

华中科技大学物理学院 2016 ~ 2017 学年第 1 学期

《大学物理 (二)》课程考试试卷 (A 卷)

(闭卷)

考试日期: 2017.01.07 上午

考试时间: 150 分钟

题号	一	二	三				总分	统分 签名	教师 签名
			1	2	3	4			
得分									

得 分	
评卷人	

一. 选择题 (每小题 3 分, 共 30 分。以下每题只有一个正确答案, 将正确答案的序号填入题号前括号中)

[] 1、在一密闭容器中, 储有 A、B、C 三种理想气体, 处于平衡状态。A 种气体的分子数密度为 n_1 , 它产生的压强为 P_1 , B 种气体的分子数密度为 $2n_1$, C 种气体的分子数密度为 $3n_1$, 则混合气体的压强 P 为:

- (A) $3P_1$ (B) $4P_1$ (C) $5P_1$ (D) $6P_1$

[] 2、关于可逆过程和不可逆过程有以下几种说法。

- (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) 不可逆过程一定找不到另一过程使系统和外界同时复原;
- (4) 非准静态过程一定是不可逆过程。

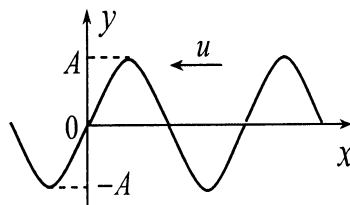
以上说法正确的是:

- (A) (1), (2), (3);
- (B) (2), (3), (4);
- (C) (1), (3), (4);
- (D) (1), (2), (3), (4)

[] 3、一简谐波沿 x 轴负方向传播，圆频率为 ω ，周期为 T ，波速为 u ，设 $t = \frac{T}{2}$

时刻的波形如图所示，则该波的表达式为：

- (A) $y = A \cos \omega(t - x/u)$
 (B) $y = A \cos[\omega(t + x/u) + \frac{\pi}{2}]$
 (C) $y = A \cos[\omega(t + x/u)]$
 (D) $y = A \cos[\omega(t + x/u) + \pi]$



[] 4、当机械波在媒质中传播时，一媒质质元的最大形变发生在 (A 是振动振幅)：

- (A) 媒质质元离开其平衡位置最大位移处；
 (B) 媒质质元离开其平衡位置 $(\frac{\sqrt{2}A}{2})$ 处；
 (C) 媒质质元在其平衡位置处；
 (D) 媒质质元离开其平衡位置 $\frac{A}{2}$ 处。

[] 5、在弦线上有一简谐波，其表达式为

$$y_1 = 2.0 \times 10^2 \cos[100\pi(t + \frac{x}{20}) - \frac{4\pi}{3}] \text{ (SI)}$$

为了在此弦线上形成驻波，并使 $x=0$ 处为一波腹，此弦线上还应有一简谐波，其表达式为：

- (A) $y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos[100\pi(t - \frac{x}{20}) + \frac{\pi}{3}] \text{ (SI)}$
 (B) $y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos[100\pi(t - \frac{x}{20}) + \frac{4}{3}\pi] \text{ (SI)}$
 (C) $y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos[100\pi(t - \frac{x}{20}) - \frac{\pi}{3}] \text{ (SI)}$
 (D) $y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos[100\pi(t - \frac{x}{20}) - \frac{4}{3}\pi] \text{ (SI)}$

[] 6、若星光的波长为 550nm，孔径为 127cm 的大型望远镜所能分辨的两颗星的最小角距离 θ (从地面上一点看两星的视线间夹角) 是：

- (A) $1.8 \times 10^{-5} \text{ rad}$ (B) $4.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$
 (C) $5.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$ (D) $4.3 \times 10^{-9} \text{ rad}$

[]7、自然光以 60° 的入射角照射到两介质交界面时，反射光为完全线偏振光，则知折射光为：

(A) 完全线偏振光且折射角是 30° ；

(B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为 $\sqrt{3}$ 的介质时，折射角是 30° ；

(C) 部分偏振光，但必须知道两种介质的折射率才能确定折射角；

(D) 部分偏振光且折射角是 30° 。

[]8、在双折射的课堂演示实验中，一束自然光射入方解石晶体中，将折射出两束光线（o 光和 e 光）。若用偏振片检验这两束光线的偏振态，当旋转偏振片的偏振化方向时，将会观察到：

