

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, 写在本题试卷或草稿纸上均无效; ③本题试卷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、一质点在 xy 平面上运动, 运动方程为: $\vec{r} = 3t\vec{i} + t^2\vec{j}$ 。则该质点运动的轨道方程为 (1), $t=2s$ 时, 质点的速度为 (2), 加速度为 (3)。

2、在光滑的水平桌面上开一小洞。今有质量 m 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 沿半径 R 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, 这个过程中满足 (4) 守恒定律, 问当绳子拉断时的半径为 (5) (设绳子断裂时的张力为 F)?

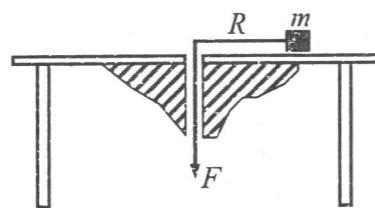


图 1

3、长为 $l/2$ 、质量 m 的匀质细杆, 直立在地面上, 使其自然倒下, 触地端保持不移动, 在碰地前瞬间, 杆角速度 ω 为 (6)? 杆转动动能 E_k 是 (7)。

4、水平光滑桌面上有一谐振子系统, 弹簧劲度系数为 k , 物体质量为 m , 该谐振系统的振动频率为 (8), 若把该谐振子系统竖直悬挂, 则谐振系统的振动频率为 (9) 时, 动能和势能相等。

5、机械波在弹性媒质中传播时, 若媒质中某质元刚好处于平衡位置时, 则它的动能 (10) (填最大、最小、0); 若媒质中某质元刚好处于最大位置时, 则它的势能 (11)。(填最大、最小、0)。

6、最概然速率的物理意义是 (12); 一个分子具有最概然速率的概率是 (13)。

7、同一张 $P \sim V$ 图上, 理想气体的绝热线与等温线能否有两个交点 (14)? 为什么? (15)。

二、填空题 (每题 2 分, 共 30 分)

1、一无限长直导线通电流 I , 弯成如图 2 所示形状, 圆心 O 点处磁感应强度的大小为 (1), 方向为 (2)。

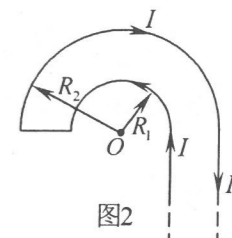


图 2

2、如图 3 所示, 在一个半径为 R 的圆柱形空间内, 有一均匀分布的磁场 B , 且随时间变化率为 dB/dt , 在圆柱形空间内的感生电场强度 $E_k =$ (3), 圆柱形空间外的感生电场强度 $E_k =$ (4)。

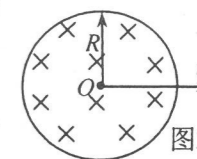


图 3

3、焦距为 f 的透镜放在一个直径为 D 的圆孔后, 用波长为 λ 平行单色光垂直照射圆孔, 则其最小分辨角为 (5); 在焦平面上爱里斑半径为 (6)。

4、一束强度为 I_0 的自然光垂直入射于两块平行放置的偏振片, 则通过第一个偏振片后的光强为 (7); 若通过第二个偏振片后的光强为 $I_0/4$, 则两偏振片的偏振化方向之间的夹角为 (8)。

5、电子和光子的波长均为 λ , 则光子的总能量为 (9), 电子的总能量为 (10) (考虑相对论效应)。

6、 π^+ 介子是一种不稳定的粒子, 平均寿命是 $2.6 \times 10^{-8} s$ (在与它相对静止的参照系中测得)。如果此粒子相对于实验室以 $0.8c$ 的速度运动, 那么实验室参照系中测量 π^+ 介子的寿命 (11); π^+ 介子在衰变前运动了 (12)。

7、在处于第一激发态 ($n=2$) 的氢原子中, 则: 电子发生电离所需要的最小能量为 (13) eV; 处于第一激发态电子绕核运动的角动量 $L =$ (14); 从第一激发态跃迁回基态时, 发出光波的波长为 (15) nm。

三、(10 分) 如图 4 所示, 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 μ , 杆初始的转速为 ω_0 , 试求: (1) 摩擦力矩; (2) 杆的转速从 ω_0 到减小到 $\omega_0/2$ 共经历多少时间; (3) 在此过程中损失的能量为多少。

