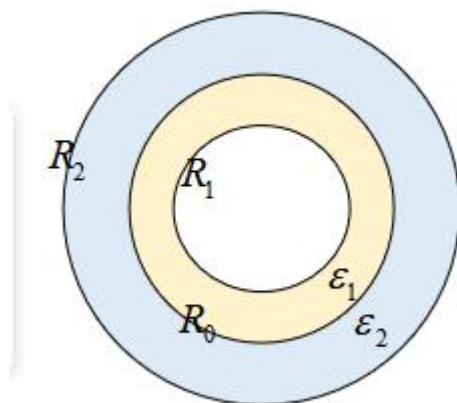


电动力学往年题整理版（学术部 upupup!）

2017 级（2019-2020 年）-17 级小天~~~

1. 由电磁感应定律推导 $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 。（10 分）
2. 写出 \vec{g} , \vec{s} , 并推导两者之间的关系。（10 分）
3. 由静磁场的麦克斯韦方程组推导矢势 A 的基本微分方程。（10 分）
4. 证明 E 和 B 的规范不变性。
5. 球壳嵌套，内部空心，内径 R_1 ，外径 R_2 ，中间两层介质，电容率 ϵ_1 和 ϵ_2 ，内表面带电荷 $-Q$ ，外表面带 $+Q$ 。求（1）空间电场分布，静电场能量；（2）介质表面感应电荷面密度。



6. 频率为 ω 的平面电磁波从电磁常数为 ϵ_1 和 μ_1 介质垂直入射到电磁常数为 ϵ_2 和 μ_2 介质，求透射系数和反射系数，并证 $R+R'=1$ 。
7. 两介质相邻，磁化强度分别为 M_1 和 M_2 ，求介质界面的磁化电流。
8. 两建筑 A 和 B 间距 l ，一个小车从 A 向 B 出发，速度 u ，有一火车，速度 v 。求火车上看小车运动的时间。（1）火车的速度方向与小车相同或相反；（2）火车的速度与小车垂直。（类似课后题）

2016 级（2018-2019 年）-16 级畅畅畅畅~~~

1. 有一均匀介质电导率为 σ ，电容率为 ϵ ，若初始时刻介质内带有电荷，电荷密度为 ρ_0 ，求电荷密度与时间的关系。（10'）
2. 电荷 Q 均匀分布在半径为 a 的球壳上，求空间电场总能量。（10'）
3. 根据毕奥萨伐尔定律，证明稳恒磁场磁感应强度（貌似缺了散度）为 0。（10'）
4. 证明磁矢势的回路积分 $\oint A \cdot dl$ 是规范不变的。（10'）
5. 导体圆环半径为 R ，通有恒定电流 I ，求圆心上方垂直圆面距离 Z 处的磁感应强度 B 。（10'）

6. 内外半径分别为 R_1 和 R_2 的无限长中空导体圆柱，沿轴向流有恒定电流，电流密度 J_f ，导体磁导率为 μ ，求空间各点磁感应强度和导体内外表面的磁化电流。（15'）
7. 已知某带电粒子质量为 m ，电荷为 e ，以速度 v 绕半径为 R 的圆做匀速圆周运动，求该带电粒子运动产生磁矩 M ，并求出磁矩与粒子轨道角动量之间的关系。（10'）
8. 已知某种微观粒子，平均寿命为 t ，静止质量为 m_0 ，该粒子与高能粒子碰撞产生能量为 E ，求这个粒子能走过的距离。（10'）
9. 平面电磁波频率为 ω ，从真空垂直入射到厚度为 a 的介质膜，介质膜的折射率 $n = \sqrt{\epsilon_r}$ ，计算反射系数，并求出无反射条件。（15'）

