

西南交通大学 2019—2020 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

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。凡答题卡中该栏目填写字迹不清、无法辨认的, 成绩无效。

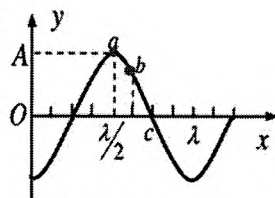
(2) 必须严格按照要求做答题目。单项选择题、判断题必须使用 2B 铅笔在答题卡上相应位置填涂信息点, 修改时必须用橡皮擦净。填空题、计算题必须用黑色笔迹笔在答题卡指定区域内作答。不按规定要求填涂和作答的, 一律无效。

(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 33 分。注意: 请用 2B 铅笔将答题卡上正确的选项正确填涂。例如: ☐ A ☒ B ☐ C ☐ D, 表示选项 B 是正确的。其它位置处不得分)

1. 某时刻的驻波波形曲线如图所示, 则 a 、 b 两点振动的相位差是 **【B】**

- (A) 0, 且下一时刻 b 点振幅会增大为 A ;
- (B) 0, 且下一时刻 b 点振幅不会增大为 A ;
- (C) π , 且下一时刻 b 点振幅会增大为 A ;
- (D) $\frac{\pi}{2}$, 且下一时刻 b 点振幅不会增大为 A 。



(选择题第 1 小题图)

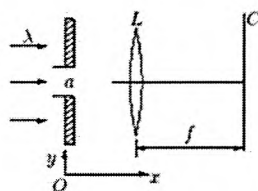
2. 一物体作简谐振动, 振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ 。则该物体在 $t = 0$ 时刻与 $t = T/8$ (T 为振动周期) 时刻的动能之比为 **【D】**

- (A) 1:1; (B) 1:2; (C) 1:4; (D) 2:1

3. 自然光以 60° 的入射角照射到不知其折射率的某一透明介质表面时, 反射光为线偏振光, 则知 **【B】**

- (A) 折射光为线偏振光, 折射角为 30° ;
- (B) 折射光为部分偏振光, 折射角为 30° ;
- (C) 折射光为线偏振光, 折射角不能确定;
- (D) 折射光为部分偏振光, 折射角不能确定。

4. 在如图所示的夫琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变窄, 同时使会聚透镜 L 沿 y 轴正方向作微小平移(单缝与屏幕位置不动), 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将【C】



(选择题第 4 小题图)

- (A) 变宽, 不移动;
- (B) 变宽, 同时向下移动;
- (C) 变宽, 同时向上移动;
- (D) 变窄, 同时向上移动。

5. 一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在某一瞬时, 媒质中某质元正处于平衡位置, 此时它的能量是【A】

- (A) 动能最大, 势能最大;
- (B) 动能为零, 势能为零;
- (C) 动能为零, 势能最大;
- (D) 动能最大, 势能为零。

6. 设用频率为 ν_1 和 ν_2 的两种单色光, 先后照射同一种金属均能产生光电效应. 已知金属的红限频率为 ν_0 , 测得两次照射时的遏止电压 $|U_{a1}| = 2|U_{a2}|$, 则这两种单色光的频率有如下关系: 【C】

- (A) $\nu_2 = \nu_1 - \nu_0$;
- (B) $\nu_2 = \nu_1 + \nu_0$;
- (C) $\nu_2 = 2\nu_1 - \nu_0$;
- (D) $\nu_2 = \nu_1 - 2\nu_0$.

7. 氢原子中处于 $3p$ 量子态的电子, 描述其量子态的四个量子数 (n, l, m_l, m_s) 可能取的值为【D】

- (A) $(3, 0, 1, \frac{1}{2})$
- (B) $(3, 2, 1, -\frac{1}{2})$
- (C) $(3, 1, 1, 1)$
- (D) $(3, 1, 0, -\frac{1}{2})$

8. 原子可以通过自发辐射和受激辐射的方式发光, 它们所发出的光的特点是【B】

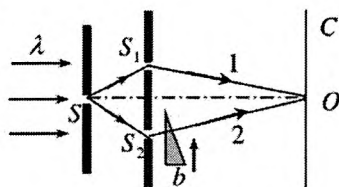
- (A) 前者是相干光, 后者是非相干光;
- (B) 前者是非相干光, 后者是相干光;
- (C) 都是相干光;
- (D) 都是非相干光。

