

## 海 军 潜 艇 学 院

### 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试专业课试题

考试科目：普通物理

考试时间：180 分钟

说 明：1、试题共三大题，满分 150 分

2、答案一律写在答题纸上，写在试卷上无效；其中第一、第二大题直接将答案写在答题纸上，不必写出演算步骤；第三大题要求写出必要的文字说明、论述或重要的演算步骤。只写出最后答案，而未写出主要演算过程的，不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

一. 单项选择题（本题共 11 小题，每题 3 分，共 33 分，在每小题给出的选项中只有一个是正确的，选对得 3 分，选错、多选或不答均得 0 分）

1. 如图 1 所示，一个小物体，位于光滑的水平桌面上，与一绳的一端相联结，绳的另一端穿过桌面中心的小孔  $O$ 。该物体原以角速度  $\omega$  在半径为  $R$  的圆周上绕  $O$  旋转，今将绳从小孔缓慢往下拉，则物体 [            ]。

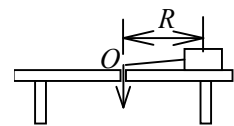


图 1

- (A) 动能不变，动量改变。
- (B) 动量不变，动能改变。
- (C) 角动量不变，动量不变。
- (D) 角动量改变，动量改变。
- (E) 角动量不变，动能、动量都改变。

2. 一定量的理想气体贮于某一容器中，温度为  $T$ ，气体分子的质量为  $m$ 。根据理想气体分子模型和统计假设，分子速度在  $x$  方向的分量的平均值 [            ]。

- (A)  $\overline{v_x} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$  .            (B)  $\overline{v_x} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$  .
- (C)  $\overline{v_x} = \sqrt{\frac{8kT}{3\pi m}}$  .            (D)  $\overline{v_x} = 0$  .



6. 一矩形线框长为  $a$  宽为  $b$ ，置于均匀磁场中，线框绕  $OO'$  轴，以匀角速度  $\omega$  旋转(如图 3 所示)。设  $t = 0$  时，线框平面处于纸面内，则任一时刻感应电动势的大小为 [ ]。

- (A)  $2abB |\cos \omega t|$ .      (B)  $\omega abB$   
 (C)  $\frac{1}{2} \omega abB |\cos \omega t|$ .      (D)  $\omega abB |\cos \omega t|$ .  
 (E)  $\omega abB |\sin \omega t|$ .

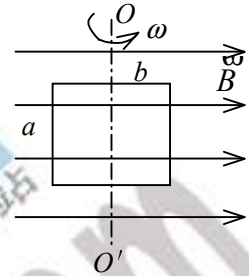
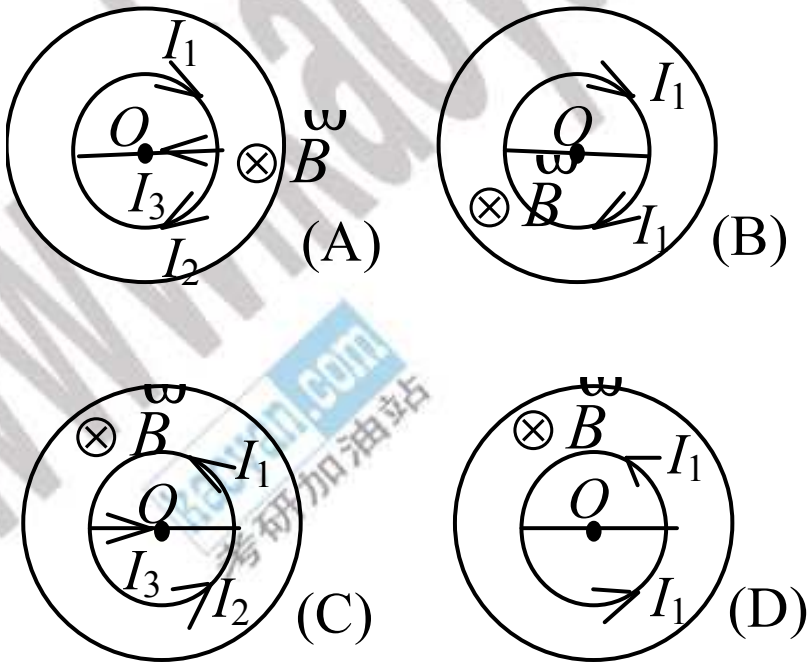


图 3

7. 用导线围成如图 4 所示的回路(以  $O$  点为心的圆，加一直径)，放在轴线通过  $O$  点垂直于图面的圆柱形均匀磁场中，如磁场方向垂直图面向里，其大小随时间减小，则感应电流的流向为 [ ]。



8. 图 5 示一简谐波在  $t = 0$  时刻的波形图，波速  $u = 200 \text{ m/s}$ ，则图中  $O$  点的振动加速度的表达式为 [ ]。

(A)  $a = 0.4\pi^2 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$  (SI).

