

北京科技大学

2009 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 (热学 40%; 电磁学 60%) (共 3 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) 若 $f(v)$ 为气体分子速率分布函数, N 为分子总数, m 为分子质量, 则 $\int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{2} m v^2 N f(v) dv$ 的物理意义是:

- (A) 速率为 v_2 的各分子的总平动动能与速率为 v_1 的各分子的总平动动能之差;
- (B) 速率为 v_2 的各分子的总平动动能与速率为 v_1 的各分子的总平动动能之和;
- (C) 速率处在速率间隔 $v_1 \sim v_2$ 之内的分子的平均平动动能;
- (D) 速率处在速率间隔 $v_1 \sim v_2$ 之内的分子平动动能之和。

2、(4 分) 一定量的理想气体, 开始时处于压强, 体积, 温度分别为 p_1 、 V_1 、 T_1 的平衡态, 后来变到压强, 体积, 温度分别为 p_2 、 V_2 、 T_2 的平衡态。若已知 $V_2 > V_1$, 且 $T_2 = T_1$, 则以下各种说法中正确的是:

- (A) 不论经历的是什么过程, 气体对外净作的功一定为正值;
- (B) 不论经历的是什么过程, 气体从外界净吸的热一定为正值;
- (C) 若气体从始态变到终态经历的是等温过程, 则气体吸收的热量最少;
- (D) 如果不给定气体所经历的是什么过程, 则气体在过程中对外净作功和从外界净吸热的正负皆无法判断。

3、(4 分) 如图 1 所示, 一绝热密闭的容器, 用隔板分成相等的两部分, 左边盛有一定量的理想气体, 压强为 p_0 , 右边为真空。今将隔板抽去, 气体自由膨胀, 当气体达到平衡时, 气体的压强是:

- (A) p_0 ;
- (B) $p_0/2$;
- (C) $2^\gamma p_0$;
- (D) $p_0/2^\gamma$ 。

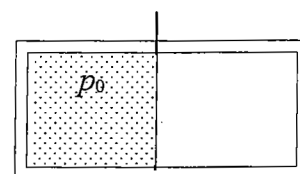


图 1

$$(\gamma = C_p/C_v)$$

4、(4 分) 已知一定量的某种理想气体, 在温度为 T_1 与 T_2 时的分子最概然速率分别为 v_{p1} 和 v_{p2} , 分子速率分布函数的最大值分别为 $f(v_{p1})$ 和 $f(v_{p2})$ 。若 $T_1 > T_2$, 则:

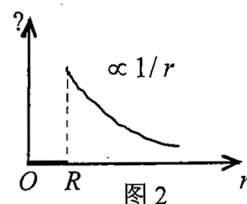
- (A) $v_{p1} > v_{p2}$, $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$;
- (B) $v_{p1} < v_{p2}$, $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$;
- (C) $v_{p1} > v_{p2}$, $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$;
- (D) $v_{p1} < v_{p2}$, $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$ 。

5、(4 分) 某卡诺循环由两个等温过程和两个绝热过程组成, 循环一周的热机效率为 η_1 , 对外作功 A_1 ; 当保持

高低温热源的温度不变,使卡诺循环 $p-V$ 曲线所包围面积增大一倍时,循环一周的热机效率为 η_2 , 对外做功 A_2 。则:

- (A) $A_1 = A_2$ $\eta_1 = \eta_2$; (B) $A_1 = A_2$ $2\eta_1 = \eta_2$;
(C) $2A_1 = A_2$ $\eta_1 = \eta_2$; (D) $2A_1 = A_2$ $2\eta_1 = \eta_2$ 。

6、(4分) 图2中所示曲线表示球对称或轴对称静电场的某一物理量随径向距离 r 变化的关系, 请指出该曲线可描述下列哪方面内容(E 为电场强度的大小, U 为电势):



- (A) 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱体电场的 $E \sim r$ 关系;
(B) 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱面电场的 $E \sim r$ 关系;
(C) 半径为 R 的均匀带正电球体电场的 $U \sim r$ 关系;
(D) 半径为 R 的均匀带正电球面电场的 $U \sim r$ 关系。

7、(4分) 一平行板电容器中充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质。已知介质表面极化电荷面密度为 $\pm \sigma'$, 则极化电荷在电容器中产生的电场强度的大小为:

- (A) $\frac{\sigma'}{\epsilon_0}$; (B) $\frac{\sigma'}{\epsilon_0 \epsilon_r}$;
(C) $\frac{\sigma'}{2\epsilon_0}$; (D) $\frac{\sigma'}{\epsilon_r}$ 。

8、(4分) 充了电的平行板电容器两极板(看作很大的平板)间的静电作用力 F 与两极板间的电压 U 的关系是:

- (A) $F \propto U$; (B) $F \propto 1/U$;
(C) $F \propto 1/U^2$; (D) $F \propto U^2$ 。

9、(4分) 已知两均匀电场单独存在时其电场能量密度都等于 w , 当此两电场叠加在一起时, 合电场的能量密度最大值为 w_{\max} , 最小值为 w_{\min} 。则:

- (A) $w_{\max} = 2w$, $w_{\min} = w$; (B) $w_{\max} = 2w$, $w_{\min} = 0$;
(C) $w_{\max} = 4w$, $w_{\min} = 2w$; (D) $w_{\max} = 4w$, $w_{\min} = 0$ 。

10、(4分) 关于稳恒电流磁场的磁场强度 \vec{H} , 下列几种说法中哪个是正确的?

