

西南交通大学 2017—2018 学年第(一)学期期末试卷

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) 同学们在取得答题卡后, 请首先将条形码粘贴在答题卡上的贴条形码区, 再用黑色墨水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。单项选择题必须使用 2B 铅笔在答题卡上相应位置正确填涂信息点, 修改时必须用橡皮擦净。填空题、计算题、附加题必须用黑色墨水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: 正确的填涂: ☒

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)

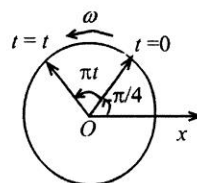
1. 一简谐振动的旋转矢量图如图所示, 振幅矢量长 2 cm, 则该简谐振动的振动方程为:

(A) $x = 0.02 \cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$ (m)

(B) $y = 0.02 \cos(2\pi t + \frac{\pi}{4})$ (m)

(C) $x = 2 \cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$ (m)

(D) $y = 0.02 \cos(\pi t - \frac{\pi}{4})$ (m)



2. 用一定波长的光通过光学仪器观察物体

(A) 物体大时, 分辨率大

(B) 物体离光学仪器远时分辨率大

(C) 光学仪器的孔径愈小分辨率愈小

(D) 物体近时分辨率大

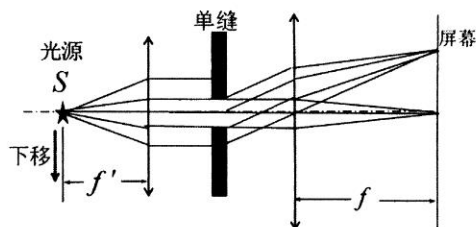
3. 在如图所示的单缝夫琅和费衍射实验中, 若将光源沿垂直于透镜主光轴方向稍微向下移时, 则屏幕上的衍射条纹

(A) 间距变小

(B) 条纹的位置向下移动

(C) 条纹的位置向上移动

(D) 条纹的位置不发生变化



4. 以下哪个实验可以用电子自旋的概念进行解释?

(A) 弗兰克-赫兹实验

(B) 戴维逊-革末实验

(C) 施特恩-格拉赫实验

(D) 博特实验

5. 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) 粒子受到的力

(C) 粒子的运动轨道

(D) 在空间各处找到该粒子的概率

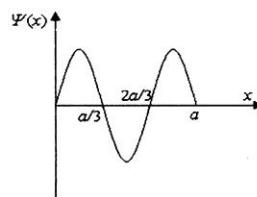
6. 粒子在宽度为 a 的一维无限深势阱中运动, 设已知粒子处于某一能态, 其波函数的分布如图所示, 则粒子概率密度最大的位置是

(A) $0, \frac{a}{3}, \frac{2a}{3}$

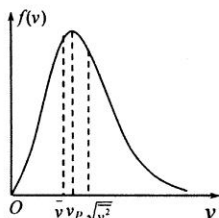
(B) $\frac{a}{6}, \frac{a}{2}, \frac{5a}{6}$

(C) $0, \frac{a}{6}, \frac{5a}{6}$

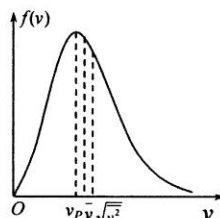
(D) $\frac{a}{2}, \frac{a}{3}, a$



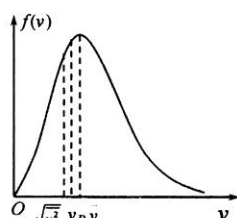
7. 设 \bar{v} 代表气体分子运动的平均速率, v_p 代表气体分子运动的最概然速率, $\sqrt{v^2}$ 代表气体分子运动的方均根速率。处于平衡状态下理想气体, 下列哪个图正确地表示了这三种速率的关系:



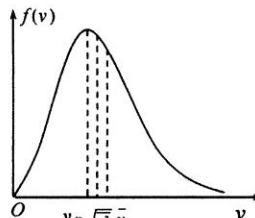
(A)



(B)



