

2020 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 30 分)

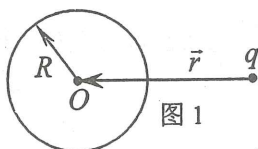
1、一质点作圆周运动, 设半径为  $R$ , 运动方程为  $s = v_0 t + bt^2$ , 其中  $S$  为弧长,  $v_0$  为初速,  $b$  为常数。则: 任一时刻  $t$  质点的切向加速度为 (1), 总加速度为 (2)。

2、有一人造地球卫星, 其质量为  $m$ , 在地球表面上空 4 倍于地球半径  $R$  的高度沿圆轨道运行, 用  $m$ 、 $R$ 、引力常数  $G$  和地球的质量  $M$  表示, 则: 卫星的动能为 (3); 卫星的引力势能为 (4)。

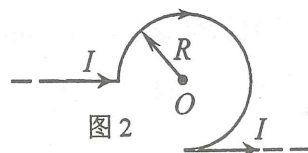
3、一质点作简谐振动, 振幅为 6 厘米, 周期为  $T = 0.2s$ 。  $t = 0s$  时刻它在  $x_0 = -3$  厘米处, 且向  $x$  轴正方向运动, 则该质点的振动方程为 (5)。

4、有 2 mol 的刚性双原子分子理想气体, 在等压膨胀过程中对外做功为  $A$ , 则其温度变化为  $\Delta T =$  (6)。

5、一个原来不带电的导体球外有一带电量为  $q$  的点电荷, 如图 1 所示, 已知该点电荷到球心  $O$  的矢径为  $\vec{r}$ , 则静电平衡时, 该导体球的电势  $V =$  (7); 导体球上的感应电荷产生的电场在球心处的电势  $V' =$  (8)。



6、一载流导线弯成如图 2 形状, 电流由无限远处流来, 又流向无限远处。则圆心  $O$  点的磁感应强度大小为 (9)。



7、杨氏双缝干涉实验中,  $2a = 0.5mm$ , 在距离双缝为 25cm 的屏上观察。若光源由波长为 400nm 的单色光, 则干涉条纹间距为 (10)。

8、一束波长为  $\lambda = 500nm$  的单色平行光, 垂直照射在一个单缝上。如果所用单缝的宽度  $a = 0.5mm$ , 在其缝后紧挨着放置一焦距为  $f = 1m$  的薄凸透镜。则其中央明纹的宽度为 (11)。

9、当一束强度为  $I_0$  的自然光垂直入射到两块平行放置且偏振化方向夹角为  $30^\circ$  的偏振片上, 则透射光的强度为 (12)。

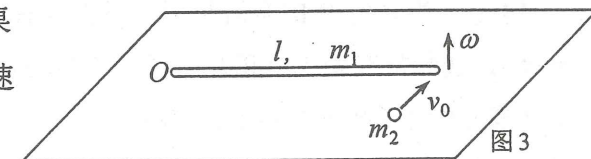
10、一静质量为  $m_0$ , 半径为  $R$  的圆盘, 若沿其一直径方向以速度  $0.6c$  ( $c$  为真空光速) 相对地面运动。则地面上测得其运动质量为 (13), 面积为 (14)。

11、根据爱因斯坦的光子假说, 频率为  $\nu$  的光入射到某金属上, 若单位时间内垂直光传播方向上单位面积内通过的光子数为  $N$ , 则能流密度  $S =$  (15)。

计算题 (共 120 分)

二、(10 分) 质量  $m$  子弹, 以初速度  $v_0$  打入厚塑料板, 其所受到阻力与速度成正比而反向, 即  $f = -kv$  ( $k$  为正的常数), 则: (1) 速度与时间的关系式是什么? (2) 子弹进入得最大深度为多少?

三、(10 分) 水平桌面上, 长为  $L$ , 质量为  $m_1$  的匀质细杆, 一端固定于  $O$  点, 细杆可绕经过  $O$  点的轴在水平桌面上转动。现有一质量为  $m_2$ , 速度为  $v_0$  的小球垂直撞击细杆的另一端, 撞击后粘在  $m_1$  上与  $m_1$  一起转动 (如图 3 所示), 试求:



- (1) 撞击后杆的角速度大小;
- (2) 撞击过程中的能量损失。

四、(10分) 已知: 如图4所示, 轻弹簧的劲度系数为  $k$ , 定滑轮的半径为  $R$ , 转动惯量为  $I$ , 物体的质量为  $m$ 。试求:

(1) 系统的振动周期; (2) 当将  $m$  托至弹簧原长并释放时, 求  $m$  的运动方程 (以向下为正方向)。

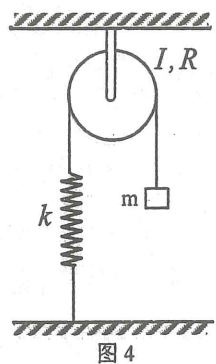


图4

五、(10分) 同一介质中的两相干波源 B、

C, 如图5所示, 相距 30m, 它们的振幅相同, 且均为  $A$ , 波源 B 的初相为  $\pi$ , 波源 C

的初相为 0, 频率均为 100Hz, 波速为  $u=400\text{m/s}$ 。试求: (1) 在 BC 间距离 B 点  $x$  处两波源各自引起的分振动方程; (2) BC 间发生因干涉相消的各点的位置。

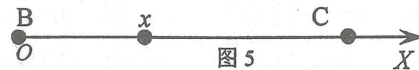


图5

六、(10分) 一定量的理想气体, 其循环过程如图6所示。ca 为等温线, 试证明:

$$\eta = \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \left[1 - \frac{\ln \frac{V_2}{V_1}}{\frac{V_2}{V_1} - 1}\right], \text{ 式中, } \gamma \text{ 为比热容比。}$$

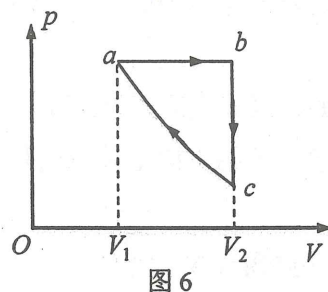


图6

七、(10分) 半径为  $R$  的带电球体, 其电荷体密度为  $\rho = \begin{cases} \frac{qr}{\pi R^4} & (r \leq R) \\ 0 & (r > R) \end{cases}$ 。试求:

(1) 带电体的总电量; (2) 球内、外的电场强度; (3) 球内、外的电势。

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  $60^\circ$  角 (如图7所示), 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。

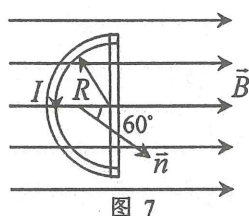


图7

九、(10分) 两块长 10cm 平玻片, 一端接触, 另一端被直径为 0.03cm 的金属丝所分开。用  $\lambda = 600\text{nm}$  的光垂直照射到平玻片上, 试求: (1) 玻璃片上出现的明纹数; (2) 相邻的两暗纹之间的距离。

十、(10分) 光栅每厘米有 2500 条狭缝, 刻痕宽度  $b$  是缝宽  $a$  的 3 倍。若波长  $\lambda = 500\text{nm}$  的单色平行光垂直入射到该光栅上, 试求: (1) 光栅常数; (2) 在单缝衍射中央明纹区内, 最多可见多少条主极大明纹? (3) 第一级主极大明纹的衍射角 (用弧度表示)。

十一、(10分) 从铝中移出一个电子需要  $4.2\text{eV}$  的能量。今有波长为  $200\text{nm}$  的光投射到铝表面。试求: (1) 由此发射出来的光电子的最大动能是多少? (2) 遏止电压多大? (3) 铝的截止波长有多大?

十二、(10分) 动能为  $2\text{eV}$  的电子, 从无穷远处向着静止的质子运动, 最后被质子所俘获形成基态的氢原子。试求: (1) 在此过程中放出光子的能量; (2) 在此过程中放出的光子的波长; (3) 此时, 氢原子体系的能量; (4) 此时电子绕质子运动的动能; (5) 此时电子的德布罗意波长  $\lambda$ 。

十三、(10分) 一导线矩形框的平面与磁感强度为  $B$  的均匀磁场相垂直。在矩形框上, 有一质量  $m$ , 长为  $l$ , 可移动的细导体棒 MN, 矩形框还接有一个电阻  $R$ , 其值较之导线的电阻值要大得很多。

若开始时, 细导体棒以速度  $v_0$ , 沿如图8所示的矩形框运动。试求: (1) 棒中的感应电动势; (2) 棒所受的安培力; (3) 棒的速率随时间变化的函数关系;

(4) 棒移动的距离随时间变化的函数关系; (5) 棒能移动的最大距离; (6) 从棒开始运动到任意  $t$  时刻回路中所产生的焦耳热。

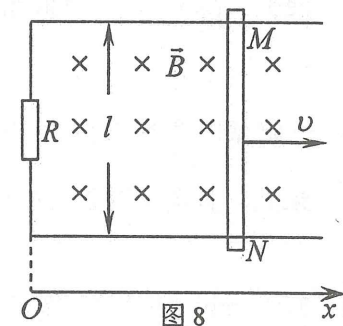


图8

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