南京理工大学 2023 年硕士研究生招生考试

614 普通物理（A）

南京理工大学 2023 年硕士研究生招生考试 · 满分 150 分 · 考试时间 180 分钟

考生须知

1. 本卷按招生单位公布的官方原卷逐题重排，题干、选项与图示据原卷整理。
2. 答案与解析由本站重新编撰，仅供教学研究；原卷文字与命题版权归命题单位。
3. 请在答题纸上作答，题号与原卷保持一致；作图题须写出必要的文字说明与公式。

一、填空题（共 30 分）

1. 一质点作圆周运动，设半径为 R，运动方程为 $s = v_0 t - bt^2$，其中 s 为弧长，v_0 为初速，b 为常数。则任意 t 时刻该质点的法向加速度大小（1）_____，以及总加速度（矢量表达）$\bar{a}$ =（2）_____。

2. 一质点做平面运动，加速度为 $a_x = -A\omega^2\cos(\omega t), a_y = -B\omega^2\sin(\omega t)$，$A \neq B$，$A \neq 0$，$B \neq 0$。当 $t = 0, v_{0x} = 0$，$v_{0y} = B\omega, x_0 = A, y_0 = 0$。

则运动方程的矢量形式为（3）_____，轨迹方程为（4）_____。

3. 一平面波的波动方程为 $y = 0.25\cos(125\,t - 0.37x)$ (m)，则该平面波的波长为（5）_____(m)；在 $x_2 = 25$ m 和 $x_1 = 10$ m 处的两点在同一时刻的相位差为（6）_____(rad)。

4. 1 mol 氧气，可视为理想气体，按照 $p = KV^2$（K 为已知常数）的规律由体积 V_1 膨胀到 V_2，则该过程中气体所作的功 A 为（7）_____；该过程中气体内能的增量 ΔE 为（8）_____。

5. 一半径为 R 的均匀带电圆环，单位长度所带的电量为 λ，以每秒 n 转绕通过环心并与环面垂直的轴作等速转动。则此环的等效电流的磁矩大小为（9）_____；且在环心的磁感应强度大小为（10）_____。

6. 有一无限长的均匀带电直线，单位长度上所带的电量为 λ，则在距离直线为 a 的任意一点所产生的电场强度大小为（11）_____。

7. 在两块正交偏振片 P_1 和 P_3 之间插入另一块偏振片 P_2，光强为 I_0 的自然光垂直入射于偏振片 P_1，连续经过 P_1、P_2 和 P_3，则出射光光强最大值为（12）_____。

8. 一静质量为 m_0 的立方形物体，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（13）_____；该物体的动能 E_k 为（14）_____。

9. 已知钾的逸出功为 $2.0\,\text{eV}$，如果用波长为 $3.60 \times 10^{-7}\,\text{m}$ 的光照射在钾上，则光电效应的遏止电压的绝对值 $|U_a| =$（15）_____V。

二、计算题（共 120 分）

10. 质量为 m 的小球在光滑的水平面内沿半径为 R 的固定圆环作圆周运动，小球的初速度大小为 v_0，如图 1 所示。若已知小球与圆环间的滑动摩擦因数为 μ，求：运动一周，小球回到原来位置时速度的大小。

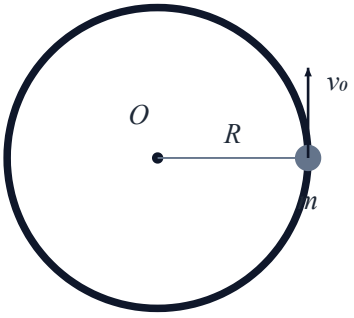


图 1 小球沿固定圆环运动

图 1

11. 一质量为 m 的小物块从无摩擦的滑道下滑后与一质量为 M，长度为 l 的竖直悬挂的匀质细棒发生碰撞并粘合在细棒的底端，如图 2 所示。受碰后细棒绕光滑水平轴 O 转过角度 θ 后停止。试根据图中的参数求 $\cos\theta$。

