A

江西理工大学

2015年硕士生入学考试试题

考试科目：普通物理 （899）　报考专业：凝聚态物理

注意：答案一律写在答题纸上

一、问答题（共5题，每题12分，合计60分）

1、 什么是多普勒效应，科学家测量远离我们的星球所发出绿光时，所测结果可能是什么颜色的光？

2、 简述刚体的转动定理的主要内容，写出刚体转动惯量的表达式。

3、 光的干涉可以分为哪几种？ 光的相干条件是什么。

4、 静电场的高斯定理的主要内容，穿过封闭面的电通量与封闭面外的电荷是否相关？

5、 理想气体分子的最概然速率和最大速率是一回事吗？简述他们各自的含义。

二、计算题（共5题，每题18分，合计90分）

1、一质点沿 x 轴直线运动，其运动学方程为 $x = 6\ t - t^2$ (SI)，求：

（1）在 t 时该质点加速度；

（2）何时该质点开始沿反向运动？

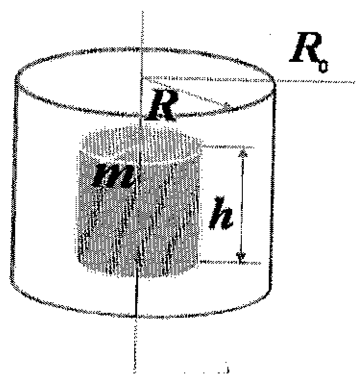
（3）在 t 由 0 到 4s 的时间间隔内质点走过的路程、平均速率、平均速度及平均加速度；

2、一半径为 R 的“无限长”圆柱形带电体，其电荷体密度为 $\rho = Ar\ (r<R)$，式中 A 为常数，试求：

（1）圆柱体内各点场强大小分布；

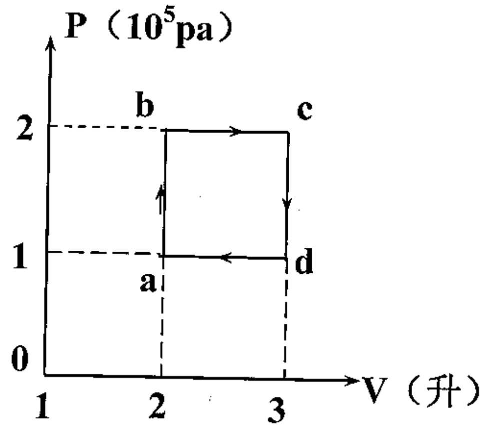
（2）圆柱外各点场强大小分布；

（3）选离轴线的距离为 $R_0\ (R_0>R)$ 处为电势零点，计算圆柱体内、外各点的电势分布。



A

3. 如图所示 abcda 为 1mol 氦气（视为理想气体）进行的循环过程，则循环过程中，（1）气体是从外界吸热还是放热？（2）确定气体吸/放热量（3）确定循环过程中对外做的净功。

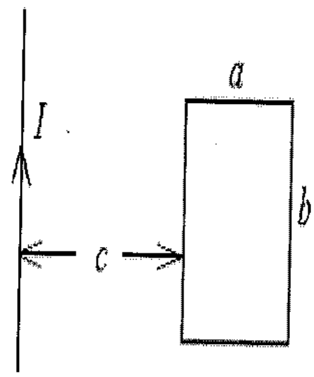


4、长直导线与矩形单匝线圈共面放置，导线与线圈的长边平行。矩形线圈的边长分别为 a, b，它到直导线的距离为 c（如图）。

（1）计算电流 I 产生的磁场在矩形区域内的磁通量

（2）当直导线中通有电流 $I = I_0 \cos\omega t$ 时，求矩形线圈中的感应电动势。

（3）如果在线圈内也通上电流 I_1，求线圈所受合外力。



5、用有两个波长成分的光束做杨氏干涉实验，其中一种波长为 $\lambda_1 = 600nm$，已知两缝间距为 0.60mm，观察屏与缝之间的距离为 1.50m，屏上 λ_1 的第 5 级明纹中心与波长为 λ_2 光的第 4 级明纹中心重合，求：（1）屏上 λ_1 的第 6 级明纹中心的位置；（2）波长 λ_2；（3）波长 λ_1 相邻暗纹的间距。

