

# 北京科技大学

## 2011年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 612 试题名称: 普通物理 (共4页)

适用专业: 凝聚态物理、理论物理

说明: ① 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

② 考试用具: 钢笔或圆珠笔、普通计算器。

### 一、选择题、填空题 (共60分):

1、(4分) 一容器中装有一定量的某种气体, 下面的叙述那些是正确的

- (A) 容器中各处压强相等, 则各处温度也一定相等
- (B) 容器中各处压强相等, 则各处密度也一定相等
- (C) 容器中各处压强相等, 且各处密度相等, 则各处温度也一定相等
- (D) 容器中各处压强相等, 则各处的分子平均平动动能一定相等。

2、(4分) 相同条件下, 氧原子的平均动能是氧分子 (视为刚性分子) 的平均动能的多少倍

- (A) 3/5 倍
- (B) 5/3 倍
- (C) 1/3 倍
- (D) 1 倍

3、(4分) 某长方形容容器内分子数密度为  $10^{26} / \text{m}^3$ , 每个分子的质量为  $3 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , 若其中的  $1/6$  以速度  $v = 2000 \text{ m/s}$  垂直的向容器的一壁运动, 而其余  $5/6$  的分子或离开该壁或平行于壁运动。假设分子与器壁间是完全弹性碰撞的, 碰撞的分子作用于器壁的压强为多少  $\text{N/m}^2$

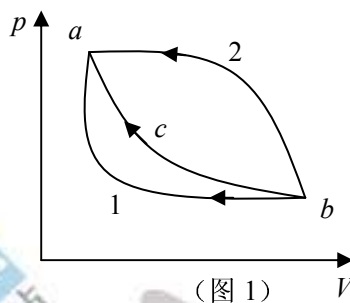
- (A)  $1.2 \times 10^5$
- (B)  $2.0 \times 10^5$
- (C)  $4.0 \times 10^5$
- (D)  $2.0 \times 10^6$

4、(4分) 温度、压强相同的氦气和氧气, 它们分子的平均动能  $\bar{E}$  和平均平动动能  $\bar{w}$  有如下关系:

- (A)  $\bar{E}$  和  $\bar{w}$  都相等
- (B)  $\bar{E}$  相等, 而  $\bar{w}$  不相等
- (C)  $\bar{w}$  相等, 而  $\bar{E}$  不相等
- (D)  $\bar{E}$  和  $\bar{w}$  都不相等

5、(4分) 如图1,  $bca$ 为理想气体绝热过程,  $b1a$ 和 $b2a$ 是任意过程, 则上述两过程中气体做功与吸收热量的情况是

- (A)  $b1a$ 过程放热, 作负功;  $b2a$ 过程放热, 作负功  
 (B)  $b1a$ 过程吸热, 作负功;  $b2a$ 过程放热, 作负功  
 (C)  $b1a$ 过程吸热, 作正功;  $b2a$ 过程吸热, 作负功  
 (D)  $b1a$ 过程放热, 作正功;  $b2a$ 过程吸热, 作正功



(图1)

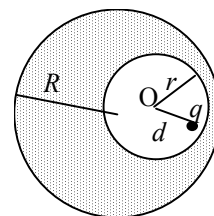
6、(4分) 一个半径为 $R_0$ 的中空金属球, 带电量为 $-Q$ , 则当以无穷远为电势零点时, 其球内各点的电位 $V_i$ 可表示为 ( $k$ 为常数)

- (A)  $V_i = k \frac{Q}{R_0^2}$       (B)  $V_i = k \frac{Q}{R_0}$       (C)  $V_i = -k \frac{Q}{R_0^2}$       (D)  $V_i = -k \frac{Q}{R_0}$

7、(4分) 在均匀电场中各点, 下列诸物理量中: (1) 电场强度、(2) 电势、(3) 电势梯度。哪些量是不变的?

- (A) 只有(1)不变      (B) (1)、(3)不变  
 (C) (1)、(2)不变      (D) (1)、(2)、(3)不变

8、(4分) 在半径为 $R$ 的金属球内偏心地挖出一个半径为 $r$ 的球形空腔, 如图2所示, 在距空腔中心 $O$ 点 $d$ 处放一点电荷 $q$ , 金属球原本不带电。设无穷远处为电势零点, 则 $O$ 点的电势为



(图2)

- (A)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$       (B)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$   
 (C)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$       (D) 因 $q$ 偏离球心而无法确定

9、(4分) 一铜导线内自由电子的数密度为 $3.18 \times 10^{20}$ 个/ $\text{cm}^3$ , 若其半径为 $1\text{mm}$ , 电阻为 $10\Omega$ , 则在两端加以 $1.6\text{V}$ 的电压时, 电子的漂移速度大小为(1个电子的电量 $=1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ )

- (A)  $4\text{cm/s}$       (B)  $2\text{cm/s}$       (C)  $0.6\text{cm/s}$       (D)  $0.1\text{cm/s}$

10、(4分) 一平板空气电容器的两极板都是半径为 $r$ 的圆形导体板, 在充电时, 板间

电场强度值的变化率为  $\frac{dE}{dt}$ ，若略去边缘效应，则两极板间的位移电流值为

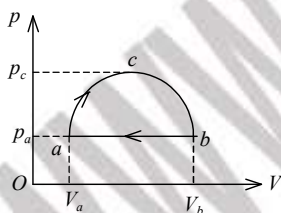
- (A)  $\frac{r^2}{4\epsilon_0} \frac{dE}{dt}$       (B)  $\epsilon_0 \frac{dE}{dt}$       (C)  $2\pi r \epsilon_0 \frac{dE}{dt}$       (D)  $\epsilon_0 \pi r^2 \frac{dE}{dt}$

