

南京理工大学
2013 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 845 科目名称: 普通物理(B) 满分 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②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; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一. 填空题 (每空 2 分, 共 30 分):

1. 一质量为 $M=6.0 \text{ kg}$ 的物体沿 x 轴在一光滑水平路径上运动, $t=0$ 时, 物体的位置 $x_0=0$, 初速度 $v_0=0$, 在力 $F=(3+4x)$ 牛顿作用下, 物体移动了 3.00 米 (x 以米作单位) 时它的加速度大小为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$, 速度大小为 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. 在光滑的水平桌面上开一小孔, 今有质量 m 的小球以细轻绳系着, 绳穿过小孔下垂, 如图 1。

小球原以速率 v_0 沿半径 R_0 在桌面回转。在回转过程中将绳缓缓下拖。当小球的回转半径缩短为 $R=1/2 R_0$ 时, 此时小球的回转角速度大小 $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

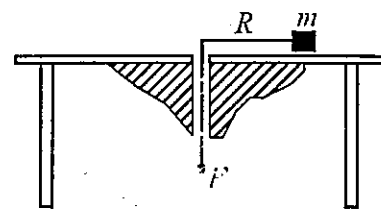


图 1

$\underline{\hspace{2cm}}$, 在此过程中外力做的功为 $A = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

3. 直升机的每片旋翼长为 $L=6\text{m}$, 质量 $m=30\text{kg}$ 。若按宽度一定、厚度均匀的薄片计算, 当旋翼以转速 $n=400\text{r/min}$ 旋转时, 其根部受到的拉力的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 此拉力是重力的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍。

4. 一摩尔自由度为 i 的理想气体的摩尔热容量有 $\underline{\hspace{2cm}}$ 种, 其经历的某过程的状态方程的微分形式为 $\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = 0$, 则此过程应为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 过程。

5. 一卡诺热机, 低温热源的温度为 27°C , 效率为 40% , 现要把效率提高到 60% , 若高温热源的温度不变, 低温热源的温度要降低到 $T_2' = \underline{\hspace{2cm}}$ K; 若低温热源的温度不变, 则高温热源的温度要提高到 $T_1' = \underline{\hspace{2cm}}$ K。

6. 一无限大均匀带电平面, 电荷面密度为 σ , 在平面附近平行放置一无限大导体平板, 如图 2, 则导体平板两表面上的感应电荷面密度分别为 $\sigma_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $\sigma_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

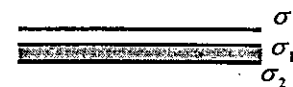


图 2

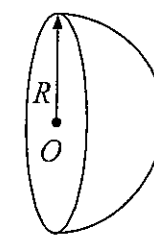


图 3

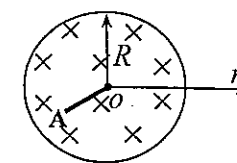


图 4

7. 半径为 R 、带电量为 Q 的半球面, 如图 3, 设 Q 在半球面上均匀分布, 则球心处的电势为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 球心处的电场强度的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

8. 一长直密绕螺线管长为 L , 截面积为 S , 密绕 N 匝线圈, 若所通的电流 $I = kt$ ($k > 0$), 则在其线圈中产生的自感电动势大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

二. 填空题 (每空 2 分, 共 30 分):

1. 如图 4, 在一个半径为 R 的圆柱形空间内, 有一均匀分布的磁场 B , 且随时间变化为 dB/dt , 在圆柱形空间内的感生电场强度 $E_{\text{内}} = \underline{\hspace{2cm}}$, 圆柱形空间外的感生电场强度 $E_{\text{外}} = \underline{\hspace{2cm}}$, 若沿径向方向放一长为 a 的导体棒 oA , 则导体棒上产生的感生电动势为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. 两块平板玻璃, 长度为 $L=4\text{cm}$, 一端相接触, 另一端垫一金属丝, 两板之间形成夹角很小的空气劈尖, 如图 5。现以波长 $\lambda=500\text{nm}$ 的单色光垂直入射, 测得相邻明纹之间的距离为 0.1mm , 其金属丝的直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm; 在金属丝与楞边之间, 明条纹的总数为 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 条。

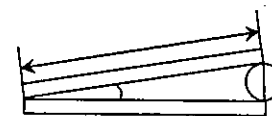


图 5

3. 一束波长为 $\lambda=5000\text{\AA}$ 的平行光垂直照射在一个单缝上, 如果所用的单缝的宽度 $a=0.5\text{mm}$, 缝后紧挨着的薄透镜焦距 $f=1\text{m}$, 则中央明条纹的角宽度 $\underline{\hspace{2cm}}$; 且第一级与第二级暗纹的距离为 $\underline{\hspace{2cm}}$ mm。

4. 真空中, 一平面电磁波的电场 $E = E_y = E_0 \cos[\omega(t - \frac{x}{c})]$ (V/m), 则该电磁波的传播方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 磁感应强度的振幅为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

5. 美国波多黎各阿里西玻谷地的无线电天文望远镜的“物镜”镜面孔径为 D , 曲率半径是 R , 它工作的最短波长是 λ 。对于此波长, 这台望远镜的最小分辨角 $\underline{\hspace{2cm}}$; 这台望远镜的分辨率为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

