电磁场与电磁波第四版思考题答案

2.1 点电荷的严格定义是什么？

点电荷是电荷分布的一种极限情况，可将它看做一个体积很小而电荷密度很的带电小球的极限。当带电体的尺寸远小于观察点至带电体的距离时，带电体的形状及其在的电荷分布已无关紧要。就可将带电体所带电荷看成集中在带电体的中心上。即将带电体抽离为一个几何点模型，称为点电荷。

2.2 研究宏观电磁场时，常用到哪几种电荷的分布模型？有哪几种电流分布模型？他们是如何定义的？

常用的电荷分布模型有体电荷、面电荷、线电荷和点电荷；常用的电流分布模型有体电流模型、面电流模型和线电流模型，他们是根据电荷和电流的密度分布来定义的。

2,3 点电荷的电场强度随距离变化的规律是什么？电偶极子的电场强度又如何呢？

点电荷的电场强度与距离 r 的平方成反比；电偶极子的电场强度与距离 r 的立方成反比。

2.4 简述 $\nabla \bullet \vec{E} = \rho/\varepsilon$ 和 $\nabla \times \vec{E} = 0$ 所表征的静电场特性

$\nabla \bullet \vec{E} = \rho/\varepsilon$ 表明空间任意一点电场强度的散度与该处的电荷密度有关，静电荷是静电场的通量源。

$\nabla \times \vec{E} = 0$ 表明静电场是无旋场。

2.5 表述高斯定律，并说明在什么条件下可应用高斯定律求解给定电荷分布的电场强度。

高斯定律：通过一个任意闭合曲面的电通量等于该面所包围的所有电量的代数和除以 与闭合面外的电荷无关，即 $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0}\int_V \rho dV$ 在电场（电荷）分布具有某些对称性时，可应用高斯定律求解给定电荷分布的电场强度。

2.6 简述 $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ 和 $\nabla\times\vec{B} = \mu_0\vec{J}$ 所表征的静电场特性。

$\nabla \cdot \vec{B} = 0$ 表明穿过任意闭合面的磁感应强度的通量等于 0，磁力线是无关尾的闭合线，

$\nabla\times\vec{B} = \mu_0\vec{J}$ 表明恒定磁场是有旋场，恒定电流是产生恒定磁场的漩涡源

2.7 表述安培环路定理，并说明在什么条件下可用该定律求解给定的电流分布的磁感应强度。

安培环路定理：磁感应强度沿任何闭合回路的线积分等于穿过这个环路所有电流的代数和 μ_0 倍，即

$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I$ 如果电路分布存在某种对称性，则可用该定理求解给定电流分布的磁感应强度。

2.8 简述电场与电介质相互作用后发生的现象。

在电场的作用下出现电介质的极化现象，而极化电荷又产生附加电场

2.9 极化强度的如何定义的？极化电荷密度与极化强度又什么关系？

单位体积的点偶极矩的矢量和称为极化强度，P 与极化电荷密度的关系为 $\rho_P = -\nabla \bullet \vec{P}$ 极化强度 P 与极化电荷面的密度 $\rho_{sp} = \vec{P} \bullet \vec{e}_n$

2.10 电位移矢量是如何定义的？在国际单位制中它的单位是什么

电位移矢量定义为 $\vec{D} = \varepsilon_0\vec{E} + \vec{P} = \varepsilon\vec{E}$ 其单位是库伦/平方米 （C/m²）

2.11 简述磁场与磁介质相互作用的物理现象？

$\varepsilon_0 \rho + \rho_s = \varepsilon \rho + \varepsilon \rho_s$

电磁场与电磁波第四版思考题答案

在磁场与磁介质相互作用时，外磁场使磁介质中的分子磁矩沿外磁场取向，磁介质被磁化，被磁化的介质要产生附加磁场，从而使原来的磁场分布发生变化，磁介质中的磁感应强度 B 可看做真空中传导电流产生的磁感应强度 B_0 和磁化电流产生的磁感应强度 B’ 的叠加，即 $\vec{B} = B_0 + \vec{B}'$

2.12 磁化强度是如何定义的？磁化电流密度与磁化强度又什么关系？

单位体积内分子磁矩的矢量和称为磁化强度；磁化电流体密度与磁化强度：$\vec{J}_M = \nabla \times \vec{M}$

磁化电流面密度与磁化强度：$\vec{J}_{SM} = \vec{M} \times \vec{e}_n$

2.13 磁场强度是如何定义的？在国际单位制中它的单位是什么？

磁场强度定义为：$\vec{H} = \dfrac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$ 国际单位之中，单位是安培/米(A/m)

