

2021 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 40 分):

1、已知质点的运动方程为 $\vec{r} = 3t^2\vec{i} + \sin\pi t\vec{j}$ (SI 制), 则其速度 $\vec{v} =$ (1), $\vec{a} =$ (2)。

2、假设卫星环绕地球中心作椭圆运动, 则在运动过程中, 卫星对地球中心的角动量 (3), 机械能 (4)。(填守恒或不守恒)

3、如图所示: 一半径为 R 的木桶, 以角速度 ω 绕其轴线转动。有一人紧贴在木桶壁上, 人与木桶间的静摩擦因数为 μ_0 。在角速度等于 (5), 人会紧贴在木桶壁上不掉下来。

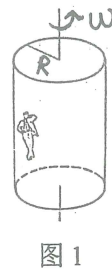


图 1

4、设质量为 $m = 2\text{kg}$ 的质点在力 $\vec{F} = (4x\vec{i} + 2y\vec{j})\text{N}$ 作用下, 由原点静止开始运动到终点, 此时位矢为 $\vec{r} = (4\vec{i} + 2\vec{j})\text{m}$, 此过程中该力做功 $A =$ (6); 速率为 (7) m/s。

5、一平面简谐波沿 ox 轴正向传播, 波动方程为 $y = A\cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \frac{\pi}{4}]$, 则同一时刻, $x = -L_2$ 处质点的振动和 $x = L_1$ 处质点的振动的相位差为 $\phi_2 - \phi_1 =$ (8)。

6、27°C 的 1mol 二氧化碳气体分子的总能量为 (9)。

7、一个接地的导体球, 半径为 R , 原来不带电。今将一点电荷 q 放在球外距导体球心距离为 r 的地方, 则导体球中心处的电势 V 为 (10)。

8、如图 2, 在一半径 $R = 1.0\text{cm}$ 的无限长半圆柱形金属薄片, 自上而下通有

电流 $I = 5.0\text{A}$, 圆柱轴线上任一点 P 处的磁感应强度 x 轴分量为 (11), y 轴分量为 (12)。

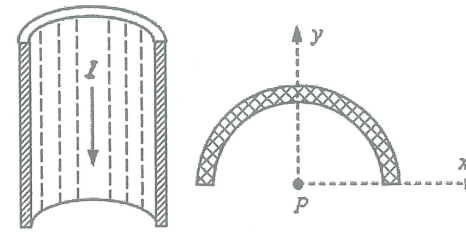


图 2

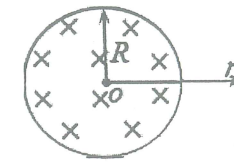


图 3

9、在一个半径为 R 的圆柱形空间内, 有一均匀分布的磁场 \mathbf{B} (如图 3), 且随时间变化为 $d\mathbf{B}/dt$, 在圆柱形空间内的感生电场强度 $E_k =$ (13); 圆柱形空间外的感生电场强度 $E_k =$ (14)。

10、真空中, 一平面电磁波的电场强度 $E = E_y = E_0 \cos[\omega(t - \frac{x}{c})]$ (V/m), 则该电磁波的传播方向为 (15), 磁感应强度的振幅为 (16)。

11、在双缝干涉实验中, 用一块薄透明介质盖住其中一条缝, 发现第 k 级明纹恰好移到原中央明纹处。已知透明介质的折射率为 n , 入射光波长为 λ , 则透明介质的厚度为 (17)。

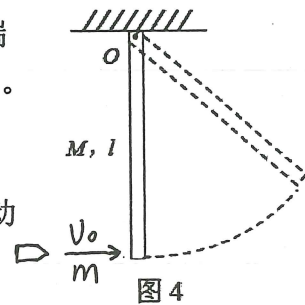
12、一束自然光垂直穿过两个偏振片, 两个偏振片的偏振化方向成 45° 角。已知通过此两偏振片后的光强为 I , 则入射至第二个偏振片的线偏振光强度为 (18)。

13、一静止质量为 m_0 的立方物体, 静止时边长为 a_0 , 沿其一边方向以速度 $v = 0.8c$ (c 为真空中的光速) 相对于地面运动, 则地面上测得该物体的质量密度为 (19)。

14、已知钾金属中电子逸出需要的最小能量为 1.97eV , 则发生光电效应的红限波长为 (20) nm。

二、(10 分) 有一半径为 R 的圆形平板平放在水平桌面上, 平板与水平桌面的摩擦系数为 μ , 若平板绕通过其中心且垂直板面的固定轴以角速度 ω_0 开始旋转, 求: (1) 圆盘所受的摩擦力矩; (2) 它将在旋转几圈后停止? 其中 m 为圆形平板的质量。

三、(10分) 一长为 l ，质量为 M 的均匀细杆，可绕端点 O 的水平轴在竖直平面内转动。开始时，自然悬垂。现有一质量为 m 的子弹以速率 v_0 沿水平方向射入杆的另一端而不复出(如图4)。求：(1) 杆开始转动时的角速度；(2) 杆转动的最大偏转角。



四、(10分) 一平面简谐波以波速 $u=10\text{ m/s}$ 向 x 轴负方向传播， $t=0\text{ s}$ 时波形如图5所示，求：(1) 入射波的波动方程；(2) 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；(3) 合成波波节点的位置。

