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）

[D]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：

$P=nkT$

$P=P_1+P_2+P_3=6n_1kT=6P_1$.

$P_1=n_1kT$

$P_2=n_2kT=2n_1kT$

$P_3=3n_1kT$

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

[C]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)

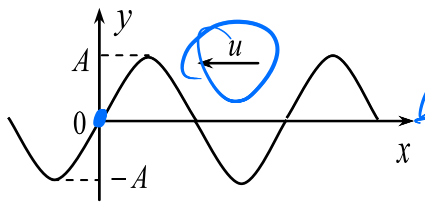
[B]3、一简谐波沿 x 轴负方向传播，圆频率为 ω，周期为 T，波速为 u，设 $t=\frac{T}{2}$ 时刻的波形如图所示，则该波的表达式为：

(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) $y=A\cos[\omega(t+x/u)+\pi]$



$T/2$.

[C]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。

[D C]5、在弦线上有一简谐波，其表达式为

$$y_1=2.0\times10^2\cos[100\pi(t+\frac{x}{20})-\frac{4\pi}{3}]\ (\mathrm{SI})$$

$100\pi(t+\frac{x}{20})+100\pi(t-\frac{x}{20})-\frac{4\pi}{3}+\varphi$

$200\pi t-\frac{4\pi}{3}+\varphi$

$|\cos|=1$

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：

$y_1+y_2=4\times10^2\cos(100\pi t-\frac{2\pi}{3}+\frac{\varphi}{2})\cos(5\pi x-\frac{2\pi}{3}-\frac{\varphi}{2})$

(A) $y_2=2.0\times10^2\cos[100\pi(t-\frac{x}{20})+\frac{\pi}{3}]$ (SI)

(B) $y_2=2.0\times10^2\cos[100\pi(t-\frac{x}{20})+\frac{4}{3}\pi]$ (SI)

$\cos(-\frac{\varphi}{2}-\frac{2\pi}{3})=0$

(C) $y_2=2.0\times10^2\cos[100\pi(t-\frac{x}{20})-\frac{\pi}{3}]$ (SI)

(D) $y_2=2.0\times10^2\cos[100\pi(t-\frac{x}{20})-\frac{4}{3}\pi]$ (SI)

$-\frac{\varphi}{2}-\frac{2\pi}{3}=k\pi+\cancel{\frac{\pi}{2}}\ k\pi$

$-\frac{\varphi}{2}=k\pi+\frac{2\pi}{3}$

[C]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：

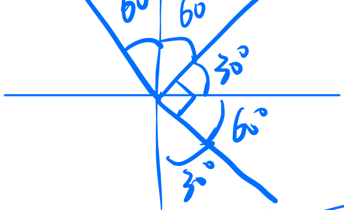
$\varphi=2k\pi-\frac{4}{3}\pi$

(A) 1.8×10^{-5} rad　　(B) 4.3×10^{-7} rad

(C) 5.3×10^{-7} rad　　(D) 4.3×10^{-9} rad

$\theta=\frac{1.22\lambda}{D}$

θ



[D]7、自然光以60^0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30^0；

(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30^0；

(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30^0。

晶体 $v_o<v_e$

[D]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：

o⊥e 偏振

(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。

[C.]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。

$A=A_0e^{-\lambda t}=A_0e^{-\frac{t}{\tau}}$

（ A）

30　　(B) 60　　(C) 90　　(D) 120　　(E)240

[B]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）

i=3　i=5　i=6

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：__12.465__ J，氢：__20.775__ J，氨：__24.93__ J。

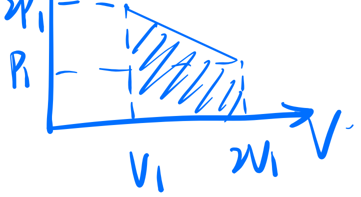
$\frac{i}{2}\nu R\Delta T$

$\Delta E=\frac{i}{2}\nu R\Delta T$

$=\nu C_{V,m}\Delta T$

$2P_1V_1=\nu RT_1$

$2P_1V_1=\nu RT_2$



$\frac{1}{2}(P_1+2P_1)V_1$

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____$\frac{3}{2}P_1V_1$____，内能改变____0____。

