

西南交通大学 2019—2020 学年第(一)学期期末试卷

西南交通大学本科考试试卷

课程代码 6111020 课程名称 大学物理 A II (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做答的, 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. 一个简谐振动系统, 如果振子质量和振幅都加倍, 振动周期将是原来的 ()

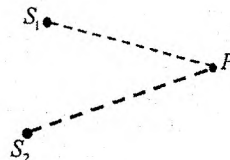
- (A) 4 倍 (B) $\sqrt{8}$ 倍
(C) 2 倍 (D) $\sqrt{2}$ 倍

2. 一平面简谐波在弹性介质中传播, 在介质质元从最大位移处运动到平衡位置的过程中 ()

- (A) 它的动能转换成势能。
(B) 它的势能转换成动能。
(C) 它从相邻的一段质元获得能量, 其能量逐渐增大。
(D) 它把自己的能量传给相邻的一段质元, 其能量逐渐减小。

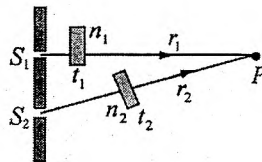
3. 如图所示, S_1 和 S_2 为两相干波源, 它们的振动方向均垂直于图面, 发出波长为 λ 的简谐波。P 点是两列波相遇区域中的一点, 已知 $\overline{S_1P} = 2\lambda$, $\overline{S_2P} = 2.2\lambda$, 两列波在 P 点发生相消干涉。若 S_1 的振动方程为 $y_1 = A\cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$, 则 S_2 的振动方程为 ()

- (A) $y_2 = A\cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$
(B) $y_2 = A\cos(2\pi t - \pi)$
(C) $y_2 = A\cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$
(D) $y_2 = A\cos(2\pi t - 0.1\pi)$



4. 如图, S_1 、 S_2 是两个相干光源, 它们到 P 点的距离分别为 r_1 和 r_2 。路径 S_1P 垂直穿过一块厚度为 t_1 、折射率为 n_1 的介质板, 路径 S_2P 垂直穿过厚度为 t_2 、折射率为 n_2 的另一块介质板, 其余部分可看作真空, 这两条路径的光程差应是 ()

- (A) $(r_2 + n_2 t_2) - (r_1 + n_1 t_1)$
 (B) $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$
 (C) $(r_2 - n_2 t_2) - (r_1 - n_1 t_1)$
 (D) $n_2 t_2 - n_1 t_1$



5. 波长 $\lambda=500\text{nm}$ ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) 的单色光垂直照射到宽度 $a=0.25\text{mm}$ 的单缝上, 单缝后面放置一凸透镜, 在凸透镜的焦平面上放置一屏幕, 用以观测衍射条纹。今测得屏幕上中央明条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为 $d=12\text{mm}$, 则凸透镜的焦距 f 为 ()

- (A) 2 m
 (B) 1 m
 (C) 0.5 m
 (D) 0.2 m

6. 光电效应和康普顿散射实验是光与物质相互作用的典型实验, 利用爱因斯坦的光子理论分析这两个实验时, 我们需要利用碰撞模型, 则以下说法正确的是 ()

- (A) 光电效应实验是利用光子和电子的非弹性碰撞模型;
 (B) 康普顿散射实验是利用光子和电子的完全非弹性碰撞模型;
 (C) 碰撞模型中的电子和光子均视为质点;
 (D) 光电效应和康普顿散射实验均是利用光子和电子的弹性碰撞模型。

7. 按照波函数的统计解释, 对于一个微观粒子, 在某一时刻可以由波函数确定的是 ()

- (A) 粒子一定在哪个坐标出现
 (B) 在空间各处找到该粒子的概率
 (C) 粒子的运动轨道
 (D) 粒子受到的力

8. 已知氢气与氮气的温度相同, 请判断下列说法哪个正确 ()

- (A) 氮分子的质量比氢分子大, 所以氮气的压强一定大于氢气的压强。
 (B) 氮分子的质量比氢分子大, 所以氮气密度一定大于氢气的密度。
 (C) 氮分子的质量比氢分子大, 所以氢分子的速率一定比氮分子的速率大。
 (D) 氮分子的质量比氢分子大, 所以氢分子的方均根速率一定比氮分子的方均根速率大。

9. 关于功的说法, 以下正确的有 ()

- (A) 功是状态量, 根据系统初、末态体积变化量即可得到系统对外做功情况;
 (B) 若系统末态体积等于初态体积, 则系统对外做功必为零;
 (C) 若系统末态体积大于初态体积, 则系统对外做功必为正值;
 (D) 功是过程量, 仅仅知道系统初、末态体积情况无法确定系统对外做功情况。

10. 某理想气体经历怎么样的热力学过程时它的内能随压强线性增加 ()