6. 在实验室中测得静止 μ 粒子的平均寿命为 $2.2 \times 10^{-6} s$, 当 μ 粒子以速度 $v = 0.6c$ 相对于实验室运动时, 测得其平均寿命变为 (12), 平均飞行的距离为 (13)。

7. 从铝中逸出一个电子需要 $4.2 eV$ 的能量, 若用波长为 $200 nm$ 的光照射到铝表面, 则逸出的光电子的最大动能为 (14) eV , 金属铝的红线波长为 (15) nm 。

三. (10) 水星质量为 m_k , 绕质量为 M_s 的太阳运行, 轨道的近日点到太阳的距离为 r_1 , 远日点到太阳的距离为 r_2 , 求:

- (1) 水星越过近日点时的速率;
- (2) 从近日点到远日点引力做的功。

四. (10 分) 如图 6 所示, 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)。

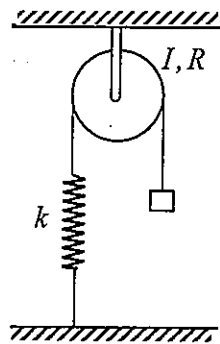


图 6

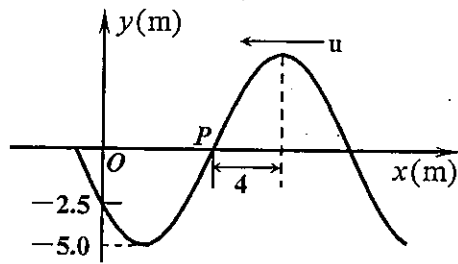


图 7

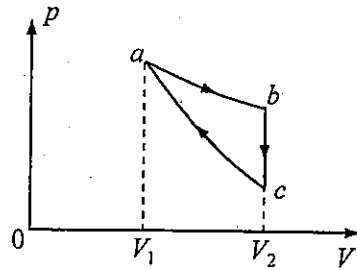


图 8

五. (12 分) 一平面余弦波以速度 $u = 10 m/s$ 向 x 负方向传播, $t = 0$ 时波形如图 7 所示, 试求: (1) 入射波的波动方程;

- (2) P 点的横坐标 x_p ;
- (3) 在 $x = 0$ 处有一反射墙, 波从空气传到墙壁被反射, 求反射波的波动方程;
- (4) 合成波的波动方程及波节点的位置。

六. (12 分) 一定量的理想气体, 其循环过程如图 8 所示。ab 为等温过程, bc 为等容过程, ca 为绝热过程。设理想气体为单原子分子, $V_1 = 1 m^3$, $V_2 = 2 m^3$, 求该循环过程的效率。

七. (12 分) 半径为 R_1 的导体球外套有一个与它同心的导体球壳, 球壳内、外半径分别为 R_2 和 R_3 , 内球与球壳间是空气, 球壳外是介电常数为 ϵ 的无限大均匀电介质, 当内球带电量为 Q 时, 求:

- (1) 这个系统储存了多少电能? (2) 如果用导线把内球与球壳联在一起, 这个系统储存的能量变为多少? 其相应的能量变化到哪里去了?

八. (12 分) 一半径为 a 的小圆线圈, 电阻为 R , 开始时与一个半径为 b ($b \gg a$) 的大线圈共面且同心, 固定大线圈, 并在其中维持恒定电流 I , 使小线圈绕其直径以匀角速度 ω 转动, 如图 9 所示。(大小线圈的自感均可忽略)。

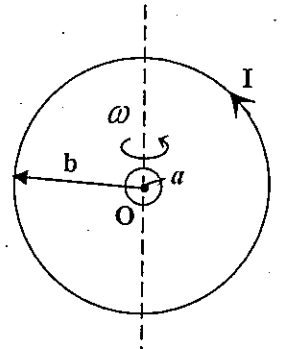


图 9

- (1) 小线圈中感应电动势以及感应电流的大小;
- (2) 系统的互感系数以及大线圈中的感应电动势。

九. (10 分) 在杨氏双缝实验中, 缝宽 $a = 0.02 mm$, 缝间距离 $d = 0.10 mm$ 。以波长 $\lambda = 4800 \text{ \AA}$ 的单色平行光垂直地入射于双缝上, 缝后用焦距 $f = 50 cm$ 的透镜观察焦平面上的干涉条纹。求:

- (1) 干涉条纹的间距;
- (2) 单缝衍射中央明纹的宽度;
- (3) 单缝衍射中央明纹包络线内有多少条干涉明条纹?

十. (12 分) 静电子经加速电压 $5.1 \times 10^5 V$ 的静电加速器加速后, 求:

- (1) 电子的总能;
- (2) 电子的总质量与静质量之比;
- (3) 电子的运动速度和相应的物质波波长。

附: 常用物理常数

电子静止质量 $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} (Kg)$ 电子电量 $e = 1.6 \times 10^{-19} (C)$

普朗克常数 $h = 6.626 \times 10^{-34} (J \cdot s)$ 真空中光速 $c = 3 \times 10^8 (m/s)$

普适气体恒量 $R = 8.31 J/mol \cdot K$ 真空中的磁导率 $\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} T \cdot m/A$