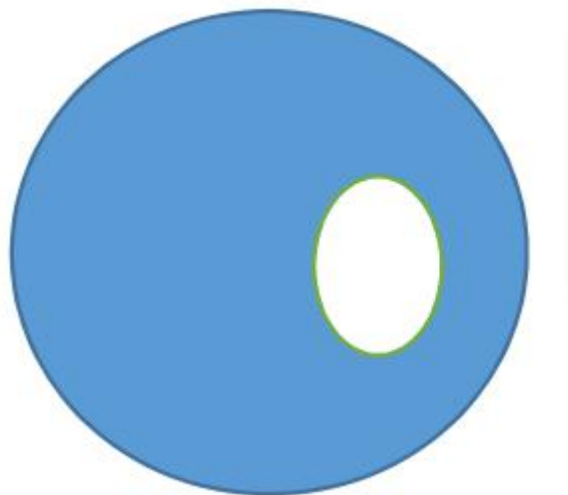
2015 级（2017-2018 年）-15 级大梁

1. 若电场的直角分量 x, y, z 分别用 $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ 表示，求电场强度 $\vec{E} = \cos(z)\vec{i}$ 的旋度。
2. 有一长宽高分别为 a, b, c 的介电常数为 ϵ 的介质体，其极化矢量 $P = \sin(x)\vec{i} + \sin(y)\vec{j} + \sin(z)\vec{k}$ ，求极化电荷体密度，极化面电荷密度、净电荷密度。
3. 求在充满 μ 介质空间中，有一电流为 I 的无限长直导线，求磁化强度。
4. 求电流为 I ，半径为 r 的环的中心的磁感应强度。
5. 由真空中的麦克斯韦方程组推导波动方程，并通过时谐电磁波推导亥姆霍兹方程。
6. 求间距为 L 的无限大导体平板间的本征振荡。
7. 由波矢量的协变性推导多普勒效应和光行差公式。
8. 写出由电流密度 J 构成的磁矩表达式，并证明在平面线电流条件下磁矩满足 $m = I\Delta S$ 。
9. 证明空间中距离为 r_0 的一电偶极矩 P 产生的电势等效于电荷体系 $\rho_{eff} = \vec{P} \cdot \nabla \delta(r - r_0)$ 产生的电势。

2014 级（2016-2017 年）-13 级颜瑞民

1. 写出 \vec{g}, \vec{s} 之间的关系。（10'）
2. 写出介质中的边值关系。（10'）
3. 导体球半径 a ，带电 Q ，求电场总能量。（10'）
4. 介质球半径为 a ，带均匀电荷 ρ_f ，求电场、极化电荷面密度 σ_p ，体密度 ρ_p 。（20'）
5. 求证平面波电场和磁场能量相等。（10'）

6. 在均匀外电场中置入半径为 R_0 的导体球，导体球上带有总电荷 Q ，用分离变量法求电势 φ 。（20'）
7. 导体球带电 Q ，内部空腔，有 $-q$ ，球半径 R_0 。求外表面力密度？（10'）



8. 求电荷守恒定律满足协变性。（10'）

2013 级（2015-2016 年）-13 级颜瑞民

1. 用 Biot-Savart 定律证无限长载流直导线 I 外 r 处的磁场为 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ 。（10 分）
 2. 根据电荷守恒定律推导电荷守恒方程的微分形式。（10 分）
 3. 分别写出真空和介质中的 Maxwell 方程组。如果存在磁荷，如何修改 Maxwell 方程组？（10 分）
 4. 一均匀介质，自由电荷密度 ρ_f ，电容率 ϵ ，求极化电荷密度 ρ_p 。（10 分）
 5. 由 Maxwell 方程组推导波动方程和时谐电磁波的 Helmholtz 方程。（10 分）
 6. 两相邻介质 1、2，磁化强度 M_1, M_2 ，求界面处的磁化电流面密度。（10 分）
 7. 对折无限大导体平面成 90 度角，在平分面上切、且距离半平面 R 处有一电荷 Q ，求该电荷所受力及空间电势分布。（15 分）
 8. 内外半径分别为 r_1, r_2 的无限长中空导体圆柱，沿轴向流有恒定均匀自由电流 J_f ，导体的磁导率为 μ ，求磁感应强度和磁化电流。（15 分）
 9. 由 Maxwell 方程组推导势 A, φ 所满足的基本方程。并由此解释 Maxwell 方程组理论具有相对论协变性。（15 分）
- 参考答案：

- 1.(P10 第一章 电磁现象的普遍规律 §2 电流和磁场 3. 磁场的环量和旋度)
- 2.(P9 第一章 电磁现象的普遍规律 §2 电流和磁场 1.电荷守恒定律)
- 3.(P16 第一章 电磁现象的普遍规律 §3 麦克斯韦方程组 3. 麦克斯韦方程组 P24 §4 介质的电磁性质 4.介质中的麦克斯韦方程组)
- 4.(P35 第一章 电磁现象的普遍规律 习题 9)
- 5.(P110-111 第四章 电磁波的传播 §1 平面电磁波 1.电磁场的波动方程 P112-113 2.时谐电磁波)
- 6.
- 7.(P72 第二章 静磁场 习题 12)
- 8.(P35 第一章 电磁现象的普遍规律 习题 8)
- 9.(P218 第六章 狭义相对论 §5 电动力学的相对论不变性 1. 四维电流密度矢量 2.四维势矢量)

$$\square \mathbf{A} = -\mu_0 \mathbf{J},$$

$$\square \varphi = -\mu_0 c^2 \rho.$$

四维势矢量 $A_\mu = \left(A, \frac{i}{c} \varphi \right)$, 四维电流密度矢量 $J_\mu = (\mathbf{J}, i c \rho)$. 方程合写为

$$\square A_\mu = -\mu_0 J_\mu,$$

方程两边都是四维矢量, 因而具有协变性.