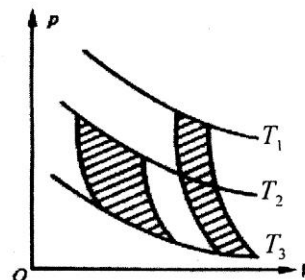
(C)



(D)

8. 如图表示工作在 T_1 与 T_3 之间的卡诺热机和工作在 T_2 与 T_3 之间的卡诺热机, 已知两个循环曲线所包围的面积相等, 由此可知

- (A) 两个热机从高温热源所吸收的热量一定相等
- (B) 两个热机向低温热源所放出的热量一定相等
- (C) 两个热机的效率一定相等
- (D) 两个热机吸热与放热的差值一定相等



9. 关于理想气体内能 E , 有:

- (A) 计算理想气体内能时, 视理想气体分子模型为刚性质点组
- (B) 公式 $\Delta E = \nu C_{V,m} \Delta T$ (ν 为气体摩尔数, $C_{V,m}$ 为摩尔定容热容), 只适用于等容过程中内能变化的计算
- (C) 理想气体内能的增量与实际的热力学过程有关系
- (D) 理想气体内能是体积 V 的单值函数

10. 下列各叙述的组合中, 全部叙述正确的组合是

- (1) 气体能够自由膨胀, 但不能自动收缩
- (2) 玻尔兹曼熵公式与克劳修斯熵公式中的熵是完全不同的物理量
- (3) 理想气体绝热自由膨胀过程内能不变, 熵增加
- (4) 玻尔兹曼熵是状态函数, 只能用来描述平衡态

(A) (1)、(3)

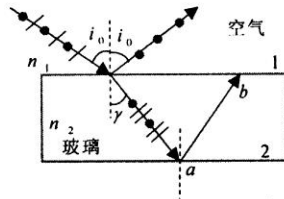
(B) (2)、(3)

(C) (1)、(2)

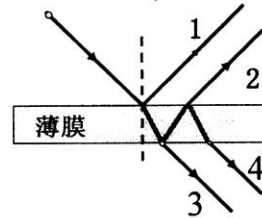
(D) (3)、(4)

二、填空题: (15 小题, 每空 2 分, 共 34 分。注意: 请在答题卡上将你的答案用黑色墨水笔填写在对应题号的横线上。若一小题中有多空, 则每个答案间用符号 ; 隔开。其它位置处不得分)

1. (本小题 2 分) 一自然光自空气射向一块平板玻璃, 入射角为布儒斯特角 i_0 , 在界面 2 的反射光 ab 是_____。(选填: 部分偏振光、自然光、振动方向垂直入射面的线偏振光、振动方向平行入射面的线偏振光)

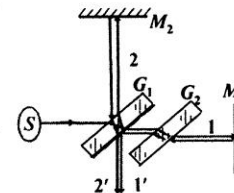


2. (本小题 2 分) 如图所示, 波长为 λ 的平行单色光入射到薄膜上, 经薄膜上、下表面反射的光束 1 与光束 2 是相干光, 经薄膜透射出的光束 3 与光束 4 _____ 相干光 (选填: 是、不是)。



3. (本小题 2 分) 由两块平玻璃板的一端夹一金属丝构成空气劈尖, 用波长为 $\lambda=680 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射, 从棱边到金属丝所在处共呈现出 5 条暗条纹, 则金属丝的直径为_____nm。

4. (本小题 2 分) 如图所示, 在迈克耳孙干涉仪中, 当 M_1 、 M_2 非严格垂直时, 可用于观察_____干涉条纹。(选填: 等倾、等厚)



5. (本小题 2 分) 在光栅衍射实验中, 若保持光栅常数 d 不变, 而把透光缝的宽度 a 略为加宽, 则在单缝衍射的中央明纹区内所包含的干涉主极大条纹数目_____ (选填: 变多、变少、不变)

6. (本小题 2 分) 普朗克的能量子假设首次提出了原子振动能量只能取一系列分立值的_____观念。

7. (本小题 4 分) 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, 我们需要用到的碰撞模型分别是光子与电子的_____和_____。(选填: 弹性碰撞、非弹性碰撞、完全非弹性碰撞)