(B)  $a = 0.4\pi^2 \cos(\pi t - \frac{3}{2}\pi)$  (SI).

(C)  $a = -0.4\pi^2 \cos(2\pi t - \pi)$  (SI).

(D)  $a = -0.4\pi^2 \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$  (SI).

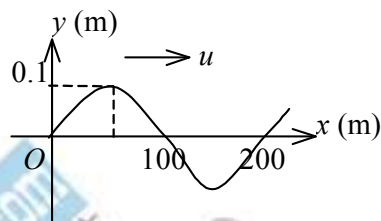


图 5

9. 用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷，当波长为  $\lambda$  的单色平行光垂直入射时，若观察到的干涉条纹如图 6 所示，每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切，则工件表面与条纹弯曲处对应的部分 [ ]。

(A) 凸起，且高度为  $\lambda/4$ 。

(B) 凸起，且高度为  $\lambda/2$ 。

(C) 凹陷，且深度为  $\lambda/2$ 。

(D) 凹陷，且深度为  $\lambda/4$ 。

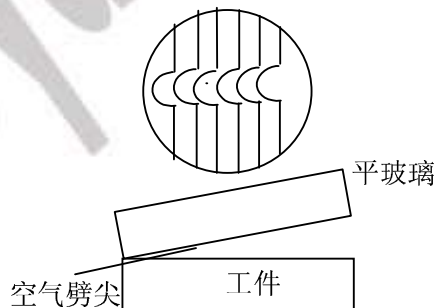


图 6

10. 已知电子的静能为  $0.51 \text{ MeV}$ ，若电子的动能为  $0.25 \text{ MeV}$ ，则它所增加的质量  $\Delta m$  与静止质量  $m_0$  的比值近似为 [ ]。

(A) 0.1 .      (B) 0.2 .      (C) 0.5 .      (D) 0.9 .

11. 氢原子中处于  $2p$  状态的电子，描述其量子态的四个量子数  $(n, l, m_l, m_s)$  可能取的值为 [ ]。

(A)  $(2, 2, 1, -\frac{1}{2})$ .                      (B)  $(2, 0, 0, \frac{1}{2})$ .

(C)  $(2, 1, -1, -\frac{1}{2})$ .                      (D)  $(2, 0, 1, \frac{1}{2})$ .

二. 填空题 (本题共 15 小题, 第 2 小题和第 7 题每小题 4 分, 其余题目每小题 3 分, 共 47 分. 填对得分, 填错、填写不完整或不答均得 0 分)

1. 设质点的运动学方程为  $\vec{r} = R \cos \omega t \vec{i} + R \sin \omega t \vec{j}$  (式中  $R$ 、 $\omega$  皆为常量)

则质点的  $\vec{v} =$  \_\_\_\_\_,  $dv/dt =$  \_\_\_\_\_。

2. 已知地球的半径为  $R$ , 质量为  $M$ 。现有一质量为  $m$  的物体, 在离地面高度为  $2R$  处。以地球和物体为系统, 若取地面为势能零点, 则系统的引力势能为 \_\_\_\_\_; 若取无穷远处为势能零点, 则系统的引力势能为 \_\_\_\_\_。(G 为万有引力常量)

3. 体积和压强都相同的氦气和氢气(均视为刚性分子理想气体), 在某一温度  $T$  下混合, 所有氢分子所具有的热运动动能在系统总热运动动能中所占的百分比为 \_\_\_\_\_。

4. 在一个孤立系统内, 一切实际过程都向着 \_\_\_\_\_ 的方向进行。这就是热力学第二定律的统计意义。从宏观上说, 一切与热现象有关的实际的过程都是 \_\_\_\_\_。

5. 在点电荷  $q$  的电场中, 把一个  $-1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$  的电荷, 从无限远处(设无限远处电势为零)移到离该点电荷距离  $0.1 \text{ m}$  处, 克服电场力作功  $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$ , 则该点电荷  $q =$  \_\_\_\_\_。(真空介电常量  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )

6. 电子在磁感强度  $B = 0.1 \text{ T}$  的匀强磁场中沿圆周运动, 电子运动形成的等效圆电流强度  $I =$  \_\_\_\_\_。(电子电荷  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ , 电子质量  $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ )

7. 半径为  $L$  的均匀导体圆盘绕通过中心  $O$  的垂直轴转动, 角速度为  $\omega$ , 盘面与均匀磁场  $\vec{B}$  垂直, 如图 7 所示。

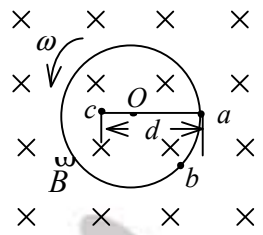


图 7

(1) 图上  $Oa$  线段中动生电动势的方向为\_\_\_\_\_。

(2) 填写下列电势差的值(设  $ca$  段长度为  $d$ ):

$U_a - U_O =$ \_\_\_\_\_。

$U_a - U_b =$ \_\_\_\_\_。

$U_a - U_c =$ \_\_\_\_\_。

8. 在半径为  $R$  的圆柱形区域内, 匀强磁场的磁感强度  $\vec{B}$  的方向与轴线平行如图 8 所示。设  $B$  以  $1.0 \times 10^{-2} \text{ T} \cdot \text{s}^{-1}$  的速率随时间减小。则在  $r = 5.0 \times 10^{-2} \text{ m}$  的  $P$  点电子受到涡旋电场对它的作用力, 此力产生的加速度的大小  $a =$ \_\_\_\_\_ 请在图 8 中画出  $\vec{a}$  的方向。(电子的电荷大小  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ , 质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ )

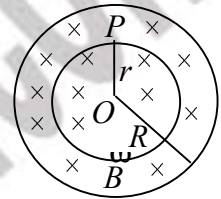


图 8

9. 一质点同时参与了两个同方向的简谐振动, 它们的振动方程分别为

$$x_1 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{1}{4} \pi) \quad (\text{SI}), \quad x_2 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{9}{12} \pi) \quad (\text{SI})$$

其合成运动的运动方程为  $x =$ \_\_\_\_\_。

10. 在真空中传播的平面电磁波, 在空间某点的磁场强度为

$$H = 1.20 \cos(2\pi \nu t + \frac{1}{3}) \quad (\text{SI})$$

则在该点的电场强度为\_\_\_\_\_。

(真空介电常量  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ , 真空磁导率  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ )

11. 一声源的振动频率为  $\nu_s$ , 相对于空气以  $v_s$  的速率运动, 在其运动方向上有一相对于空气为静止的接收器  $R$ 。设声波在空气中的传播速度为  $u$ , 则接收器  $R$  接收到的声波频率  $\nu_R =$ \_\_\_\_\_。

12. 平行单色光垂直入射在缝宽为  $a=0.15\text{ mm}$  的单缝上。缝后有焦距为  $f=400\text{ mm}$  的凸透镜，在其焦平面上放置观察屏幕。现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为  $8\text{ mm}$ ，则入射光的波长为=\_\_\_\_\_。

13. 用相互平行的一束自然光和一束线偏振光构成的混合光垂直照射在一偏振片上，以光的传播方向为轴旋转偏振片时，发现透射光强的最大值为最小值的 5 倍，则入射光中，自然光强  $I_0$  与线偏振光强  $I$  之比为\_\_\_\_\_。

14. 氢原子由定态 1 跃迁到定态  $k$  可发射一个光子。已知定态 1 的电离能为  $0.85\text{ eV}$ ，又知从基态使氢原子激发到定态  $k$  所需能量为  $10.2\text{ eV}$ ，则在上述跃迁中氢原子所发射的光子的能量为\_\_\_\_\_eV。

15. 在电子单缝衍射实验中，若缝宽为  $a = 0.1\text{ nm}$  ( $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$ )，电子束垂直射在单缝面上，则衍射的电子横向动量的最小不确定量  $\Delta p_y =$ \_\_\_\_\_  $\text{N} \cdot \text{s}$ 。  
(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$ )

**三. 计算题**（本题共 7 小题，每小题 10 分，共 70 分。要求写出相应的计算步骤和必要的文字说明，只有计算结果不得分）

1. 如图 9 所示，一辆静止在光滑水平面上的小车，车上装有光滑的弧形轨道，轨道下端切线沿水平方向，车与轨道总质量为  $M$ 。今有一质量为  $m$  ( $m < M$ )、速度为  $v_0$  的铁球，从轨道下端水平射入，求球沿弧形轨道上升的最大高度  $h$  及此后下降离开小车时的速度  $v$ 。