11、(5分) 热力学系统处于某一宏观态时，将它的熵记为  $S$ 。一个系统从平衡态  $A$  经绝热过程到达平衡态  $B$ ，状态  $A$  的熵  $S_A$  与状态  $B$  的熵  $S_B$  之间大小关系为  $S_B$  \_\_\_\_\_  $S_A$ 。(填入 =、>、 $\geq$ 、<、 $\leq$ )

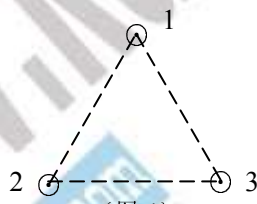
12、(5分) 有  $\nu$  摩尔理想气体，作如图 3 所示的循环过程  $acba$ ，其中  $acb$  为半圆弧， $b-a$  为等压线， $p_c=2p_a$ 。若气体进行  $a \rightarrow b$  的等压过程时吸热  $Q_{ab}$ ，则在此循环过程中气体净吸热量  $Q$  \_\_\_\_\_  $Q_{ab}$ 。(填入：>，<或=)

13、(5分) 有三根等距离放置的长直通电导线，电流流向垂直于纸面向外，如图 4 所示。导线 1、2、3 分别载有 1、2、3A 电流，则导线 1、导线 2 所受之力  $F_1$  和  $F_2$  的大小之比  $F_1 / F_2 =$  \_\_\_\_\_。

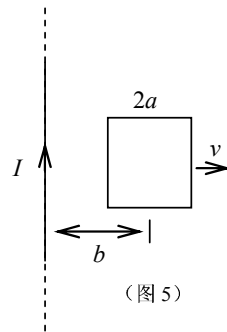
14、(5分) 一长直导线载有交变电流  $I = I_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$ ，旁边有一正方形线圈与它共面。线圈边长为  $2a$ ，初始时其几何中心到直导线的距离为  $b$ ，如图 5，如果线圈以速度  $v$  垂直向右离开直导线，那么初始时，线圈中感应电动势大小为 \_\_\_\_\_。



(图 3)



(图 4)



(图 5)

## 二、计算题 (每题 15 分, 共 90 分)

1、在容积为  $V$  的容器内，盛有质量不等的两种单原子分子理想气体。处于平衡状态时，设它们的内能均为  $E$ ，求混合气体的压强  $p$ 。

2、某种理想气体定体摩尔热容为  $C_V$ ，若气体经历无摩擦准静态过程，其压强按  $p = p_0 e^{\alpha V}$  的规律变化，其中  $p_0$ 、 $\alpha$  为常数，求这种气体经历该过程时的摩尔热容与其体积  $V$  的关系式。

3、均匀带电细线 ABCD 弯成如图 6 所示的形状。两直线长  $a$ ，中间的半圆环形线半径

也是  $a$ ，电荷线密度为  $\lambda$ ，坐标选取如图所示，求圆心  $O$  处的场强和电势（以无穷远为电势零点）。

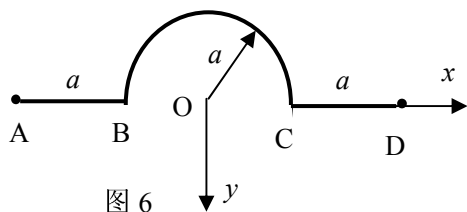
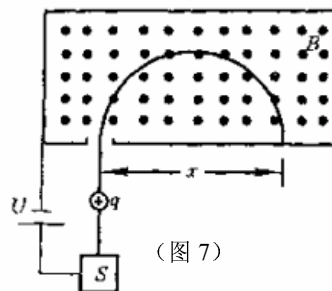


图 6



(图 7)

4、图 7 所示为测定离子质量所用的装置。离子源  $S$  产生一质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的离子，离子从源出来时的速度很小，可以看作是静止的。离子在纸面内经电势差  $U$  加速后进入磁感应强度为  $B$  的均匀磁场（磁场方向垂直于纸面），在这磁场中，离子沿一半圆周运动后射到离入口缝隙  $x$  远处的感光底片上，并予以记录。试证明离子的质量  $m$  为

$$m = \frac{B^2 q}{8U} x^2 \text{。 (离子运动过程忽略重力)}$$

5、有一个长直密绕螺线管（管内为空气），长  $10\text{cm}$ ，直径  $1\text{cm}$ ，由  $1000$  匝  $32$  号漆包线绕制而成，漆包线的电阻是  $247\ \Omega/\text{km}$ 。若把这螺线管接在电动势为  $2\text{V}$  的蓄电池上，忽略边缘效应，问：

- (1) 线圈的自感和电阻各是多少？电路的时间常数是多少？
- (2) 线圈中通电开始时的电流增长率是多少？
- (3) 线圈中的电流达到稳定后，恒定电流是多少？

6、如图 8 所示，空气中一个磁导率为  $\mu_1$  的无限长均匀磁介质圆柱体，半径为  $R$ ，其中均匀地通过电流  $I$ 。求：(1) 空间的磁感应强度大小的分布。

(2) 长为  $l$  的一段圆柱体（半径  $R$ ）内的磁场能量。

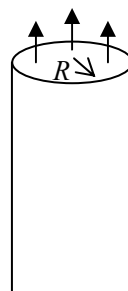


图 8