8. (本小题 2 分) 设康普顿效应中入射 X 射线波长 $\lambda=0.0676 \text{ nm}$, 散射的 X 射线与入射线垂直, 则散射 X 线的波长为_____nm。(电子的康普顿波长 $\lambda_c=0.0024 \text{ nm}$)

9. (本小题 2 分) 已知沿 x 方向运动的粒子的波长为 628 nm , 波长的不确定量为 $\frac{\Delta \lambda}{\lambda}=10^{-5}$, 则利用不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \hbar$ 可知光子位置的不确定量为_____。

10. (本小题 2 分) 激光的产生是基于爱因斯坦提出的受激发射机制, 若使受激发射占优势, 这就要求高能级上的原子数大于低能级上的原子数, 我们把这种分布称为_____。

11. (本小题 2 分) 原子的 L 壳层 p 支壳层中, 描述电子状态的四个量子数 (n, l, m_l, m_s) 中磁量子数 m_l 的可能取值为 $0, 1, \underline{\hspace{1cm}}$ 。

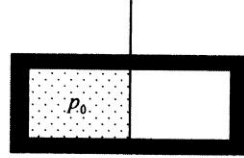
12. (本小题2分) 总能量低于势垒高度的粒子也能穿过势垒到达势垒另一侧的现象称为_____。

13. (本小题2分) 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, 利用扩散法掺入少量五价锑元素, 可以形成_____半导体。

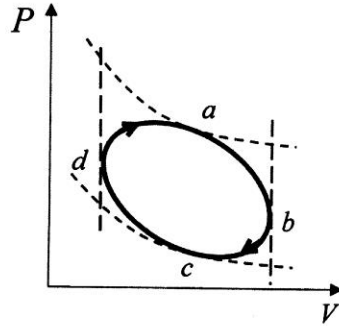
14. (本小题4分) 如图所示, 一绝热密闭的容器, 用隔板分成相等的两部分, 左边盛有一定量的理想气体, 压强为 P_0 , 温度是 T_0 , 右边为真空。

今将隔板抽去, 气体自由膨胀, 当气体达到平衡时, 气体的温度为_____。

其过程方程_____ “ $PV^\gamma = \text{常量}$ ” 来表示 (选填: 能用、不能用)。



15. (本小题2分) 理想气体经历实线所示的循环过程, 两条等温线分别和该循环曲线相切于 a 、 c 点, 两条等体线分别和该循环曲线相切于 b 、 d 点, 则 ab 、 bc 、 cd 、 da 四个阶段中可以肯定为放热的阶段是_____。

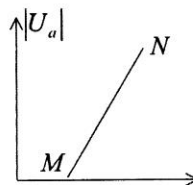


三、计算题：(5 小题，共 40 分，其中有 4 分为附加题分。注意：请在答题卡上用黑色墨水笔将解题过程书写在对应的题号处。其它位置处不得分。)

1. (本小题 10 分) 波长 $\lambda = 6000 \text{ \AA}$ 的单色光垂直入射到一具有 4 个狭缝的光栅上，已知光栅常数和狭缝宽度满足 $d = 3a = 2.4 \times 10^{-6} \text{ (m)}$ 。

- (1) 屏幕上可能呈现的全部主极大；(6 分)
 - (2) 大略画出光栅衍射的光强分布曲线 (即 $I \sim \sin \theta$ 曲线， θ 为衍射角)。(本问为附加题：4 分)
- 要求：包括屏幕上可能呈现的全部主极大和次极大，并用 a 、 d 、 λ 等参数标出各主极大的位置。

2. (本小题 5 分) 如图为光电效应实验中测得的入射光频率 ν 与截止电压 $|U_a|$ 关系的示意图，请给出图中直线 MN 的斜率 (设电子的电量为 e)。