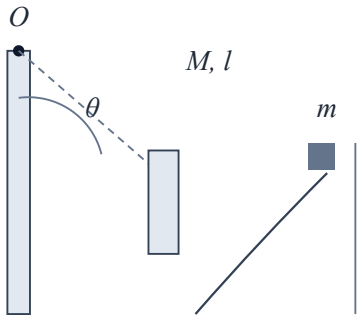


图 2 物块与悬挂细杆碰撞

图 2

12. 有一质量为 m 的小物块，在水平 x 方向作周期为 $T=0.05s$，振幅为 $A=10\text{cm}$ 的简谐振动。坐标原点位于谐振子的平衡位置。在 $t=0s$ 时，小物块位于 $x=-5\text{cm}$ 处，且向负 x 轴方向运动，求:（1）小物块的简谐振动方程;（2）小物块回到平衡位置所需要的最短时间。

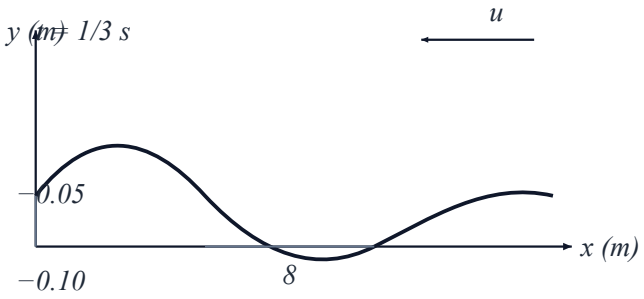


图 3 t=1/3 s 时的波形

图 3

13. 波是能量传播的一种重要形式，如声波、地震波等。一平面余弦波以速度 $u = 8$ m/s 向 x 负方向传播，$t = \frac{1}{3}s$ 时刻的波形如图 3 所示。若在 $x = 0$ 处有一反射墙壁，波从空气中传到墙壁处被反射。求:（1）入射波的波函数;（2）反射波的波函数;（3）波节点的位置。

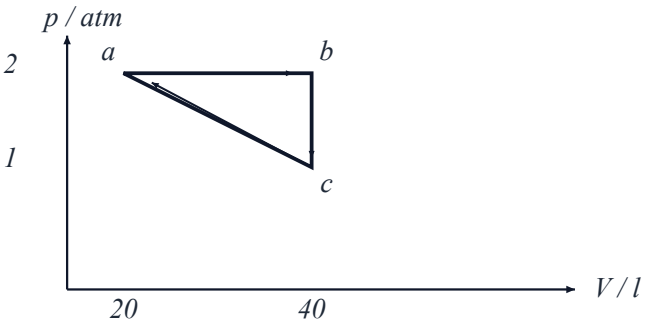


图 4 氮气循环

图 4

14. 1mol 的氮气（可视为理想气体），初始时压强为 2atm，体积为 20l，先等压膨胀至原体积 2 倍，再等容冷却至原来温度，最后等温压缩回到初态（如图 4 所示）。试求:

（1）气体在各过程中的热量传递;（2）该循环的效率。

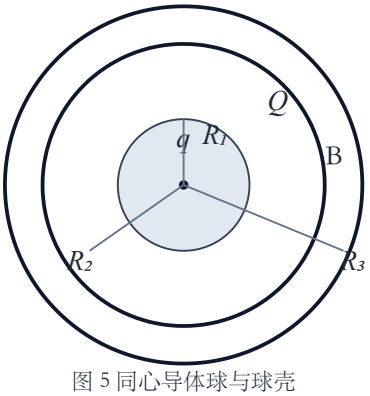


图 5 同心导体球与球壳

图 5

15. 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 5）。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。

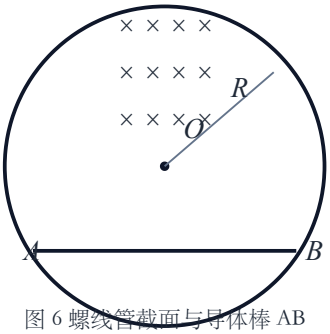


图 6 螺线管截面与导体棒 AB

图 6

16. 如图 6 所示，半径为 R 的长直密绕螺线管内，充满磁感应强度为 $\bar{B}$ 的均匀磁场，现磁场随时间均匀增加 $\dfrac{dB}{dt}=k$,

（1）求螺线管内部任一点的感生电场;（2）若在磁场中放置一长为 L 的导体棒，求导体棒中产生的感生电动势, 并判断 A、B 两端的电势高低?

