

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 20 分)

1、一质点在 xy 平面上运动, 其运动方程为 $\vec{r} = 2t\vec{i} + (4t^2 - 8)\vec{j}$, 则该质点的轨道方程为 (1); 在 $t=1s$ 时, 质点的加速度为 (2)。

2、一质点沿半径为 $9m$ 的圆周作匀变速率运动, 3 秒内由静止绕行 $4.5m$, 则该质点切向加速度的大小 $a_t =$ (3); $t=3s$ 时刻, 其法向加速度大小 $a_n =$ (4)。

3、在光滑的水平桌面上开一小洞。今有质量 $m = 4kg$ 的小物体以细轻绳系着置于桌面上, 绳穿过小洞下垂持稳, 如图 1 所示。小物体开始以速率 $v_0 = 4m/s$ 沿半径 $R = 0.5m$ 在桌面回转。在其转动过程中将绳缓缓下拖缩短物体的回转半径, 当绳子拉断瞬间的半径 $r =$ (5), (设绳子断裂时的张力为 $2000N$), 上述过程中物体动能的增量为 (6)。

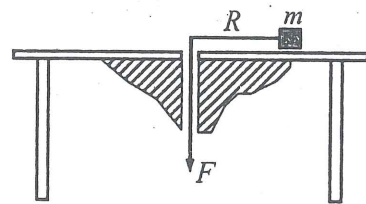


图 1

4、作谐振的小球, 质量为 $m = 0.1kg$, 速度的最大值 $v_{max} = 4cm/s$, 振幅 $A = 2cm$, 若速度为正最大值时作为计时零点, 则小球的振动方程为 (7)。

5、一容器装有 100 克氧气, 其压强为 10 大气压, 温度为 $47^\circ C$ 。由于容器漏气, 经一定的时间后, 压强降为原来的 $\frac{5}{8}$, 温度降到 $27^\circ C$ 。若将氧气视为理想气体, 则漏掉的氧气质量为 (8)。

6、 1 mol 氧气, 可视为理想气体, 由体积 V_1 按照 $P = KV^2$ (K 为已知常数) 的规律膨胀到 V_2 , 则该过程气体对外界所作的功为 $A =$ (9)。

7、一半径为 R 带电量为 q 的均匀带电球体, 以无穷远点为零势面, 则球内距离球心为 r 一点的电势 $V =$ (10)。

二、填空题 (每空 2 分, 共 20 分)

1、有一宽为 a 的无限长薄金属片, 自下而上通有均匀分布的电流 I , 如图 2 所示, 则图中右侧一点 P (与金属片共面) 处的磁感应强度的大小 $B =$ (1), 方向: (2)。

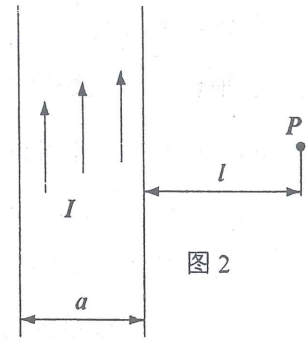


图 2

2、一同轴电缆, 内外金属圆柱面的半径分别为 R_1 和 R_2 , 通有电流 I 。则其单位长度的自感系数为 (3); 单位长度内储存的磁场能量为 (4)。

3、真空中一平面电磁波的电场强度为 \vec{E} 、磁感应强度为 \vec{B} , 其能流密度 $\vec{S} =$ (5)。

4、真空中有两列初相位相等的相干光在 P 点相遇, 波长 $\lambda = 400nm$, 当两者的光程差 $\delta = 1600nm$ 时, 则 P 点干涉条纹为 (6) (选填: 明纹/暗纹); 条纹级次为 (7)。

5、一束光线由自然光和偏振光组合而成, 该光束垂直通过一偏振片, 以光线为轴旋转偏振片, 发现透过偏振片的最大光强和最小光强之比为 $8:3$, 则该组合光线中自然光和偏振光的光强之比 $I_{01}:I_{02} =$ (8)。

6、一黑体在一平衡态的单色辐射度的峰值波长为 28970 埃, 该黑体单位表面积、单位时间内辐射的能量为 (9)。

7、一电子经一静电场由静止加速后, 物质波的波长为 1 埃, 则电子在该静电场中初、末位置处的电势差为 (10) 伏特。

计算题 (共 110 分)

三、(10 分) 半径为 R 固定不动的光滑半球面的顶点 A 处, 有一小物体由静止开始下滑到球面的 B 点, 如图 3 所示。已知 OB 与 OA 夹角为 θ , 则: (1) 质点在 B 点的速度大小是多少? (2) 加速度是多少?