2,14 你理解均匀媒质与非均匀媒质，线性媒质与非线性媒质，各向同性与各向异性媒质的含义么？

均匀媒质是指介电常数 ε_0 或磁介质磁导率 μ 处处相等，不是空间坐标的函数。非均匀媒质是指介电常数 ε 或磁介质的磁导率 μ 是空间坐标的标量函数，线性媒质是 ε（μ）与 $\vec{E}(\vec{H})$ 的方向无关，ε（μ）是标量，各向异性媒质是指 $\vec{D}(\vec{B})$ 和 $\vec{E}(\vec{H})$ 的方向相同。

2.15 什么是时变电磁场？

随时间变化的电荷和电流产生的电场和磁场也随时间变化，而且电场和磁场相互关联，密布可分，时变的电场产生磁场，时变的磁场产生电场，统称为时变电磁场。

2.16 试从产生的原因，存在的区域以及引起的效应等方面比较传导电流和位移电流

（1） 传导电流是电荷的定向运动，而位移电流的本质是变化着的电场。

（2） 传导的电流只能存在于导体中，而位移电流可以存在于真空，导体，电介质中。

（3） 传导电流通过导体时会产生焦耳热，而位移电流不会产生焦耳热。

2.17 **写出微分形式、积分形式的麦克斯韦方程组，并简要阐述其物理意义。**

$\oint_C \vec{H}\cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{J} + \dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t})\cdot dS$ 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；

$\oint_C \vec{E}\cdot d\vec{l} = -\int_S \dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}\cdot d\vec{S}$ 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意一曲面的磁通量变化率的负值；$\oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0$ 穿过任意闭合曲面的磁感应强度的通量恒等于 0；$\oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV$ 穿过任意闭合曲面的电位移的通量等于该闭合曲面所包围的自由电荷的代数和。

微分形式：

$\nabla\times\vec{H} = \vec{J} + \dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ 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；$\nabla\times\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 时变磁场产生时变电场；$\nabla\cdot\vec{B} = 0$ 磁通永远是连续的，磁场是无散度场；$\nabla\cdot\vec{D} = \rho$ 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。

2.18 麦克斯韦方程组的 4 个方程是相互独立的么？试简要解释

不是相互独立的，其中 $\nabla\times\vec{H}=\vec{J}+\frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$ 表明时变磁场不仅由传导电流产生，也是有移电流产生，它揭示的是时变电场产生时变磁场。$\nabla\times\vec{E}=-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$ 表明时变磁场产生时变电场，电场和磁场是相互关联的，但当场量不随时间变化时，电场和磁场又是各自存在的。

2.19 电流连续性方程能由麦克斯韦方程组导出吗？如果能，试推导出，如果不能，说明原因。

$$\nabla\times\vec{H}=\vec{J}+\frac{\partial\vec{D}}{\partial t}\Rightarrow\nabla\bullet(\nabla\times\vec{H})=\nabla\bullet(\vec{J}+\frac{\partial\vec{D}}{\partial t})\Rightarrow\nabla\bullet\vec{J}+\frac{\partial}{\partial t}\nabla\bullet\vec{D}=0\Rightarrow\nabla\bullet\vec{J}=-\frac{\partial\vec{\rho}}{\partial t}$$

2.20 什么是电磁场的边界条件？ 你能说出理想导体表面的边界条件吗？

把电磁场矢量 E , D ,B , H 在不同媒质分界面上各自满足的关系称为电磁场的边界条件，理想导体表面上的边界条件为：$\vec{e}_n\bullet\vec{D}=\rho_s$ $\vec{e}_n\bullet\vec{B}=0$ $\vec{e}_n\bullet\vec{E}=0$ $\vec{e}_n\bullet\vec{H}=J_s$

3.1 电位是如何定义的？ $\vec{E}=-\nabla_{\varphi}$ 中的负号的意义是什么？

由静电场基本方程 $\nabla\times\vec{E}=0$ 和矢量恒等式 $\nabla\times\nabla_{\mu}=0$ 可知，电场强度 E 可表示为标量函数的梯度，即 $\vec{E}=-\nabla_{\varphi}$ 试中的标量函数 φ 称为静电场的电位函数，简称电位。式中负号表示场强放向与该点电位梯度的方向相反。

3.2 如果空间某一点的电位为零，则该点的电位为零， 这种说话正确吗?为什么？

不正确，因为电场强度大小是该点电位的变化率

3.4 求解电位函数的泊松方程或拉普拉斯方程时，边界条件有何意义？ 答 边界条件起到给方程定解得作用。

边界条件起到给方程定解得作用。

3.5 电容是如何定义的？写出计算电容的基本步骤。

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，即$C=\frac{q}{u}$其基本计算步骤：1、根据导体的几何形状，选取合适坐标系。2、假定两导体上分别带电荷+q 和-q。3、根据假定电荷求出 E。4、由 $\int_1^2\vec{E}\bullet\mathrm{dl}$ 求得电位差。5 求出比值 $C=\frac{q}{u}$

3.8 什么叫广义坐标和广义力？你了解虚位移的含义吗？

广义坐标是指系统中各带电导体的形状，尺寸和位置的一组独立几何量，而企图改变某一广义坐标的力就，就为对印该坐标的广义力，广义坐标发生的位移，称为虚位移

3.9 恒定电场基本方程的微分形式所表征的恒定电场性质是什么？

恒定电场是保守场，恒定电流是闭合曲线

3.10 恒定电场和静电场比拟的理论根据是什么？静电比拟的条件又是什么？

理论依据是唯一性定理，静电比拟的条件是两种场的电位都是拉普拉斯方程的解且边界条件相同

电磁场与电磁波第四版思考题答案

3.12 何定义电感?你会计算平行双线，同轴的电感?

