

# 南京理工大学

## 2009 年硕士学位研究生入学考试试题

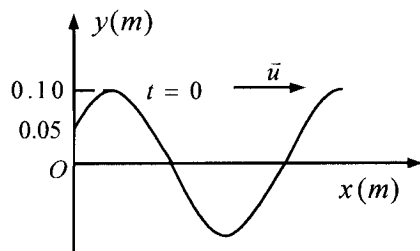
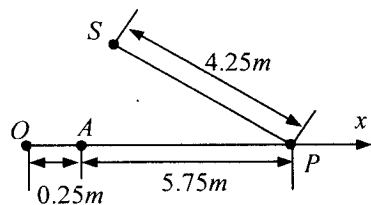
试题编号: 2009011034

考试科目: 普通物理 (A) (满分 150 分)

考生注意: 所有答案 (包括填空题) 按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不给分

一. 填空题 (28 分, 每空 2 分)

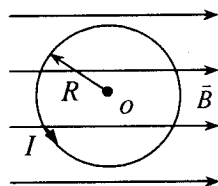
1. 已知一电子的运动方程可表示为  $\vec{r} = 3.0t^2\vec{i} + 2.0t\vec{j} + 1.5\vec{k}$ , 式中  $t$  以秒计,  $r$  以米计, 则在  $t$  时刻, 电子的速度为 (1), 加速度为 (2)。
2. 机枪每分钟射出 150 发质量为 20 克、出口速度为 800 米/秒的子弹, 则射击时的平均反冲力为: (3);
3. 一个转动惯量为  $J$  的刚体, 绕一固定轴转动, 在阻力矩  $M = -k\omega$  ( $k$  为正常数) 的作用下减速转动,  $t=0$  时, 刚体的角速度为  $\omega_0$ , 则其角速度与时间的函数关系为: (4);
4. 一平面简谐波方程 (波函数) 为  $y_1 = A \cos 2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda})$ , 在  $x=0$  处有一反射壁, 若平面波从空气传到反射壁而反射, 反射时振幅不变, 已知空气为波疏介质, 则反射波波函数为 (5); 波节点的位置为 (6)。
5. 如图所示, 一个在远处的波源发出的平面简谐波, 沿  $x$  正方向传播, 其波速  $u=1m/s$ , 传播到  $A$  点时,  $A$  点处质点的振动方程为  $y_A = 0.04 \cos(2\pi - \pi)$  ( $y$  以米  $m$  计), 则以  $O$  点为坐标原点的波函数为 (7), 另有一振动方程为  $y_S = 0.04 \cos(2\pi + \frac{\pi}{2})$  ( $y$  以米  $m$  计) 的相干波源  $S$ , 其传到  $P$  点时, 与前一波源相遇, 则  $P$  点的振动方程是 (8)。
6. 如图所示, 一沿正  $x$  方向传播的平面简谐波, 波速为  $u = 200m/s$ , 波长  $\lambda = 20m$ , 则  $x=0$  处质点的振动方程为 (9); 该平面简谐波方程为 (10)。
7.  $3mol$  氧气在  $27^\circ C$  时的内能等于 (11), 其分子的平均平动动能是 (12), 平均速率是  $446.6 m/s$  (13)。
8. 设  $N$  个气体分子的速率分布函数为  $f(v)$ , 则  $\int_0^2 N f(v) dv$  表示 (14);



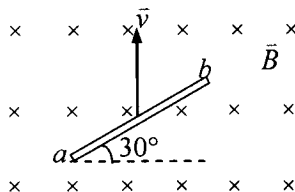
二. 填空题 (28 分, 每空 2 分)

1. 半径为  $R$  单位长度带电量为  $\lambda$  的均匀带电无限长直圆柱体内、外的电场强度分别为 (1)、(2), 轴线上一点到离轴距离为  $3R$  处的电势差为 (3)。

2. 一个半径  $R = 0.1m$  的圆形闭合线圈, 载有电流  $I = 10A$ , 放在均匀外磁场中, 磁场方向与线圈平面平行, 大小为  $B = 10T$ , 如图所示。则线圈磁矩的大小为 (4), 线圈所受磁力矩的大小为 (5), 在磁力矩作用下, 线圈平面绕过  $O$  点的竖直轴转过  $\pi/2$  角, 磁力矩作的功 (设  $I$  在旋转过程中不变) 为 (6)。



3. 在垂直纸面的均匀磁场中, 长为  $l$  的导体棒  $ab$  平行于纸面匀速运动, 如图。则动生电动势的大小为 (7), 且 (8) 点的电势高;



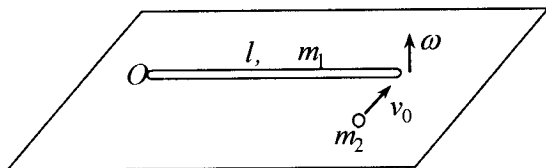
4. 波长为  $\lambda$  的单色光在折射率为  $n$  的媒质中, 由  $a$  点传到  $b$  点, 位相改变  $\pi$ , 则光程改变 (9), 光从  $a$  点到  $b$  点的几何路程为 (10);