- (A) \vec{H} 仅与传导电流有关;
(B) 若闭合曲线内没有包围传导电流, 则曲线上各点的 \vec{H} 必为零;
(C) 若闭合曲线上各点 \vec{H} 均为零, 则该曲线所包围传导电流的代数和为零;
(D) 以闭合曲线 L 为边缘的任意曲面的 \vec{H} 通量均相等。

11、(5分) 在温度为 T 的平衡状态下, 试问在重力场中分子质量为 m 的气体, 当分子数密度减少至地面处分子数密度的一半时的高度 $h =$ _____。

12、(5分) 有一热容为 C_1 、温度为 T_1 的固体与热容为 C_2 、温度为 T_2 的液体共置于一绝热容器内。平衡建立后, 系统最后的温度 T 是 _____, 系统总的熵变为 _____。

13、(5分) 在自感系数 $L = 0.05 \text{ mH}$ 的线圈中, 流过 $I = 0.8 \text{ A}$ 的电流。切断电路后, 经过 $t = 100 \mu\text{s}$ 的时间, 电流强度近似变为零, 回路中产生的平均自感电动势 $\overline{\mathcal{E}_L} =$ _____。

14、(5分) 图3为三种不同的磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线, 其中虚线表示的是 $B = \mu_0 H$ 的关系。

说明 a、b、c 各代表哪一类磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线:

a 代表 _____ 的 $B \sim H$ 关系曲线;

b 代表 _____ 的 $B \sim H$ 关系曲线;

c 代表 _____ 的 $B \sim H$ 关系曲线。

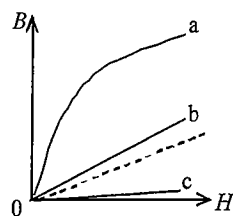


图 3

二、计算题 (每题 15 分, 共 90 分)

1、两端封闭的水平气缸, 被一可动活塞平分为左右两室, 每室体积均为 V_0 , 其中盛有温度相同、压强均为 p_0 的同种理想气体, 如图 4 示。现保持气体温度不变, 用外力缓慢移动活塞(忽略摩擦), 使左室气体的体积膨胀为右室的 2 倍, 问外力必须作多少功?

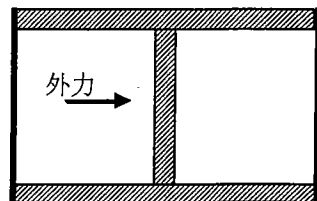


图 4

2、容积 $V=1 \text{ m}^3$ 的容器内混有 $N_1=1.0 \times 10^{25}$ 个氧气分子和 $N_2=4.0 \times 10^{25}$ 个氮气分子, 混合气体的压强是 $2.76 \times 10^5 \text{ Pa}$, 求:

(1) 分子的平均平动动能;

(2) 混合气体的温度。(玻尔兹曼常量 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$)

3、一绝缘金属物体, 在真空中充电达某一电势值, 其电场总能量为 W_0 。若断开电源, 使其上所带电荷保持不变, 并把它浸没在相对介电常量为 ϵ_r 的无限大的各向同性均匀液态电介质中, 问这时电场总能量有多大?

4、两导体球 A、B。半径分别为 $R_1=0.5 \text{ m}$, $R_2=1.0 \text{ m}$, 中间以导线连接, 两球外分别包以内半径为 $R=1.2 \text{ m}$ 的同心导体球壳(与导线绝缘)并接地, 导体间的介质均为空气, 如图 5 所示。已知: 空气的击穿场强为 $3 \times 10^6 \text{ V/m}$, 今使 A、B 两球所带电荷逐渐增加, 计算:

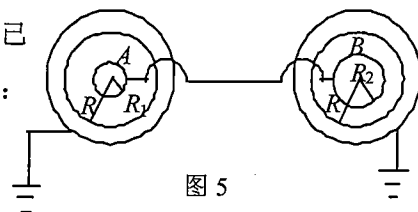


图 5

(1) 此系统何处首先被击穿? 这里场强为何值?

(2) 击穿时两球所带的总电荷 Q 为多少?

(设导线本身不带电, 且对电场无影响。真空介电常量 $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

5、在氢原子中, 电子沿着某一圆轨道绕核运动。求等效圆电流的磁矩 \vec{p}_m 与电子轨道运动的动量矩 \vec{L} 大小之比, 并指出 \vec{p}_m 和 \vec{L} 方向间的关系。(电子电荷为 e , 电子质量为 m)

6、一根半径为 R 的长直导线载有电流 I , 作一宽为 R 、长为 l 的假想平面 S , 如图 6 所示。若假想平面 S 可在导线直径与轴 OO' 所确定的平面内离开 OO' 轴移动至远处。试求当通过 S 面的磁通量最大时 S 平面的位置(设直导线内电流分布是均匀的)。

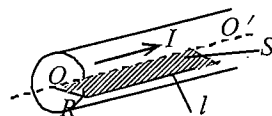


图 6