在恒定磁场中把穿过回路的磁通量与回路中的电流的比值称为电感系数，简称电感。

3.13 写出用磁场矢量 **B**、**H** 表示的计算磁场能量的公式。

$$W_m = \frac{1}{2}\int_V \vec{H} \bullet \vec{B} dv$$

3.14 在保持磁接不变的条件下，如何计算磁场力？若是保持电流不变，又如何计算磁场力？两种条件下得到的结果是相同的吗？

两种情况下求出的磁场力是相同的

3.15 什么是静态场的边值问题？用文字叙述第一类、第二类及第三类边值问题。

静态场的边值型问题是指已知场量在场域边界上的值，求场域内的均匀分布问题。第一类边值问题：已知位函数在场域边界面 S 上各点的值，即给定 $\varphi|_S = f(S)$ 。第二类边值问题：已知位函数在场域边界面 S 上各点的法向导数值，即给定 $\frac{\partial \varphi}{\partial n}|_S = f(S)$。第三类边值问题：已知一部分边界面 S1 上位函数的值，而在另一部分边界 S2 上已知位函数的法向导数值，即给定 $\varphi|_S = f(S)$ 和 $\frac{\partial \varphi}{\partial n}|_S = f(S)$

3.16 用文字叙述静态场解的唯一性定理，并简要说明它的重要意义。

惟一性定理：在场域 V 的边界面 S 上给定 的值，则泊松方程或拉普拉斯方程在场域 V 内有惟一解。意义：（1）它指出了静态场边值问题具有惟一解得条件。在边界面 S 上的任一点只需给定 的值，而不能同时给定两者的值；（2）它为静态场值问题的各种求解方法提供了理论依据，为求解结果的正确性提供了判据。

3.17 什么是镜像法？其理论依据的是什么？

镜像法是间接求解边值问题的一种方法，它是用假想的简单电荷分布来等效代替分界面上复杂的电荷分布对电位的贡献。不再求解泊松方程，只需求像电荷和边界内给定电荷共同产生的电位，从而使求解简化。理论依据是唯一性定理和叠加原理。

3.18 如何正确确定镜像电荷的分布？

（1）所有镜像电荷必须位于所求场域以外的空间中；（2）镜像电荷的个数，位置及电荷量的大小以满足场域边界面上的边界条件来确定。

3.19 什么是分离变量法？在什么条件下它对求解位函数的拉普拉斯方程有用？

分离变量法是求解边值问题的一种经典方法。它是把待求的位函数表示为几个未知函数的乘积，该未知函数仅是一个坐标变量函数，通过分离变量，把原偏微分方程化为几个常微分方程并求解最后代入边界条件求定解。

3.20 在直角坐标系的分离变量法中，分离常数 **k** 可以是虚数吗？为什么？

不可以，k 若为虚数则为无意义的解。

4.1 在时变电磁场中是如何引入动态位 A 和 φ 的？A 和 φ 不唯一的原因何在？

根据麦克斯韦方程 $\nabla\cdot\vec{B}=0$ 和 $\nabla\times\vec{E}=0$ 引入矢量位 A 和标量位 φ，使得：$\vec{B}=\nabla\times\vec{A}$ A 和 φ 不唯一的原因在于确定一个矢量场需同时规定该矢量场的散度和旋度，而 $\begin{cases}\vec{B}=\nabla\times\vec{A}\\ \vec{E}=-\nabla\varphi-\dfrac{\partial\vec{A}}{\partial t}\end{cases}$ 只规定了 A 的旋度，没有规定 A 的散度

4.2 什么是洛仑兹条件？为何要引入洛仑兹条件？在洛仑兹条件下，A 和 φ 满足什么方程？

$\nabla\cdot\vec{A}=-\mu\varepsilon\dfrac{\partial\varphi}{\partial t}$ 称为洛仑兹条件，引入洛仑兹条件不仅可得到唯一的 A 和 φ，同时还可使问题的求解得以简化。在洛仑兹条件下，A 和 φ 满足的方程

$$\nabla^2\vec{A}-\varepsilon\mu\frac{\partial^2\vec{A}}{\partial t^2}=-\mu\vec{J}$$

$$\nabla^2\varphi-\varepsilon\mu\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}=-\frac{\rho}{\varepsilon}$$

