

西南交通大学 2013—2014 学年第(一)学期期末试卷

课程代码 6111020 课程名称 大学物理 A II (B 卷) 考试时间 120 分钟

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | | | | 五 | 总成绩 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 得分 | | | | | | | | | |
| 阅卷教师签字 | | | | | | | | | |

一、填空题：(8 小题，共 21 分)

4. (本小题 3 分) 按照原子的量子理论，原子可以通过_____和_____两种辐射方式发光，而激光是由_____方式产生的。

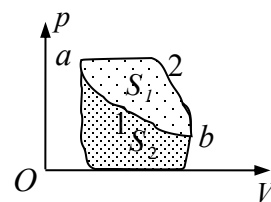
5. (本小题 3 分) 不确定关系是微观世界固有的规律，它不是由于实验原理的不完善或是实验测量的不精确造成的，它是微观粒子具有_____的反映。教材中要求掌握的不确定关系中，_____约束了微观粒子永远不可能静止；_____可以解释原子谱线为什么具有自然宽度。

6. (本小题 2 分) 可视为刚性单原子分子和刚性双原子分子的两种气体，在相同的温度、压强下，它们分子的平均动能_____，平均平动动能_____。(填：相等、不相等)

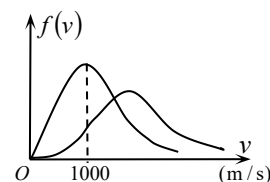
7. (本小题 2 分) 如图所示，已知图中两部分的面积大小分别表示为 S_1 和 S_2 。

① 如果气体的膨胀过程为 $a \rightarrow 1 \rightarrow b$ ，则气体对外做功可表示为 $A = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

② 如果气体进行 $a \rightarrow 1 \rightarrow b \rightarrow 2 \rightarrow a$ 的循环过程，则它对外做功 $A = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



8. (本小题 2 分) 图示为氢分子和氧分子在相同温度下的麦克斯韦速率分布曲线，则氢分子的最概然速率为_____，氧分子的最概然速率为_____。



二、判断题（每小题 2 分，共 14 分。请将表示正确的符号：T，表示错误的符号：F，填入相应题号后的括号内。填入其它符号和其它位置处答案不得分）

4. () 爱因斯坦解释光电效应实验时，首次提出量子的概念。
5. () 光电效应中，光子与电子的相互作用形式是弹性碰撞；而在康普顿效应中，光子与电子的相互作用形式是完全非弹性碰撞。
6. () 温度升高的过程总是吸热过程。
7. () 平衡过程一定是可逆过程。

三、选择题：（每小题 3 分，共 30 分。注意：题目中只有一个正确答案。请在每页页脚处相应的题号中用圆圈圈上你的正确选择，例如：A、Ⓐ、C、D。其它位置处答案不得分）

5. 光子能量为 0.5MeV 的 X 射线，入射到某种物质上而发生康普顿散射。若反冲电子的动能为 0.1MeV ，则散射光波长的改变量 $\Delta\lambda$ 与入射光波长 λ_0 之比为

- (A) 0.20 (B) 0.25
(C) 0.30 (D) 0.35

6. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a} \quad (-a \leq x \leq a)$$

那么粒子在 $x = 2a/3$ 处出现的概率密度为

- (A) $\frac{1}{2a}$ (B) $\frac{1}{a}$
(C) $\frac{1}{\sqrt{2a}}$ (D) $\frac{1}{\sqrt{a}}$

7. 下列各组量子数中，哪一组可以描述原子中电子的状态

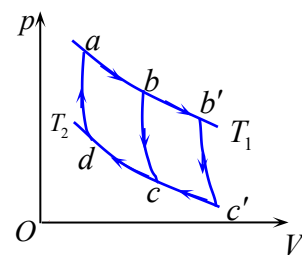
- (A) $n=2, l=2, m_l=0, m_s=\frac{1}{2}$ (B) $n=3, l=1, m_l=-2, m_s=-\frac{1}{2}$
(C) $n=1, l=2, m_l=1, m_s=\frac{1}{2}$ (D) $n=3, l=2, m_l=0, m_s=-\frac{1}{2}$

8. 设某种气体分子的速率分布函数为 $f(v)$ ，则速率在 $v_1 \sim v_2$ 区间内的分子的平均速率为

- (A) $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv$ (B) $v \int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$
(C) $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv / \int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$ (D) $\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv / \int_0^{\infty} f(v) dv$