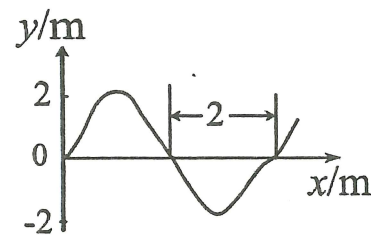


图5

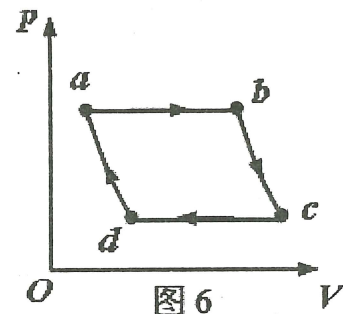


图6

五、(10分) 一热力学系统由 2 mol 双原子刚性分子的理想气体组成，经历如图6所示的循环过程，其中 ab, cd 为等压过程， bc, da 为绝热过程，而且 $T_a=300\text{ K}$ ， $T_b=900\text{ K}$ ， $T_c=450\text{ K}$ ， $T_d=150\text{ K}$ 。试求：(1) 该气体的定容摩尔热容量；(2) 该气体的定压摩尔热容量；(3) 该循环的效率。

六、(10分) 如图7所示，长为 l 、电荷线密度为 λ 的均匀带电线段，求其延长线上 p 点的场强和电势。

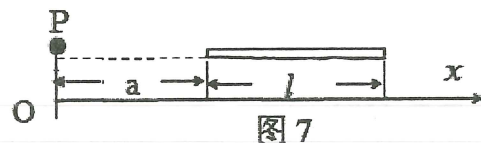


图7

七、(10分) 半径为 R_1 的导体球，外套有一同心的导体球壳，壳的内、外半径分别为 R_2 和 R_3 ，导体球置于真空中，当内球带电荷 Q 时，求：(1) 整个电场所储存的能量；(2) 如果将外套的导体球壳外侧接地，此电容器电容值。(3) 如果用导线把内球和外球壳相连，这个系统储存的能量为多少？

八、(10分) 一个正方形线圈共有 N 匝，每边长度为 a ，载有 I 的稳恒电流，电流逆时针流动，放在一个强度为 B 的匀强磁场中。若初始时刻，磁场方向与

线圈平面平行，求：(1) 线圈磁矩的大小和方向；(2) 线圈平面平行于磁场时，求线圈所受到的力矩；(3) 在磁力作用下，线圈平面绕过 O 点的竖直轴转过 90° ，求该过程中磁力矩所做功。

九、(10分)，用每 1.0 cm 有 5000 条狭缝的光栅，观察波长 $\lambda=560\text{ nm}$ 的钠光产生的谱线，求：(1) 平行光线垂直入射时，最多能看到多少条明条纹？(2) 平行光线以入射角 $\varphi=45^\circ$ 入射时，最多能看到多少条明条纹？中央明条纹在什么位置？

十、(10分) 动能为 2 eV 的电子，从无穷远处向着静止的质子运动，最后被质子所束缚形成基态的氢原子，试求：(1) 在此过程中发出的光子的波长；(2) 此时电子绕质子运动的动能；(3) 此时电子的德布罗意波长 λ 。

十一、(10分) 静电子经加速电压 $5.1 \times 10^5\text{ V}$ 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。

十二、(10分) 边长为 a 的正方形线圈，在磁感应强度为 B 的均匀磁场中绕轴转动。已知线圈铜线的截面积为 S' ，共 N 匝，电阻率为 ρ ，线圈转速为 ω ，转轴与磁场方向垂直(如图8)。试求：

- (1) 线圈由图示的位置(即线圈平面与磁场垂直)转过 30° 时，线圈的感应电动势；
- (2) 线圈转动时的最大电动势；
- (3) 线圈从当前位置转过 180° 时，通过线圈任一截面的感应电荷。

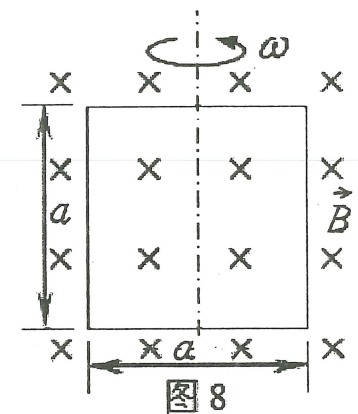


图8

附常用物理常数

真空中的介电常数 $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12}\text{ F/m}$ 真空中的磁导率 $\mu_0=4\pi \times 10^{-7}\text{ H/m}$
 普适气体恒量 $R=8.31\text{ J/mol}\cdot\text{K}$ 玻耳兹曼常数 $k=1.38 \times 10^{-23}\text{ J/K}$
 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 $h=6.626 \times 10^{-34}\text{ (J}\cdot\text{s)}$ 真空中光速 $c=3 \times 10^8\text{ (m/s)}$
 维恩位移常数 $b=2.897 \times 10^{-3}\text{ (m}\cdot\text{K)}$ 斯特藩常数 $\sigma=5.67 \times 10^{-8}\text{ (W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4})$