4.3 坡印廷矢量是如何定义的？它的物理意义？

坡印廷矢量 $\vec{S}=\vec{E}\times\vec{H}$ 其方向表示能量的流动方向，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

4.4 什么是坡印廷定理？它的物理意义是什么？

坡印廷定理：它表明体积 V 内电磁能量随时间变化的增长率等于场体积 V 内的电荷电流所做的总功率之和，等于单位时间内穿过闭合面 S 进入体积 V 内的电磁能流。

4.5 什么是时变电磁场的唯一性定理？它有何重要意义

时变电磁场的唯一性定理：在以闭合曲面 S 为边界的有界区域 V 内，如果给定 t=0 时刻的电场强度 E 和磁场强度 H 的初始值，并且在 t 大于或等于 0 时，给定边界面 S 上的电场强度 E 的切向分量或磁场强度 H 的切向分量，那么，在 t 大于 0 时，区域 V 内的电磁场由麦克斯韦方程唯一地确定。它指出了获得唯一解所必须满足的条件，为电磁场问题的求解提供了理论依据。

4.6 什么是时谐电磁场？研究时谐电磁场有何意义

以一定角频率随时间作时谐变化的电磁场称为时谐电磁场。时谐电磁场，在工程上，有很大的应用，而且任意时变场在一定的条件下都可以通过傅里叶分析法展开为不同频率的时谐场的叠加，所以对时谐场的研究有重要意义。

4.8 时谐电磁场的复矢量是真实的矢量场吗？引入复矢量的意义何在？

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。引入复矢量的意义在于在频率相同的时谐场中可很容易看出瞬时矢量场的空间分布。

4.11 试写出复数形式的麦克斯韦方程组。它与瞬时形式的麦克斯韦方程组有何区别?

$$\begin{cases}\nabla\times\vec{H}=\vec{J}+\mathrm{j}\omega\vec{D}\\ \nabla\times\vec{E}=-\mathrm{j}\omega\vec{B}\\ \nabla\cdot\vec{D}=\rho\\ \nabla\cdot\vec{B}=0\end{cases}$$

两者对照，复数形式的麦克斯韦方程组没有与时间相关项

4.12 复介电常数的虚部描述了介质的什么特性？如果不用复介电常数，如何表示介质的耗损？

它描述了电介质的极化存在的极化损耗，可用损耗角正切 $\tan\delta_{\mu}=\frac{\mu''}{\mu'}$ 来表征电介质的损耗特性

4.13 如何解释复数形式的坡印廷定理中的各项的物理意义？

复数形式坡印廷定理为：$\oint_s(\vec{E}\times\vec{H})\bullet ds=\int_v -\sigma\left|\vec{E}\right|^2 dv\text{-}j2\quad \omega v\quad \vec{W}_{\mu}-\vec{W}_{\varepsilon})$

式中 $\vec{W}_{\mu}=\frac{1}{2}\mu\left|\vec{H}\right|^2\quad \vec{W}_{\varepsilon}=\frac{1}{2}\varepsilon\left|\vec{H}\right|^2$ 分别是单位体积内的磁损耗，介电损耗和焦耳热损耗的平均值，式子右端两项分别表示体积 V 内的有功功率和无功功率，左端的面积是穿过闭合面 S 的复功率

5.1 什么是均匀平面波？平面波与均匀平面波有何区别？

均匀平面波指电磁场的场矢量只沿它的传播方向变化，与波传播方向垂直的无限大平面内，电场强度 **E** 和磁场强度 **H** 的方向、振幅和相位都不变。DA (?) 等相面是平面的波是平面波，在等相面上振幅不相等。均匀平面波是平面波的一种特殊情况。

5.2 波数是怎样定义的？它与波长有什么关系？

在 2π 的空间空间距离内所包含的波长数，称为波数，通常用 k 表示。$k=2\pi/\lambda$

5.3 什么是媒质的本征阻抗？自由空间中本征阻抗的值为多少？

电场的振幅与磁场的振幅之比，具有阻抗的量纲故称为波阻抗，通常用 η 表示，由于 η 的值与媒质参数有关，因此又称为媒质的本征阻抗。自由空间中本征阻抗值 120π（约 377）欧。

5.4 电磁波的相速是如何定义的？自由空间中相速的值约为多少？

电磁波的等相位面在空间中的移动速度称为相位速度，简称相速。在自由空间中相速的值为 $3\text{x}10^8$ 米每秒。

5.5 在理想介质中均匀平面波的相速是否与频率有关？

在理想介质中，均匀平面波的相速与频率无关，但与介质参数有关。

5.6 在理想介质中，均匀平面波有哪些特点？

（1）电场 **E**、磁场 **H** 与传播方向 $\mathbf{e}_z$ 之间互相垂直，是横电波（TEM 波）。（2）电场与磁场的振幅不变。（3）波阻抗为实数，电场与磁场同相位。（4）电磁波的相速与频率无关。（5）电场能量密度等于磁场能量密度。

