

# 第三次习题课

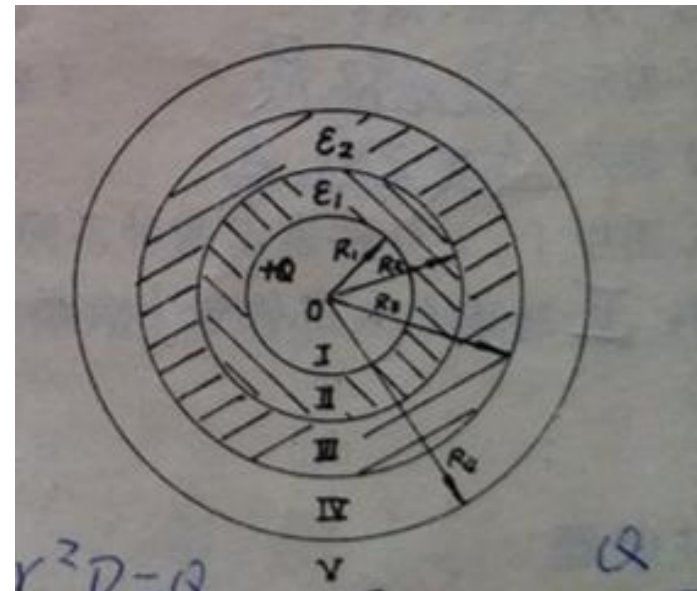


1 在6000m的高空大气层中产生一个 $\pi$ 介子，以速度 $v = 0.998c$ 飞向地球，假定该 $\pi$ 介子在其自身的静止系中的寿命为 $2 \times 10^{-6}\text{s}$ 。试分别从下面两个角度，即地球上的观察者和 $\pi$ 介子静止系中的观察者，来判断该 $\pi$ 介子能否到达地球（已知 $\sqrt{1 - 0.998^2} = 0.0632$ ，真空光速 $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$ ）

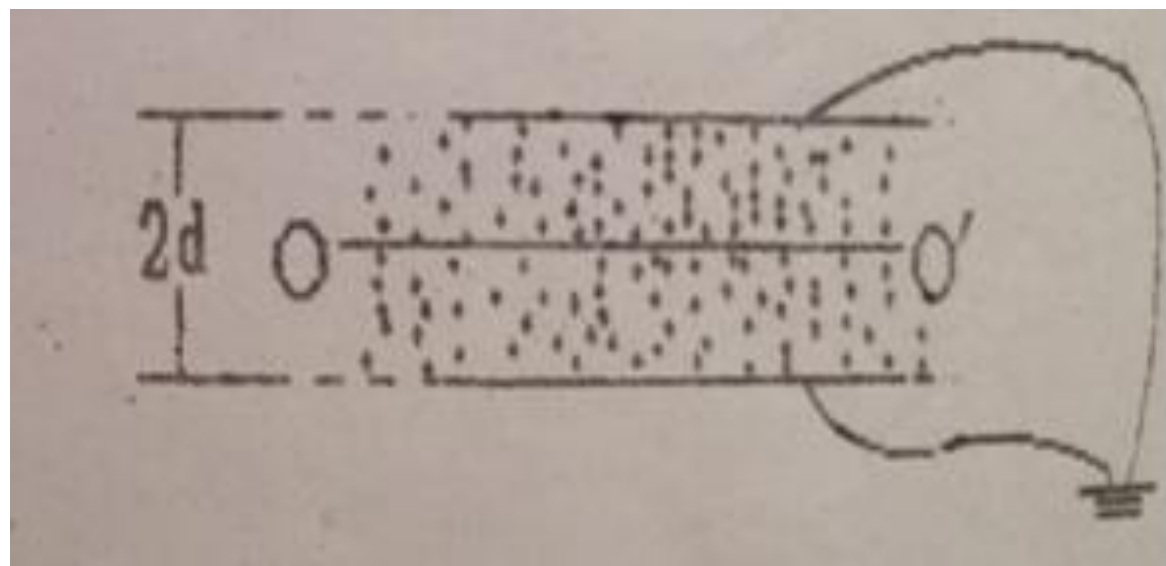
2 宇宙飞船以  $u = 0.8c$  的速度飞离地球。若地球接收到它发出的信号间隔为  $10\text{s}$ 。试计算宇航员以自己的钟计时，发出的信号间隔是多少？

