

# 南京航空航天大学

## 2012 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码： 811 科目名称： 普通物理 满分： 150 分

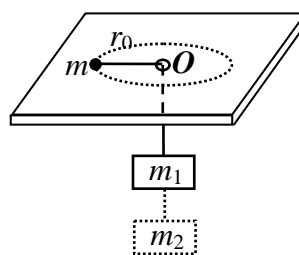
注意： 认真阅读答题纸上的注意事项； 所有答案必须写在答题纸上，写在本试题纸或草稿纸上均无效； 本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回！

### 一 填空题 ( 共 75 分 )

1 ( 本题 6 分 ) 一质量为  $m$  的质点以初速度  $v_0$  沿  $x$  轴作直线运动，所受阻力与其速度的关系为  $f = -kv^3$  ( $k$  为常数)。则质点速度随时间  $t$  的变化关系是 (1)；若取质点初始位置为坐标原点，时，则质点速度随位置  $x$  的变化关系是 (2)。

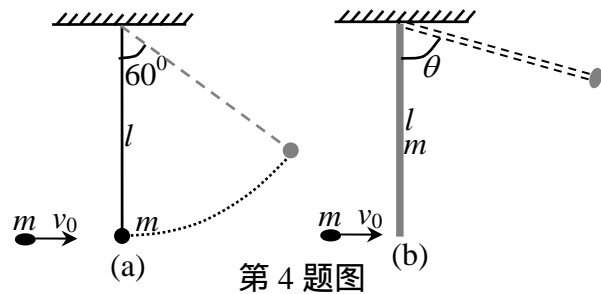
2 ( 本题 6 分 ) 一颗子弹由枪口射出时速率为  $v_0$ ，当子弹在枪口内被加速时，它所受的合力为  $F=a-bt$  ( $a$ 、 $b$  为常数)，其中  $t$  的单位为秒(s)。若子弹运行到枪口处合力刚好为零，则子弹走完枪筒全长需要的时间为 (3)，子弹所受的冲量为 (4)，子弹的质量为 (5)。

3 ( 本题 6 分 ) 如图所示，平板中央开一小孔，质量为  $m$  的小球用细线系住，细线穿过小孔后挂一质量为  $m_1$  的重物，小球做匀速圆周运动，当半径为  $r_0$  时重物达到平衡。则此时小球转动的角速度为 (6)；若在  $m_1$  的下方再挂一质量为  $m_2$  的物体，则在新的平衡条件下，小球作匀速圆周运动的角速度为 (7)，小球的转动半径为 (8)。



第 3 题图

4 (本题 6 分) 如图所示, (a) 质量为  $m$  的子弹, 以水平速度  $v_0$  击中单摆(质量也为  $m$ 、摆长为  $l$ ) 并粘在一起, 随后单摆上升至  $\theta=60^\circ$  时停止, 则碰前瞬间子弹的速率  $v_0=(9)$  ; (b) 若子弹击



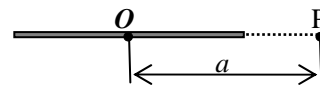
第 4 题图

中的是长为  $l$ 、质量为  $m$  的均质细杆(细杆可绕过上端点的水平轴在竖直平面内自由转动)的下端并粘在一起, 初速  $v_0$  与(a)相同, 则碰后细杆的最大摆角  $\theta=(10)$ 。(设重力加速度  $g$  为已知, 细杆绕端点的转动惯量  $J = \frac{1}{3}ml^2$  )

5 (本题 6 分) 大部分物质的定压摩尔热容可以用经验公式  $C_p = a + 2bT - cT^{-2}$  来表示, 其中  $a$ 、 $b$ 、 $c$  均为常量,  $T$  为绝对温度。则把 1mol 物质等压地由温度  $T_1$  升到  $T_2$  所需的热量(用  $a$ 、 $b$ 、 $c$  表示)为  $Q=(11)$  ; 在温度  $T_1$  与  $T_2$  之间的平均摩尔热容  $\bar{C}_p=(12)$ 。