5.7 在导电媒质中，均匀平面波的相速与频率是否有关？

在导电媒质中，均匀平面波的相速与频率有关，在同一种导电煤质中，不同频率的电磁波的相速是不同的。

5.8 在导电媒质中均匀平面波的电场与磁场是否同相位？

不相同

5.9 在导电媒质中，均匀平面波具有哪些特点？

（1）电场 **E**、磁场 **H** 与传播方向 $\mathbf{e}_z$ 之间互相垂直，是横电波（TEM 波）。(2)电场和磁场的振幅成指数衰减。（3）波阻抗为复数，电场和磁场不同相位。（4）电磁波的相速和频率有关。（5）平均磁场能量密度大于平均电场能量密度。

5.10 趋肤深度是如何定义的？它和衰减常数有何关系？

表征电磁波的趋肤程度定义为电磁波幅值衰减为表面值的 1/e（0.386）时电磁波所传播的距离。趋肤深度 $\delta=1/\alpha$，α 为衰减常数。

5.11 什么是良导体？它和普通导体有何不同？

良导体指 $\sigma/(\omega\varepsilon)\gg1$ 的媒质。在良导体中，传导电流起主要作用，位移电流的影响很小，可以忽略。

5.12 什么是波的极化?什么是线极化、圆极化和椭圆极化?

由于电磁波的分量振幅和相位不一定相同，因此在空间任意一点上，合成波电场矢量 **E** 的大小和方向会随时间变化，这种现象叫电磁波的极化。电场强度矢量端点轨迹为直线时，称为直线极化波，为圆时称为圆极化波，为椭圆时称为椭圆极化波

5.13 两个互相垂直的线极化波叠加，在什么情况下，分别是：线极化波、圆极化波、椭圆极化波？

电场的 x 分量和 y 分量相位相同或相差π时为直线极化波；电场的 x 分量和 y 分量振幅相等、相位相同或相差π/2 时为圆极化波；电场的两个分量振幅和相位都不相等时，合成波为椭圆极化波。

5.14 知道圆极化波是左旋还是右旋有何意义？如何判断圆极化波是左旋还还是右旋？

以左手大拇指朝向波的传播方向，其余四指的转向与电场 **E** 的端点方向一致，则为左旋极化波；以右手大拇指朝向波的传播方向，其余四指的转向与电场 **E** 的端点方向一致，则为右旋极化波；

5.15 什么是群速？它和相速有何区别？

包络波上任一恒定相位点的推进速度。相速无法描述由多频率成分组成的信号在色散媒质中的传播速度。（这个对不对啊= =）

5.16 什么是波的色散？何谓正常色散？何谓反常色散？

电磁波相速随频率改变，产生色散现象。$\frac{dv_p}{d\omega}<0$，即相速随着频率升高而减小，此时 $v_g<v_p$，即群速小于相速，称为正常色散。$\frac{dv_p}{d\omega}>0$，即相速随着频率升高而增加，此时 $v_g>v_p$，即群速大于于相速，称为反常色散。

5.17 什么是法拉第旋转效应？产生的原因是什么？

5.18 直线极化波能否在磁化等离子体中传播？

6.1 试述反射系数和透射系数的定义，他们之间存在什么关系？

反射波电场振幅 E_{rm} 与入射波电场振幅 E_{im} 的比值为分界面上反射系数，用**Γ**表示；透射波电场振幅 E_{tm} 与入射波电场振幅 E_{im} 的比值为分界面上透射系数，用 τ 表示；$1+\Gamma=\tau$。

6.2 什么是驻波？它和行波有何区别？

合成波在空间中没有移动，只是在原来的位置震动，这种波称为驻波。行波在传播过程中，合成波沿波传播方向移动；驻波不发出电磁波能量的传输，行波发生。（==你猜对不）

6.3 什么情况下反射系数大于 0，什么情况下反射系数小于 0？

$\eta_2>\eta_1$ 时，反射系数 $\Gamma>0$，$\eta_2<\eta_1$ 时，反射系数 $\Gamma<0$。

6.4 均匀平面波向理想导体表面垂直入射时，理想导体外面的合成波有什么特点？

①电场强度按正弦规律变化，磁场强度按余弦规律变化；②合成波为驻波，$z=-\frac{n\lambda_1}{2}$ 为电场波节点，$z=-\frac{(2n+1)\lambda_1}{4}$ 为电场波腹点，磁场波节点是电场的波腹点，磁场的波腹点是电场的波节点。③**E** 和 **H** 的驻波在空间错开 $\lambda_1/4$，时间上错开 π/2 的相移。④驻波不发生能量传输。