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____$\frac{1}{12}T$____。

$\frac{\frac{\pi}{6}}{2\pi}T$

4、两个同方向同频率的谐振动，振动表达式分别为：

$=2\times10^{-2}\cos(\ )=\cos(5t+\frac{\pi}{2})$

$$x_1=6\times10^{-2}\cos\left(5t-\frac{1}{2}\pi\right)\text{（m）},\ x_2=2\times10^{-2}\sin(\pi-5t)\text{（m）},$$

$=\sin 5t$

它们的合振动的振幅为____~~4×10^{-2}~~ 8×10^{-2}____m，初位相为____$-\frac{\pi}{2}$____rad。

$=\cos(5t-\frac{\pi}{2})$

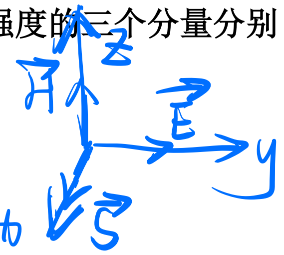
5、课堂上用音叉演示拍现象，在 1 秒时间内听到有 2 次强音和 2 次弱音（即“拍频”为 2 Hz），已知其中一音叉的固有振动频率为 800 Hz，则另一音叉的振动频率为____802或798____Hz。

6、 真空中有一平面电磁波的电场表达式如下：

$E_x=0$，$E_y=0.60\cos[2\pi\times10^8(t-x/c)](\mathrm{V\cdot m^{-1}})$， $E_z=0$。则磁场强度的三个分量分别为：$H_x=$____0____，$H_y=$____0____，

$H_z=$____$1.59\cos[2\pi\times10^8(t-x/c)]$ (~~T·m~~ A/m)____

$\sqrt{\varepsilon_0}E_z=\sqrt{\mu_0}H$

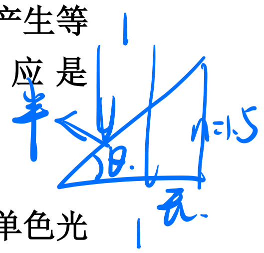


（真空介电常数 $\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}\mathrm{C^2/(N\cdot m^2)}$，真空磁导率 $\mu_0=4\pi\times10^{-7}\mathrm{T\cdot m/A}$）

7、用真空中波长 λ=589.3nm 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____1.310×10^{-4}____rad。

$\sin\theta=\frac{\lambda}{2nl}$

$2nd+\frac{\lambda}{2}=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$



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____1____μm。

暗：$a\sin\theta=k\lambda$

$a\sin30°=\lambda$

$\nu_1=\frac{c}{\lambda_1}$

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____0.1____MeV。

$\Delta\lambda=\lambda_c(1-\cos\varphi)$

$\nu=\frac{c}{\lambda}$　$\lambda_1=1.2\lambda$　$h\nu_0=E_k+h\nu_1$

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____$0,\ \sqrt{2}\hbar,\ \sqrt{6}\hbar$____。

$l=0,1,2$

三．计算题（每题 10 分，共 40 分）

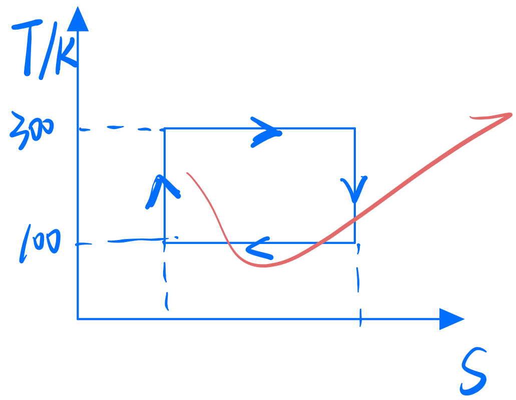
得 分	
评卷人	

1、一卡诺热机做正循环，工作在温度分别为 T_1=300K 和 T_2=100K 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。



解：(1) $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{2}{3} = 66.7\%$

$Q_1 = \frac{A}{\eta} = 9000J$

(2) $A = Q_1 - Q_2$

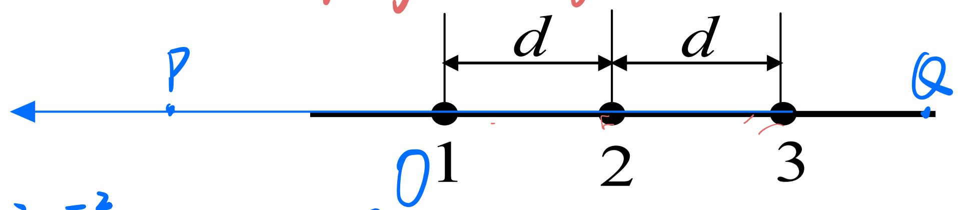
$\therefore Q_2 = Q_1 - A = 3000J$

(3) $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{2}{3} = 66.7\%$

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）

$\Delta\varphi=\frac{2\pi}{3}$　　$d=\frac{\lambda}{6}$



解：以1为原点.