3 球形电容器由半径为 $R_1$ 的导体球与它同心的均匀球壳构成，其间有两层同心的均匀介质球壳，介电常数分别为 $\varepsilon_1$ 和 $\varepsilon_2$ ，两层介质的分界面半径是 $R_2$ ，导体球壳的内半径为 $R_3$ .球壳外半径 $R_4$ ,球壳外是真空。设内球带电荷 $Q$ ，球壳不带电。求：

- (1) 各区域的电场强度
- (2) 两导体球间的电势差
- (3) 球形电容器的电容



4 两块“无限大”平行导体板，相距为 $2d$ ，都与地连接，在板间均匀充满着正离子气体（与导体板绝缘）离子数密度为 $n$ ，每个离子的带电量是 $q$ 。如果忽略气体中的极化现象，可以认为电场分布相对中心平面 $OO'$ 是对称的。试求两板间的场强分布和电势分布。

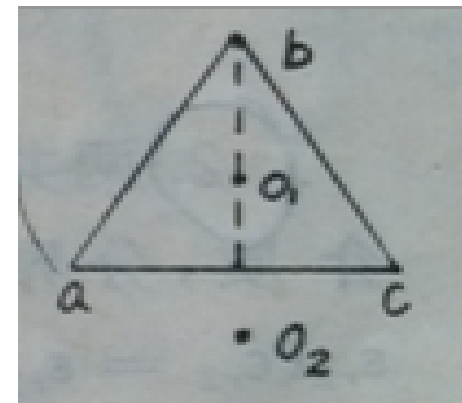


5 氢原子是一个中心带正电 $q_e$ 的原子核（可视为电荷），外边是带负电的电子云。

在正常状态时，电子云的电荷分布密度是球对称的： $\rho = -\frac{q_e}{\pi a_0^3} e^{-\frac{2r}{a_0}}$ ，式中 $a_0$ 是常量（玻尔半径）。试求原子电场强度大小的分布。

6 两共轴的导体圆筒，内筒的半径是 $R_1$ ，外筒的半径是 $R_2$  ( $R_2 < 2 R_1$ )，其间充的两层均匀介质，分界面的半径是 $R$ ，内层电介质的相对介电常数为 $\varepsilon_{\gamma 1}$ ，外层电介质的相对介电常数为 $\varepsilon_{\gamma 2}$  ( $\varepsilon_{\gamma 2} = \varepsilon_{\gamma 1}/2$ )，两层介质的击穿电场强度都是 $E_b$ 。试问当电压升高时，内外层介质哪一层先击穿，并计算此时所加的最大电压。

7 把均匀带电的绝缘细杆分为三段，拼成如图所示的正三角形， $O_1$ 为其重心，测得 $O_1$ 、 $O_2$ 两点的电势分别为 $u_1$ 和 $u_2$  ( $O_1$ 、 $O_2$ 两点与ac对称)，现把ac棒移至无限远处，这时 $O_1$ 和 $O_2$ 两点的电势分别为多少？





8 半径为 $R$ ，带电量为 $Q$ 的均匀球体，因电场斥力的作用，使电荷全部均匀分布在表面上，求电场力所作的功。

9.实验表明, 在靠近地面处的电场强度是 $1.0 \times 10^2 \text{ N/C}$ ,方向指向地球中心, 在离地面 $1.5 \times 10^3 \text{ m}$ 高处, 电场强度约为 $20 \text{ N/C}$ , 方向指向地球中心, 则地球所带的总电荷量 $Q$ 为多少? 离地面 $1.5 \times 10^3 \text{ m}$ 下的大气层中电荷的平均密度 $\rho$ 是多少? (地球可近似为球体, 半径 $R = 6371 \text{ km}$ )

测试题：

半径为  $R$  的无限长均匀带电直圆柱体，体密度为  $\rho$ ，求圆柱体内外任一点的电场强度。

补充：

根据狭义相对论，运动物体在运动方向上会发生洛伦兹收缩。现在有一列静止时200米长的火车即将以 $0.6c$ 通过一条200米长的隧道。于是火车司机与隧道管理员发生了如下争执：

隧道管理员：火车由于高速行驶而发生洛伦兹收缩，所以火车的长度小于200米，必然存在某一时刻，火车整个车身都在隧道里。

火车司机：火车并没动，隧道由于在高速向火车冲过来而发生了洛伦兹收缩，所以隧道的长度小于200米，所以任何时刻火车都不可能完全在隧道里