

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 12 小题，每题 3 分，共 36 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. 一质点在平面上作一般曲线运动，其瞬时速度为 \vec{v} ，瞬时速率为 v ，某一段时间内的平均速度为 $\vec{\bar{v}}$ ，平均速率为 \bar{v} ，它们之间的关系必定有：

- (A) $|\vec{v}| = v, |\vec{\bar{v}}| = \bar{v}$ (B) $|\vec{v}| \neq v, |\vec{\bar{v}}| = \bar{v}$
 (C) $|\vec{v}| \neq v, |\vec{\bar{v}}| \neq \bar{v}$ (D) $|\vec{v}| = v, |\vec{\bar{v}}| \neq \bar{v}$ []

2. 质量为 m 的物体自空中落下，它除受重力外，还受到一个与速度平方成正比的阻力的作用，比例系数为 k ， k 为正值常量。该下落物体的收尾速度(即最后物体作匀速运动时的速度)将是

- (A) $\sqrt{\frac{mg}{k}}$ (B) $\frac{g}{2k}$
 (C) gk (D) \sqrt{gk} []

3. 一光滑的圆弧形槽 M 置于光滑水平面上, 一滑块 m 自槽的顶部由静止释放后沿槽滑下(如图 1), 不计空气阻力。对于这一过程, 以下哪种分析是对的?

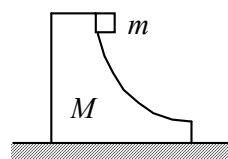


图 1

- (A) 由 m 和 M 组成的系统动量守恒。
 (B) 由 m 和 M 组成的系统机械能守恒。
 (C) 由 m 、 M 和地球组成的系统机械能守恒。
 (D) M 对 m 的正压力恒不作功。 []

4. 若室内生起炉子后温度从 15°C 升高到 27°C , 而室内气压不变, 则此时室内的分子数减少了

- (A) 0.5%. (B) 4%.
 (C) 9%. (D) 21%. []

5. 边长为 L 的一个导体方框上通有电流 I , 则此框中心的磁感强度

- (A) 与 L 无关。 (B) 正比于 L^2 .
 (C) 与 L 成正比。 (D) 与 L 成反比。
 (E) 与 I^2 有关。 []

6. 长直电流 I_2 与圆形电流 I_1 共面, 并与其一直径相重合如图 2(但两者间绝缘), 设长直电流不动, 则圆形电流将

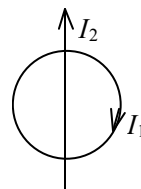


图 2

- (A) 绕 I_2 旋转。 (B) 向左运动。
 (C) 向右运动。 (D) 向上运动。
 (E) 不动。 []

7. 如图 3 所示的一细螺绕环, 它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成, 每厘米绕 10 匝。当导线中的电流 I 为 2.0 A 时, 测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0 T, 则可求得铁环的相对磁导率 μ_r 为(真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$)

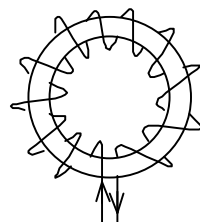


图 3

- (A) 7.96×10^2 (B) 3.98×10^2
(C) 1.99×10^2 (D) 63.3 []

8. 图 4 的(a)、(b)、(c)为三个不同的简谐振动系统。组成各系统的各弹簧的原长、各弹簧的劲度系数及重物质量均相同。(a)、(b)、(c)三个振动系统的 ω^2 (ω 为固有角频率) 值之比为

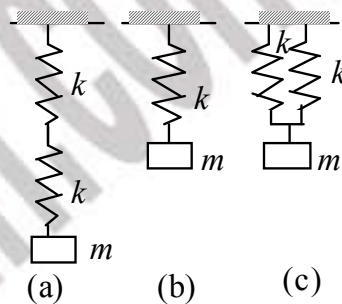


图 4

- (A) $2 : 1 : \frac{1}{2}$ (B) $1 : 2 : 4$
(C) $2 : 2 : 1$ (D) $1 : 1 : 2$

[]

9. 一平面简谐波, 波速 $u = 5 \text{ m/s}$, $t = 3 \text{ s}$ 时波形曲线如图 5, 则 $x = 0$ 处质点的振动方程为

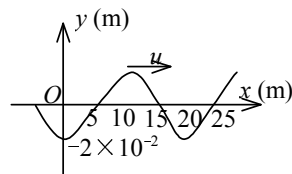


图 5

- (A) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI).
(B) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi t + \pi)$ (SI).
(C) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI).
(D) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi t - \frac{3}{2}\pi)$ (SI). []

10. 两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射其上时没有光线通过。当其中一偏振片慢慢转动 180° 时透射光强度发生的变化为：

