

海 军 潜 艇 学 院

2009 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 10 小题，每题 3 分，共 30 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. 一人造地球卫星到地球中心 O 的最大距离和最小距离分别是 R_A 和 R_B ，如图 1 所示，设卫星对应的角动量分别是 L_A 、 L_B ，动能分别是 E_{KA} 、 E_{KB} ，则应有 []。

- (A) $L_B > L_A$, $E_{KA} > E_{KB}$ 。
- (B) $L_B > L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$ 。
- (C) $L_B = L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$ 。
- (D) $L_B < L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$ 。
- (E) $L_B = L_A$, $E_{KA} < E_{KB}$ 。

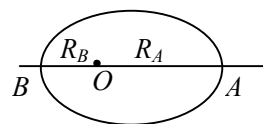


图 1

2. 三个容器 A、B、C 中装有同种理想气体，其分子数密度 n 相同，而方均根速率之比为 $(\overline{v_A^2})^{1/2} : (\overline{v_B^2})^{1/2} : (\overline{v_C^2})^{1/2} = 1 : 2 : 4$ ，则其压强之比 $p_A : p_B : p_C$ 为 []。

- (A) 1 : 2 : 4。
- (B) 1 : 4 : 8。
- (C) 1 : 4 : 16。
- (D) 4 : 2 : 1。

3. 置于容器内的气体，如果气体内各处压强相等，或气体内各处温度相同，则这两种情况下气体的状态 []。

- (A) 一定都是平衡态。
- (B) 不一定都是平衡态。
- (C) 前者一定是平衡态，后者一定不是平衡态。
- (D) 后者一定是平衡态，前者一定不是平衡态。

4. 对于室温下的双原子分子理想气体, 在等压膨胀的情况下, 系统对外所作的功与从外界吸收的热量之比 W/Q 等于 []。

- (A) $2/3$ 。 (B) $1/2$ 。
(C) $2/5$ 。 (D) $2/7$ 。

5. 如果在空气平行板电容器的两极板间平行地插入一块与极板面积相同的各向同性均匀电介质板, 由于该电介质板的插入和它在两极板间的位置不同, 对电容器电容的影响为 []。

- (A) 使电容减小, 但与介质板相对极板的位置无关。
(B) 使电容减小, 且与介质板相对极板的位置有关。
(C) 使电容增大, 但与介质板相对极板的位置无关。
(D) 使电容增大, 且与介质板相对极板的位置有关。

6. 如图 2 所示, 导体棒 AB 在均匀磁场 B 中绕通过 C 点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴 OO' 转动 (角速度 ω 与 \vec{B} 同方向), BC 的长度为棒长的 $\frac{1}{3}$, 则

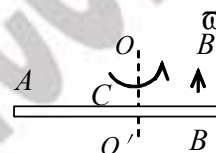


图 2

- (A) A 点比 B 点电势高。 (B) A 点与 B 点电势相等。
(B) A 点比 B 点电势低。 (D) 有稳恒电流从 A 点流向 B 点。

[]

7. 在圆柱形空间内有一磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场, 如图 3 所示。 \vec{B} 的大小以速率 dB/dt 变化。在磁场中有 A 、 B 两点, 其间可放直导线 \overline{AB} 和弯曲的导线 \widehat{AB} , 则

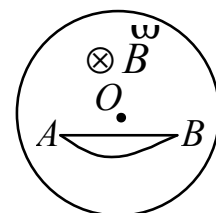


图 3

- (A) 电动势只在 \overline{AB} 导线中产生。
(B) 电动势只在 \widehat{AB} 导线中产生。
(C) 电动势在 \overline{AB} 和 \widehat{AB} 中都产生, 且两者大小相等。
(D) \overline{AB} 导线中的电动势小于 \widehat{AB} 导线中的电动势。

[]

8. 在真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B , 若 A 、 B 两点相位差为 3π , 则此路径 AB 的光程为

- (A) 1.5λ 。 (B) $1.5\lambda/n$ 。
(C) $1.5 n\lambda$ 。 (D) 3λ 。

[]

9. 设某微观粒子的总能量是它的静止能量的 K 倍, 则其运动速度的大小为(以 c 表示真空中的光速)

- (A) $\frac{c}{K-1}$ 。 (B) $\frac{c}{K}\sqrt{1-K^2}$ 。
 (C) $\frac{c}{K}\sqrt{K^2-1}$ 。 (D) $\frac{c}{K+1}\sqrt{K(K+2)}$ 。 []

