

2015 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

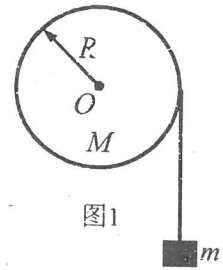
注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、填空题 (每空 2 分, 共 50 分)

1、一质点作半径为  $2m$  的圆周运动, 其路程与时间的关系为  $S = 5 + 2t^3$ , 则其切向加速度的大小为  $a_t =$  (1); 在  $t=1$  秒时的总加速度大小为  $a_{\text{总}} =$  (2)。

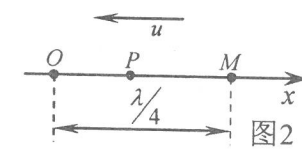
2、一劲度系数为  $k$  的轻弹簧, 一端固定, 另一端连质量为  $m$  的物体,  $m$  与地面间的滑动摩擦系数为  $\mu$ 。在弹簧为原长时, 对静止物体  $m$  施一沿  $x$  轴正方向的恒力  $\vec{F}$  ( $F$  大于摩擦力)。则弹簧的最大伸长量 (3)。

3、一质量为  $M$ , 半径为  $R$  的定滑轮, 可绕光滑水平轴  $O$  转动。轮缘绕一轻绳, 绳的下端挂一质量为  $m$  的物体, 它由静止开始下降, 设绳和滑轮之间不打滑 (如图 1)。则: 任一时刻  $t$  物体下降的速度 (4)。



4、一质点作简谐振动  $x = 6\cos(100\pi t + 0.7\pi)$  厘米, 某时刻它在  $x_1 = 3\sqrt{2}$  厘米处且向  $x$  轴负方向运动, 若它重新回到该位置, 至少需要经历时间  $\Delta t =$  (5)。

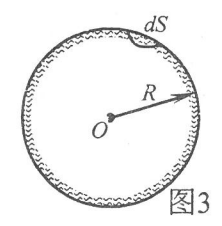
5、已知波长为  $\lambda$  的平面简谐波沿  $x$  轴负方向传播。在距原点  $x = \frac{\lambda}{4}$  处的  $M$  点质点振动方程为  $y = A\cos\frac{2\pi}{\lambda} \cdot ut$ , 如图 2, 则该平面简谐波的表达式为  $y =$  (6)。



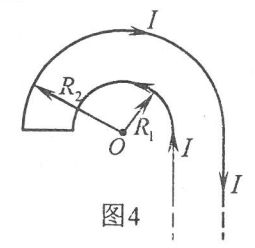
6、温度为  $27^\circ\text{C}$  时,  $1\text{mol}$  氨气刚性分子具有的分子总平动动能为  $\bar{E}_k =$  (7);  $1\text{mol}$  氨气的内能为  $E_{\text{mol}} =$  (8)。

7、由公式  $C_{p,m} = C_{v,m} + R$  可知,  $\nu$  mol 气体定压过程中, 当温度升高  $1\text{K}$  时, 气体对外做功为  $A =$  (9); 吸收热量为  $Q =$  (10)。

8、如图 3 所示, 真空中有一均匀带电球面, 球半径为  $R$ , 总带电量为  $Q$  ( $Q > 0$ )。在球面上挖去一很小面积  $dS$  (连同其上电荷), 设其余部分的电荷仍均匀分布, 则挖去以后球心  $O$  处电场强度大小为  $E =$  (11), 其方向 (12); 球心  $O$  处电势为  $V =$  (13)。(以无穷远处电势为零点)



9、一无限长直导线通电流  $I$ , 弯成如图 4 形状, 圆心  $O$  点处磁感应强度的大小为 (14), 方向为 (15)。



10、一通电流  $I = kt$  ( $k > 0$ ) 的长直螺线管长为  $L$ , 截面积为  $S$ , 密绕  $N$  匝线圈, 则其自感为 (16)。

11、真空中, 一平面电磁波的电场  $E = E_y = E_0 \cos[\omega(t - \frac{x}{c})]$  ( $V/m$ ), 则该电磁波的传播方向为 (17), 磁感应强度的振幅为 (18)。

12、在双缝装置中, 用一块薄云母片盖住其中的一条缝, 已知云母片的折射率为  $1.58$ , 发现第七条明纹极大恰好位于原中央零级明纹处, 若入射光波长为  $5000\text{\AA}$ , 则云母片的厚度 (19)。

13、美国波多黎各阿里西玻谷地的无线电天文望远镜的“物镜”镜面孔径为  $D$ , 曲率半径是  $R$ , 它工作的最短波长是  $\lambda$ 。对于此波长, 这台望远镜的最小分辨角 (20)。

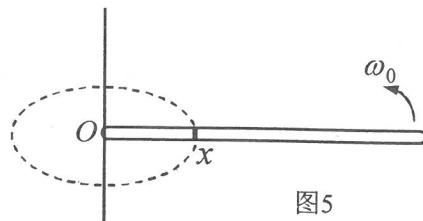
14、一束光强为  $I_0$  的自然光, 相继通过三个偏振片  $P_1, P_2, P_3$  后, 出射的光强为  $I = I_0/8$ 。已知  $P_1$  和  $P_3$  的偏振化方向相互垂直, 若以入射光线为轴, 旋转  $P_2$ , 要使出射光的光强为零,  $P_2$  要转过的角度为 (21)。

15、黑体在某一温度时的辐出度为  $5.7 \times 10^4 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ , 则此时单色辐出度的最大值所对应的波长  $\lambda_m =$  (22)。

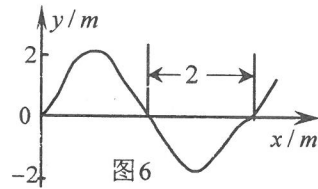
16、粒子的静质量为  $m_0$ , 速率为  $v$ , 则该物体相对论性的物质波波长为 (23)。