- (A) 等体过程; (B) 等温过程; (C) 绝热过程; (D) 等压过程。

11. 一定量的理想气体向真空作绝热自由膨胀, 体积由 V_1 增至 V_2 , 在此过程中系统对外做功 A 、与外界的热交换 Q 、系统内能的改变量 ΔE 以及系统的熵增 ΔS 情况, 如下正确的是 ()

- (A) $A=0$ 、 $Q=0$ 、 $\Delta E=0$ 、 $\Delta S=0$; (B) $A>0$ 、 $Q=0$ 、 $\Delta E<0$ 、 $\Delta S=0$;
 (C) $A=0$ 、 $Q=0$ 、 $\Delta E=0$ 、 $\Delta S>0$; (D) $A>0$ 、 $Q>0$ 、 $\Delta E=0$ 、 $\Delta S>0$ 。

二、填空题：（每空 2 分，18 小题，共 38 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. 两个同方向同频率的简谐振动，其振动表达式分别为：

$$x_1 = 6 \times 10^{-2} \cos(5t + \frac{1}{2}\pi) \text{ (SI)} \text{ 和 } x_2 = 2 \times 10^{-2} \sin(\pi - 5t) \text{ (SI)},$$

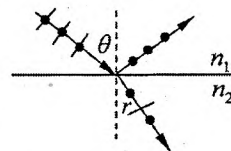
它们的合振动的初相位为_____。最新、最全的期末复习资料，请认准北区墨客文印

2. 一平面简谐波，波速为 6.0m/s，振动周期为 0.2s。在波的传播方向上，有两质点的振动相位差为 $7\pi/6$ ，此两质点相距为_____m。

3. 已知一平面简谐波沿 x 轴正向传播，振动周期 $T = 0.5 \text{ s}$ ，波长 $\lambda = 10 \text{ m}$ ，振幅 $A = 0.1 \text{ m}$ 。当 $t = 0$ 时波源振动的位移恰好为正的极大值。若波源处为原点，则沿波传播方向距离波源为 $\lambda/2$ 处的振动方程为_____。

4. 光强为 I_0 的自然光依次通过两个偏振片 P_1 和 P_2 。若 P_1 和 P_2 的偏振化方向的夹角 $\alpha = 30^\circ$ ，则透射偏振光的强度 I 是_____。

5. 如图所示，一束自然光入射到折射率分别为 n_1 和 n_2 的两种介质的交界面上，发生反射和折射。已知反射光是完全偏振光，那么折射角 γ 的值为_____。



6. 波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射到牛顿环装置上，第二级明条纹与第五级明条纹所对应的空气薄膜厚度之差为_____nm。

7. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到劈尖薄膜上，劈尖角为 θ ，劈尖薄膜的折射率为 n ，第 k 级明条纹与第 $k+5$ 级明条纹的间距是_____。

8. 在光电效应实验中，使光电流减小到零的反向电压称为_____。

9. 在康普顿散射实验中，入射光子的波长为 $\lambda = 3 \times 10^{-11} \text{ m}$ ，散射光子的波长为 $\lambda' = 3.12 \times 10^{-11} \text{ m}$ ，则散射角 ϕ 的大小为_____。

10. 在玻尔理论提出的第二年，弗兰克和赫兹由实验证实了原子定态_____的存在。

11. 激光器有三个重要的组成部分：激活介质、激励能源和_____。

12. 若以速率 v 低速运动的粒子的位置不确定量等于其德布罗意波长，则其速度不确定量 Δv 至少等于_____。(不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$)

13. 在描述原子内电子状态的量子数中，当 $l = 4$ 时， n 的最小可能值是_____。

14. 在本征半导体中掺杂可以提高半导体的导电性能，在四价锗材料中掺入少量_____价元素，可以形成 N 型半导体。

15. $f(v)$ 为速率分布函数， n 为分子数密度，则 $\int_0^\infty n f(v) dv$ 的物理意义是_____。

16. 一定量的理想气体，经等压过程从 $V \rightarrow 2V$ ，则理想气体分子的平均自由程变化前后的比值 $\bar{\lambda}_1 : \bar{\lambda}_2$ 是_____。

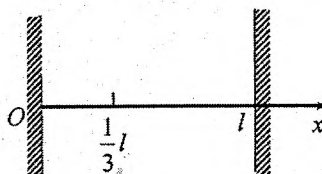
17. 一热机每秒从高温热源 ($T_1 = 600\text{K}$) 吸取热量 $Q_1 = 3.34 \times 10^4 \text{J}$, 做功后向低温热源 ($T_2 = 300\text{K}$)

放出热量 $Q_2 = 2.09 \times 10^4 \text{J}$, 它的效率是_____ (保留三位有效数字), 它_____可逆机 (是或者不是)。

18. 某种宏观态所含的微观态数称为该种宏观态的热力学概率 Ω , 每种微观态出现的统计学概率为 w , 那么某种宏观态出现的统计学概率为_____。

三、计算题: (3 小题, 共 29 分。注意: 请用黑墨水笔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)

