本属性，它是描述导体系统储存电荷能力的物理量，定义两导体系统的电容为任一导体上的总电荷与两导体之间的电位差之比，电容单位是 F（法拉）；电容的大小只是导体系统的物理尺度及周围电介质的特性参数的函数；所谓部分电容，是指

多导体系统中，一个导体在其余导体的影响下，与另一个导体构成的电容。

10、请问什么是静电比拟法？使用该方法的依据和条件分别是什么？

答：恒定电场和静电场的电位都是拉普拉斯方程的解，当两种场用电位表示的边界条件相同时，则两种场的解的形式必定是相同的；因此，对于欲求解的恒定电场问题，如果对应的具有相同边界形状的静电场问题的解为已知，则恒定电场的解便可利用其对偶关系直接写出，无需重新求解，这个方法也称为静电比拟法。

11、请问镜像法是解决什么问题的？一般什么情况下可以使用？其基本思想是怎样的？遵循的原则是怎样的？

答：在静电场中，如果遇到电荷附近存在一定形状的导体，此时导体表面会出现感应电荷；这样，导体外部空间的总电场就等于原电荷产生的电场与感应电荷产生的电场的叠加；导体表面上的感应电荷是未知量，如果原电荷是点电荷或线电荷，且导体形状是平面、球、圆柱等简单形状，就可以采用镜像法来求解这类问题；镜像法的基本思想是在所研究的场域以外的某些适当的位置上，用一些虚设的电荷（称为镜像电荷）等效替代导体表面的感应电荷或介质分界面上的极化电荷；镜像电荷的确定应遵循以下两条原则：（1）所有镜像电荷必须位于所求的场域以外的空间中；（2）镜像电荷的个数、位置及电荷量的大小以满足场域边界上的边界条件来确定。

12、请问什么是坡印廷矢量？什么又是坡印廷定理？

答：当场随时间变化时，空间各点的电磁场能量密度也要随时间改变，从而引起电磁能量流动。为了描述能量的流动状况，引入了能流密度矢量，其方向表示能量的流动方向其大小表示单位时间内穿过与能量流动方向相垂直的单位面积的能量。能流密度矢量又称为坡印廷矢量；坡印廷定理表明，在电磁场中的任意闭合面上，坡印廷矢量的外法向分量的闭面积分等于闭合面所包围的体积中所储存的电场能和磁场能的时间减少率减去容积中转化为热能电能耗散率。

13、请问什么是时谐电磁场？其复矢量是如何定义的？是真实的场矢量吗？

答：在时变电磁场中，如果场源以一定的角频率随时间呈时谐(正弦或余弦)变化，则所产生的电磁场也以同样的角频率随时间呈时谐变化。这种以一定角频率作时谐变化的电磁场，称为时谐电磁场或正弦电磁场；同时，任意的时变场在一定的条件下都可通过傅里叶分析方法展开为不同频率的时谐场的叠加；复矢量只是一种数学表示方式，它只与空间有关，而与时间无关。

间无关；复矢量并不是真实的场矢量，真实的场矢量是与之相应的瞬时矢量；而且，只有频率相同的时谐场之间才能使用复矢量的方法进行运算。

14、请问什么是电磁波的极化？不同的极化方式如何区分？

答：在空间任意给定点上，合成波电场强度矢量的大小和方向都可能会随时间变化，这种现象称为电磁波的极化；它表征在空间给定点上电场强度矢量的取向随时间变化的特性，并用电场强度矢量的端点随时间变化的轨迹来描述；若该轨迹是直线则称为直线极化，若轨迹是圆，则称为圆极化；若轨迹是椭圆，则称为椭圆极化；若电场的 x 分量和 y 分量的相位相同或相差 π ，则合成波为直线极化波；若电场的 x 分量和 y 分量的振幅相等、但相位差为 $\pi/2$ ，则合成波为圆极化波；最一般的情况是电场的两个分量的振幅和相位都不相等，这样就构成了椭圆极化波。

15、请问什么是色散？导电媒质中的均匀平面波的传播有哪些特点？

答：在同一种导电媒质中，不同频率的电磁波的相速是不同的，这种现象称为色散，相应的媒质称为色散媒质，故导电媒质是色散媒质；可将导电媒质中的均匀平面波的传播特点归纳为：（1）电场 E 、磁场 H 与传播方向之间相互垂直，仍然是横电磁波（TEM 波）；（2）电场与磁场的振幅呈指数衰减；（3）波阻抗为复数，电场与磁场不同相位；（4）电磁波的相速与频率有关；（5）平均磁场能量密度大于平均电场能量密度。

16、请问什么是法拉第旋转效应？

答：一个直线极化波可以分解为两个振幅相等、旋转方向相反的圆极化波；在各向同性媒质中，这两个圆极化波的相速相同；因而，在传播过程中，合成波的极化面始终保持不变；但在磁化等离子体中，由于两个圆极化波的相速不相等，在传播一段距离后，合成波的极化面已不在原来的方向，即电磁波的极化面在磁化等离子体内以前进方向为轴而不断旋转，这种现象称为法拉第旋转效应。