9. 一束波长为 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的平行单色光垂直入射到折射率为 $n = 1.50$ 的透明薄膜上, 该薄膜是放在空气中的。要使反射光得到最大限度的加强, 薄膜最小厚度应为【D】

- (A) 200 nm
- (B) 150 nm
- (C) 300 nm
- (D) 100 nm

10. 如图所示, 用波长为 λ 的单色光照射双缝干涉实验装置, 若将一透明玻璃劈尖 b 插入光线 2 中, 则当劈尖 b 缓慢向上移动时(只遮住 S_2), 屏 C 上的干涉条纹【D】

- (A) 间隔不变, 向上移动; (B) 间隔变小, 向上移动;
(C) 间隔变大, 向下移动; (D) 间隔不变, 向下移动。



(选择题第 10 小题图)

11. 在迈克尔逊干涉仪的一支光路中, 放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后, 测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ , 则薄膜的厚度是【A】

- (A) $\frac{\lambda}{2(n-1)}$ (B) $\frac{\lambda}{2n}$ (C) $\frac{\lambda}{n}$ (D) $\frac{\lambda}{2}$

二、填空题: (13 小题, 共 35 分。注意: 请用黑墨水笔将正确的答案按答题卡上要求正确填出。其它位置处不得分)

1. (本小题 4 分, 每空 2 分) 一物体同时参与同一直线上的两个简谐振动:

$$x_1 = 0.02 \cos(2\pi t + \frac{2}{3}\pi) \text{ (SI)} \quad \text{和} \quad x_2 = 0.06 \cos(\frac{1}{3}\pi) \text{ (SI)}$$

它们的合振动的振幅为_____，初相为_____。

$$0.04\text{m}, -\frac{\pi}{3} \text{ 或者 } \frac{5}{3}\pi$$

2. (本小题 2 分) 在 X 射线散射实验中, 若散射光波长是入射光波长的 1.5 倍, 则入射光光子能量 ε 与散射光光子能量 ε_0 之比为_____。 1.5

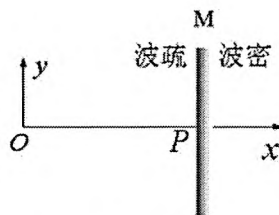
3. (本小题 2 分) 根据黑体辐射实验规律, 若某物体总辐射能变为原来的 16 倍, 则其温度变为原来的_____倍。 2 倍

4. (本小题 2 分) 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cos \frac{\pi x}{2a} \quad (-a \leq x \leq a), \text{ 则粒子在 } x = \frac{2}{3}a \text{ 处出现的概率密度为_____。}$$

$$\frac{1}{4a}$$

5. (本小题 6 分, 每空 2 分) 如图, 一简频率为 ω 、波长为 λ 、振幅为 A 的平面简谐波沿 x 轴正方向传播, $t=0$ 时刻, 该波在坐标原点 O 处引起的振动使媒质元由平衡位置向 y 轴的正方向运动。M 是垂直于 x 轴的媒质反射面, P 为反射点。设反射波不衰减, 则



(填空题第 5 小题图)

- 1) 坐标原点 O 处媒质元的振动方程为_____；(用余弦函数形式表示)
- 2) 入射波的波函数为_____；(用余弦函数形式表示)
- 3) 入射波和反射波在反射点 P 引起的振动的相位差为_____。

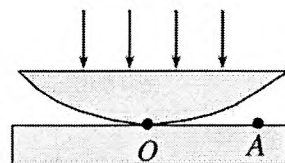
1) $y_o(t) = A \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{2}\right]$ 或者 $y_o(t) = A \cos\left[\omega t + \frac{3}{2}\pi\right]$;

2) $y_\lambda(x, t) = A \cos\left[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{\pi}{2}\right]$ 或者 $y_\lambda(x, t) = A \cos\left[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{3}{2}\pi\right]$