6.5 均匀平面波垂直入射到两种理想媒质分界面，在什么情况下，分界面上的合成波电场为最大值？在什么情况下，分界面上的合成波电场为最小值？

当 $\Gamma>0$，即 $\eta_2>\eta_1$ 时，$z=-\frac{n\lambda_1}{2}$ 处，合成波电场振幅最大，$|E(z)|_{max}=E_{im}(1+\Gamma)$，$z=-\frac{(2n+1)\lambda_1}{4}$

处合成波电场振幅最小，$|E(z)|_{min}=E_{im}(1-\Gamma)$；当 $\Gamma<0$，即 $\eta_2<\eta_1$ 时，$z=-\frac{(2n+1)\lambda_1}{4}$,合成波电场振幅最大，$|E(z)|_{max}=E_{im}(1-\Gamma)$，$z=-\frac{n\lambda_1}{2}$处，合成波电场振幅最小，$|E(z)|_{min}=E_{im}(1+\Gamma)$；

6.6 一个右旋极化波垂直入射到两种媒质分界面上，其反射波是什么极化波？

6.7 试述驻波比的定义，它和反射系数之间有何关系？

驻波比 S 是合成波电场强度的最大值与最小值之比。$S=\frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$

6.8 什么是波阻抗？什么情况下波阻抗等于媒质的本征阻抗？

定义平面波的波阻抗为 Z=E/H，媒质中传输 TEM(横电磁波)的时候波阻抗等于媒质的本征阻抗（网上找的）

6.9 什么是相位匹配条件？

$K_1\sin\theta_r=k_1\sin\theta_i=k_2\sin\theta_t$ 称为分界面上的相位匹配条件。

6.10 什么是反射定律和折射定律？

反射定律（斯耐尔反射定律）：反射角等于入射角，$\theta_i=\theta_r$；折射定律（斯耐尔折射定律）：

$$\frac{\sin\theta_t}{\sin\theta_i}=\frac{k_1}{k_2}=\frac{n_1}{n_2}$$

6.11 什么是入射平面？什么是垂直极化入射波？什么是平行极化入射波？

在斜入射的条件下，将入射波的波矢量与分界面法线矢量构成的平面称为入射平面。若入射波电场垂直于入射平面，则成为垂直极化波；若入射波电场平行于入射平面，则称为平行极化波。

6.12 什么是全反射现象？在什么情况下会发生全反射现象？如何计算全反射的临界角？

透射波完全平行于分界面传播称为全反射。当$\varepsilon_1>\varepsilon_2$ 且入射角不小于 $\theta_c=\arcsin\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}\right)$时发生全反射。临界角为上边那个式子= =

6.13 发生全反射时透射媒质中是否存在电磁波？其特征是什么？

存在。仍沿分界面方向传播，但振幅沿垂直于分界面的方向上按指数规律衰减，因此透射波主要存在于分界面附近，称这种波为表面波。

6.14 什么是全透射现象？什么情况下会发生全透射现象？如何计算布儒斯特角？

当平面波从媒质 1 入射到媒质 2 时，若反射系数等于 0，则电磁功率全部透射到媒质 2，称为全透射。入射角为布儒斯特角时发生全透射。布儒斯特角：$\theta_b=\arcsin\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}}\right)=\arctan\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}\right)$

6.15 什么是表面波？在什么情况下均匀平面波透过媒质分界面后会成为表面波？

沿分界面方向传播，振幅沿垂直分界面的方向上指数衰减，主要存在于分界面附近的波叫表面波。均匀平面波透过媒质发生全反射时，即入射角不小于临界角$\theta_c=\arcsin\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}\right)$时，会称为表面波。

6.16 圆极化波以布儒斯特角入射到两种非磁性媒质分界面上时，其反射波和透射波分别是什么极化波？

6.17 平行极化波斜入射到理想导体表面上时，理想导体外面的合成波具有什么特点？

①合成波沿平行于分界面的方向传播，其相速为$v_{px}=\frac{\omega}{k_{ix}}=\frac{v_p}{\sin\theta_i}$②合成波的振幅在垂直于导体表面的方向呈驻波状态，而且合成波磁场在$z=-\frac{n\pi}{k\cos\theta_i}$处达到最大值。③合成波是非均匀平面波④在波的传播方向上不存在磁场分量，但存在电场分量，故称这种电磁波为横磁波，简称 TM 波。

6.18 垂直极化波斜入射到理想导体表面上时，理想导体外面的合成波具有什么特点?

①合成波沿平行于分界面的方向传播，其相速为$v_{px}=\frac{\omega}{k_{ix}}=\frac{v_p}{\sin\theta_i}$②合成波的振幅在垂直于导体表面的方向呈驻波状态，而且合成波电场在$z=-\frac{n\pi}{k\cos\theta_i}$处为 0。③合成波是非均匀平面波④在波的传播方向上不存在电场分量，但存在磁场分量，故称这种电磁波为横电波，简称 TE 波。

7.1 什么是导波系统? 什么是均匀导波系统?

