

# 北京航空航天大学

## 二〇〇四年硕士试题

题单号: 491

### 大学物理

(共 5 页)

考生注意：所有答题务必书写在考场提供的答题纸上，写在本试题单上的答题一律无效（本题单不参与阅卷）。

#### 一、填空题（本题共 32 分，每小题各 4 分）

- 1、一质点沿半径为  $0.10\text{m}$  的圆周运动，其角位移  $\theta$  可用下式表示

$$\theta = 2 + 4t^3 \quad (\text{SI})$$

(1) 当  $t = 2\text{s}$  时，质点的切向加速度的大小  $a_t =$  \_\_\_\_\_；

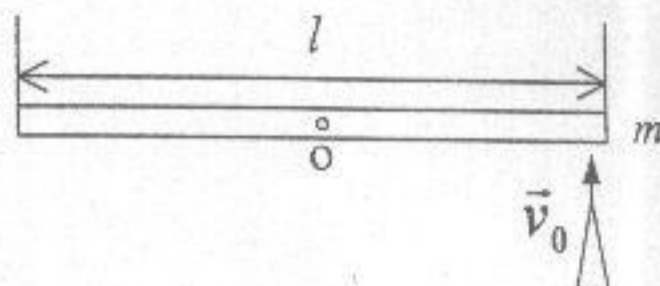
(2) 当  $a_t$  恰为总加速度大小的一半时， $\theta =$  \_\_\_\_\_。

- 2、已知地球的半径为  $R$ ，质量为  $M$ 。现有一质量为  $m$  的物体，在离地面高度为  $2R$  处。以地球和物体为系统，若取地面为势能零点，则系统的引力势能为 \_\_\_\_\_；若取无穷远处为势能零点，则系统的引力势能为 \_\_\_\_\_。

( $G$  为万有引力常数)

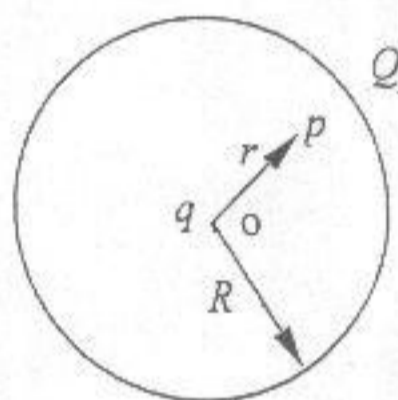
- 3、质量为  $M$  的车沿光滑的水平轨道以速度  $v_0$  前进，车上的人质量为  $m$ ，开始时人相对于车静止，后来人以相对于车的速度  $v$  向前走，此时车速变成  $V$ ，则车与人系统沿轨道方向动量守恒方程应写为 \_\_\_\_\_。

- 4、质量为  $m$ 、长为  $l$  的棒，可绕通过棒中心且与其垂直的竖直光滑固定轴  $O$  在水平面内自由转动（转动惯量  $J = ml^2/12$ ）。开始时棒静止，现有一子弹，质量也为  $m$ ，以速度  $\vec{v}_0$  垂直射入棒端并嵌在其中。则子弹和棒碰后的角速度  $\omega =$  \_\_\_\_\_。



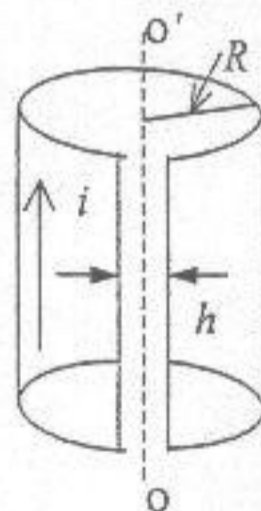
题一、4 图

- 5、真空中一半径为  $R$  的球面均匀带电量  $Q$ ，在球心  $O$  处有一带电量为  $q$  的点电荷，如图所示。设无穷远处为电势零点，则在球内离球心  $O$  距离为  $r$  的  $p$  点处的电势为 \_\_\_\_\_。



题一、5 图

- 6、将半径为  $R$  的无限长导体薄壁管（厚度忽略）沿轴向割去一宽度为  $h$  ( $h \ll R$ ) 的无限长狭缝后，再沿轴向均匀地流有电流，其面电流密度为  $i$ （如图），则管轴线上磁感应强度的大小是 \_\_\_\_\_。