3) π 或者 $-\pi$

6. (本小题 2 分) 一束光是自然光和线偏振光的混合光, 让它垂直通过一偏振片。若以此入射光束为轴旋转偏振片, 测得透射光强度最大值是最小值的 3 倍, 那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为_____。 1:1

7. (本小题 2 分) 图示为一空气牛顿环装置, 设平凸透镜中心恰好和平板玻璃接触, 采用波长为 λ 单色平行光垂直入射, 观察反射光形成的牛顿环。



若向上抬离平凸透镜, 中心由暗纹变为明纹再变为暗纹, 则平凸透镜上移距 (填空题第 7 小题图) 离为_____。(用波长 λ 来表示, 设空气的折射率为 1.0。) $\lambda/2$

8. (本小题 3 分, 每空 1 分) 单缝夫琅和费衍射实验中, 屏上第 1 级暗条纹所对应的单缝处波面可划分为_____个半波带, 若将缝宽变为原来的 1.5 倍, 原来第 1 级暗纹处将是第_____级_____纹。

2, 1, 明

9. (本小题 2 分, 每空 1 分) 对于不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$ 和 $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$, 微观粒子的下述性质可由上面哪个式子给出?

- 1) 微观粒子永远不可能静止_____； 2) 原子光谱存在自然宽度_____。

1) $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$, 2) $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$

10. (本小题 3 分, 每空 1 分) 在本征半导体中掺五价元素杂质即可成为_____型半导体 (选填 N 型、 P 型), 它的多数载流子是_____, 在禁带中形成的杂质能级是_____能级 (选填施主、受主)。

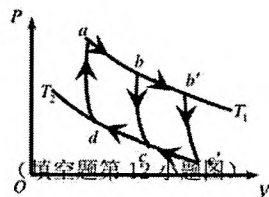
N , 电子, 施主

11. (本小题 2 分, 每空 1 分) 按照玻尔理论, 若氢原子处于第三的激发态, 当它跃迁回到各低能级态时, 可能辐射的光谱线总共有_____条, 其中属于巴尔末系有_____条。 6, 2

12. (本小题 2 分, 每空 1 分) 如果卡诺热机的循环曲线所包围的面积从图中的 $abcd a$ 增大为 $ab' c' da$, 那么循环 $abcd a$ 所作的功 A_1 和热机效率 η_1 与循环 $ab' c' da$ 所作的功 A_2 和热机效率 η_2 的关系为:

A_1 _____ A_2 , η_1 _____ η_2 . (选填: >, <, =)

$A_1 < A_2$ $\eta_1 = \eta_2$



13. (本小题 3 分, 每空 1 分) 绝热容器内被一隔板分成左、右两部分, 左边体积为容器总体积的 $1/3$, 且充满 1 摩尔的理想气体, 内能 E_1 、分子平均自由程 $\bar{\lambda}_1$, 右边为真空。把隔板抽出, 气体将充满整个容器, 当气体达到平衡时, 气体的熵 _____ (选填: 增加, 减小, 不变); 气体的内能为 _____, 分子平均自由程为 _____。

增加, E_1 、 $3\bar{\lambda}_1$

三、计算题: (3 小题, 共 32 分。注意: 请用黑墨水笔在将正确的解题过程书写在答题卡上相应题号区域。其它位置处不得分)

1. (本小题 10 分) 波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第四级主明纹的衍射角为 30° , 且第二级是第一次缺级。

(1) 光栅常数 d 等于多少? (3 分)

(2) 透光缝 a 等于多少? (3 分)

(3) 求在屏幕上可能呈现的全部主明纹。(4 分)

解: (1) 由光栅公式: $d \sin \varphi = k\lambda$ 2 分

由题义 $k = 4$, 得: $d \sin 30^\circ = 4\lambda$

$$d = \frac{4\lambda}{\sin 30^\circ} = \frac{4 \times 5 \times 10^{-7}}{0.5} = 4.0 \times 10^{-6} (\text{m}) \quad 1 \text{ 分}$$

