

2019 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 30 分)

1、质量为  $m$  的小车以速度  $v_0$  作匀速直线运动, 刹车后, 受到的阻力与车速成正比而反向, 即  $f = -kv$  ( $k > 0$ )。则:  $t$  时刻该小车的速度  $v(t) =$  (1); 该小车的加速度  $a(t) =$  (2)。

2、一质量为  $1\text{kg}$ , 初速度为  $0$  的物体在水平推力  $F = 6t^2$  (N) 的作用下, 在光滑的水平面上作直线运动。则: 在第 2 秒内物体获得的冲量大小为  $I =$  (3); 在 2 秒内, 此推力对物体所做的功为  $A =$  (4)。

3、一作简谐振动的小球, 其质量为  $m = 0.1\text{kg}$ , 速度的最大值为  $v_{\text{max}} = 4\text{cm/s}$ , 振幅为  $A = 2\text{cm}$ 。若速度为正最大值时作为计时起点, 则: 小球振动周期为 (5); 振动方程为 (6)。(要求用余弦函数表示)

4、温度为  $27^\circ\text{C}$  时,  $1\text{mol}$  的氨气 (可视为理想气体), 则该气体分子的总平动动能为  $\bar{E}_t =$  (7)。

5、平行板空气电容器, 极板面积为  $S$ , 两极板间的电势差为  $U$ , 间距为  $d$ , 则电容器中储存的电场能量为  $W =$  (8)。

6、在一圆柱形空间内, 磁场  $\vec{B}$  的空间分布均匀且随时间变化 ( $\frac{dB}{dt} > 0$ )。在磁场中, 同轴地放上一个半径为  $R$  的导体圆环 (如图 1 所示), 则圆环上的感生电动势  $\varepsilon =$  (9)。

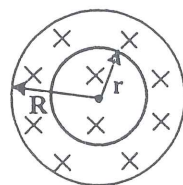


图 1

7、在迈克尔逊干涉仪的一支光路中, 放入一片折射率为  $n$  的透明介质薄膜后, 测出两束光的光程差的改变量为一个波长  $\lambda$ , 则薄膜的厚度是 (10)。

8、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 (11); 若通过第二个偏振片后的光强为  $\frac{I_0}{4}$ , 则两偏振片的偏振化方向之间的夹角为 (12)。

9、 $\pi^+$  介子是一种不稳定的粒子, 平均寿命是  $2.6 \times 10^{-8}\text{s}$  (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  $\pi^+$  介子的寿命为 (13)。

10、从铝中移出一个电子需要  $4.2\text{eV}$  的能量, 今有波长为  $2000 \text{ \AA}$  的光照射到铝表面上, 铝表面发射的光电子的最大动能为 (14) eV。

11、一束带电粒子经  $200\text{V}$  电势差加速后, 测得其德布罗意波长为  $0.02 \text{ \AA}$ 。已知这带电粒子所带电量与电子电量相等。则该粒子的质量为 (15)。

计算题 (共 120 分)

二、(10 分) 水星质量为  $m_k$ , 绕质量为  $M_s$  的太阳运行, 轨道的近日点到太阳的距离为  $r_1$ , 远日点到太阳的距离为  $r_2$ , 求: (1) 水星越过近日点时的速率; (2) 从近日点到远日点万有引力所做的功。

三、(10 分) 一平面简谐的余弦波以速度  $u = 10\text{m/s}$  沿  $x$  负方向传播,  $t = 0$  时波形如图 2 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。

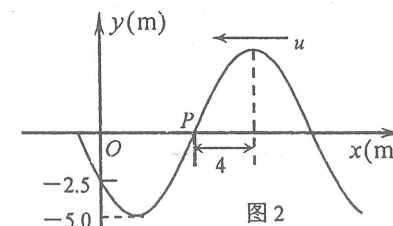


图 2

四、(10 分)  $1\text{mol}$  的氧气 (可视为理想气体), 初始时压强为  $2\text{atm}$ , 体积为  $20\text{l}$ , 先等压膨胀至原体积的 2 倍, 再等容冷却至原来温度, 最后等温压缩回到初态 (如图 3 所示)。试求: (1) 气体在各过程中的功; (2) 该循环的效率。

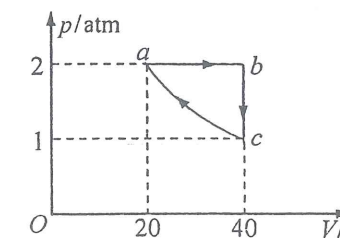


图 3

五、(10分) 两个同轴的金属圆柱面，长度均为  $l$ ，半径分别为  $a$  和  $b$ 。两圆柱面之间充有介电常数为  $\epsilon$  的均匀电介质。当这两个圆柱面均匀带有等量异号电荷  $+Q$  和  $-Q$  时 (如图 4 所示)。试求：(1) 两圆柱面之间介质层内 ( $a < r < b$ ) 的电场强度分布；(2) 两圆柱面之间的电势差；(3) 此圆柱形电容器的电容  $C$ 。

