

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

西南交通大学《大学物理》考试答题卡使用说明:

(1) 同学们在拿到答题卡后, 请首先将条形码粘贴在答题卡上的贴条形码区, 再用黑色笔迹笔在答题卡信息栏区域填写学号、姓名、班级、课程代码。凡答题卡中信息栏区域填写字迹不清、无法辨认的, 成绩无效。

(2) 必须严格按照要求做答题目。所有最终答案必须解答在答题卡上。单项选择题、判断题必须使用 2B 铅笔在答题卡上相应位置填涂信息点, 修改时必须用橡皮擦净。填空题、简答题、计算题必须用黑色笔迹笔在答题卡指定区域内作答。不按规定要求填涂和作答的, 一律无效。

(3) 填涂技巧: 为保证光电阅读器准确无误地识别所涂的信息点, 填涂时必须用 2B 铅笔横向涂写数笔, 黑度以盖住信息点的区域: ☐ 为准。例如: 正确填涂: ☒

一、单项选择题: (每小题 3 分, 共 30 分。注意: 请在答题卡上用 2B 铅笔将正确的选项按要求填涂。例如: ☐ A ☒ B ☐ C ☐ D, 是将 ☒ B 涂黑, 表示选项 B 是正确的。其它位置处不得分)

1. 下列哪个选项与激光的产生不相关?

- (A) 粒子数反转 (B) 布儒斯特定理 (C) 光学谐振腔 (D) 全反射定理

2. 炼钢工人凭观察炼钢炉内的颜色就可以估计炉内的温度, 这可通过下列什么物理定律进行解释?

- (A) 维恩位移定律 (B) 斯特藩定律 (C) 互补原理 (D) 双折射定律

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

4. 低速运动的质子和  $\alpha$  粒子, 若它们的德布罗意波长相同, 则下列说法正确的是

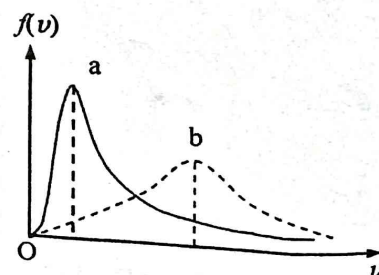
- (A) 它们的动量和动能都相等 (B) 它们的动量和动能都不相等  
(C) 它们的动量相等, 动能不等 (D) 它们的动能相等, 动量不等

5. 根据量子力学理论, 主量子数  $n=3$  时, 氢原子中电子的角动量大小取值为:

- (A) 0 (B)  $\sqrt{2}\hbar$  (C)  $\sqrt{6}\hbar$  (D) 以上都有可能

6. 相同温度下, 两种气体分子的速率分布曲线如下图所示。下列说法正确的是

- (A) 曲线 a 对应分子的平均速率较大  
(B) 曲线 b 对应分子的质量较小  
(C) 无法判断哪种分子的平均速率大  
(D) 无法判断哪种分子的质量大

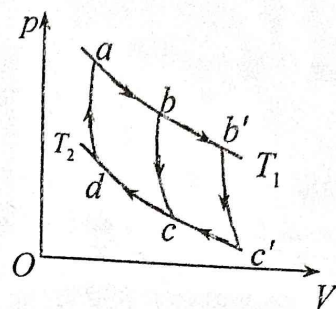




7. 如果卡诺热机的循环曲线所包围的面积从图中的  $abcda$  增大为  $ab'c'da$  , 那么循环  $abcda$  与  $ab'c'da$  所作的净功和热机效率变化情况是:

- (A) 净功增大, 效率提高  
(C) 净功和效率都不变

- (B) 净功增大, 效率降低  
(D) 净功增大, 效率不变



8. 关于可逆过程和不可逆过程的以下几种说法, 哪些是正确的:

(1) 可逆过程一定是准静态过程

(2) 准静态过程一定是可逆过程

(3) 不可逆过程发生后一定找不到另一过程使系统和外界同时复原

(4) 非静态过程一定是不可逆过程

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

9. 描述热力学系统的物理量, 有的与状态有关, 有的与过程有关。下列物理量中: (1)内能、(2)功、(3)热量、(4)热容、(5)熵, 只与状态有关的是

(A) (1)、(2)

(B) (1)、(5)