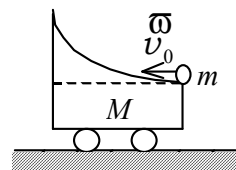


图 9

2. 质量为  $M$ 、长为  $l$  的均匀直棒，可绕垂直于棒的一端的水平固定轴  $O$  无摩擦地转动。转动惯量  $J = \frac{1}{3}Ml^2$ 。它原来静止在平衡位置上，如图 10 所示，图面垂直于  $O$  轴。现有一质量为  $m$  的弹性小球在图面内飞来，正好在棒的下端与棒垂直相撞。相撞后使棒从平衡位置摆动到最大角度  $\theta = 60^\circ$  处，

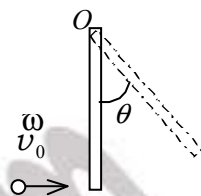


图 10

(1) 设碰撞为弹性的，试计算小球刚碰前速度的大小  $v_0$ 。

(2) 相撞时，小球受到多大的冲量？

3. 1 mol 氦气作如图 11 所示的可逆循环过程，其中  $ab$  和  $cd$  是绝热过程， $bc$  和  $da$  为等体过程，已知  $V_1 = 16.4 \text{ L}$ ， $V_2 = 32.8 \text{ L}$ ， $p_a = 1 \text{ atm}$ ， $p_b = 3.18 \text{ atm}$ ， $p_c = 4 \text{ atm}$ ， $p_d = 1.26 \text{ atm}$ ，试求：

(1) 在各态氦气的温度。

(2) 在各态氦气的内能。

(3) 在一循环过程中氦气所作的净功。

(1 atm =  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ )

(普适气体常量  $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

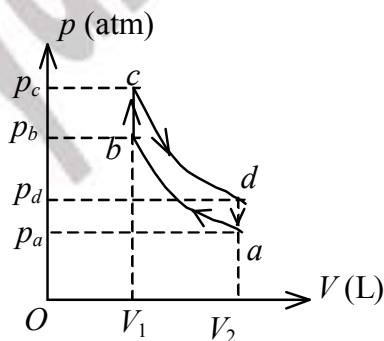


图 11

4. 如图 12 所示，一半径为  $a$  的带电金属球，其电荷面密度为  $\sigma$ 。球外同心地套一内半径为  $b$ 、外半径为  $c$  的各向同性均匀电介质球壳，其相对介电常量为  $\epsilon_r$ 。试求：

(1) 介质球壳内距离球心为  $r$  处的  $P$  点的场强。

(2) 金属球的电势（设无限远处的电势为零）。

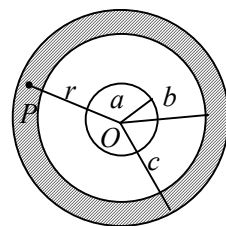


图 12

5. 一根半径为  $R$  的长直导线载有电流  $I$ , 作一宽为  $R$ 、长为  $l$  的假想平面  $S$ , 如图 13 所示。若假想平面  $S$  可在导线直径与轴  $OO'$  所确定的平面内离开  $OO'$  轴移动至远处。试求当通过  $S$  面的磁通量最大时  $S$  平面的位置(设直导线内电流分布是均匀的)。

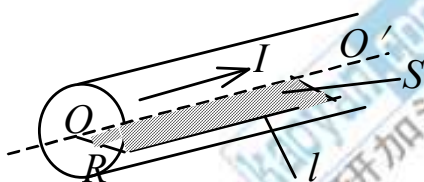


图 13

6. 一列平面简谐波在媒质中以波速  $u = 5 \text{ m/s}$  沿  $x$  轴正向传播, 原点  $O$  处质元的振动曲线如图 14 所示。

- (1) 求解并画出  $x = 25 \text{ m}$  处质元的振动曲线。
- (2) 求解并画出  $t = 3 \text{ s}$  时的波形曲线。

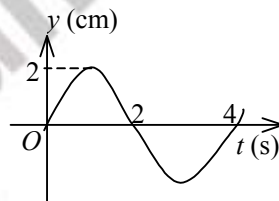


图 14

7. 双缝干涉实验装置如图 15 所示, 双缝与屏之间的距离  $D = 120 \text{ cm}$ , 两缝之间的距离  $d = 0.50 \text{ mm}$ , 用波长  $\lambda = 500 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直照射双缝。

- (1) 求原点  $O$  (零级明条纹所在处) 上方的第五级明条纹的坐标  $x$ 。
- (2) 如果用厚度  $l = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mm}$ , 折射率  $n = 1.58$  的透明薄膜覆盖在图中的  $S_1$  缝后面, 求上述第五级明条纹的坐标  $x'$ 。

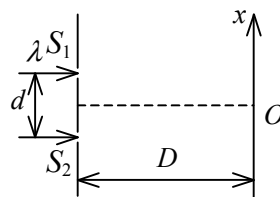


图 15