(2) 因为第 2 级是第 1 次缺级, 即单缝第 1 级暗纹与光栅衍射第 2 级明纹重合,

$$\begin{aligned} d \sin \phi &= 2\lambda \\ a \sin \phi &= \lambda \end{aligned} \quad \text{两式相除, 得到} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\frac{d}{a} = 2, \quad a = \frac{d}{2} = \frac{1}{2} \times 4.0 \times 10^{-6} = 2.0 \times 10^{-6} (\text{m}) \quad 1 \text{ 分}$$

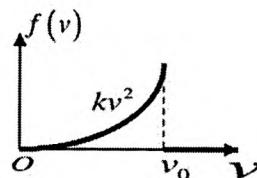
$$(3) \text{ 最高级次满足 } k_{\max} < \frac{d}{\lambda} = \frac{4.0 \times 10^{-6}}{0.5 \times 10^{-7}} = 8, \quad k_{\max} = 7 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{又 } k = \pm 2, \pm 4, \pm 6 \text{ 缺级} \quad 1 \text{ 分}$$

所以屏上可见 $k = 0, \pm 1, \pm 3, \pm 5, \pm 7$, 共 9 个主明纹。 1 分

2. (本小题 10 分) 已知某粒子系统中粒子的速率分布曲线如图所示, 即

$$f(v) = \begin{cases} kv^2 & (0 < v < v_0) \\ 0 & (v_0 < v < \infty) \end{cases}$$



计算题第 2 小题图

求:

(1) 比例常数 $k = ?$ (3 分)

(2) 求粒子的最概然速率 v_p 、平均速率 \bar{v} 、方均根速率 $\sqrt{v^2}$ (答案均

以 v_0 表示) (7 分)

解: (1) 由归一化条件 $\int_0^\infty f(v)dv = 1$ (1 分)

$$\text{有 } \int_0^\infty f(v)dv = \int_0^{v_0} kv^2 dv = \frac{kv_0^3}{3} = 1 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以 } k = \frac{3}{v_0^3} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(2) 最概然速率 $v_p = v_0$ (2 分)

平均速率为:

$$\bar{v} = \int_0^\infty vf(v)dv \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$= \int_0^{v_0} vkv^2 dv = k \frac{v_0^4}{4}$$

$$= \frac{3}{4} v_0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\overline{v^2} = \int_0^\infty v^2 f(v)dv \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$= \int_0^{v_0} v^2 kv^2 dv = k \frac{v_0^5}{5}$$

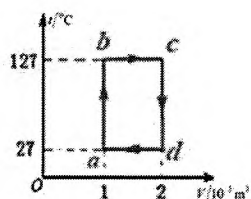
$$= \frac{3}{5} v_0^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3}{5}} v_0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

3. (本小题 12 分) 1 mol 双原子分子理想气体进行如图所示的循环, 求:

- (1) $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow d$ 、 $d \rightarrow a$ 各分过程中气体从外界吸收的热量 (8 分);
(2) 此循环的效率 η (4 分)。

(已知: $\ln 2 = 0.693$, 摩尔气体常量 $R = 8.31 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)



计算题第3小题图

解: $T_{bc} = 400 \text{ K}$; $T_{ad} = 300 \text{ K}$

$$Q_{ab} = C_V (T_b - T_a) = \frac{5}{2} R (400 - 300) = 250R = 2077.5 (\text{J}) \quad 2 \text{ 分}$$

$$Q_{bc} = RT_b \ln \frac{V_c}{V_b} = 8.31 \times 400 \times \ln 2 = 2303.5 (\text{J}) \quad 2 \text{ 分}$$

$$Q_{cd} = C_V (T_d - T_c) = C_V (T_a - T_b) = -250R = -2077.5 (\text{J}) \quad 2 \text{ 分}$$

$$Q_{da} = RT_d \ln \frac{V_a}{V_d} = 8.31 \times 300 \times \ln \frac{1}{2} = -1727.6 (\text{J}) \quad 2 \text{ 分}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{净}}}{Q_{\text{吸}}} = \frac{Q_{\text{净}}}{Q_{\text{吸}}} = \frac{Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{cd} + Q_{da}}{Q_{ab} + Q_{bc}} = 13.2\% \quad 4 \text{ 分}$$