

2021 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 614

科目名称: 普通物理 (A)

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, 写在本题纸或草稿纸上均无效; ③本题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、填空题 (每题 2 分, 共 30 分)

1、在半径为 R 的圆周上运动的质点, 其速率与时间关系为 $v = ct^2$ (式中 c 为常数), 则质点总加速度的大小 $a_{\text{总}} =$ (1); 角加速度的大小 $\alpha =$ (2)。

2、如图 1, 长为 l , 质量为 m 的匀质细棒, 放在两支点 A、B 上。现在撤去支点 B, 在撤去 B 的瞬间, 细棒 B 端的切向加速度的大小 $a_B =$ (3); 支点 A 对细棒的支持力大小 $N =$ (4)。

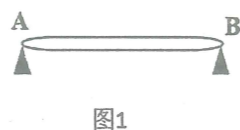


图1

3、一飞轮以角速度 ω_0 绕光滑固定轴旋转, 飞轮对轴的转动惯量为 I_1 ; 另一静止飞轮突然和上述转动的飞轮啮合, 绕同一转轴转动, 该飞轮对轴的转动惯量为前者的 2 倍。啮合后整个系统的角速度 $\omega =$ (5)。

4、一弹簧振子沿 x 轴做简谐运动, 平衡位置在坐标原点。 $t=0$ 时振子的位移为 $x_0 = -0.1 \text{ m}$, $t=1 \text{ s}$ 时位移为 $x_1 = 0.1 \text{ m}$ 。若振幅为 0.1 m , 则周期的最大值为 (6) 秒; 若振幅为 0.2 m , 则周期的最大值为 (7) 秒。

5、振幅均为 $A = 0.4 \text{ m}$, 角频率均为 $\omega = 4\pi \text{ (rad/s)}$, 相位相同的两相干波源 S_1, S_2 激发的简谐波传到 P 点, 波速为 $u = 10 \text{ m/s}$, 如图 2 所示。则两列波在 P 点的相位差为 (8); 在 P 点引起的合振动的振幅为 (9)。

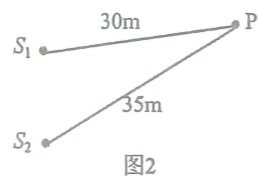


图2

6、由公式 $C_{p,m} = C_{v,m} + R$ 可知, ν 摩尔理想气体定压过程温度升高 1 K 时, 气体对外做功为 (10), 吸收的热量为 (11)。

7、一金属球半径为 R , 表面均匀带正电荷, 电量为 q , 则该金属球紧贴其表面处的场强为 (12); 其表面单位面积受到的静电斥力 $f =$ (13)。

8、从钾金属中电子逸出需要的最小能量为 1.97 eV , 则发生光电效应的红限波长为 (14) nm ; 在波长 $\lambda = 3.3 \times 10^{-5} \text{ 厘米}$ 的紫外光照射下, 钾的遏止电势差为 (15) 伏。

二、(10 分) 手提住一根长度为 L , 质量为 m 的柔软链条的上端, 使其下端刚与桌面接触, 然后放手使链条自由下落。试证明下落过程中, 桌面受到的压力等于已落在桌面上的链的重量的 3 倍。

三、(10 分) 一质量为 m , 长度为 L 的匀质细棒, 水平放在水泥地面上。开始时以角速度 ω_0 绕其中心竖直轴转动, 假设细棒与地面的滑动摩擦系数为 μ , 求:

- (1) 该匀质细棒在转动过程中所受的摩擦力矩是多少?
- (2) 转过多少角度, 细棒的角速度变为 $\frac{\omega_0}{2}$?

四、(10 分) 一质点作简谐振动, 其振动方程为 $x = 0.06 \cos(\frac{\pi}{3}t - \frac{\pi}{4}) \text{ (m)}$,

求: (1) 当 x 值为多大时, 系统的势能为总能量的一半? (2) 质点从平衡位置振动到上述位置所需要的最短时间是多少?