- (A) 光强单调增加。
- (B) 光强先增加，后又减小至零。
- (C) 光强先增加，后减小，再增加。
- (D) 光强先增加，然后减小，再增加，再减小至零。 []

11. 用频率为 ν_1 的单色光照射某种金属时，测得饱和电流为 I_1 ，以频率为 ν_2 的单色光照射该金属时，测得饱和电流为 I_2 ，若 $I_1 > I_2$ ，则

- (A) $\nu_1 > \nu_2$ 。
- (B) $\nu_1 < \nu_2$ 。
- (C) $\nu_1 = \nu_2$ 。
- (D) ν_1 与 ν_2 的关系还不能确定。 []

12. 关于不确定关系 $\Delta p_x \Delta x \geq \eta$ ($\eta = h/(2\pi)$)，有以下几种理解：

- (1) 粒子的动量不可能确定。
- (2) 粒子的坐标不可能确定。
- (3) 粒子的动量和坐标不可能同时准确地确定。
- (4) 不确定关系不仅适用于电子和光子，也适用于其它粒子。

其中正确的是：

- (A) (1), (2).
- (B) (2), (4).
- (C) (3), (4).
- (D) (4), (1). []

二. 填空题 (本题共 14 小题, 第 17 小题和第 26 题每小题 4 分, 其余题目每小题 3 分, 共 44 分。填对得分, 填错、填写不完整或不答均得 0 分)

1. 质量为 m 的小球, 用轻绳 AB 、 BC 连接, 如图, 其中 AB 水平。剪断绳 AB 前后的瞬间, 绳 BC 中的张力比 $T:T' =$ _____。

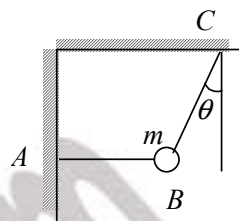


图 6

2. 质量为 1 kg 的球 A 以 5 m/s 的速率和另一静止的、质量也为 1 kg 的球 B 在光滑水平面上作弹性碰撞, 碰撞后球 B 以 2.5 m/s 的速率, 沿与 A 原先运动的方向成 60° 的方向运动, 则球 A 的速率为 _____, 方向为 _____。

3. 一根质量为 m 、长为 l 的均匀细杆, 可在水平桌面上绕通过其一端的竖直固定轴转动。已知细杆与桌面的滑动摩擦系数为 _____, 则杆转动时受的摩擦力矩的大小为 _____。

4. 处于平衡态 A 的一定量的理想气体, 若经准静态等体过程变到平衡态 B , 将从外界吸收热量 416 J , 若经准静态等压过程变到与平衡态 B 有相同温度的平衡态 C , 将从外界吸收热量 582 J , 所以, 从平衡态 A 变到平衡态 C 的准静态等压过程中气体对外界所作的功为 _____。

5. 三个平行的“无限大”均匀带电平面，其电荷面密度都是 $+\sigma$ ，如图 7 所示，则 A 、 B 、 C 、 D 三个区域的电场强度分别为： $E_A =$ _____， $E_B =$ _____， $E_C =$ _____， $E_D =$ _____ (设方向向右为正)。

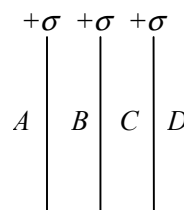


图 7

6. 如图 8 所示，一点电荷 q 位于正立方体的 A 角上，则通过侧面 $abcd$ 的电场强度通量 $\Phi_e =$ _____。

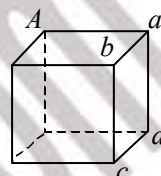


图 8

7. 已知一平行板电容器，极板面积为 S ，两板间隔为 d ，其中充满空气。当两极板上加电压 U 时，忽略边缘效应，两极板间的相互作用力 $F =$ _____。

8. 一平面试验线圈的磁矩大小 p_m 为 $1 \times 10^{-8} \text{ A} \cdot \text{m}^2$ ，把它放入待测磁场中的 A 处，试验线圈如此之小，以致可以认为它所占据的空间内场是均匀的。当此线圈的 p_m 与 z 轴平行时，所受磁力矩大小为 $M = 5 \times 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}$ ，方向沿 x 轴负方向；当此线圈的 p_m 与 y 轴平行时，所受磁力矩为零。则空间 A 点处的磁感强度 \vec{B} 的大小为 _____，方向为 _____。

9. 两根很长的平行直导线与电源组成回路，如图 9。已知导线上的电流为 I ，两导线单位长度的自感系数为 L ，则沿导线单位长度的空间内的总磁能 $W_m =$ _____。

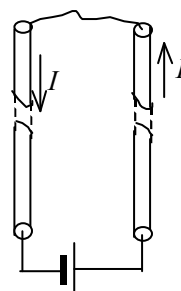
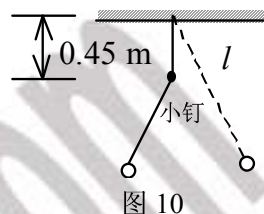