9. 如果卡诺热机的循环曲线所包围的面积从图中的 $abcd$ 增大为 $ab'c'da$, 那么循环 $abcd$ 与 $ab'c'da$ 所作的净功和热机效率变化情况是:

- (A) 净功增大, 效率提高 (B) 净功增大, 效率降低
(C) 净功和效率都不变 (D) 净功增大, 效率不变



10. 设有以下一些过程:

- (1) 两种不同气体在等温下互相混合
(2) 理想气体在定容下降温
(3) 液体在等温下汽化
(4) 理想气体在等温下压缩
(5) 理想气体绝热自由膨胀

在这些过程中, 使系统的熵增加的过程是:

- (A) (1)、(2)、(3) (B) (2)、(3)、(4)
(C) (1)、(3)、(5) (D) (3)、(4)、(5)

四、计算题: (4 小题, 共 35 分)

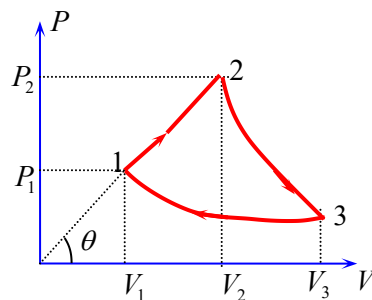
2. (本小题 5 分) 在光电效应实验中, 当用波长 400nm 的光照射某种金属, 如果此金属的逸出功为 1.8eV 。求: (a) 从金属表面被逐出的电子的截止电压?

(b) 被逐出电子的最大动能?

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$; 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$)

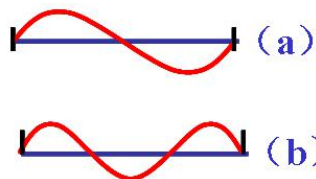
4. (本小题 10) 1mol 双原子分子理想气体作如图的可逆循环过程, 其中 1-2 为直线, 2-3 为绝热线, 3-1 为等温线。已知 $T_2 = 2T_1$, $V_3 = 8V_1$, 试求:

- (1) 各过程的功, 内能增量和传递的热量 (用 T_1 和已知常数 R 表示);
(2) 此循环的效率 η 。(已知: $\ln 2 = 0.693$)



五、附加题: (1 小题, 共 5 分)

1. 在一维无限深势阱中运动的粒子, 势阱宽度为 a 。若已知它的一个定态波函数如图(a)所示, 对应的总能量为 4eV 。若它处于另一个波函数如图(b)的态上, 它的总能量是多少? 粒子的零点能又是多少?



参考解答及评分标准:

一、填空题: (8 小题, 共 21 分)

4. 原子可以通过 自发辐射 和 受激辐射 两种辐射方式发光，激光是由受激辐射方式产生的。每空1分 3分
5. 微观粒子具有 波粒二象性 的反映。 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$ 约束了微观粒子永远不可能静止； $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$ 可以解释原子谱线为什么具有自然宽度。每空1分 3分
6. 平均动能 不相等； 平均平动动能 相等。每空1分 2分
7. $a \rightarrow 1 \rightarrow b$ ，气体对外做功 $A = S_2$ ； $a \rightarrow 1 \rightarrow b \rightarrow 2 \rightarrow a$ 的循环过程，它对外做功 $A = -S_1$ 。每空1分 2分
8. 氢分子的最概然速率为 4000 m/s，氧分子的最概然速率为1000 m/s。每空1分 2分

二、判断题（每小题2分，共14分）。

1. 2. 3. 4. F 5. F
6. F 7. F

三、选择题：（共30分）

1. 2. 3. 4. 5. B
6. B 7. D 8. C 9. D 10. C

四、计算题：（4小题，共35分）

2.（本小题5分）

解：(a)由爱因斯坦光电方程 $h\nu = h\frac{c}{\lambda} = A + \frac{1}{2}m_e v_m^2$ 和截止电压满足的公式 $eU_a = \frac{1}{2}m_e v_m^2$ 有 2分

从金属表面被逐出的电子的截止电压为：

$$U_a = \frac{h\frac{c}{\lambda} - A}{e} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3.00 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} - 1.8 \times 1.60 \times 10^{-19}}{1.60 \times 10^{-19}} \approx 1.31 \text{ V} \quad 2 \text{ 分}$$

(b) 被逐出电子的最大动能为： $\frac{1}{2}m_e v_m^2 = eU_a \approx 1.31 \text{ eV} = 2.09 \times 10^{-19} \text{ J}$ 1分