导波系统：引导电磁波沿一定方向传播的装置。

7.2 写出均匀导波系统中的纵向场分量与横向场分量的关系?

$$H_x=-\frac{1}{k_c^2}\left(\gamma\frac{\partial H_z}{\partial x}-j\omega\varepsilon\frac{\partial E_z}{\partial y}\right)$$

$$H_y=-\frac{1}{k_c^2}\left(\gamma\frac{\partial H_z}{\partial y}+j\omega\varepsilon\frac{\partial E_z}{\partial x}\right)$$

$$E_x=-\frac{1}{k_c^2}\left(\gamma\frac{\partial E_z}{\partial x}+j\omega\mu\frac{\partial H_z}{\partial y}\right)$$

$$E_y=-\frac{1}{k_c^2}\left(\gamma\frac{\partial E_z}{\partial y}-j\omega\mu\frac{\partial H_z}{\partial x}\right)$$

7.3 写出矩形波导中纵向场分量 E_zH_z 满足的方程和边界条件?

$$\begin{cases}\dfrac{\partial E_z^2}{\partial x^2}+\dfrac{\partial E_z^2}{\partial y^2}+\dfrac{\partial E_z^2}{\partial z}+k^2E_z=0\\ E_z|_{x=0}=0,E_z|_{x=a}=0\\ E_z|_{y=0}=0,E_z|_{y=b}=0\end{cases}$$

边界条件：

$$\begin{cases}\nabla^2H_z+k^2H_z=0\\ \left.\dfrac{\partial H_z}{\partial x}\right|_{x=0}=0,\left.\dfrac{\partial H_z}{\partial x}\right|_{x=a}=0\\ \left.\dfrac{\partial H_z}{\partial y}\right|_{y=0}=0,\left.\dfrac{\partial H_z}{\partial y}\right|_{y=b}=0\end{cases}$$

7.4 沿均匀波导传播的波有哪三种基本形式?

横电波，又称 TEM 波，无 E_z 分量和 H_z 分量；横磁波又称 TM 波，包含非零 E_z 分量，H_z=0；横电波又称 TE 波，包含非零的 H_z 的分量，E_z=0。

7.5 波阻抗的定义是什么?

平面波的波阻抗为 Z=E/H（网上找的）

7.6 试述均匀导波系统中的 TEM 波 TM 波和 TE 波的传播特性?

7.7 写出 a×b 矩形波导中 TM 波和 TE 波的截止波数、截止频率、相位常数、波导波长、相速度、波阻抗和传播条件。

7.8 矩形波导中的波是否存在色散?

7.9 试说明为什么单导体的空心或填充电介质的波导管不能传播 TEM 波？

假如在波导内存在 TEM 波，由于磁场只有横向分量，则磁力线应在横向平面内闭合，这时要求波导内存在纵向的传导电流或位移电流。但是，因为是单导体波导，其内没有纵向传导电流。又因为 TEM 波纵向电场 $E_z=0$，所以也没有纵向的位移电流。

7.10 波导可否有一个以上的截止频率？波导的截止频率取决于什么因素？

7.11 什么是波导的主模？矩形波导、圆柱形波导和同轴波导的主模各是什么模式？相应的截止波长各是什么？

主模是波导众多传输模式中截止频率最低的模式。矩形波导 TE_{10} 模，λ=2a，圆柱形波导 TE_{11} 模，λ=3.41a，同轴波导 TEM 模：$\lambda>\pi$（a+b）。

7.12 什么是模式简并？矩形波导中的模式简并和圆柱形波导中的模式简并有何异同？

由于相同的 m、n 组合，TM_{mn} 模和 TE_{mn} 模的截止波数 k_{cmn} 相同，这种情况叫模式简并。圆柱波导中存在模式的双重简并，其一，不同模式具有相同的截止波长，因此 TE_{0n} 模和 TM_{1n} 模存在模式简并现象，这种简并称为 E-H 简并，这和矩形波导中的模式简并相同。其二，从 TE 波和 TM 波的场分量表示式可知，当 m≠0 时，对于同一个 TM_{mn} 模或 TE_{mn} 模都有两个场结构，它们与坐标 ϕ 的关系分别为 sin mϕ 和 cos mϕ，这种简并称为极化简并，是圆柱形波导中特有的。

7.13 试画出矩形波导中的主模在三个坐标截面上的场图及管壁电流分布。

7.14 何谓分布参数？试写出均匀传输线的电压电流方程。

7.15 分别写出已知终端电压、电流和已知始端电压电流条件下均匀传输线上的电压电流分布。

7.16 传输线特征阻抗的定义是什么？输入阻抗的定义是什么？分别写出终端短路、终端开路、λ/4、λ/2 及 $Z_L=Z_0$（负载阻抗等于特征阻抗）时无耗均匀传输线的输入阻抗。