3. (本小题 5 分) 设宽为 a 的一维无限深势阱中，粒子的波函数为

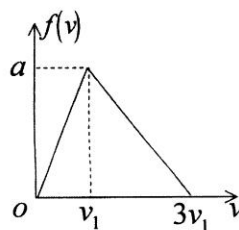
$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a} \quad (n=1, 2, 3, \dots; 0 < x < a)$$

当粒子处于第一激发态时，粒子在何处出现的概率密度最大？

4. (本小题 10 分) 假想 N 个气体分子，其速率分布函数如图所示，求：

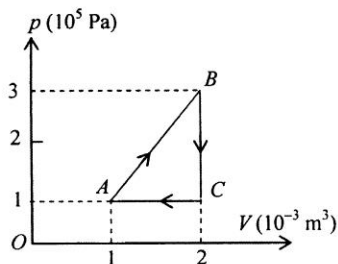
- (1) 常数 a ；(5 分)
- (2) 最概然速率 v_p ；(2 分)

$$(3) \frac{1}{v} \text{。 (3 分)}$$



(注意：所有求解结果均要用 v_1 表示)

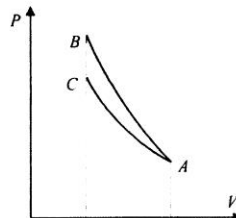
5. (本小题 10 分) 一定量的单原子分子理想气体，从初态 A 出发，沿图示直线过程变到另一状态 B ，又经过等容、等压两过程回到状态 A 。求循环效率 η 。



四、附加题：(1 小题，共 4 分。注意：请在答题卡上用黑色墨水笔将答案书写在对应的题号处。其它位置处不得分。)

1. 在如图所示的 P - V 相图中，一个热力学系统分别经历等温和绝热过程被压缩相同体积，请问：

- (1) 图中哪一条曲线是等温线？
- (2) 为什么曲线 AB 比曲线 AC 陡？



一、选择 (3×10)

ACDCD BDDAD

二、填空 (2×10)

1. (选) 振动方向垂直入射面的
线偏振光.

=(2)

2. 是

3. 1360

4. 等厚

5. 变少

6. 能量量子化

7. 完全非弹性碰撞; 弹性碰撞.

8. 0.07

9. 0.01 (m)

10. 粒子数反转

11. -1

12. 隧道效应

13. n 型.

14. T_0 ; 不能用

15. bc

可

三. 计标 1 (10)

(1) 缺级 $k = \frac{d}{a} k' = 3k'$ (3)

最高 $d \sin \theta = k \lambda, \theta = 90^\circ$ (1)

$k < \frac{d}{\lambda} = 4$

$k_{\max} = 3$ (缺3) [$k_{\max} = 2$]

全部主极大: $0, \pm 1, \pm 2$, 共 5 个. (2)

(2)



主极大 5 个 强度不同 位置坐标

次极大 2 个

— 绘图或说明都可

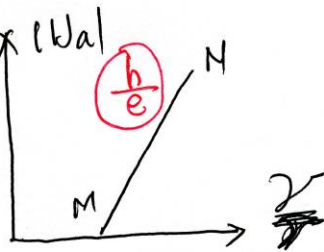
三. 计标 2 (5)

$h\nu = A + \frac{1}{2} m v_m^2$ (1)

$\frac{1}{2} m v_m^2 = e|U_a|$ (1)

$|U_a| = \frac{h}{e} \nu - \frac{A}{e}$ (1)

斜率: $\frac{h}{e}$ (2)



三. 计标 3 (5)

第一激发态. $n=2$

$$\text{概率密度 } |\psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{2\pi x}{a} \quad (1)$$

$$\frac{2\pi x}{a} = \frac{2k-1}{2} \pi \text{ 时 } |\psi(x)|^2 \text{ 最大}$$

$$x = \frac{2k-1}{4} a, \quad k \text{ 为整数.} \quad (1)$$

3k 处. $0 < x < a$

$$\text{有: } x = \frac{a}{4}, \frac{3a}{4}$$

$$|\psi(x)|^2 \text{ 最大} \quad (2)$$

三. 计标 4 (10)