(C) (2)、(3)

(D) (3)、(5)

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)

二、判断题: (每小题 1 分, 共 10 分。注意: 请在答题卡上用 2B 铅笔将正确的选项按要求填

涂。例如: ☐ T ☒ F, 是将 ☐ F 涂黑, 表示该叙述是错误的。其它位置处不得分)

- 康普顿效应是光子与原子内层电子发生完全弹性碰撞, 光子波长发生改变的一种现象。
- 某金属在一束绿光的照射下有光电效应产生, 当用更强的绿光照射时, 产生的光电子动能将增大。
- 将波函数在空间各点的振幅同时增大  $N$  倍, 粒子在空间的概率分布不发生变化。
- 价带为满带的晶体不可能是导体。
- 本征半导体是电子与空穴两种载流子同时参与导电, 而  $N$  型半导体只有电子参与导电。
- 多粒子体系的所有运动都是热运动。
- 平衡态的气体中, 分子速率刚好等于最概然速率  $v_p$  的分子数最多。
- 平衡态时分子速率的稳定分布、分子平均动能按自由度均分都是因为分子间频繁碰撞的结果。
- 若理想气体的体积增大, 则其体积功一定为正。
- 第二类永动机不可能制成, 并不是因为违反能量守恒。



三、填空题：(10 小题，每空 1 分，共 28 分。注意：请在答题卡上将答案用黑墨水笔填写在对应题号的横线上。若一小题中有多空，则每答案间用符号；隔开。其它位置处不得分)

1. (本小题 3 分) 就光的本性而言，光电效应、康普顿效应集中表现出光的 \_\_\_\_\_，而光的干涉和衍射则表现出光的 \_\_\_\_\_；因此光具有 \_\_\_\_\_ 的特征。

2. (本小题 3 分) 氢原子由  $n=1$  的基态被激发到第 3 激发态。第 3 激发态对应的量子数  $n=$  \_\_\_\_\_；氢原子需要吸收的能量为 \_\_\_\_\_ eV；这个氢原子在回到基态的过程中，可能产生 \_\_\_\_\_ 条可见光的谱线。

3. (本小题 3 分) 在四价元素硅或锗中掺入 \_\_\_\_\_ 价元素，可形成 P 型半导体，其能带结构特征是杂质能级处于四价元素能级的禁带中，且靠近 \_\_\_\_\_ (请选填备选项对应的字母：A--满带顶，B--导带底)，P 型半导体中的主要载流子是 \_\_\_\_\_。

4. (本小题 2 分) 微观粒子的下述性质可由哪个不确定关系式给出？(请填出数学表达式)。

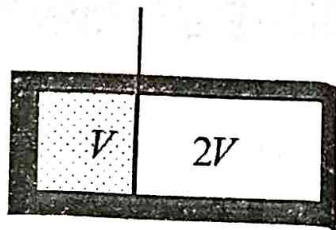
(1) 微观粒子永远不可能静止：\_\_\_\_\_；

(2) 原子光谱存在自然宽度：\_\_\_\_\_。

5. (本小题 3 分) 下列几个近代物理实验中，证实原子具有定态能级的是 \_\_\_\_\_、证实电子具有波动性的是 \_\_\_\_\_、证实电子角动量空间取向量子化的是 \_\_\_\_\_。(请选填备选项对应的字母：A--戴维孙-革末实验、B--米勒-库什实验、C--施特恩-格拉赫实验、D--弗兰克-赫兹实验)

6. (本小题 4 分) 理想气体的以下过程中：内能增加的绝热压缩过程 \_\_\_\_\_ 发生；内能减小的等容加热过程 \_\_\_\_\_ 发生；吸收热量的等温压缩过程 \_\_\_\_\_ 发生；吸收热量的等压压缩过程 \_\_\_\_\_ 发生。(请选填备选项对应的字母：A--可能；B--不可能)。

7. (本小题 3 分) 如图所示，一绝热密闭的容器，用隔板分成左右不相等的两部分，左右部分体积之比为 1:2；左边盛有一定量的理想气体(已知其内能为  $E_1$ ，平均速率为  $\bar{v}_1$ ，平均碰撞频率  $\bar{z}_1$ )，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，气体的内能为 \_\_\_\_\_，平均速率为 \_\_\_\_\_，平均碰撞频率为 \_\_\_\_\_。