10. 已知某单色光照射到一金属表面产生了光电效应, 若此金属的逸出电势是 U_0 (使电子从金属逸出需作功 eU_0), 则此单色光的波长 λ 必须满足:

- (A) $\lambda \leq hc/(eU_0)$ 。 (B) $\lambda \geq hc/(eU_0)$ 。
 (C) $\lambda \leq eU_0/(hc)$ 。 (D) $\lambda \geq eU_0/(hc)$ 。 []

二. 填空题 (本题共 15 小题, 第 12、14、23、25 小题每小题 4 分, 其余题目每小题 3 分, 共 50 分。填对得分, 填错、填写不完整或不答均得 0 分)

1. 一质点从静止出发沿半径 $R=1$ m 的圆周运动, 其角加速度随时间 t 的变化规律是 $a=12t^2-6t$ (SI), 则质点的角速度 $\omega=$ _____; 切向加速度 $a_t=$ _____。

2. 一质量为 m 的质点在指向圆心的平方反比力 $F=-k/r^2$ 的作用下, 作半径为 r 的圆周运动。此质点的速度 $v=$ _____。若取距圆心无穷远处为势能零点, 它的机械能 $E=$ _____。

3. 一氧气瓶的容积为 V , 充入氧气的压强为 p_1 , 用了一段时间后压强降为 p_2 , 则瓶中剩下的氧气的内能与未用前氧气的内能之比为 _____。

4. 在平衡状态下, 已知理想气体分子的麦克斯韦速率分布函数为 $f(v)$ 、分子质量为 m 、最概然速率为 v_p , 试说明下列各式的物理意义:

(1) $\int_{v_p}^{\infty} f(v)dv$ 表示_____;

(2) $\int_0^{\infty} \frac{1}{2}mv^2 f(v)dv$ 表示_____。

5. 由绝热材料包围的容器被隔板隔为两半, 左边是理想气体, 右边真空。如果把隔板撤去, 气体将进行自由膨胀过程, 达到平衡后气体的温度_____(升高、降低或不变), 气体的熵_____(增加、减小或不变)。

6. 想象电子的电荷 $-e$ 均匀分布在半径 $r_e = 1.4 \times 10^{-15} \text{ m}$ (经典的电子半径) 的球表面上, 电子表面附近的电势(以无穷远处为电势零点) $U =$ _____。

($\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

7. 一个带电的金属球, 当其周围是真空时, 储存的静电能量为 W_{e0} , 使其电荷保持不变, 把它浸没在相对介电常量为 ϵ_r 的无限大各向同性均匀电介质中, 这时它的静电能量 $W_e =$ _____。

8. 半径为 R 的空心载流无限长螺线管, 单位长度有 n 匝线圈, 导线中电流为 I 。今在螺线管中部以与轴成 α 角的方向发射一个质量为 m , 电荷为 q 的粒子(如图 4)。则该粒子初速 v_0 必须小于或等于_____, 才能保证它不与螺线管壁相撞。

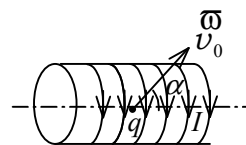


图 4

9. 如图 5 所示, 一段长度为 l 的直导线 MN , 水平放置在载电流为 I 的竖直长导线旁与竖直导线共面, 并从静止由图示位置自由下落, 则 t 秒末导线两端的电势差

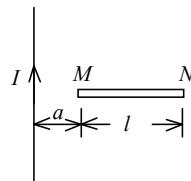


图 5

$U_M - U_N =$ _____。

10. 无限长直通电螺线管的半径为 R , 设其内部的磁场以 dB/dt 的变化率增加, 则在螺线管内部离开轴线距离为 r ($r < R$) 处的涡旋电场的强度为 _____。

11. 两个同方向的简谐振动曲线如图 6 所示。合振动的振幅为 _____, 合振动的振动方程为 _____。

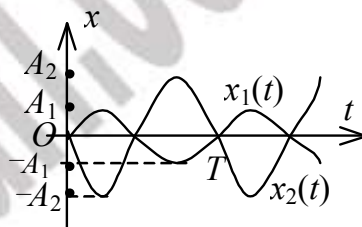


图 6

12. 一声波在空气中的波长是 0.25 m , 传播速度是 340 m/s , 当它进入另一介质时, 波长变成了 0.37 m , 它在该介质中传播速度为 _____。

13. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 设第一级暗纹的衍射角很小, 若钠黄光($\lambda_1 \approx 589 \text{ nm}$) 中央明纹宽度为 4.0 mm , 则 $\lambda_2 = 442 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的蓝紫色光的中央明纹宽度为 _____。

14. 要使一束线偏振光通过偏振片之后振动方向转过 90° , 至少需要让这束光通过 _____ 块理想偏振片。在此情况下, 透射光强最大是原来光强的 _____ 倍。

15. 当氢原子从某初始状态跃迁到激发能(从基态到激发态所需的能量)为 10.19 eV 的激发态上时, 发出一个波长为 4860 \AA 的光子, 则初始状态氢原子的能量是 _____ eV 。

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. 两个质量分别为 m 和 M 的物体 A 和 B 。物体 B 为梯形物块, H 、 h 和 θ 如图 7 所示。物体 A 与 B 以及 B 与地面之间均为光滑接触。开始时物体 A 位于物体 B 的左上方顶端处, 物体 A 和 B 相对于地面均处于静止状态。求当物体 A 沿物体 B 由斜面顶端滑至两物体分离时, 物体 B 的动量。

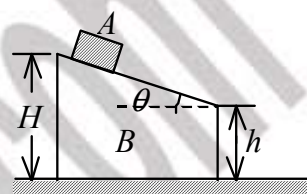


图 7

2. 如图 8 所示, 一长为 l 质量为 M 的匀质竖直杆可绕通过杆上端的固定水平轴 O 无摩擦地转动。一质量为 m 的泥团在垂直于轴 O 的图面内以水平速度 v_0 打在杆的中点并粘住, 求杆摆起的最大角度。

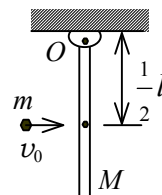


图 8

3. 一定量的某种理想气体进行如图 9 所示的循环过程。已知气体在状态 A 的温度为 $T_A = 300 \text{ K}$, 求

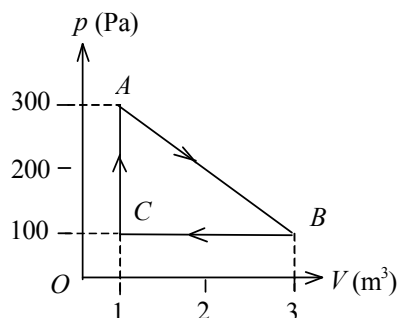


图 9

- (1) 气体在状态 B 、 C 的温度;
- (2) 各过程中气体对外所作的功;
- (3) 经过整个循环过程, 气体从外界吸收

的总热量(各过程吸热的代数和)。

4. 一半径为 R 的各向同性均匀电介质球体均匀带电, 其自由电荷体密度为 ρ , 球体的介电常量为 ϵ_1 , 球体外充满介电常量为 ϵ_2 的各向同性均匀电介质。求球内外任一点的场强大小和电势(设无穷远处为电势零点)。

5. 一无限长的同轴电缆, 在芯线和屏蔽线的空间填充不同的磁介质, 其中一半充满磁导率为 μ_1 的介质, 另一半充满磁导率为 μ_2 的介质, 如图 10 所示。设电缆通有电流 I , 求两种介质中的磁感强度。

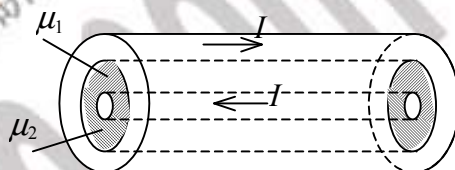


图 10

6. 图 11 示一平面余弦波在 $t=0$ 时刻与 $t=2\text{ s}$ 时刻的波形图。已知波速为 u , 求

- (1) 坐标原点处介质质点的振动方程;
- (2) 该波的波动表达式。

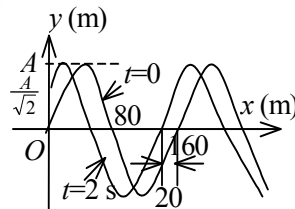


图 11

7. 用波长为 500 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上。在观察反射光的干涉现象中, 距劈形膜棱边 $l=1.56\text{ cm}$ 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。

- (1) 求此空气劈形膜的劈尖角 θ ;
- (2) 改用 600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹, A 处是明条纹还是暗条纹?
- (3) 在第(2)问的情形从棱边到 A 处的范围内共有几条明纹? 几条暗纹?