4.（本小题10分）

解：对于双原子分子理想气体， $C_V = \frac{5}{2}R$ ， $C_p = \frac{7}{2}R$ ， $\gamma = 1.4$

(1) 由题图可以得，1→2过程中， $\frac{P}{V}$ = 恒量，故知此过程是 $n = -1$ 的多方过程，由 P - V 相图的物理意义可以

$$A_1 = \frac{1}{2}(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)$$

$$\begin{aligned} \text{得 } 1 \rightarrow 2 \text{ 做的功} &= \frac{1}{2}(P_1 V_2 + P_2 V_2 - P_1 V_1 - P_2 V_1) = \frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) \quad A_1 > 0 \text{ 表明系统对外界做功} \quad 1 \text{ 分} \\ &= \frac{1}{2}(RT_2 - RT_1) = \frac{1}{2}RT_1 \end{aligned}$$

$$\text{或由多方过程功计算公式 } A = \frac{(P_1 V_1 - P_2 V_2)}{n-1} \text{ 得到 } A_1 = \frac{(P_1 V_1 - P_2 V_2)}{-1-1} = \frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{1}{2}RT_1$$

内能增量为: $\Delta E_1 = \frac{m}{M} C_V (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} RT_1$

$\Delta E_1 > 0$ 表明 1→2 过温度升高 1 分

于是根据热力学第一定律: $Q = \Delta E + A$

得交换的热量为: $Q_1 = \Delta E_1 + A_1 = 3RT_1$

$Q_1 > 0$ 表明系统从外界吸热 1 分

2→3 过程是绝热过程,

做的功为:
$$A_2 = \frac{(P_2 V_2 - P_3 V_3)}{\gamma - 1} = \frac{(P_2 V_2 - P_3 V_3)}{1.4 - 1} = \frac{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{1.4 - 1}$$
$$= \frac{(RT_2 - RT_1)}{1.4 - 1} = \frac{5}{2} RT_1$$

$A_2 > 0$ 表明系统对外界做功 1 分

交换的热量为: $Q_2 = 0$

$Q_2 = 0$ 表明绝热过程系统与外界无热量交换 1 分

内能增量为:
$$\Delta E_2 = \frac{m}{M} C_V (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2)$$
$$= \frac{5}{2} (P_1 V_1 - P_2 V_2) = \frac{5}{2} (RT_1 - RT_2) = -\frac{5}{2} RT_1$$

$\Delta E_2 < 0$ 表明 2→3 过温度降低 1 分

3→1 过程是个等温压缩过程,

做的功为: $A_3 = \frac{m}{M} RT_3 \ln \frac{V_1}{V_3} = RT_3 \ln \frac{V_1}{8V_1} = -3RT_1 \ln 2$

$A_3 < 0$ 表明外界对系统做功 1 分

内能增量为: $\Delta E_3 = \frac{m}{M} R(T_3 - T_1) = 0$

$\Delta E_3 = 0$ 表明等温过程中内能不变

于是根据热力学第一定律: $Q = \Delta E + A$

得交换的热量为: $Q_3 = A_3 = -3RT_1 \ln 2$

$Q_3 < 0$ 表明系统向外界放热 1 分

(2) 此循环的效率 η

$$\eta = \frac{A_{\text{净}}}{Q_{\text{吸}}} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{Q_1} = \frac{\frac{1}{2} RT_1 + \frac{5}{2} RT_1 - 3RT_1 \ln 2}{3RT_1}$$

$$= 30.7\%$$

2 分

(其中: 写出 $\eta = \frac{A_{\text{净}}}{Q_{\text{吸}}}$ 得 1 分, 答案 1 分)

五、附加题 (1 小题, 共 5 分)

1. 解: 由图 (a) 得定态量子数 $n = 2$

2 分

代入一维无限深势阱的定态能级表达式: $E_n = n^2 E_1$ 和已知条件图 (a) 定态总能量为 4 eV 有

$$E_2 = E_1 \times 2^2 = 4, \text{ 有 } E_1 = 1 (\text{eV})$$

1 分

即粒子的零点能为 1 (eV)

1 分

由图（b）得定态量子数为 $n = 3$ ，故图(b)所示的另一个定态波函数对应的总能量是

$$E_3 = E_1 \times 3^2 = 9 \text{ (eV)}$$

1 分

（本套试卷缺少部分题，请谅解）

物理题