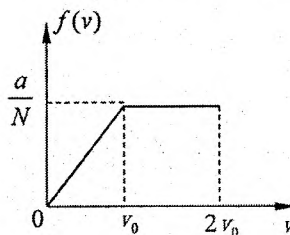
1. (本小题 9 分) 一粒子被限制在相距为 l 的两个不可穿透的壁之间, 如图所示。描写粒子状态的波函数为 $\psi = cx\sqrt{l-x}$, 其中 c 为待定常量。



计算题 1 图

- (1) 求出待定常量 c ;
- (2) 求在 $0 \sim \frac{1}{3}l$ 区间发现该粒子的概率;
- (3) 求粒子最可能出现的位置。

2. (本小题 10 分) 有 N 个气体分子, 其速率分布曲线如图所示, 其中 a 为待定常数。当 $v > 2v_0$ 时, 粒子的数目为零。

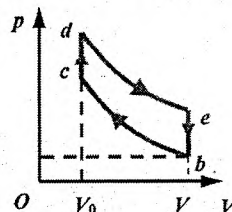


计算题 2 图

- (1) 求待定常数 a ;
- (2) 求速率在 $1.5v_0 \sim 2.0v_0$ 之间的分子数;
- (3) 求分子的平均速率。

3. (本小题 10 分) 一热机工作物质进行如图所示的循环过程。其中 $c \rightarrow d$, $e \rightarrow b$ 为等容过程; $b \rightarrow c$, $d \rightarrow e$ 为绝热过程。将工作物质视为理想气体, 已知状态 c 的体积为 V_0 , 在状态 b 的体积为 V , 其摩尔热容比为 γ 。

求该循环过程的效率 η 。(注: 最后结果用 V_0, V, γ 表示)



计算题 3 图

一. 单项选择题 3×11

DCDBB CBDDA C

二. 填空题 2×19

1. $\frac{1}{2}\pi$

2. 0.7

3. $y = 0.1 \cos(4\pi t \pm \pi)$

4. $\frac{3}{8}I_0$ 5. $\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$

6. 900 7. $\frac{5\lambda}{2n\theta}$ ($\sin\theta \approx 0$)

8. U_0 (截止电压, 遏止电压)

9. 60°

10. 能级

11. (光学, 激光) 谐振腔

12. 25

13. 5

14. 5

15. 分子数密度

16. 1:2

17. 37.4% ; 不是

18. $\omega\Omega$

计标题 1. 9

$$(1) \int_0^l |T|^2 dx = \int_0^l C^2 x^2 (l-x) dx = 1 \quad (2)$$

$$C = \frac{2\sqrt{3}}{l^2} \quad (1)$$

$$(2) P = \int_0^{l/3} \frac{12}{l^4} x^2 (l-x) dx \quad (1)$$

$$= \frac{1}{9} \doteq 11.1\% \quad (1)$$

$$(3) |T|^2 = \frac{12}{l^4} x^2 (l-x) \quad (2)$$

求导 给出极值点.

讨论 $x=0, \frac{2}{3}l$ 点

给出最大值点或称.

最可能出现位置为 $\frac{2}{3}l$ (2)

计标 2 10

$$(1) f(v) = \begin{cases} \frac{a}{Nv_0} & 0 \leq v \leq v_0 \\ \frac{a}{N} & v_0 \leq v \leq 2v_0 \\ 0 & v > 2v_0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\int_0^\infty f(v) dv = 1 \quad a = \frac{2N}{3v_0} \quad (1)$$

$$(2) N_{10} = \int_{1.5v_0}^{2.5v_0} N f(v) dv = \frac{1}{3} N \quad (3)$$

(可直接称面积)

$$(3) \bar{v} = \int_0^\infty v f(v) dv$$

$$= \int_0^{v_0} \frac{av^2}{Nv_0} dv + \int_{v_0}^{2v_0} \frac{av}{N} dv$$

$$= \frac{11}{9} v_0 \quad (3)$$

计标题3

(10)

cd, eb 均为等容过程.

$$Q_1 = \frac{m}{M} C_v (T_d - T_c) \quad (1)$$

$$Q_2 = \frac{m}{M} C_v (T_e - T_b) \quad (2)$$

$$\text{故 } \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_e - T_b}{T_d - T_c} \quad (2)$$

由绝热方程 $PV^\gamma = \text{常量}$.

将 V_0, V 和 bced 点温度联系.

$$\text{有: } \frac{T_e - T_b}{T_d - T_c} = \left(\frac{V_0}{V} \right)^{\gamma-1} \quad (3)$$

$$\underline{\underline{\eta = 1 - \left(\frac{V_0}{V} \right)^{\gamma-1}}} \quad (4)$$