

## 清华大学本科生考试试题专用纸

物理-1

2022 年 01 月 07 日

1. (20 分) 若已知静止情况下  $\pi^+$  介子的平均寿命为  $2.5 \times 10^{-8}$  s.
- (a) 以  $\beta = 0.5$  ( $\beta = v/c$ ) 运动的  $\pi^+$  介子的平均寿命是多少?
  - (b) 在平均寿命内, 介子可以走过的距离是多少?
  - (c) 若不考虑相对论效应, 介子能走多远?
  - (d) 以  $\beta = 0.99$  重新计算以上问题。

2. (15 分) 设气体放电形成的等离子体圆柱内的体电荷分布可用下式表示:

$$\rho_c(x) = \frac{\rho_0}{\left[1 + \left(\frac{r}{a}\right)^2\right]^2},$$

式中  $r$  是到轴线的距离,  $\rho_0$  是轴线上的密度,  $a$  为常数。

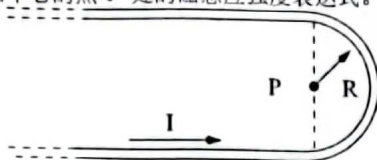
- (1) 求场强分布。
- (2) 以轴线为电势零点求电势分布。

3. (15 分) 在下图中, 半径为  $a$  的球体内充满均匀分布的密度为  $\rho$  的正电荷。然后挖出一个半径为  $a/2$  的较小球体, 使之成为空心的, 如图所示。求  $A$  点电场强度的方向和大小是什么?  $B$  点又如何?



4. (20 分) 半径为  $a$  的薄金属球壳均匀带电, 电量为  $Q$ 。求
- (a) 电容是多少?
  - (b) 距离球心为  $r$  处的电场的静电能的密度是多少?
  - (c) 静电场的总能量是多少?
  - (d) 计算从无穷远处将无穷小电荷搬运来球体处, 即对球体充电到电量为  $Q$  时, 所消耗的功。

5. (15) 将一根长导线弯曲成图中所示的发夹状。导线通以电流  $I$ ，求位于半圆中心的点  $P$  处的磁感应强度表达式。



二选一，从下面两题中选做一题。

6. (15 分) 两个质子以  $0.5c$  的速度从  $A$  点向相反方向运动。
- 利用洛伦兹变换，计算其中一个质子相对于另一个质子的速度。
  - 其中一个质子相对于  $A$  点的能量和动量是多少？
  - 找出其中一个质子在另一个质子的静止系中的能量和动量。答案用质子的静质量  $M$ ，光速  $c$  表示。

7. (15 分) 电容器由长为  $a$ 、宽为  $b$  的平行板构成，两块平行板之间的距离为  $d$ 。在两板之间有一块厚度为  $d$ ，长度为  $a$ ，宽度为  $b$ ，相对介电常数为  $\epsilon_r$  的介质板。

(a) 若将介质板抽出一部分，使其在电容器两板之间的长度为  $x$ ，如图所示，计算电容。

(b) 将电容器连接到电压为  $V$  的电池上充电，将介质板从电容器两板中抽出达到如图所示的位置时，计算介质板所受的静电力，说明该力倾向于将其拉回到电容器两板中。

(c) 当介质板完全置于电容器内部时，将电容器板充电至电势差  $V_0$ ，然后断开电池。再次拉出介质板达到如图位置时，计算介质板所受的静电力，说明该力倾向于将其拉回到板中。

忽略所有问题的边缘效应。