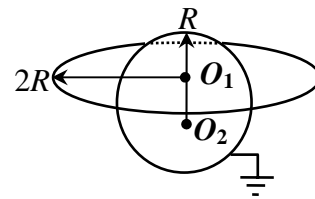
6 (本题 6 分) 假定夏季室外温度为  $37.0^\circ\text{C}$ , 启动空调使室内温度始终保持在  $17.0^\circ\text{C}$ , 若将空调视为理想的卡诺制冷机, 则空调的制冷系数为  $(13)$  ; 如果每小时有  $1.45 \times 10^7 \text{J}$  的热量通过热传导等方式自室外流入室内, 则空调每一小时要消耗的电能为  $(14)$  ; 若空调实际的制冷系数只为同条件下卡诺制冷系数的 80%, 则空调每一小时要消耗的电能为  $(15)$  ;

7 (本题 6 分) 如图所示, 一均匀带电细棒长度为  $2l$ , 所带总电量为  $Q$ , 则在棒的延长线上离棒中心距离为  $a$  处 P 点的电势为  $(16)$  ; P 点的电场强度为  $(17)$ 。  
(设真空电容率  $\epsilon_0$  为已知)



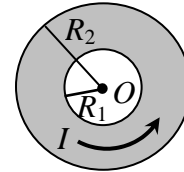
第 8 题图

- 8 (本题 6 分) 一个半径为  $2R$  的孤立带电金属细圆环在其中心处产生的电势为  $U_0$ , 则此圆环上所带的电荷量为  $q = \underline{(18)}$ ; 若将此圆环套在一半径为  $R$  的接地导体球外部, 如图所示, 圆环中心  $O_1$  位于与环面垂直的球径上, 且与球心  $O_2$  相距  $R/2$ , 则导体球上的感应电量  $Q = \underline{(19)}$ 。(真空电容率  $\epsilon_0$  为已知)



第 9 题图

- 9 (本题 6 分) 如图所示, 一环形导体, 内、外半径分别为  $R_1$ 、 $R_2$ , 在圆环面内有稳定的电流沿半径方向均匀分布, 若总电流为  $I$ , 则环心  $O$  处磁感应强度的大小为  $\underline{(20)}$ ; 方向为  $\underline{(21)}$ 。(设真空磁导率  $\mu_0$  为已知)



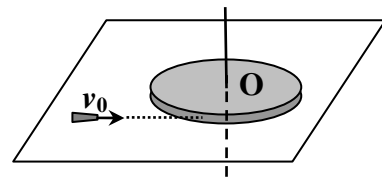
第 9 题图

- 10 (本题 6 分) 一个水平面上的弹簧振子, 倔强系数为  $k$ , 振子的质量为  $M$ , 作无阻尼的简谐振动, 当它达到平衡位置时, 有一块粘土 (质量为  $m$ ) 从高度  $h$  处自由下落, 正好落在物体  $M$  上, 并随之一起运动, 则在  $m$  下落前后, 振动系统的周期之比  $T_2/T_1 = \underline{(22)}$ ; 振幅之比  $A_2/A_1 = \underline{(23)}$ 。
- 11 (本题 3 分) 在迈克尔逊干涉仪的两臂中分别插入一个透明玻璃管, 两玻璃管的长度均为  $l$ , 且这两个玻璃管内均已被抽成真空。现向其中的一个玻璃管内缓慢充入某种气体, 直至其压强为一个大气压, 若在此过程中观察到波长为  $\lambda$  的单色光形成的干涉条纹移动了  $N$  条, 则充入气体的折射率为  $\underline{(24)}$ 。
- 12 (本题 3 分) 可利用杨氏双缝干涉实验测量单色光的波长。已知双缝间距  $0.4\text{mm}$ , 双缝屏到观察屏的距离为  $1.2\text{m}$ , 由读数显微镜测得 10 个条纹的总宽度为  $15\text{mm}$ , 则此单色光的波长为  $\underline{(25)}$  nm。
- 13 (本题 3 分) 当电子的动能等于其静能的 2 倍时, 电子的运动速度  $v$  与光速  $c$  之比  $v/c = \underline{(26)}$ 。

- 14 (本题 6 分) 从金属铝中移出一个电子需要能量  $4.2\text{eV}$  , 今有波长为  $200\text{nm}$  的光投射到铝表面, 则放出电子的最大初动能为 (27) ; 铝的红限波长为 (28) 。( 电子的电量  $e=1.6\times 10^{-19}\text{C}$  , 真空中的光速  $c=3\times 10^8\text{m/s}$  , 普朗克常量  $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$  )

## 二 计算题 (共 75 分)

- 15 (本题 10 分) 如图所示, 一质量均匀分布的圆盘质量为  $m$ 、半径为  $R$ , 放在粗糙的水平面上, 圆盘可绕通过其中心  $O$  的光滑竖直轴转动, 圆盘与水平面间的摩擦系数为  $\mu$ 。开始时, 圆盘保持静止, 一质量为  $m'$  的子弹以水平速度  $v_0$  垂直于圆盘半径打入圆盘边缘并嵌入其中, 试求: (1) 子弹击中圆盘后, 圆盘获得的角速度; (2) 经过多长时间后, 圆盘停止转动 (略去子弹重力造成的摩擦阻力矩)?