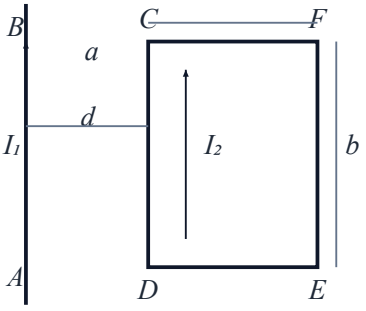


图 7 长直导线与矩形线圈

图 7

17. 如图 7 所示，长直导线 AB 内通有电流 I_1，矩形线圈 DCFE 中通有电流 I_2，AB 与线圈共面，且 DC 与 AB 平行，长度 a、b、d 已知，求:（1）在导线 AB 产生的磁场中，矩形线圈每个边受到的作用力;（2）若将矩形线圈平移至导线 AB 左侧对称的位置，求该过程磁力做的功。

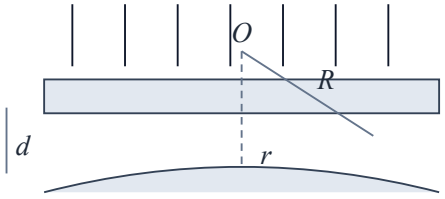
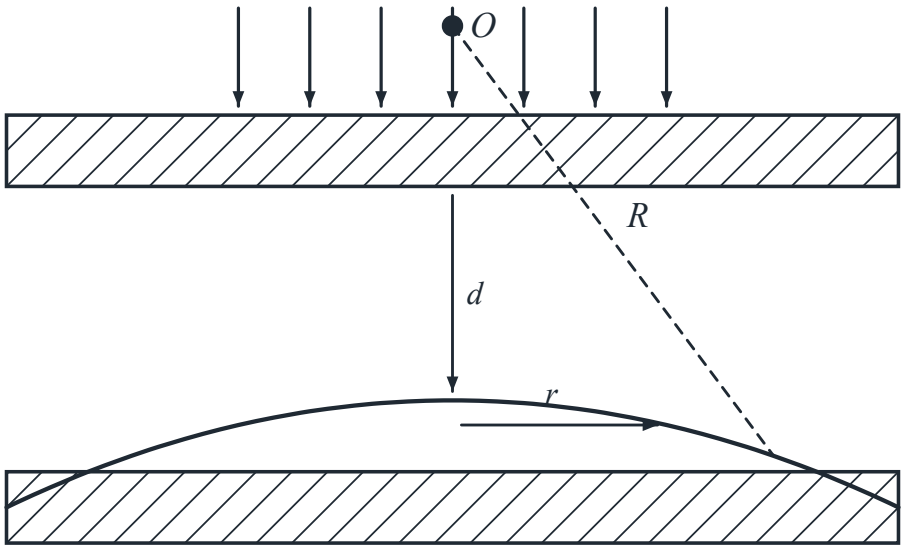


图 8 凹柱面透镜与平板玻璃

图 8

18. 用波长 $\lambda = 4300\text{Å}$ 的平行单色光垂直照射一光栅，该光栅每毫米有 250 条刻痕, 每条刻痕宽 3×10^{-4} cm, 求 ⑴光栅常数;（2）最多能看到多少条明纹。

19. 如图 8 所示，曲率半径为 R 的凹柱面透镜，其上覆盖一平板玻璃，两者之间形成空气薄层，中心点空气层的厚度为 d，且 $R >> d$。今以波长为 λ 的单色平行光垂直入射，观察反射光的干涉图样。（1）给出反射光的干涉条纹特点;（2）反射光干涉加强、减弱条纹的条件及各级暗纹的位置 r。



凹柱面透镜截面示意图

图 9

20. （1）试证：考虑粒子的相对论效应，一粒子的德布罗意波长可写成 $\lambda = \dfrac{hc}{(2E_0E_k + {E_k}^2)^{1/2}}$，式中，$E_0$ 和 E_k 分别为粒子的静能量和动能。

（2）试证：考虑粒子的相对论效应，在匀强磁场中，高速带电粒子在与磁感应强度 B 垂直的平面上做圆周运动时的轨道半径为 $R = \dfrac{(2E_0E_k + {E_k}^2)^{1/2}}{qcB}$，式中 q 为粒子所带电量。

21. 一个原子处于高能态的时间为 10^{-8}s，求此高能态能量的最小不确定量？设电子从上述高能态跃迁到基态，对应的辐射能量为 3.40eV，求该光子波长的最小不确定量？

逐光知理 · 考研真题重排版