

# 华中科技大学

## 二〇〇四年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目：力学与电磁学

适用专业：理论物理、凝聚态物理、光学、材料物理与化学、脉冲功率与等离子态技术

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

一、(本题 15 分) 已知质点的运动方程为  $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$ , 其中  $a, b, \omega$  为正的常数,  $t$  为时间变量.

(1) 求该质点  $t$  时刻的速度矢量和加速度矢量.

(2) 求该质点  $t$  时刻的速度的大小和加速度的大小

(3) 求质点的运动轨迹方程, 并说明轨迹的特征.

二、(本题 15 分) 用铁锤将一铁钉钉入木板, 设木板对铁钉的阻力与铁钉进入木板内的深度成正比. 在铁锤钉第一次时, 能将铁钉钉入木板内 1 cm, 问之后第二锤能将铁钉再钉入多深? 假定两次铁锤的打击速度相同. (设铁锤的质量比铁钉的质量大很多很多, 在钉钉子过程中铁锤碰到钉子后不弹起)

三、(本题 15 分) 质量为  $6 \times 10^3 \text{ kg}$  的火箭垂直发射, 从尾部喷出的气体的速度为 1000 m/s, 为满足下列两种条件, 问每秒内各必须喷出多少质量气体:

(1) 推力刚好能克服火箭受到的重力.

(2) 能使火箭最初向上的加速度达到  $19.6 \text{ m/s}^2$ .

四、(本题 20 分) 压路机的滚筒可近似看着一个直径为  $D$  的薄壁圆筒, 设  $D$  为 1.50 米, 滚筒的质量为 10 吨, 当作用在滚筒上的水平牵引力为 20000 牛顿时, 滚筒在路面上作纯滚动运动, 求

(1) 滚筒的角加速度和滚筒轴心的加速度.

(2) 从静止开始前进 1 米时, 滚筒的转动动能和平动动能.

五、(本题 15 分) 在考虑相对论效应情况下, 一根细棒相对测量者静止时的线密度为  $\lambda_0$ ,

(1) 当棒沿棒长方向以速度  $v$  运动时, 测量者测得其线密度为多少?

(2) 若棒沿与棒垂直的方向以速度  $v$  运动时, 测量者测得其线密度为多少?

六、(本题 20 分) 一平行板电容器的电容为  $100 \text{ pF}$ , 极板的面积为  $100 \text{ cm}^2$ , 极板间充满相对介电常数为  $5.4$  的云母电介质, 真空介电常数为  $8.85 \times 10^{-12} (\text{F/m})$ , 求极板上电势差为  $50 \text{ V}$  时,

(1) 云母中的电场强度  $E$ ,

(2) 电容器极板上的自由电荷,

(3) 云母介质面上的极化面电荷。

七、(本题 15 分) 一内半径为  $a$ , 外半径为  $b$  的圆筒形导体中沿长度方向通有电流  $I$ , 设电流  $I$  均匀分布在导体的横截面上, 求离圆筒形导体轴线相距  $r$  远的各点的磁感应强度  $B$ 。(假设是在真空情况下)

八、(本题 20 分) 螺绕环中心周长为  $10 \text{ cm}$ , 总匝数为  $200$ , 线圈中通过的电流为  $100 \text{ mA}$ , 真空磁导率为  $4\pi \times 10^{-7} (\text{H/m})$ ,

(1) 求真空情况下管内的  $B_0$  和  $H_0$ 。

(2) 求管内充满相对磁导率为  $4200$  的磁介质时管内的  $B$  和  $H$ 。

(3) 在(2)中, 磁介质内由导线中电流产生的磁感应强度和由磁化电流产生的磁感应强度各为多少?

九、(本题 15 分) 回旋电子加速器中的磁场在直径为  $0.50 \text{ 米}$  的圆柱形区域内是匀强的, 在圆柱形区域外部磁场为零。设圆柱形区域内的磁场强度以  $0.01 \text{ 特斯拉/秒}$  的速率增强, 试计算离中心距离为  $0.1 \text{ 米}$ 、 $0.5 \text{ 米}$ 、 $1.0 \text{ 米}$  处的电场强度。