1A 答案、

江西理工大学

2015年硕士生入学考试试题

考试科目：普通物理 （899） 报考专业：凝聚态物理

注意：答案一律写在答题纸上

一、问答题（共5题，每题12分，合计60分）

1、什么是多普勒效应，科学家测量远离我们的星球所发出绿光时，所测结果可能是什么颜色的光？

答：多谱勒效应是指：由于波源和观察者之间有相对运动，使观察者感到频率发生变化的现象，称为多普勒效应。如果二者相互接近，观察者接收到的频率增大；如果二者远离，观察者接收到的频率减小。所测量结果可能为红光、橙光、黄光等。

2、简述刚体的转动定理的主要内容，写出刚体转动惯量的表达式。

答：刚体定轴转时，它的角加速度与所受合外力矩成正比，与转动惯量成反比。转动惯量表达式为

$$I=\sum_i m_i r_i^2$$

3、光的干涉可以分为哪几种？ 光的相干条件是什么。

答：光的干涉可以分为等厚干涉和等倾干涉。光的相干条件是：

（1）、两列光波的频率必须相同。 （2）、两列光波的频率相同，在相遇点的振动方向必须相同，或者有振动方向相同的分量。 （3）、两列光波在相遇相遇的区域内，必须保持稳定的位相差。

4、静电场的高斯定理的主要内容，穿过封闭面的电通量与封闭面外的电荷是否相关？

答：静电场中的场强对于任意闭合曲面的面积分（称为电通量）等于闭合面所包围的电荷代数和除 ε_0，与闭合面外的电荷以及电荷的分布无关，

$$\oint\!\!\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{S内} q_i$$

5、理想气体分子的最概然速率和最大速率是一回事吗？简述他们各自的含义。

答：不是，最概然速率（或称最可几速率）用 Vp 表示。它的物理意义是：在一定温度下，在相同速率区间内，分子速度在 Vp 附近的概率最大，也就是说，分子速率在 Vp——Vp+△V 区间的百分数最大。

最大速率是指所有分子中所具有的最大速率。

二、计算题（共 5 题，每题 18 分，合计 90 分）

1、一质点沿 x 轴直线运动，其运动学方程为 $x = 6\ t - t^2$ (SI)，求：

（1）在 t 时该质点加速度；

（2）何时该质点开始沿反向运动？

（3）在 t 由 0 到 4s 的时间间隔内质点走过的路程、平均速率、平均速度及平均加速度；

解:(1) $v=\dfrac{dx}{dt}=6-2t$，$a=\dfrac{dv}{dt}=-2(m\cdot s^{-2})$　　6 分

(2) $v=6-2t=0 \Rightarrow t=3s$ 此后质点沿反向运动　　**4** 分

(3) 由 x 随时间变化的函数曲线可以得到，**t=3s** 时 x 将减小，　**8** 分

t_1=0s 时：$x_1=0m$

t_2=3s 时：$x_2=(6t_2-t_2^2)=9m$

t_3=4s 时：$x_3=(6t_2^2-t_2^2)=8m$

∴路程 $\Delta s=|x_2-x_1|+|x_3-x_2|=10m$，平均速率 $\overline{v}=\dfrac{\Delta s}{\Delta t}=2.5\left(m\cdot s^{-1}\right)$

位移 $\Delta x=|x_3-x_1|=8m$　　　平均速度 $\overline{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}=2m\cdot s^{-1}$

$v=6-2t$　**t_1=0s** 时：$v_1=6m\cdot s^{-1}$；　**t_2=4s** 时：$v_2=-2m\cdot s^{-1}$

$$\overline{a}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}=-2m\cdot s^{-2}$$