(A) o 光和 e 光亮度都不变。

(B) o 光和 e 光同时变亮，同时变暗，并且有完全消光。

(C) o 光和 e 光同时变亮，同时变暗，最暗时不会完全消光。

(D) o 光最亮时 e 光亮度变成零，e 光最亮时 o 光亮度变成零。

[]9、某放射性核素的半衰期为 30 年，放射性活度减为原来的 12.5% 所需要的时间是_____年。

(A) 30

(B) 60

(C) 90

(D) 120

(E) 240

[]10、P 型半导体中杂质原子所形成的杂质能级叫做受主能级，该能级在能带结构中处于：

(A) 满带中

(B) 禁带中靠近满带的位置

(C) 导带中

(D) 禁带中靠近导带的位置

得 分	
评卷人	

二. 填空题（每题 3 分，共 30 分）

1、三个容器内分别贮有 1mol 氦(He)、1mol 氢(H_2)和 1mol 氨(NH_3) (均视为刚性分子的理想气体)，若它们的温度都升高 1K，则三种气体的内能的增加值分别为：氦：_____ J，氢：_____ J，氨：_____ J。

2、一定量理想气体从A状态（压强为 $2P_1$ ，体积为 V_1 ）经历 $P-V$ 图上的准静态直线过程到B状态（压强为 P_1 ，体积为 $2V_1$ ），则AB过程中系统做功_____，内能改变_____。

3、一质点作谐振动，周期为 T ，质点由平衡位置到二分之一最大位移处所需要的最短时间为_____。

4、两个同方向同频率的谐振动，振动表达式分别为：

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

它们的合振动的振幅为_____m，初位相为_____rad。

5、课堂上用音叉演示拍现象，在1秒时间内听到有2次强音和2次弱音（即“拍频”为2Hz），已知其中一音叉的固有振动频率为800Hz，则另一音叉的振动频率为_____Hz。

6、真空中有一平面电磁波的电场表达式如下：

$$E_x = 0, E_y = 0.60 \cos[2\pi \times 10^8(t - x/c)] \text{ (V} \cdot \text{m}^{-1}\text{)}, E_z = 0. \text{ 则磁场强度的三个分量分别}$$

$$\text{为: } H_x = \text{_____, } H_y = \text{_____,}$$

$$H_z = \text{_____}.$$

（真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ ，真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ ）

7、用真空中波长 $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射折射率为1.50的劈尖薄膜，产生等厚干涉条纹，测得相邻暗条纹间距 $l = 0.15 \text{ cm}$ ，那么劈尖角 θ 应是_____rad。

8、如果单缝夫琅和费衍射的第一级暗纹发生在衍射角 30° 的方向上，所用单色光波长 $\lambda = 500 \text{ nm}$ ，则单缝宽度为_____ μm 。

9、已知X射线光子的能量为0.6 MeV，若在康普顿散射中散射光子的波长变化了20%，则反冲电子的动能为_____MeV。

10、根据量子力学理论，氢原子中电子的轨道角动量为 $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$ ，当主量子数 $n=3$ 时，电子轨道角动量的可能取值为_____。

三. 计算题 (每题 10 分, 共 40 分)

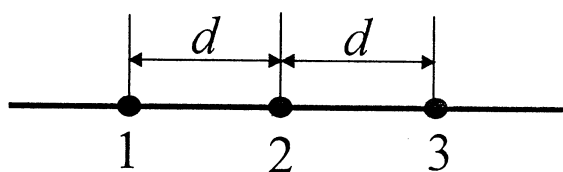
得 分	
评卷人	

1、一卡诺热机做正循环, 工作在温度分别为 $T_1=300\text{K}$ 和 $T_2=100\text{K}$ 的热源之间, 每次循环对外做净功 6000J , 在 $T-S$ 图中画出此循环, 并求出:

- (1) 在每次循环过程中从高温热源吸收的热量;
- (2) 在每次循环过程中向低温热源放出的热量;
- (3) 此循环的效率。

得 分	
评卷人	

2、按要求设计定向辐射天线阵。如图所示，三根相同的天线在一条直线上等间距排列，其长度方向均垂直纸面。已知每根天线单独辐射时左右两侧的辐射强度都为 I_0 ，波长为 λ ，现要求天线阵向左侧的辐射尽可能强而向右侧辐射为零，试确定相邻两天线之间的距离 d 和天线之间的初位相之差 $\Delta\varphi_0$ ($\Delta\varphi_0 = \varphi_{20} - \varphi_{10} = \varphi_{30} - \varphi_{20}$)，并求此时左侧的辐射强度。(注：为了使天线阵的尺寸尽可能小， d 应取符合要求的最小值)



得 分	
评卷人	

3、一束平行光垂直入射到光栅上，该光束有两种波长的光： $\lambda_1=420\text{nm}$ ， $\lambda_2=630\text{nm}$ 。

经过观测，两种波长的谱线（不计中央明纹）第二次重合于衍射角 $\theta=60^\circ$ 的方向上，求此光栅的光栅常数 d 。

得 分	
评卷人	

4、已知粒子在一维无限深势阱中运动，其波函数为

$$\psi(x) = A \sin \frac{2\pi x}{a} \quad (0 \leq x \leq a)$$

试求：

- (1) 归一化常数 A ；
- (2) 该粒子位置坐标的概率分布函数（即概率密度）；
- (3) 在何处找到粒子的概率最大。

2016-2017(1) 大学物理(=)

(2017.1.7)

A 卷参考答案

一、选择题: DCBCD CDDCB

二、填空题

与标答完全相同的给相应的分, 除此之外, 不给分;

每小題在題頭處只給正分, 或 0 分, 不給負分;

一題兩空: 對 1 個的給 2 分, 對 2 個的給 3 分, 一題三空的每空 1 分

一題兩空或三空的只給該題的最終分

1. $\Delta E = \frac{3}{2}R$ 或 12.4 或 12.5, $\Delta E = \frac{5}{2}R$ 或 20.7 或 20.8, $\Delta E = 3R$ 或 24.9

2. $A = \frac{3}{2}p_1V_1$, $\Delta E = 0$

3. $\frac{1}{12}T$

$$4. \quad 8 \times 10^{-2}, \quad -\frac{1}{2}\pi$$

$$5. \quad 802 \text{ 或 } 798,$$

$$6. \quad 0, \quad 0, \quad H_z = \sqrt{\epsilon_0 / \mu_0} E_y \text{ 或 } H_z = \sqrt{\epsilon_0 / \mu_0} E_y = 1.6 \times 10^{-3} \cos[2\pi \times 10^8 (t - x/c)] (\text{A} \cdot \text{m}^{-1})$$

$$\text{或 } H_z = \sqrt{\epsilon_0 / \mu_0} E_y = 1.6 \times 10^{-3} \cos[2\pi \times 10^8 (t - x/c)]$$

$$7. \quad 1.3 \times 10^{-4} \text{ 或 } 4.1\pi \times 10^{-5} \text{ 或 } 4.2\pi \times 10^{-5}$$

$$8. \quad 1$$

$$9. \quad 0, 1$$

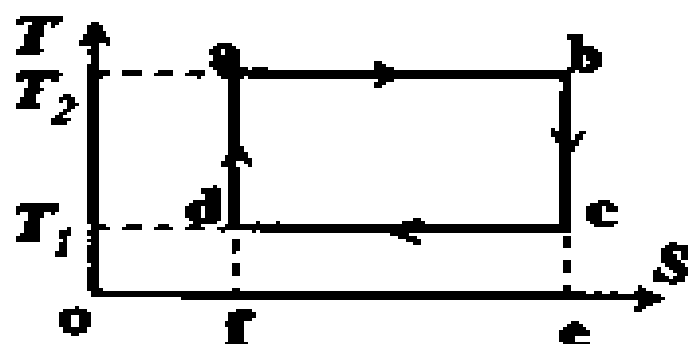
$$10. \quad 0, \quad \sqrt{2}\hbar \text{ 或 } \frac{\sqrt{2}}{2\pi}\hbar \text{ 或 } 1.4 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s} \text{ 或 } 1.5 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}$$

$$\sqrt{6}\hbar \text{ 或 } \frac{\sqrt{6}}{2\pi}\hbar \text{ 或 } 2.5 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s} \text{ 或 } 2.6 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}$$