17、一光子其波长为  $300\text{nm}$ , 如果此光子波长的测不准量与原来的波长之比为  $\Delta\lambda/\lambda = 10^{-6}$ 。则: 此光子动量数值的测不准量  $\Delta p =$  (24); 位置的最小测不准量  $\Delta x_{\text{min}} =$  (25)。

二、(10分) 一长为  $L$ 、质量为  $m$  的均匀细杆，可绕轴  $O$  自由转动。设桌面与细杆间的滑动摩擦系数为  $\mu$ ，杆初始的转速为  $\omega_0$  (如图5)。试求：(1) 摩擦力矩；(2) 从  $\omega_0$  到停止转动共经历多少时间；(3) 一共转动多少圈。



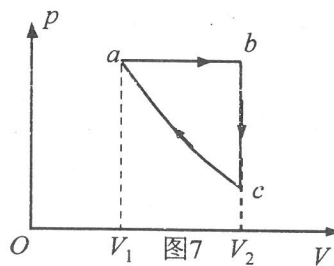
三、(10分) 平面简谐波以波速  $u=10\text{m/s}$  沿  $X$  正方向传播，在  $t=0$  时，波形如图6。求：(1) 原点  $O$  的振动方程；(2) 该波的波动方程；(3) 在  $x=10\text{m}$  处有一墙壁，波从空气传到墙壁被完全反射，求反射波的波动方程；(4) 在  $0$  到  $10\text{m}$  内波节点的位置。



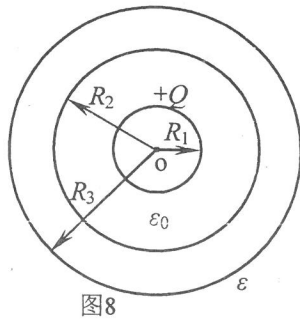
四、(10分) 一定量的理想气体，其循环过程如图7。

$$ca \text{ 为等温线, 试证明: } \eta = \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \left[1 - \frac{\ln \frac{V_2}{V_1}}{\frac{V_2}{V_1} - 1}\right],$$

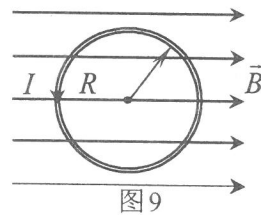
式中， $\gamma$  为比热容比。



五、(10分) 半径为  $R_1$  的导体球外套有一个与它同心的导体球壳，球壳的内外半径分别为  $R_2$  和  $R_3$ ，内球与球壳间是空气，球壳外是介质常数为  $\epsilon$  的无限大均匀介质，当内球带电量为  $Q$  时 (如图8)。求：(1) 空间中电场强度的分布；(2) 这个系统储存了多少电能？(3) 如果用导线把内球与球壳连在一起，系统储存的电能如何变化？



六、(10分) 一半径为  $R$  的圆形闭合线圈共有  $N$  匝，每匝载有电流  $I$ ，放在均匀磁场中，磁场方向与线圈平面平行，大小为  $B$ ，如图9。试求：(1) 线圈磁矩的大小和方向；(2) 线圈所受磁力矩大小和方向；(3) 在磁力作用下，线圈平面绕过  $O$  点的竖直轴转过  $90^\circ$ ，磁力矩做功。



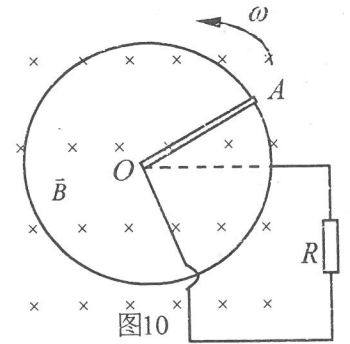
七、(10分) 在牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃之间充以某种液体，观察到第10个明环的直径由充液体前的  $14.8\text{cm}$  改变成充液体后的  $12.7\text{cm}$ 。求这种液体的折射率。

八、(10分) 波长  $\lambda = 500\text{nm}$  的单色平行光垂直入射到每厘米有 2000 条刻痕的光栅上，光栅的刻痕宽度是透光宽度的两倍。求：(1) 光栅常数；(2) 屏上可能观察到的明条纹级数和条数。

九、(10分) (1) 一粒子的静质量为  $m_0$ ，粒子的速率为  $kc$  ( $k < 1$ )，问粒子的运动质量是静质量的多少倍？(2) 若一运动粒子质量为其静质量  $m_0$  的  $k$  倍，求该粒子的总能量、动能和动量。

十、(10分) (1) 处于基态的氢原子中电子的动能是多大？(2) 要使处于第一激发态的氢原子发生电离，至少需要吸收波长多大的光子？(3) 氢原子由上述第一激发态直接跃迁到基态，发出光子的频率为多少？

十一、(10分) 在光滑水平面的桌面上，有一根长为  $L$ ，质量为  $m$  的匀质金属棒，以一端为中心旋转，另一端在半径为  $L$  的金属圆环上滑动，接触良好，棒在中心一端和金属环之间接一电阻  $R$ ，如图10。在桌面法线方向加一均匀磁场，其磁感应强度为  $B$ 。如在起始位置  $\theta = 0$  时，给金属棒一初角速度  $\omega_0$ ，计算：(1)  $OA$  杆上动生电动势的大小；(2)  $OA$  杆受到的磁力矩；(3) 任意时刻  $t$ ，金属棒的角速度  $\omega$ ；(4) 当金属棒最后停下来时，棒绕中心转过的  $\theta$  角为多少？(金属棒、金属环以及接线的电阻、机械摩擦力忽略不计)。



附常用物理常数

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