式中负号表示平均加速度方向沿 x 轴负向。

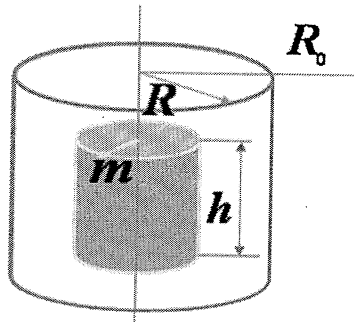
2、一半径为 R 的“无限长”圆柱形带电体，其电荷体密度为 $\rho=Ar\,(r<R)$，式中 A 为常数，试求：

（1）圆柱体内各点场强大小分布；

（2）圆柱外各点场强大小分布；

（3）选离轴线的距离为 $R_0\,(R_0>R)$ 处为电势零点，计算圆柱体内、外各点的电势分布。

解：作一半径为m，高为h的同轴圆柱面为高斯面，



$$\oint_s \vec{E}\cdot d\vec{s} = \int_{上底}\vec{E}\cdot d\vec{s} + \int_{下底}\vec{E}\cdot d\vec{s} + \int_{侧面}\vec{E}\cdot d\vec{s}$$

$$= \int_{侧面} E ds = 2\pi m h E = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum_i q_i$$

4 分

$$2\pi m h E = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum_i q_i \quad \sum_i q_i = \int_0^m \rho h 2\pi n dn = \int_0^m 2\pi h A n^2 dn = \frac{2}{3}\pi h A m^3$$

$(1) 0 < m < R$: $\quad E_1 = \dfrac{Am^2}{3\varepsilon_0}$ 3 分

（2） $m > R$: $\quad E_2 = \dfrac{AR^3}{3\varepsilon_0 m}$ 3 分

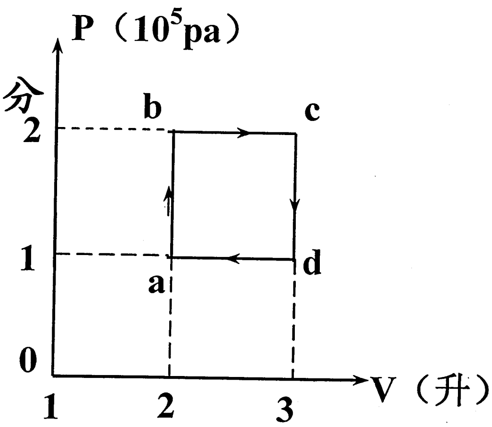
（3）0<m<R

$$U_1 = \int_m^{R_0}\vec{E}\cdot d\vec{l} = \int_m^{R}\frac{Am^2}{3\varepsilon_0}dm + \int_R^{R_0}\frac{AR^3}{3\varepsilon_0 m}dm =$$

4 分 $$\frac{A}{9\varepsilon_0}(R^3 - m^3) + \frac{AR^3}{3\varepsilon_0}\ln\frac{R_0}{R}$$

4 分 $m > R$: $\quad U_2 = \displaystyle\int_m^{R_0}\vec{E}\cdot d\vec{l} = \int_m^{R_0}\frac{AR^3}{3\varepsilon_0 m}dm = \frac{AR^3}{3\varepsilon_0}\ln\frac{R_0}{m}$

3. 如图所示 abcda 为 1mol 氦气（视为理想气体）进行的循环过程，则循环过程中，（1）气体是从外界吸热还是放热？（2）确定气体吸/放热量（3）确定循环过程中对外做的净功。