$I_0=\frac{1}{2}\rho w^2 u E_0^2$

不妨设 1的初相为0.

对1：$y_1=E_0\cos wt$

由题意 $\Delta\varphi_0=\varphi_{20}-\varphi_{10}=\varphi_{30}-\varphi_{20}$.

则 2：$y_2=E_0\cos(wt+\varphi)$

3：$y_3=E_0\cos(wt+2\varphi)$

任意点P：
$$y_{P1}=E_0\cos[w(t-\frac{x}{u})]=E_0\cos[wt-\frac{2\pi}{\lambda}x]$$
$$y_{P2}=E_0\cos[w(t-\frac{x+d}{u})+\varphi]=E_0\cos[wt-\frac{2\pi}{\lambda}(x+d)+\varphi]$$
$$y_{P3}=E_0\cos[w(t-\frac{x+2d}{u})+2\varphi]=E_0\cos[wt-\frac{2\pi}{\lambda}(x+2d)+2\varphi]$$

任意点Q：
$$y_{Q1}=E_0\cos[w(t-\frac{-x}{u})]=E_0\cos(wt+\frac{2\pi}{\lambda}x)$$
$$y_{Q2}=E_0\cos[w(t-\frac{-x-d}{u})+\varphi]=E_0\cos[wt+\frac{2\pi}{\lambda}(x+d)+\varphi]$$
$$y_{Q3}=E_0\cos[w(t-\frac{-x-2d}{u})+2\varphi]=E_0\cos[wt+\frac{2\pi}{\lambda}(x+2d)+2\varphi]$$

∵ P加强：$wt-\frac{2\pi}{\lambda}(x+d)+\varphi-(wt-\frac{2\pi}{\lambda}x)=2k\pi$.

Q减弱：$wt+\frac{2\pi}{\lambda}(x+d)+\varphi-(wt+\frac{2\pi}{\lambda}x)=(2k+1)\pi$.

$\Rightarrow d=\frac{\lambda}{4}$　$\varphi=\frac{\pi}{2}+2k\pi$（取 $k=0$）　得 $\Delta\varphi_0=\frac{\pi}{2}$

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：λ_1=420nm，λ_2=630nm。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 θ=60^0 的方向上，求此光栅的光栅常数 d。

解：由光栅主极大条件

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

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

$$\frac{k_1\lambda_1}{k_2\lambda_2} = 1 \qquad \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{2}$$

$\because$ k_1, k_2 第2可能小.

$\therefore$ $k_1=6$，$k_2=4$.

$\therefore$ $d\sin 60^0 = 6\lambda_1$

$d = 2.910\times10^{-6}$ m

λ_1：$\sin\theta = \frac{k_1\lambda_1}{d}$

λ_2：$\sin\theta = \frac{k_2\lambda_2}{d}$

$\theta_1 = 16.779$

35.264^0

60.

$\theta_2 = 25.658^0$.

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

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

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。

(1)

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \psi^2(x)\,dx = \int_0^a A^2 \sin^2\frac{2\pi x}{a}\,dx$$

$$= A^2\left[\frac{2\pi x}{2a} - \frac{1}{4}\sin\frac{4\pi x}{a} + C\right]\Big|_0^a$$

$$= A^2 \cdot \frac{a}{2}$$

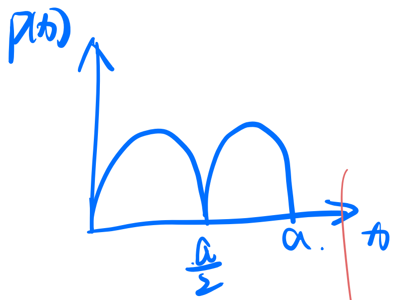
$$= 1.$$

$\therefore A = \sqrt{\frac{2}{a}}$.

(2)

$$P(x) = \psi^2(x) = \begin{cases} \frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi x}{a}, & 0 \le x \le a \\ 0, & 其他. \end{cases}$$

(3) 由$P(x)$大致图形



得 $P(x)$ 最大处：$\frac{a}{4}$，$\frac{3a}{4}$