三、计算题:

1、解: T-S 图

3 分



- a. 没有箭头或箭头方向错误: 扣 1 分;
- b. P-V 图没有分;
- c. T、S 没标, 但有矩形, 扣 1 分;
- d. T、S 交换, 方向逆时针不扣分, 但顺时针扣 1 分。

解法一:

(1)

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$Q_1 = \frac{A}{\eta} = \frac{AT_1}{T_1 - T_2} = \frac{6000 \times 300}{300 - 100} = 9000J \quad 2 \text{ 分}$$

或者用方法:

$$A = \Delta S(T_1 - T_2) \quad \Delta S = \frac{A}{T_1 - T_2}$$

$$Q_1 = T_1 \Delta S = T_1 \frac{A}{T_1 - T_2} = 9000J \quad (\text{同样得 2 分})$$

(2)

$$Q_2 = T_2 \Delta S = T_2 \frac{A}{T_1 - T_2} = T_2 \frac{Q_1}{T_1} = \frac{100 \times 9000}{300} = 3000J \quad 2 \text{ 分}$$

或者用方法:

$$Q_2 = Q_1 - A = 3000J \quad (\text{同样得 2 分})$$

(3)

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{100}{300} = 66.7\% \quad 3 \text{ 分}$$

解法二:

(1)

$$Q_1 = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad Q_2 = \nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4} \quad \ln \frac{V_2}{V_1} = \ln \frac{V_3}{V_4}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2} = 3, \quad Q_1 - Q_2 = A = 6000J$$

因此: $Q_1 = 9000J, \quad Q_2 = 3000J$ 4 分

或者用方法:

$$Q_1 - Q_2 = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - \nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4} = \nu R \ln \frac{V_2}{V_1} (T_1 - T_2) = A$$

$$\nu R \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{A}{(T_1 - T_2)} = 30J/K$$

$$Q_1 = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = 9000J, \quad Q_2 = \nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4} = 3000J \quad (\text{同样 4 分})$$

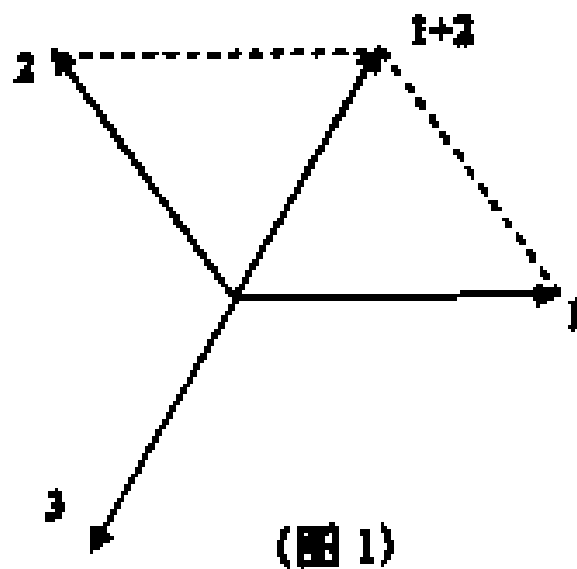
(2)

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{100}{300} = 66.7\% \quad (3 \text{ 分})$$

注意:

(1) Q_2 用负值不扣分;

(2) 若公式正确, 一次计算错误, 无论在中间过程, 还是在最后一步, 均只扣 1 分 (计算错误不重复扣分)。



2、解：解法（一）：

为了使向左侧的辐射尽可能强，应有

$$\Delta\varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda} = 0 \text{ 或 } 2k\pi \quad (1) \quad 2 \text{ 分}$$

(图 1)