传输线特征阻抗的定义：传输线上行波电压与行波电流之比。传输线任意点的电压与电流的比值定义为该点沿像负载方向看去的输入阻抗。终端短路：$Z_{ins}(z)=jZ_0\tan\beta z$。终端开路：$Z_{ino}(z)=jZ_0\cot\beta z$。$\lambda/4$：$Z_{in}\left(\frac{\lambda}{4}\right)=\frac{Z_0^2}{Z_L^2}$。$\lambda/2$：$Z_{in}\left(\frac{\lambda}{2}\right)=Z_L$。$Z_L=Z_0$（负载阻抗等于特征阻抗）：$Z_{in}(z)=Z_0$。

7.17 什么是反射系数？什么是驻波系数和行波系数？

传输线上某点的反射波电压与入射波电压之比定义为该点的反射系数。传输线上电压(电流)最大值与电压(电流)最小值之比称为电压(电流)驻波系数。行波系数定义为驻波系数的倒数

7.18 传输线有几种工作状态？相应的条件是什么？有什么特点？

传输线有三种工作状态：①行波状态，条件：传输线上无反射波出现，只存在入射波，即传输线负载阻抗等于特征阻抗。特点：沿线电压电流振幅不变；电压电流同相位；沿线各点输入阻抗都等于其特性阻抗。②驻波状态，条件:传输线终端开路或短路或接纯电抗负载时。特点：全驻波是在满足全反射条件下，由两个相向传输的行波叠加成的。它不再具有行波的传输特性，而是在线上做简谐振荡，表现为相邻两波节之间的电压（电流）同相，波节点两侧电压（电流）反相；传输线上电压和电流的振幅是位置 z 的函数，出现最大值（波腹点）和零值（波节点）；传输线上个点的电压和电流在时间上有 T/4 的相位差。在空间位置上也有λ/4 的相移，因此全驻波状态下没有功率传输。③混合波状态，条件：传输线终端所接负载阻抗不等于特征阻抗，也不是开路或短路或接纯电抗负载，而是接任意负载时。特点没

找到。

8.1 试解释滞后位的意义，并写出滞后位满足的方程。

8.2 试述天线近区和远区的定义。

8.3 分别写出电偶极子辐射的近场区和远场区，并说明其特性。

8.4 磁偶极子辐射场和电偶极子辐射场有哪些不同?分别写出他们 E 面和 H 面的方向图?

8.5 天线的基本参数有哪些？分别说明其定义。

8.6 何谓对称天线？试画出半波对称天线 E 面和 H 面的方向图。

8.7 电偶极子天线和半波对称天线的主瓣宽度及方向性系数分别是多少？

8.8 试述方向图相乘原理。

1.8 什么是散度定理?它的意义是什么?

矢量分析中的一个重要定理：$\int_V \nabla\cdot\vec{F}\mathrm{d}\vec{V}=\oint_S \vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{s}$ 称为散度定理。意义：矢量场 F 的散度 $\nabla\cdot\vec{F}$ 在体积 V 上的体积分等于矢量场 **F** 在限定该体积的闭合积分，是矢量的散度的体积与该矢量的闭合曲面积分之间的一个变换关系。

1.9 什么是矢量场的环流？环流的值为正，负，或 0 分别表示什么意义?

矢量场 **F** 沿场中的一条闭合回路 C 的曲线积分，$\Gamma=\oint_c \vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{l}$ 称为矢量场 F 沿的环流。环流大于 0 或环流小于 0，表示场中产生该矢量的源，常称为旋涡源。等于 0，表示场中没有产生该矢量场的源。

1.10 什么是斯托克斯定理？它的意义是什么？该定理能用于闭合曲面吗?

在矢量场 **F** 所在的空间中，对于任一以曲面 C 为周界的曲面 S，存在如下重要关系 $\int_S \nabla\times\vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\oint_C \vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{l}$ 这就是是斯托克斯定理。矢量场的旋度 $\nabla\times\vec{F}$ 在曲面 S 上的面积分等于矢量场 **F** 在限定曲面的闭合曲面积分，是矢量旋度的曲面积分与该矢量沿闭合曲面积分之间的一个变换关系。能用于闭合曲面.

1.11 如果矢量场 F 能够表示为一个矢量函数的旋度，这个矢量场具有什么特性?

=0,即 F 为无散场。

1.12 如果矢量场 F 能够表示为一个标量函数的旋度，这个矢量场具有什么特性?

=0 即为无旋场

1.13 只有直矢量线的矢量场一定是无旋场，这种说法对吗？为什么?

不对。电力线可弯，但无旋。

1.14 无旋场与无散场的区别是什么?

无旋场 F 的旋度处处为 0，即 ，它是有散度源所产生的，它总可以表示矢量场的梯度，即 =0

无散场的散度处处为 0，即 ，它是有旋涡源所产生的，它总可以表示为某一个旋涡即