8. (本小题 1 分) 使高温热源的温度  $T_1$  升高  $\Delta T$ ，或使低温热源的温度  $T_2$  降低同样的  $\Delta T$  值，分别可使卡诺循环的效率升高  $\Delta\eta_1$  和  $\Delta\eta_2$ ，则  $\Delta\eta_1$  和  $\Delta\eta_2$  的关系是：  $\Delta\eta_1$  \_\_\_\_\_  $\Delta\eta_2$  (选填：大于，小于，等于)

9. (本小题 3 分) 热力学第二定律的开尔文表述是从 \_\_\_\_\_ 角度来表述的，克劳修斯表述是从 \_\_\_\_\_ 角度来表述的。这两种表述反映的共同本质是：\_\_\_\_\_。

10. (本小题 3 分) 熵增加原理是一条统计规律，适用于 \_\_\_\_\_；孤立系的熵减小的过程，原则上是 \_\_\_\_\_，只是 \_\_\_\_\_ 太小，以至于实际上不会发生。

四、简答题：(2 小题，共 6 分。注意：请在答题卡上用黑墨水笔将答案书写在对应的题号处。其它位置处不得分)

1. (本小题 2 分) 根据物质波公式，任何物体都可计算出其对应的物质波波长和频率。但是物理学研究中为什么只考虑微观客体的波动性，对宏观物体的波动性却不予考虑？

2. (本小题 4 分，每空 1 分) 指出下列表达式的物理含义：

(1)  $\frac{1}{2}kT$  表示：\_\_\_\_\_；

(2)  $\frac{i}{2}RT$  表示：\_\_\_\_\_；

(3)  $\int_{v_0}^{+\infty} f(v)dv$  表示：\_\_\_\_\_；

(4)  $\frac{\int_{v_0}^{+\infty} vf(v)dv}{\int_{v_0}^{+\infty} f(v)dv}$  表示：\_\_\_\_\_。

五、计算题：(3 小题，共 26 分。注意：请在答题卡上用黑墨水笔将解题过程书写在对应的题号处。其它位置处不得分。)

1. (本小题 9 分) 设一维运动粒子的波函数为  $\begin{cases} \psi = c\sqrt{x(a-x)} & (0 \leq x \leq a) \\ \psi = 0 & (x > a, x < 0) \end{cases}$ ，其中  $c$  为待定常量。

(1) 求待定常量  $c$ ；(2 分)

(2) 求在  $0 \sim \frac{1}{3}a$  区间发现该粒子的概率；(2 分)

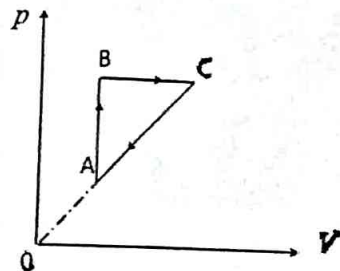
(3) 粒子最可能出现的位置；(3 分)

(4) 求粒子可能出现位置的平均值 (2 分)。

2. (本小题 5 分) 光子能量为  $0.5 \text{ MeV}$  的 X 射线，入射到某种物质上发生康普顿散射。若反冲电子的动能为  $0.2 \text{ MeV}$ 。求散射光波长的改变量  $\Delta\lambda$  与入射光波长  $\lambda_0$  之比值？

3. (本小题 12 分)  $1 \text{ mol}$  双原子理想气体，从初态  $A$  出发，经等体过程变化到状态  $B$ ，又经过等压过程变化到状态  $C$ ，再经过直线过程回到状态  $A$ ，如图所示。已知：初态  $A$  的温度  $T_A = 200 \text{ K}$ ，压强  $p_B = 3p_A$ ，体积  $V_C = 3V_A$ ，

气体普适常数  $R = 8.314 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。求：



(注意：以下所有计算，需计算出具体数值。)

(1) 求状态  $B$ 、状态  $C$  的温度；(2 分)

(2) 求整个循环过程中系统对外所做的总功；(3 分)

(3) 请问整个循环过程中，哪些分过程是系统从外界吸热？分别吸收了多少热量？(5 分)

(4) 求该循环过程的效率。(2 分)