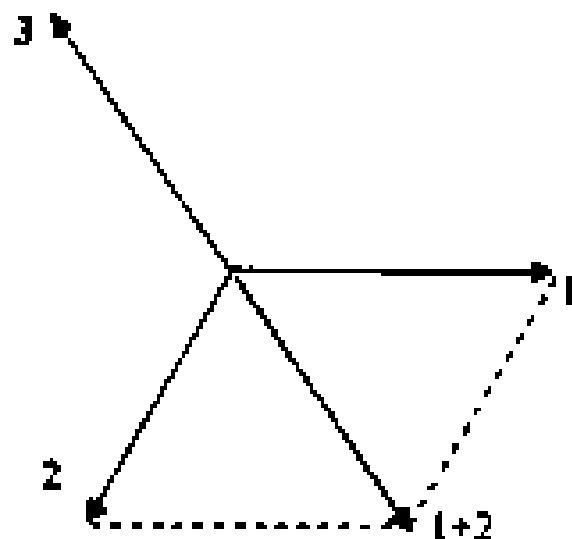
为了使向右侧的辐射为 0，应让三列波的位相依次落后 120° (如图 1)

$$\text{即：} \Delta\varphi_0 + \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi}{3} \text{ 或 } \frac{2\pi}{3} + 2k\pi \quad (2) \quad 4 \text{ 分}$$

$$(1), (2) \text{ 联列求解, 取 } k=0, \text{ 得: } d = \frac{\lambda}{6}, \Delta\varphi_0 = \frac{\pi}{3} \quad 2 \text{ 分}$$

左侧 $A=3A_0$ 1 分

$I=9I_0$ 1 分



解法 (二):

为了使向左侧的辐射尽可能强, 应有

$$\Delta\varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda} = 0 \text{ 或 } 2k\pi \quad (1) \quad 2 \text{ 分}$$

(图 2)

为了使向右侧的辐射为 0, 应让三列波的位相依次落后 240° (如图 2)

$$\text{即: } \Delta\varphi_0 + \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{4\pi}{3} \text{ 或 } \frac{4\pi}{3} + 2k\pi \quad (3) \quad 4 \text{ 分}$$

$$(1), (3) \text{ 联列求解, 取 } k=0, \text{ 得: } d = \frac{\lambda}{3}, \quad \Delta\varphi_0 = \frac{2\pi}{3} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{此时左侧: } A = 3A_0 \quad 1 \text{ 分}$$

$$I = 9I_0 \quad 1 \text{ 分}$$

【注】: 如没写出 $A=3A_0$ 直接得 $I=9I_0$, 得 2 分。

3、由光栅公式

$$d \sin \theta = k_1 \lambda_1$$

$$d \sin \theta = k_2 \lambda_2$$

4 分

$$\frac{d \sin \theta_1}{d \sin \theta_2} = \frac{k_1 \lambda_1}{k_2 \lambda_2} = \frac{k_1 \times 420}{k_2 \times 630} = \frac{2k_1}{3k_2} \quad 2 \text{ 分}$$

重合时有 $\theta_1 = \theta_2$

$$\text{所以 } \frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} \quad 1$$

第二次重合时, $\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4} \quad 2 \text{ 分}$

$$\text{则 } d \sin 60^\circ = 6\lambda_1$$

$$d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 2.91 \times 10^{-3} \text{ mm} \quad 2 \text{ 分}$$

情况 1: $k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$ 或 $k_1 = \frac{3}{2} k_2$ 给 6 分

第二次重合的式子 $\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4} \quad 2 \text{ 分} \quad \text{结果 2 分}$

情况 2: 只出 $\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4}$

8 分, 结果 2 分

情况 3: 按 $d \sin \theta = \frac{k\lambda}{2}$ 且做法对, 给 6 分

情况 4: 按第一次或其它次重合计算的, 给 6 分

4. 解: (1) $\int_0^a |\Psi(x)|^2 dx = \int_0^a \left| A \sin \frac{2\pi x}{a} \right|^2 dx = 1, A^2 \cdot \frac{a}{2} = 1, A = \sqrt{\frac{2}{a}}.$ 4 分

以上两个积分只要写对一个给全分, 结果错给 2 分

(2) $\rho = |\Psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{2\pi x}{a}$ 4 分

上式只要写对平方波函数平方式全分。

(3) 令 $\frac{d\rho}{dx} = 0$, 得 $x = \frac{a}{4}, \frac{3a}{4}$, 即 $x = \frac{a}{4}, \frac{3a}{4}$ 处概率最大。 2 分

结果错扣两分, 如果极大值和极小值不分, 扣 1 分, 写 $\frac{n}{4}(2k+1)$ 扣 1 分。