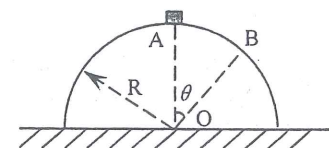


图 3

四、(10 分) 有一孤立的球形天体绕通过球心的自转轴转动, 它的初始转动惯量为 I_0 , 初始转动动能为 E_{k0} 。若干年后, 由于星体自身的收缩, 使得其转动惯量减少到 $I_0/2$, 则: (1) 此时它的自转角速度是多少; (2) 转动动能的变化值是多少。

五、(10分) 劲度系数为 k 轻弹簧，上端接一水平的轻平台，下端固定于地面。当质量为 m 的人站于平台上，弹簧压缩了 x_0 ，并由此位置开始向下运动作为初始时刻，设系统振动的振幅为 A ，证明系统作谐振动，并求其振动方程。

六、(10分) 设一简谐波的方程为 $y = 2\cos(200\pi t + 50x - \pi)$ (SI制)，则该波的波长 λ 为多少？波速是多少？传播方向为什么？

七、(10分) 容积为 2500cm^3 的烧瓶内有 1.0×10^{15} 个氧分子和 4.0×10^{15} 个氮分子，设混合气体的温度为 150°C ，求混合后的气体的压强。

八、(10分) 一系统由图4中的 a 态沿 abc 到达 c 态时，吸收热量 350J ，同时对外做功 126J 。求：(1) 如果沿 adc 进行，则系统做功 42J ，问这种情况下系统吸收多少热量？(2) 当系统由 c 态沿曲线 cea 返回 a 态时，如果外界对系统做功 84J ，问这种情况下系统是吸热还是放热？热量传递多少？

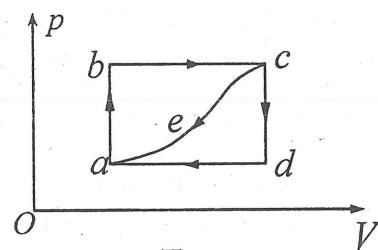


图4

九、(10分) 如图5所示，电荷以面密度 σ 均匀地分布在一无限大平板及球心 O 在板上、半径为 R 的球面上(注意：球内无电荷)，求球面外与 O 点的垂直距离为 l 的 P 点的场强。

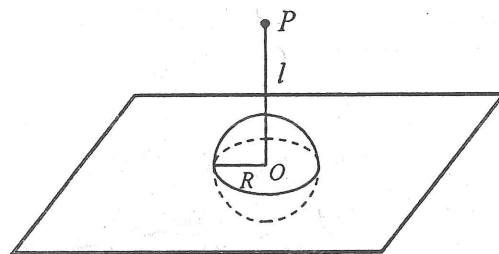


图5

十、(10分) 由汞弧光灯发出的光，通过一绿色滤光片后，照射到相距 0.60mm 的双缝上，在距双缝 2.5m 远处的屏幕上出现干涉条纹。现测得相邻两明条纹中心的距离为 2.27mm 。求：

- (1) 入射光的波长；
- (2) 第三级暗纹到中央明纹中心的距离。

十一、(10分) 在测量一种新型透明材料的折射率时，用自然光从空气中以 60° 度入射角照射在该新型透明材料的表面时，发现反射光线为完全偏振光，则(1) 该新型透明材料的折射率是多少？(2) 此时折射光线与材料表面的夹角是多大？

十二、(10分)(1) 一粒子静质量为 m_0 ，粒子速率为 kc ($0 < k < 1$, c 为真空中的光速)，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。

十三、(10分) 一短波光子的能量为 15eV ，当它与一处于基态的氢原子作用时被完全吸收，使该氢原子发生了电离。求(1) 电离出的光电子远离质子时的速度多大？(2) 它的德布罗意波长是多少？

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