$$4) f(v) = \begin{cases} \frac{a}{v_1} v & 0 < v \leq v_1 \\ -\frac{a}{2v_1} v + \frac{3a}{2} & v_1 < v \leq 3v_1 \end{cases} \quad (2)$$

$$1) \text{ 归一化 } \int_0^{\infty} f(v) dv = 1$$

$$\int_0^{v_1} \frac{a}{v_1} v dv + \int_{v_1}^{3v_1} \left(-\frac{a}{2v_1} v + \frac{3a}{2}\right) dv = 1$$

$$a = \frac{2}{3v_1}$$

(或由面积归一化)

$$(2) \underline{v_p = v_1} \quad (2)$$

$$(3) \left(\frac{1}{v}\right) = \int_0^{\infty} \frac{1}{v} f(v) dv \quad (1)$$

$$= \int_0^{v_1} \frac{a}{v} v dv + \int_{v_1}^{3v_1} \frac{1}{v} \left(-\frac{a}{2v_1} v + \frac{3a}{2}\right) dv \quad (1)$$

$$= \frac{\ln 3}{v_1}$$

三. 计标 5 (10)

$$A \rightarrow B: A_1 = \frac{1}{2} (P_A + P_B) (V_B - V_A) = \underline{200 \text{ (J)}} \quad (1)$$

$$\Delta E_1 = \frac{M}{\mu} C_V (T_B - T_A) = \underline{750 \text{ (J)}} \quad (1)$$

$$Q_1 = \Delta E_1 + A_1 = \underline{950 \text{ (J)}} \quad (1)$$

$$B \rightarrow C: dQ = dE + p dV$$

$$= \frac{M}{\mu} C_V dT + p dV$$

$$= \frac{C_V}{R} (p dV + V dp) + p dV$$

$$= \frac{C_V}{R} V dp + \left(\frac{C_V}{R} + 1 \right) p dV$$

$$\Delta Q_2 < 0 \quad (1)$$

$$C \rightarrow A: \text{图上} \quad Q_3 < 0 \quad (1)$$

$$\text{净: } S_{\triangle ABC} \quad A = \frac{1}{2} (P_B - P_A) (V_B - V_A) \\ = \underline{100 \text{ (J)}} \quad (1)$$

$$\text{故 } \eta = \frac{A}{Q_{\text{净}}} = \frac{A}{Q_1} = \frac{100}{950}$$

$$= \underline{10.53\%} \quad (2)$$

四. 附加 1. (4)

(1) AC 等温线 (1)

(2) 等温 $V \downarrow \Rightarrow n \uparrow \Rightarrow P \uparrow$ (1)

绝热 $V \downarrow \Rightarrow n \uparrow = P \uparrow$
 $V \downarrow \Rightarrow T \uparrow \Rightarrow P \uparrow$ } $P \uparrow$ (2)

$(P = nkT \text{ 或 } PV = \frac{M}{\mu} RT)$ 由 #

(2) 或 $PV = \frac{M}{\mu} RT$

$Vdp + PdV = \frac{M}{\mu} R dT$ (1)

等温 $dT = 0$. $\frac{dP}{P} = -\frac{dV}{V}$ (1)

绝热 $dU = \frac{M}{\mu} C_v dT + PdV$

$0 = \frac{M}{\mu} C_v dT + PdV$

代入 (1) $\frac{dP}{P} = -\left(\frac{R}{C_v} + 1\right) \frac{dV}{V}$ (2)

注意负号, 同样 $\frac{dV}{V}$ 有 $\frac{dP}{P}$ 大, 陡

(2) 等温 $P_{\text{等温}} V_2 = P_A V_A$ (1)

绝热 $Q = \frac{M}{\mu} C_v \Delta T + A$ (2)

$0 = [P_{\text{绝热}} V_2 - P_A V_A] + A$

$(\frac{1}{2}R) = C$, 设 $\frac{A}{C} = B$, 知 $B < 0$

有 $P_{\text{绝}} V_2 = P_A V_A - B > P_{\text{等温}} V_2$

$P_{\text{绝}}$ 大于 $P_{\text{等}}$. #

