

南京理工大学

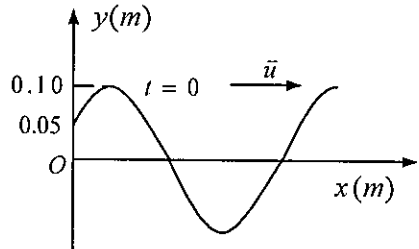
2010 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 2010011043

考试科目: 普通物理 (B) (满分 150 分)

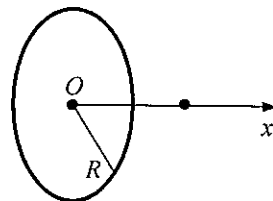
考生注意: 所有答案 (包括填空题) 按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不给分

一. 填空题 (32 分, 每空 2 分)

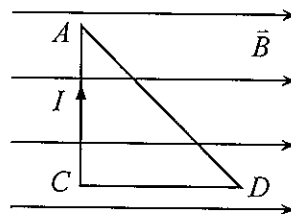
1. 已知一电子的运动方程可表示为 $\vec{r} = b \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j} + ct \vec{k}$, 式中 a 、 b 为常数, t 以秒计, r 以米计, 则在 t 时刻, 电子的速度为 (1), 加速度为 (2)。
2. 一质量为 m 的小球系在长为 L 的线的一端, 线的另一端固定于 O 点, 先拉动小球使线保持水平静止, 然后松手使小球下落。则线与竖直方向夹角为 θ 时小球的速率为 (3), 线中的张力大小为 (4)。
3. 设一平面简谐波沿 x 轴正方向传播, 已知 $x=0$ 处质点的振动方程为 $y = A \cos(\omega t - \pi/3)$, 波速为 u , 波在 $x=L$ 处经平面反射, 则 $x=x_0$ 处 ($x_0 < L$) 质点由于反射波引起的振动方程为 (5), x_0 处是波节位置的条件是 $x_0 =$ (6)。
4. 如图所示, 一沿正 x 方向传播的平面简谐波, 波速为 $u = 200 \text{ m/s}$, 波长 $\lambda = 20 \text{ m}$, 则 $x=0$ 处质点的振动方程为 (7); 该平面简谐波方程为 (8)。
5. 2 mol 氧气在 27°C 时的内能等于 (9), 其分子的平均平动动能是 (10), 平均速率是 (11)。
6. 设 N 个气体分子的速率分布函数为 $f(v)$, 则速率处于 $v_1 \rightarrow v_2$ 区间内的分子数为 (12);
7. 带电量为 q 半径为 R_1 的导体球 A , 与内、外半径分别为 R_2 和 R_3 接地的同心金属球壳 B 间充满介电常数为 ϵ 的介质, 构成一球形电容器。则该电容器的电容 $C =$ (13), 设导体球 A 带电 q , 则该电容器内任一点 P 处的电场强度 $E =$ (14), 电容器储存的电能 $W =$ (15), 若球壳 B 接地, 则导体球 A 的电势为 (16)。

二. 填空题 (32 分, 每空 2 分)

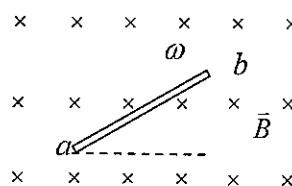
1. 半径为 R 的圆环, 均匀带电, 单位长度所带的电量为 λ , 以每秒 n 转绕通过环心并与环面垂直的轴作等速转动。则环的等效磁矩大小为____(1)____, 轴线上距环心为 x 处的任一点 P 的磁感应强度大小为____(2)____;



2. 均匀磁场 B 中置一直角边长为 a 通有强度为 I 的稳恒电流的等腰直角三角形线圈 ACD , 线圈可绕 AC 边转动, 线圈平面与磁场方向平行, 如图所示。则线圈所受磁力矩的大小为____(3)____, 在磁力矩作用下, 线圈平面绕 AC 边转过 $\pi/3$ 角, 磁力矩作的功 (设 I 在旋转过程中不变) 为____(4)____。

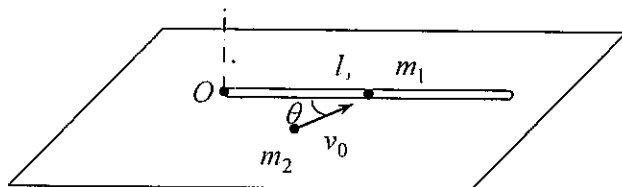


3. 在垂直纸面的均匀磁场中, 长为 l 的导体棒 ab 以 ω 逆时针绕 a 点匀速转动, 如图。则动生电动势的大小为____(5)____, 且____(6)____点的电势高;