题一、6 图

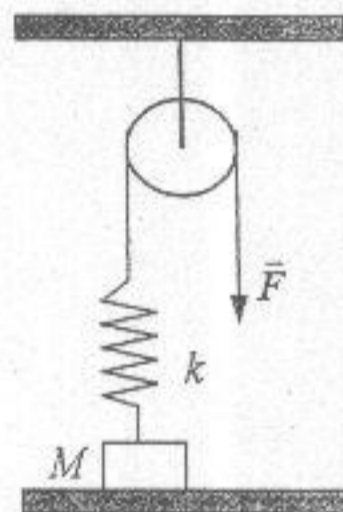
- 7、在磁场中某点放一很小的试验线圈。若线圈的面积增大一倍，且其中电流也增大一倍，该线圈所受的最大磁力矩将是原来的 \_\_\_\_\_ 倍。
- 8、一平行板空气电容器的两极板都是半径为  $R$  的圆形导体片，在充电时，板间电场强度的变化率为  $dE/dt$ 。若略去边缘效应，则两板间的位移电流为 \_\_\_\_\_。

二、简单计算题，答题时只要求给出解题的基本方程和结果，不要给出计算过程  
(本题共 48 分，每小题各 8 分)

1、质量为  $0.25\text{kg}$  的质点，受力  $\vec{F} = t\vec{i}$  (SI) 的作用，式中  $t$  为时间。 $t = 0$  时该质点以  $\vec{v} = 2\vec{j}\text{ m/s}$  的速度通过坐标原点，求出该质点的运动方程。

2、在如图所示系统中(滑轮质量不计，轴光滑)，外力  $\vec{F}$  通过不可伸长的绳子和一倔强系数  $k = 200\text{ N/m}$  的轻弹簧缓慢地拉地面上的物体。物体的质量  $M = 2\text{ kg}$ ，初始时弹簧为自然长度。在把绳子拉下  $20\text{ cm}$  的过程中， $\vec{F}$  所做的功等于多少？

(重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ )



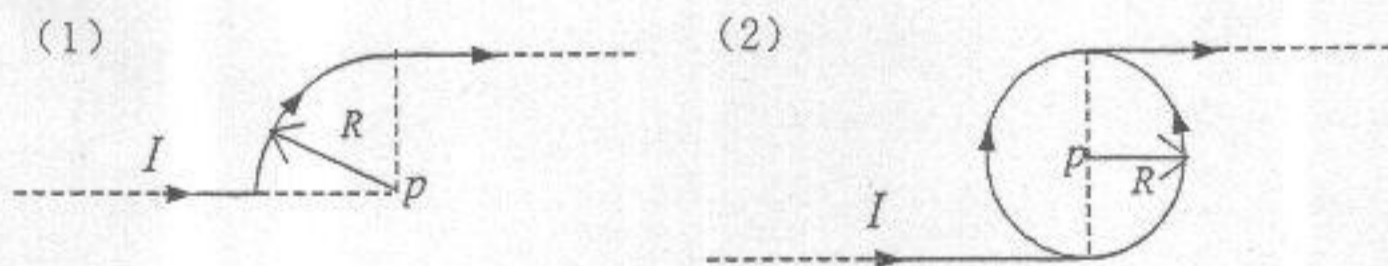
题二、2 图

3、一空气平行板电容器，极板面积为  $S$ ，极板间距为  $d$ ，在极板间加电势差  $U_{12}$ ，忽略边缘效应，求 (1) 两极板间相互作用力；(2) 电容器储存的能量。

HKH795

4、一电荷面密度为  $\sigma$  的“无限大”的均匀带电平面，若以该平面处为电势零点，试求带电平面周围空间的电势分布。

5、试求出下列两条处于平面内的无限长载流导线在给定点  $p$  处所产生的磁感应强度的大小。



题二、5 图

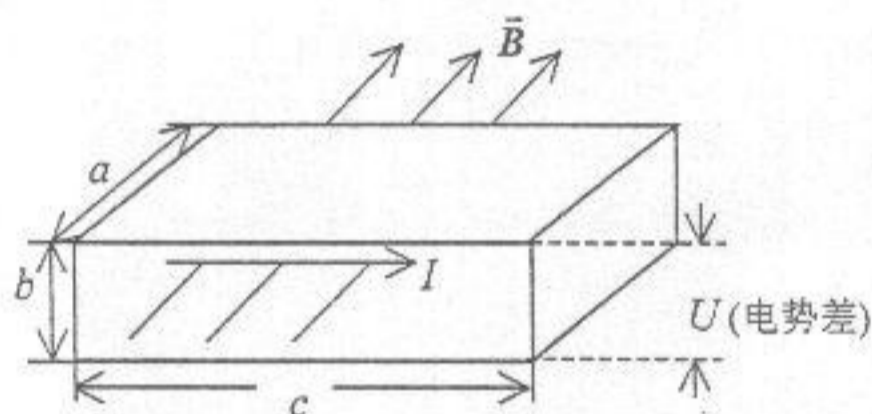
HKH796

6、如图所示，一块半导体样品的体积为  $a \times b \times c$ 。沿  $c$  方向有电流  $I$ ，沿厚度  $a$  边方向加有均匀外磁场  $\vec{B}$  ( $\vec{B}$  方向与样品中电流方向垂直)。若已知  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $I$  和  $B$  的值，沿  $b$  边两侧电势差为  $U$ ，上表面电势高。

(1) 问此半导体是  $p$  型 (正电荷导电) 还是  $n$  型 (负电荷导电) ?