2012 级 (2014-2015 年)

1. 根据电荷守恒推导电荷守恒定律的微分形式。(10 分)
2. 写出介质界面电磁场的边值关系, 并利用电磁波证明电磁场切向的边值条件可以推导出电磁场法向的边值条件。(15 分)
3. 已知电介质球半径 r_0 , 介电常数为 ϵ , 均匀分布的自由电荷密度为 ρ_f (1) 求空间电场强度分布 (2) 求极化电荷面密度 σ_p 和体密度 ρ_p 。(20 分)
4. 在一个内外半径分别为 R_1 、 R_2 的导体球壳中心有一个半径为 $(R_1 > a)$, 带 Q 电荷的导体球, 导体球壳总电荷为 0, 求空间电势分布和导体球壳的感应电荷分布。(15 分)
5. 证明平面电磁波电场能量和磁场能量相等。(10 分)
6. 电场振幅为 E_0 的平面电磁波垂直入射到介质上, 反射系数为 R , 求平均辐射压强。(10 分)
7. 某高能粒子平均寿命为 τ , 静止质量为 m_0 , 初始能量为 E , 求运动距离。(10 分)

8. 频率为 ω 的电磁波垂直射入厚度为 a , 折射率为 $n = \sqrt{\epsilon_r}$ 的电介质, 求反射系数及无反射的条件。(10 分)

2011 级 (2013-2014 年)

1. (5 分) 判断题, 电磁能量是通过场传播的。
2. (5 分) 推导电荷守恒的微分形式。
3. (10 分) 极化电荷的概念, 以及写出极化电荷密度与极化矢量的关系式。
4. (20 分) 课后原题电介质球上极化强度矢量表达式给出, 求极化电荷密度, 自由电荷密度, 电势分布及静电场总能量。(共四问)
5. (10 分) 带 Q , 半径 R 的导体球, 求总静电能。
6. (10 分) 入射角 60° 真空到介质 (ϵ_r 为 $\sqrt{2}$, 非铁磁介质), E 垂直于入射面, 求反射系数。
7. (10 分) 推导 E 和 B 的规范不变性。
8. (10 分) 考相对论洛伦兹变换的一道课后原题, 车厢长 l , 相对地面运动速度 v , 以 u 从末端向前推小球, 求地面观测到小球从末端滚到车头的时间。
9. (5 分) 圆柱形磁介质, 半径 a , 均匀磁化, 强度 M , 求介质内 B (或者 H 记不太清了)。
10. (15 分压轴题) 原子看做 $+q$ 原子核包围于半径 a 的带电 $-q$ 的电子云中, 求其极化率 α (置于外电场 E 时极化产生的电偶极矩 $P = \alpha E$)。

2010 级 (2012-2013 年)

1. 半径为 a 的小球带电量为 Q , 求电场分布和静电能。
2. 空心球壳。内径 R_1 外径 R_2 , 两种介质电容率不同, 交界面半径为 R_0 。两种介质分别带 $+Q$ 和 $-Q$ 电量。求电场和静电能。
3. 静电场能量 $J \cdot A$ 的规范不变性。
4. 平行极板间距为 l 的本征振荡。
5. 电磁场动量密度和能量流密度的关系。
6. 圆饼带电体电量转速 ω , 求激发的 A 和 B 。
7. 电荷守恒在任何惯性参考系中适用。
8. 垂直入射电磁波, 已知介质电容率和电导率, 求透射系数和折射系数, 求证 $R + R' = 1$;

2009 级 (2011-2012 年)

1. 矢量微分。
2. 导体内电荷量随时间的变化关系。

3. 郭硕鸿书后习题，关于电偶极子的 δ 表达式。
4. 一个电介质球，给定电荷分布求空间的电场和电势。
5. 均匀带电体旋转产生的磁矩。
6. 均匀带电球体旋转在空间产生的磁矢势。
7. 求垂直入射光的透射和反射系数，计算介质多厚透射率最高。
8. 电偶极子简谐振动在空间产生的磁矢势。
9. 证明 $F_{\mu\nu}$ 是规范不变的。