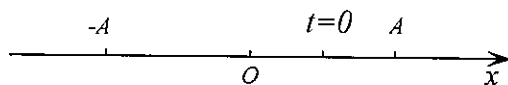
4. 在真空中, 一平面电磁波的磁场 $B = B_y = B_0 \cos[\omega(t + \frac{z}{c})]$ (T), 则该电磁波的传播方向为____(7)____, 电场强度为____(8)____;
5. 用氦-氖激光器发出的波长为 $632.8nm$ 的单色光做牛顿环实验, 已知所用平凸透镜的曲率半径为 $10.0m$, 平面直径为 $3.0cm$, 则能观察到____(9)____条暗环, 若把整个装置放入水中 ($n=1.33$), 能观察到____(10)____条暗环;
6. 两个偏振化方向相互垂直的偏振片平行放置, 组合成正交偏振片。现让光强为 I_0 的一束自然光垂直射入该正交偏振片, 则透射光强为____(11)____。若在两偏振片之间放入第三块偏振片, 其偏振化方向与第一块偏振片的偏振化方向夹角为 30° , 则透射光强为____(12)____。
7. 动能 $E_k=1.53MeV$ 的电子运动的德布罗意波长为____(13)____;
8. 处于第一激发态的氢原子的势能为____(14)____, 其核外电子绕核运动的动能为____(15)____;
9. 已知一维无限深势井中粒子的波函数为: $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x$, 则 $n = 1$ 时, 粒子在 $x = \frac{a}{3}$ 处出现的概率密度为____(16)____;

- 三. (12分) 如图所示, 水平桌面上, 一长为 $l=1.0\text{m}$, 质量为 $m_1=3.0\text{kg}$ 的匀质细杆, 一端固定于 O 点, 细杆可绕过 O 点的竖直轴在水平桌面上转动, 细杆与桌面间的摩擦系数为 $\mu=0.20$ 。开始时杆静止, 现有一质量为 $m_2=20\text{g}$, 速度 $v_0=400\text{m/s}$, 沿水平方向以与杆成 $\theta=30^\circ$ 角射入杆的中点且留在杆内。



- 求:
- (1) 撞击后杆开始转动的角速度大小;
 - (2) 子弹射入后, 细杆所受摩擦力矩;
 - (3) 细杆的角加速度。

- 四. (12分) 如图, 一质量 $m=2.0\text{kg}$ 的物体沿 x 轴作简谐振动, 振幅为 0.12m , 周期为 2s , 初始时 $x_0=0.06\text{m}$ 并向 x 轴正向运动。求:



- (1) 物体的运动方程;
- (2) 物体从初始时刻运动到平衡位置所需要最短时间;
- (3) 物体在平衡位置时所具有的机械能。

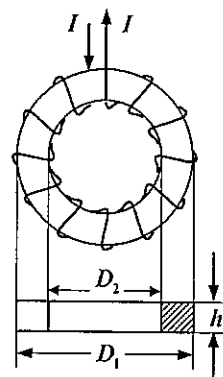
- 五. (10分) 一摩尔的双原子理想气体, 初始时压强为 2atm , 体积为 20l , 先等压膨胀至原体积 2 倍, 再等容冷却至原来温度, 最后等温压缩回到初态。

- (1) 作出该循环的 $p \sim V$ 图;
- (2) 求气体在各过程种的功;
- (3) 该循环的效率。

- 六. (12分) 一无限长均匀带电圆柱, 体电荷密度为 ρ , 截面半径为 R

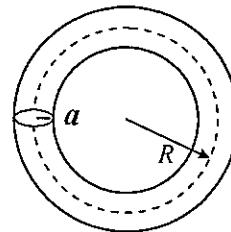
- (1) 用高斯定理求出柱内外电场强度分布;
- (2) 求出柱内外的电势分布 (以柱面为电势零点)。

- 七. (10分) 截面为矩形、总匝数为 N 的通有电流 I 螺绕环, 尺寸如图所示。求:



- (1) 环内磁感应强度的分布;
- (2) 通过螺绕环截面 (图中阴影区) 的磁通量。

八. (10 分) 一螺绕环, 横截面的半径为 a , 中心线的半径为 R , $R \gg a$, 其上由表面绝缘的导线均匀地密绕两个线圈, 一个 N_1 匝, 另一个 N_2 匝. 求:



- (1) 两线圈的自感 L_1 和 L_2 ;
- (2) 两线圈的互感 M ;

九. (10 分) 光栅每厘米有 2500 条狭缝, 且刻痕宽度 b 是缝宽 a 的 3 倍, 若以 $\lambda_1 = 600\text{nm}$ 的单色光垂直入射到光栅上, 求:

- (1) 光栅常数;
- (2) 在单缝衍射的中央明纹区域内, 最多可见到多少条主极大明纹;
- (3) 若用另一波长为 λ_2 的单色光垂直入射, 发现其第 3 级与 λ_1 的第 2 级主极大明纹重合, 则 λ_2 的量值为多少?

十. (10 分) π 介子, 相对静止时测得其平均寿命 $\tau_0 = 1.8 \times 10^{-8}\text{s}$, 若使其以 $v = 0.6c$ 的速率离开加速器, 求:

- (1) 从实验室观测, π 介子的平均寿命;
- (2) 若在寿命为 τ_0 的介子上测量, 能测到的实验室后退的距离。

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 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}$

第4页共4页