第 15 题图

( 设重力加速度  $g$  为已知, 圆盘绕过中心的竖直轴的转动惯量  $J = \frac{1}{2}mR^2$  )

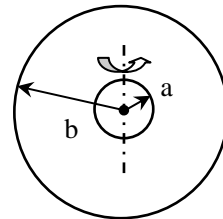
- 16 (本题 8 分) 导体中自由电子的运动可看作类似于气体中分子的运动, 设导体中共有  $N$  个自由电子, 其中电子的最大速率为  $v_m$ , 电子速率在  $v\sim v+dv$  之间的概率为

$$\frac{dN}{N} = \begin{cases} Av^2 dv & (0 < v \leq v_m) \\ 0 & (v > v_m) \end{cases}$$

式中  $A$  为常量。(1) 画出电子速率分布函数图; (2) 用  $v_m$  定出常量  $A$ ; (3) 求导体中  $N$  个电子的平均速率。

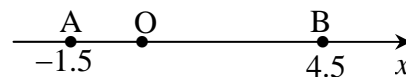
- 17 (本题 10 分) 半径为  $R$  的带电球体, 其电荷体密度为  $\rho = \rho_0(1-r/R)$ ,  $\rho_0$  为常量,  $r$  为球内任一点至球心的距离。试求: (1) 球内外的电场强度分布; (2) 最大电场强度的位置与大小。( 设真空电容率  $\epsilon_0$  为已知 )

- 18 (本题 10 分) 如图所示, 一个半径为  $a$  的小线圈, 起初和一个半径为  $b$  ( $b \gg a$ ) 的大线圈同心共面, 大线圈通入一恒定电流  $I$ , 并保持不动, 而小线圈以角速度  $\omega$  绕其直径转动 (小线圈的电阻为  $R$ , 电感  $L$  略去不计)。求: (1) 小线圈中的感应电流; (2) 两线圈的互感系数  $M$  及大线圈中产生的电动势。(设真空磁导率  $\mu_0$  为已知)



第 18 题图

- 19 (本题 10 分) 如图所示, 同一介质中的两个相干波源 A、B 分别位于坐标原点 O 的两侧, 其坐标值分别为  $x_1 = -1.5\text{m}$  和  $x_2 = 4.5\text{m}$ 。设两波源发出的机械波振幅相等, 频率均为



第 22 题图

- 100Hz, 波速 400m/s, 设  $t=0$  时, A 处质点位于正的最大位移, B 处质点刚好通过平衡位置向负位移方向振动。(1) 求 A 波源产生的沿正向传播的波动表达式和 B 波源产生的沿负向传播的波动表达式; (2) 若两波在  $x$  轴上相遇并发生干涉, 求 A、B 之间因两波干涉而静止的各点的位置。
- 20 (本题 9 分) 一束  $400\text{nm} \sim 700\text{nm}$  的平行光垂直地射到光栅常数为  $2\mu\text{m}$  的透射平面光栅上, 在光栅后放一物镜, 物镜的焦平面上放一屏, 若想在屏上得到该束光第一级光谱的展开长度为  $50\text{mm}$ , 求所用物镜的焦距应为多少?
- 21 (本题 8 分) 一束由自然光和线偏振光混合的光垂直通过一块偏振片时, 透射光的强度取决于偏振片的取向, 已知最大光强是最小光强的 4 倍, 求入射光束中两种光的强度与入射光总强度的比值各为多少?
- 22 (本题 10 分) 已知一维无限深势阱中粒子的波函数为:  $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a}$ , 式中  $a$  为势阱的宽度。试求: 粒子处于  $n=2$  的定态时, (1) 粒子出现概率密度最大的位置; (2) 粒子出现概率密度最小的位置; (3) 粒子出现在  $x=0$  到  $x=a/3$  之间的概率。(4)  $n$  为任意值时, 两相邻概率密度最小值之间的距离。