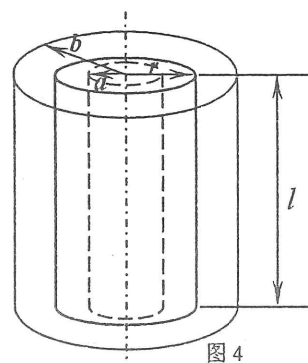


图 4

六、(10分) 无限大不计厚度的带电介质平板  $A$ ，电荷面密度为  $\sigma_1 (> 0)$ ，无限大导体平板  $B$  与  $A$  板平行放置，间距为  $d$  (如图 5 所示)。试求：(1)  $B$  板的电荷面密度和空间各处的电场强度；(2) 把  $B$  板接地，再求  $B$  板的电荷面密度和空间各处的电场强度。

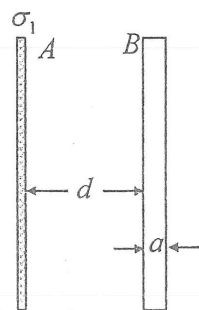


图 5

七、(10分) 如图 6 所示，有一平面塑料圆盘，半径为  $R$ ，表面带有面密度为  $\sigma$  的剩余电荷。假定圆盘绕其轴线  $AA'$  以角速度  $\omega$  转动，磁场  $B$  的方向垂直于转轴  $AA'$ 。试求：(1) 此圆盘的磁矩；(2) 磁场作用于圆盘的力矩大小。

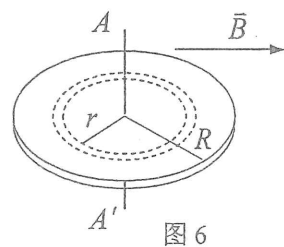


图 6

八、(10分) 在牛顿环实验中，当用波长为  $589.3\text{nm}$  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  $\Delta r' = 3.85 \times 10^{-3}\text{m}$ 。试求：(1) 平凸透镜凸面的曲率半径；(2) 该单色光的波长。

九、(10分) 在宽度为  $a = 0.6\text{mm}$  的狭缝后放置一焦距为  $f = 40\text{cm}$  的凸透镜，若以单色平行光垂直入射，则在距中央明纹  $1.6\text{mm}$  处观察到红色明条纹。试求：(1) 单色光波长；(2) 中央明纹宽度；(3) 第二级明纹对应的衍射角。

十、(10分) 某加速器将质子加速到  $76\text{GeV}$  ( $1\text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\text{J}$ ) 的动能。试求：(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： $m_p = 1.67 \times 10^{-27}\text{kg} = 938\text{MeV}/c^2$ )

十一、(10分) 已知设地球到太阳的距离是  $d$ ，太阳的直径为  $D$ ，太阳表面的温度为  $T$ 。如果将太阳看成为绝对黑体，则：在地球表面受阳光垂直照射时每平方米的面积上每秒中得到的辐射能量是多少？

十二、(10分) (1) 用波长  $\lambda = 80\text{nm}$  的紫外光线照射一基态氢原子，试用计算说明，能否使之电离？(2) 若能够电离，电离出来的电子的初动能有多大？(3) 此时电离出来电子的德布罗意波长为多少？

十三、(10分) 一导体框架与一通电电流为  $I$  的无限长直导线共面，今有一长  $l$  的导体棒  $ab$  可沿金属框架滑动，如图 7。求：(1) 在图示的位置时，导体回路中的磁通量；(2) 若直导线通以电流  $I = kt$  ( $k > 0$  为常数) 时，回路中的感应电动势的大小和方向；(3) 若直导线电流  $I = kt$ ，并且导体棒  $ab$  又以匀速率  $v$  从框架边缘开始向右运动时，在  $t$  时刻导体回路内的感应电动势；(4) 在  $t$  时刻二者的互感系数。

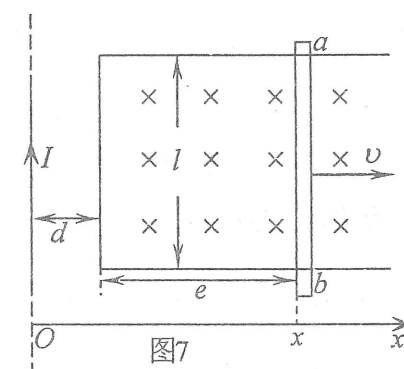


图 7

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