图 9

10. 一平行板空气电容器的两极板都是半径为 R 的圆形导体片, 在充电时, 板间电场强度的变化率为 dE/dt 。若略去边缘效应, 则两板间的位移电流为 _____。

11. 一单摆的悬线长 $l = 1.5 \text{ m}$, 在顶端固定点的竖直下方 0.45 m 处有一小钉, 如图 10 示。设摆动很小, 则单摆的左右两方振幅之比 A_1/A_2 的近似值为 _____。



12. 折射率分别为 n_1 和 n_2 的两块平板玻璃构成空气劈尖, 用波长为 λ 的单色光垂直照射。如果将该劈尖装置浸入折射率为 n 的透明液体中, 且 $n_2 > n > n_1$, 则劈尖厚度为 e 的地方两反射光的光程差的改变量是 _____。

13. 设大量氢原子处于 $n=4$ 的激发态, 它们跃迁时发射出一簇光谱线。这簇光谱线最多可能有 _____ 条, 其中最短的波长是 _____ \AA 。

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

14. 根据泡利不相容原理, 在主量子数 $n = 4$ 的电子壳层上最多可能有的电子数为 _____ 个。

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 11 所示，在与水平面成 α 角的光滑斜面上放一质量为 m 的物体，此物体系于一劲度系数为 k 的轻弹簧的一端，弹簧的另一端固定。设物体最初静止。今使物体获得一沿斜面向下的速度，设起始动能为 E_{K0} ，试求物体在弹簧的伸长达到 x 时的动能。

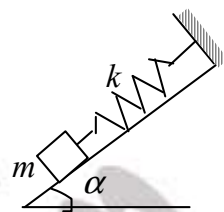


图 11

2. 为求一半径 $R=50\text{ cm}$ 的飞轮对于通过其中心且与盘面垂直的固定转轴的转动惯量，在飞轮上绕以细绳，绳末端悬一质量 $m_1=8\text{ kg}$ 的重锤。让重锤从高 2 m 处由静止落下，测得下落时间 $t_1=16\text{ s}$ 。再用另一质量 $m_2=4\text{ kg}$ 的重锤做同样测量，测得下落时间 $t_2=25\text{ s}$ 。假定摩擦力矩是一个常量，求飞轮的转动惯量。

3. 一定量的理想气体经历如图所示的循环过程， $A \rightarrow B$ 和 $C \rightarrow D$ 是等压过程， $B \rightarrow C$ 和 $D \rightarrow A$ 是绝热过程。已知： $T_C=300\text{ K}$ ， $T_B=400\text{ K}$ 。试求：此循环的效率。（提示：循环效率的定义式 $\eta=1-Q_2/Q_1$ ， Q_1 为循环中气体吸收的热量， Q_2 为循环中气体放出的热量）

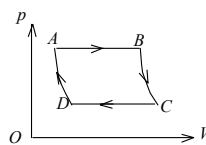


图 12

4. 两无限长同轴金属圆筒，内筒的外半径为 R_1 ，外筒的内半径为 R_2 。设两筒之间的电势差为 U 。若保持 U 和 R_2 不变，改变 R_1 ，试求使得内筒的外表面处电场强度 E 为最小的 R_1 值。

5. 如图 13 所示, 一半径为 r_2 电荷线密度为 λ 的均匀带电圆环, 里边有一半径为 r_1 总电阻为 R 的导体环, 两环共面同心($r_2 \gg r_1$), 当大环以变角速度 $\omega = \omega(t)$ 绕垂直于环面的中心轴旋转时, 求小环中的感应电流。其方向如何?

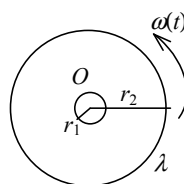
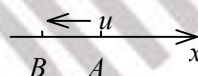


图 13

6. 如图 14, 一平面波在介质中以波速 $u = 20 \text{ m/s}$ 沿 x 轴负方向传播, 已知 A 点的振动方程为 $y = 3 \times 10^{-2} \cos 4\pi t$ (SI)。



(1) 以 A 点为坐标原点写出波的表达式;

(2) 以距 A 点 5 m 处的 B 点为坐标原点, 写出波的表达式。

图 14

7. 用波长为 $\lambda = 600 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的光垂直照射由两块平玻璃板构成的空气劈形膜, 劈尖角 $\theta = 2 \times 10^{-4} \text{ rad}$ 。改变劈尖角, 相邻两明条纹间距缩小了 $\Delta l = 1.0 \text{ mm}$, 求劈尖角的改变量 $\Delta\theta$ 。