五、(10 分) 若入射波方程为 $y_1 = A \sin(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda})$, 在 $x=0$ 处反射。若反射端为固定端, 则求: (1) 反射波的波动方程; (2) 合成波波动方程; (3) 波腹点的位置。

六、(10 分) 1 mol 双原子理想气体的某一过程的摩尔热容量 $C = C_{v,m} - R$, 其中 $C_{v,m}$ 为定容摩尔热容量, R 为气体的普适恒量。求:

(1) 此过程的过程方程; (2) 设初态为 (p_1, V_1) , 沿此过程膨胀到 $2V_1$ 时气体内能的变化 ΔE , 对外所做的功 A 以及吸收的热量 Q (或放出的热量)。

七、(10 分) 如图 3 所示, 两块无限大导体平板 AB , 平行放置, 间距为 d , 厚度为 a ($a \ll d$), 面积均为 S , A 板带电 Q_A , B 板带电 Q_B , 略去边缘效应。(1) 求两板四个表面上的电荷面密度和两板间的电势差; (2) 用一导线将两板内侧联接起来, 再求两板表面的电荷面密度和两板之间的电场强度。

八、(10分)如图4所示,一无限长导线通以电流 $I = I_0 \sin \omega t$, 紧靠直导线有一个长为 $2a$, 宽为 a 的矩形线框, 线框与直导线处在同一平面内。求:

- (1) 直导线和线框的互感系数;
- (2) 线框中的感应电动势。

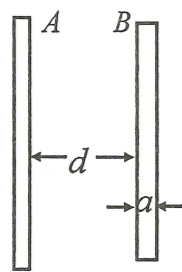


图3

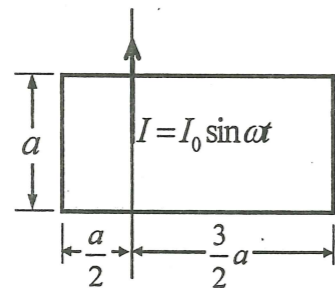


图4

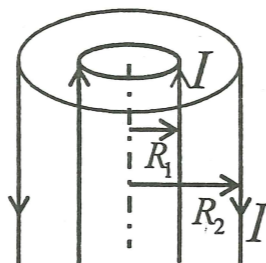


图5

九、(10分)如图5所示,空心同轴电缆由内外半径分别是 R_1 和 R_2 的两个无限长同轴圆筒状导体构成, 两筒之间充以磁导率为 μ 的磁介质, 当电缆通过电流 I (由内圆筒流出, 外圆筒流回) 时, 求单位长度电缆储存的磁能, 以及单位长度电缆的自感系数。

十、(10分)杨氏双缝干涉实验, 缝间距 $2a=0.2\text{mm}$, 屏幕距双缝 $D=1\text{m}$, 求

- (1) 第一级明纹到同侧第4级明纹的距离为 7.5mm , 则 $\lambda=?$
- (2) 若 $\lambda=6000\text{\AA}$ 时, 在一缝后加一折射率为 $n=1.58$ 的透明薄膜, 第七级明纹恰好移到原中央明纹位置, 问薄膜厚度 $d=?$

十一、(10分)在杨氏双缝实验中, 缝宽 $a=0.08\text{mm}$, 缝间距离 $d=0.4\text{mm}$ 。以波长 $\lambda=480\text{nm}$ 的单色平行光垂直入射于双缝上, 缝后用焦距 $f=2.0\text{m}$ 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?

十二、(10分)设氢原子处于某一定态, 从该定态移去电子需要 0.85eV 的能量。从上述定态向基态跃迁时, 将产生多少条谱线, 以及所产生的谱线的最长和最短波长是多少?

十三、(10分)静止质量为 m_0 , 电量为 e 的电子, 在电势差为 U 的电场作用下从静止开始加速运动。

- (1) 若电场两端的电势差 $U < 100\text{V}$, 求其德布罗意波长;
- (2) 若电势差 U 很大, 考虑电子的相对论效应, 求其德布罗意波长。

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 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ (W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4})$