解：(1) 气体在循环过程中从外界吸热 3 分

（2）

$$i = 3,\ C_V = \frac{3}{2}R,\ C_P = \frac{5}{2}R$$

$$Q_{ab}=C_V(T_b-T_a)=\frac{3}{2}R(T_b-T_a)=\frac{3}{2}V_a(P_b-P_a)=3\times10^2(J)$$ **3 分**

$$Q_{bc}=C_P(T_c-T_b)=\frac{5}{2}R(T_c-T_b)=\frac{5}{2}P_b(V_c-V_b)=5\times10^2(J)$$ **3 分**

$$Q_{cd}=C_V(T_d-T_c)=\frac{3}{2}R(T_d-T_c)=\frac{3}{2}V_c(P_d-P_c)=-4.5\times10^2(J)$$ **3 分**

$$Q_{da}=C_P(T_a-T_d)=\frac{5}{2}R(T_a-T_d)=\frac{5}{2}P_d(V_a-V_d)=-2.5\times10^2(J)$$ **3 分**

$$Q_1=Q_{ab}+Q_{bc}=8\times10^2(J),\quad Q_2=\left|Q_{cd}+Q_{da}\right|=7\times10^2(J)$$

$$Q=Q_1-Q_2=100J,$$

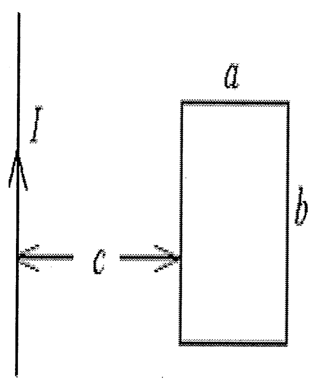
$$\Delta E=0,\quad A=Q=100J$$ **3 分**

4、长直导线与矩形单匝线圈共面放置，导线与线圈的长边平行。矩形线圈的边长分别为 a, b，它到直导线的距离为 c（如图）。

（1）计算电流 I 产生的磁场在矩形区域内的磁通量

（2）当直导线中通有电流 $I=I_0\cos\omega t$ 时，求矩形线圈中的感应电动势。

（3）如果在线圈内也通上电流 I_1，求线圈所受合外力。



（1）取面元 $ds=l_2dx$ $\otimes$

$B(x,t)=\dfrac{\mu_0 I_0\cos\omega t}{2\pi x}$ $\otimes$ 2分

$d\phi=\vec{B}\cdot d\vec{s}=\dfrac{\mu_0 I_0\cos\omega t}{2\pi x}l_2dx$ 2分

$\phi=\displaystyle\int_d^{d+l_1}\frac{\mu_0 I_0\cos\omega t l_2}{2\pi x}dx=\frac{\mu_0 I_0\cos\omega t l_2}{2\pi}\ln\frac{d+l_1}{d}$ 3分

（2）$\varepsilon=-\dfrac{d\phi}{dt}=\dfrac{\omega\mu_0 I_0\sin\omega t l_2}{2\pi}\ln\dfrac{d+l_1}{d}$ 5分

（3）F=I1b(B1-B2)$=I_1b(\dfrac{\mu_0 I_0\cos\omega t}{2\pi c}-\dfrac{\mu_0 I_0\cos\omega t}{2\pi(c+a)})$ 6 分

5、波长为$\lambda=600\,nm$的单色光垂直入射到光栅上，测得第 2 级主极大的衍射角为30^0，且第三级缺级，求：

（1）光栅常数(a+b)；

（2）透光缝 a 可能的最小宽度；

（3）在选定了上述(a+b)与 a 值后，屏幕上可能出现的全部主极大的级数。

解：（1）$d\,sin\varphi=k\lambda$，　　3 分

$$d=\frac{k\lambda}{\sin\varphi}\frac{2\times600\,nm}{\sin30^0}=2.4\times10^{-6}\,m$$　　3 分

（2）光栅衍射缺级条件：$k=\dfrac{a+b}{a}k'$（$k'=1,2)$　　4 分

$$a=\frac{k'}{3}(a+b)$$

$$a_{\min}=\frac{d}{3}=0.8\times10^{-6}\,m$$　　2 分

（3）最大级数：$d\sin90^0=k_{\max}\lambda$，$k_{\max}=4$　　3 分

可能出现的 5 个主极大：$\pm2,\pm1,0$　　3 分。