(2) 求单位体积内参加导电的载流子数。

(正负载流子所带电量的大小为  $q$ )



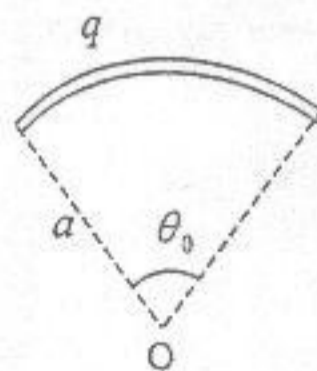
题二、6 图

三、(本题 15 分)

以  $20 \text{ N} \cdot \text{m}$  的恒力矩作用在有固定轴的转轮上，在  $10 \text{ s}$  内该轮的转速由零增大到  $100 \text{ rev/min}$ 。此时移去该力矩，转轮因摩擦力矩的作用经  $100 \text{ s}$  而停止。试求此转轮对其固定轴的转动惯量。

四、(本题 10 分)

一段半径为  $a$  的细圆弧，对圆心的张角为  $\theta_0$ ，其上均匀分布有正电荷  $q$ ，如图所示，试以  $a$ 、 $q$ 、 $\theta_0$  表示出圆心  $O$  处的电场强度。



题四图

### 五、(本题 15 分)

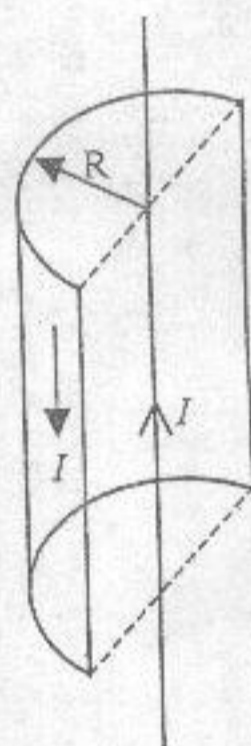
圆柱形电容器由共轴的两个导体薄圆筒组成, 内外筒的半径分别为  $R_1$ 、 $R_2$ , 两筒中间充满相对介电常数为  $\epsilon_r$  的各向同性的均匀电介质。设筒长都是  $L$ , 但可忽略边缘效应。

(1) 求此电容器的电容;

(2) 若电介质的击穿场强是  $E_m$ , 此电容器的耐压是多少?

### 六、(本题 15 分)

如图所示, 一半径为  $R$  的无限长半圆柱面导体, 其上电流与其轴线上一无限长直导线的电流等值反向, 电流  $I$  在半圆柱面上均匀分布, 试求轴线上导线单位长度所受力。



题六图

### 七、(本题 15 分)

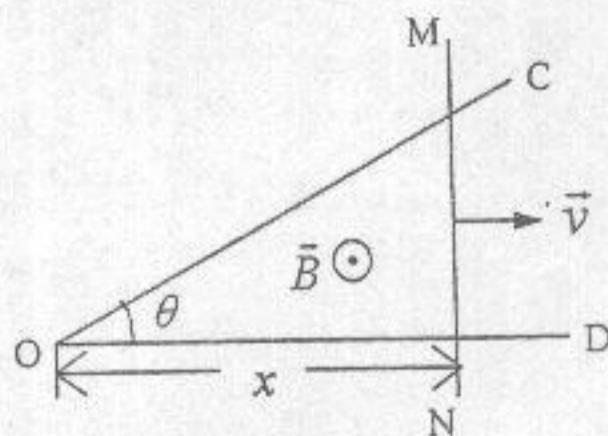
如图, 有一折成  $\theta$  角的金属架 COD, 一导线 MN (MN 垂直于 OD) 以恒定速度  $\vec{v}$  在金属架上滑动, 设  $\vec{v}$  垂直 MN 向右, 已知磁场的方向垂直图面向外。分别求下列两种情况下框架内的感应电动势  $\mathcal{E}_i$  的变化规律。

设  $t=0$  时,  $x=0$ 。

(1) 磁场分布均匀, 且  $\vec{B}$  不随时间改变;

(2) 非均匀且随时间变化的磁场

$B = kx \cos \omega t$ , 式中  $k$ 、 $\omega$  为常数。



题七图