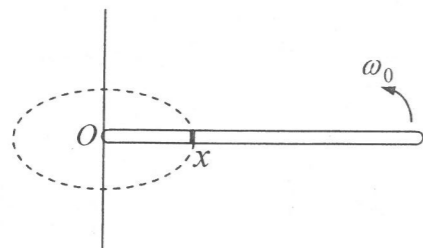


图4

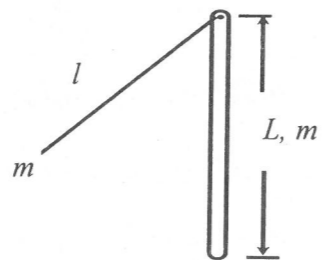


图5

四、(10分) 如图5所示, 一长为 L 、质量为 m 的均匀细棒, 一端悬挂在 O 点, 可绕光滑水平轴 O 无摩擦地转动, 在同一悬挂点, 有长为 l 的轻绳悬一质量也为 m 的小球, 当小球悬线偏离竖直方向某一角度时, 由静止释放。小球在悬点的正下方与静止的细棒发生弹性碰撞, 问当绳子长度 l 为多少时, 小球与棒碰撞后, 小球恰好静止 (略去空气阻力)。

五、(10分) 一平面余弦波以速度 $u=10\text{m/s}$ 向 x 负方向传播, $t=0$ 时波形如图6所示, 试求:

- (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) 合成波的波动方程及波节点的位置;
- (4) 合成波的平均能流密度。

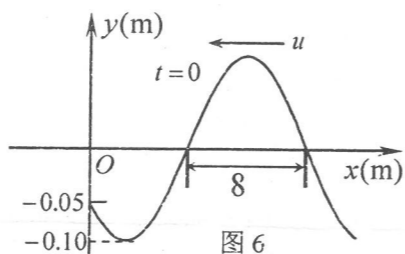


图6

六、(10分) 如图7为一循环过程的 $T-V$ 图线。该循环的工质为 ν mol 的理想气体, 其 $C_{V,m}$ 和 γ 均已知且为常量, 初始状态为 a 。已知 a 点的温度为 T_1 , 体积为 V_1 , b 点的体积为 V_2 , ca 为绝热过程。则: (1) ab 是什么过程; (2) bc 是什么过程; (3) c 点的温度; (4) 此循环的效率。

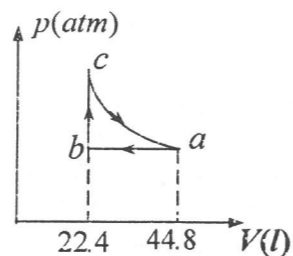


图7

七、(10分) 半径为 R_1 的导体球 A 带有电量 q , 被一内、外半径分别为 R_2, R_3 的带电量为 Q 的同心金属球壳 B 包围着 (如图8)。求: (1) A, B 间的电势差; (2) 将 B 接地后, 储存在该系统的电场能量。

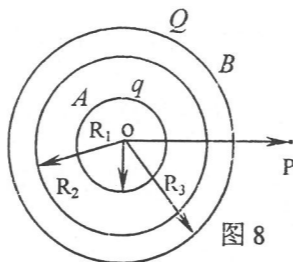


图8

八、(10分) 半径为 R 的半圆形闭合线圈共有 N 匝, 通有电流 I , 线圈放在均匀外磁场 B 中, B 的方向与线圈的法向成 60° 角 (如图9), 求: (1) 线圈磁矩的大小和方向; (2) 此时线圈所受的磁力矩; (3) 从该位置转到平衡位置时, 磁力矩所做的功。

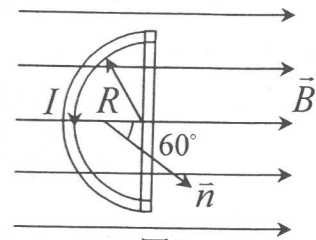


图9

九、(10分) 在牛顿环实验中, 当用波长为 589.3nm 的钠黄光垂直照射时, 测得第一级和第四级暗环的距离为 $\Delta r = 4.0 \times 10^{-3}\text{m}$, 当用波长未知的单色光垂直照射时, 测得第一级和第四级暗环的距离为 $\Delta r' = 3.85 \times 10^{-3}\text{m}$, 求: (1) 平凸透镜凸面的曲率半径; (2) 该单色光的波长。

十、(10分) 波长为 600nm 的单色光垂直入射在一光栅上, 第二级明纹出现在 $\sin \varphi_2 = 0.20$ 处, 第四级为第一个缺级。求: (1) 光栅上相邻两缝的距离是多少? (2) 狭缝可能的最小宽度是多少? (3) 屏上可能观察到的全部明纹数目是多少?

十一、(10分) 某加速器将质子加速到 76GeV ($1\text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\text{J}$) 的动能, 求: (1) 加速后质子的质量; (2) 加速后质子的动量; (3) 加速后质子的物质波波长。(质子的静止质量: $m_p = 1.67 \times 10^{-27}\text{kg} = 938\text{MeV}/c^2$)

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