

中国科学技术大学

2011 年硕士学位研究生入学考试试题

考试科目:普通物理 A

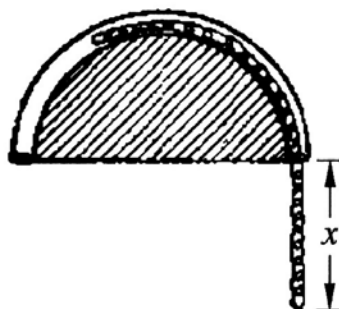
科目代码:624

所有试题答案写在答题纸上, 答案写在试卷上无效

☒ 需使用计算器

☐ 不使用计算器

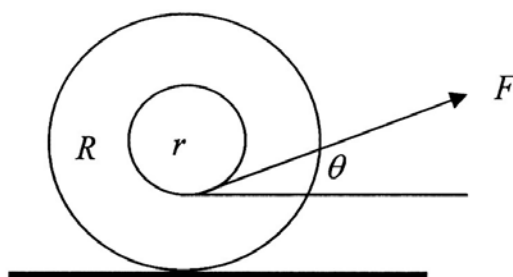
1. (20 分) 在铅直水平面内有一光滑的半圆形管道, 圆的半径为 R 。管内有一条长度正好为半圆周长 πR 的链条, 其线密度为 λ , 如图所示。若由于微小扰动, 链条从管内向外滑出。求:



- (1) 当链条刚从管口全部滑出时的速度;
(2) 当链条从管口滑出的长度为 $x = \frac{1}{3}\pi R$ 时的速度与加速度。

题 1 图

2. (20 分) 一线轴质量为 m , 绕质心轴的转动惯量为 I , 大小半径分别为 R 和 r , 小半径的轴上绕线, 以力 F 拉线, 拉力方向与水平面的夹角用 θ 表示。线轴放置在水平桌面上, 与桌面之间的摩擦系数为 μ 。问:



题 2 图

当摩擦系数为 μ 满足什么条件时,

线轴为纯滚动; 此时线轴的加速度和角加速度各为多少。

3. (15 分) 一艘静长为 90 米的飞船以速度 $v = 0.8c$ 飞行。当飞船的尾部经过地面上某信号站时, 该信号站发出一光信号。
- (1) 当光信号到达飞船头部时, 飞船头部离地面信号站的距离为多远?
(2) 按地面上的时间, 信号从信号站发出共需多少时间 Δt 才到达飞船头部?

4. (15 分) 两个接地的半无限大导体板垂直相接, 点电荷 q 与两个板的距离

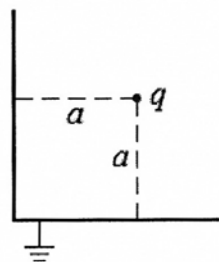
考试科目: 普通物理 A

第 1 页 共 2 页

均为 a 。求 q 所受的静电力以及整个体系的相互作用能。

5. (20 分) 球形电容器加电压 U , 两个极板的半径分别为 a 和 $c=4a$, 极板之间充满与极板同心的两层导电介质, 介电常数和电导率分别为 $\epsilon_1=3\epsilon_0$ 、 $\sigma_1=2\sigma$ 和 $\epsilon_2=2\epsilon_0$ 、 $\sigma_2=\sigma$, 两介质界面的半径为 $b=2a$ 。求

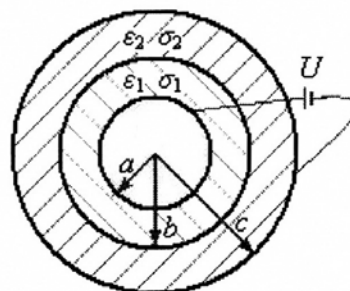
- (1) 介质内的电流密度;
- (2) 两介质界面处的自由电荷量。



题 4 图

6. (20 分) 如图所示, 一半径为 a 的小线圈, 电阻为 R , 开始时与一个半径为 b ($b \gg a$) 的大线圈共面且同心, 固定大线圈, 并在其中维持恒定电流 I , 使小线圈绕其直径以匀角速 ω 转动 (忽略线圈自感), 求:

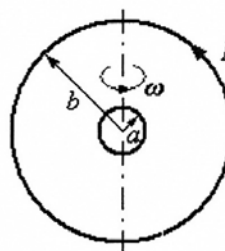
- (1) 小线圈中的感应电流;
- (2) 为使小线圈保持匀角速转动, 需对它施加的力矩。



题 5 图

7. (20 分) μ^- 子的质量为电子质量的 207 倍, 除质量不同外, 其余均与电子相同。而氦核的质量约为电子的 7300 倍。

- (1) 设一个氦核俘获一个 μ^- 子后形成的原子处于基态。(a) 试求该体系的能量; (b) 定性画出 μ^- 子径向概率密度 $P(r)$ 随它与氦核距离 r 的变化曲线, 并在 r 轴上标明 μ^- 子绕核的第一玻尔轨道半径的位置及数值。
- (2) 设氦原子中的一个电子被一个 μ^- 子取代后形成的原子处于基态。(a) 计算电子绕核的轨道半径; (b) 该原子体系的化学性质最类似于哪种元素? 为什么? 已知氢原子的电离能为 13.6eV , 玻尔半径为 0.53 埃。



题 6 图

8. (20 分) 若两个非等效 d 电子有强的自旋—轨道作用, 从而导致 jj 耦合, 试求它们总角动量量子数 J 的可能值; 若它们发生 LS 耦合, 则它们总角动量量子数 J 的可能值又如何? 比较两种情况下可能的原子态数目及 J 值。