5. 某光栅在 2.4 厘米宽度中有 6000 条刻痕, 且刻痕宽度  $b$  是透光宽度  $a$  的 2 倍, 光栅常数为 (11), 若以  $\lambda_1 = 632.8nm$  的单色平行光垂直照射, 最多能见到的主极大明纹共有 (12) 条;

6. 动能为  $E_k = 1.53MeV$  的电子运动的动量为 (13), 其德布罗意波长为 (14);

三. (12 分) 水平桌面上, 一长为  $l$ , 质量为  $m_1$  的匀质细杆, 一端固定于  $O$  点, 细杆可绕经过  $O$  点的轴在水平桌面上转动, 细杆与桌面间的摩擦系数为  $\mu_k$ 。现有一质量为  $m_2$ , 速度为  $v_0$  的小球垂直撞击静止细杆的另一端, 设杆与小球作完全弹性碰撞, 求:

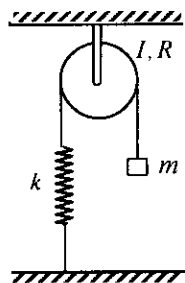
- (1) 撞击后杆的角速度大小;
- (2) 桌面对转动细杆的摩擦力矩。
- (3) 细杆转动过程中, 摩擦力矩作的功。



四. (10 分) 如图, 已知轻弹簧的劲度系数为  $k$ , 定滑轮的半径为  $R$ , 转动惯量为  $I$ , 物体的质量为  $m$ , 试求

(1) 系统的振动周期;

(2) 当将  $m$  托至弹簧原长并释放时, 求  $m$  的运动方程 (以向下为正方向)。

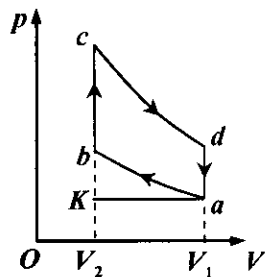


五. (12 分) 空气标准奥托循环由下述四个过程组成

(1)  $a-b$ , 绝热; (2)  $b-c$ , 等体吸热;

(3)  $c-d$ , 绝热; (4)  $d-a$ , 等体放热

求此循环的效率; (已知空气绝热比为  $\gamma$ )



六. (12 分) 一带电系统由半径为  $R_1$  的导体球  $A$  和内外

半径分别为  $R_2$ 、 $R_3$  的导体球壳组成。已知  $A$  球面带电量为  $Q_A > 0$ , 球壳内壁带电量  $Q_B = -Q_A$ , 球壳外壁带电量  $Q_C = 2Q_A$ 。求

(1). 该带电系统是否处于静电平衡状态;

(2). 将内球面接地后, 上述三球面的带电量  $q_A, q_B, q_C$ 。

七. (12 分) 同轴传输线内导线半径为  $a$ , 外导线是半径为  $b$  的圆柱筒, 两导线间充满介电常数为  $\epsilon$ 、磁导率仍为  $\mu_0$  的均匀绝缘介质。导线载有在芯线截面上均匀分布的电流  $I$ , 此电流从外导线中流回, 两导线间的电压为  $U$ , 求:

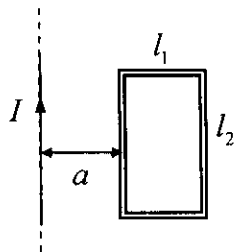
(1) 空间各处的磁感应强度;

(2) 介质中的能流密度和传输功率。

八. (12 分) 一无限长直导线与  $N$  匝矩形线圈共面, 相对位置和线圈尺寸如图所示, 求:

(1) 系统的互感系数;

(2) 若长直导线中的  $I = I_0 \sin \omega t$ , 则线圈中的感应电动势是多少?



九. (12 分) 用氦-氖激光器发出的波长为  $632.8nm$  的单色光做牛顿环实验, 已知所用平凸透镜的曲率半径为  $10.0m$ , 平面直径为  $3.0cm$ , 求:

① 能观察到的暗环的数目;

② 若把整个装置放入水中 ( $n=1.33$ ), 能观察到的暗环的数目又是多少?

十. (12 分)若用  $13.0\text{eV}$  的电子轰击基态的氢原子, 试求

(1) 氢原子所能达到的最高能态;

(2) 氢原子由上述最高能态直接跃迁到基态, 发出的光子的波长为多大?

附常用物理常数:

电子静止质量  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} (\text{Kg})$

电子电量  $e = 1.6 \times 10^{-19} (\text{C})$

普朗克常数  $h = 6.63 \times 10^{-34} (\text{J} \cdot \text{s})$

真空中光速  $c = 3 \times 10^8 (\text{m/s})$

普适气体恒量  $R = 8.31 (\text{J/mol} \cdot \text{K})$

玻尔兹曼常量  $k = 1.38 \times 10^{-23} (\text{J/K})$

引力常量  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ , 真空电容率  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}$