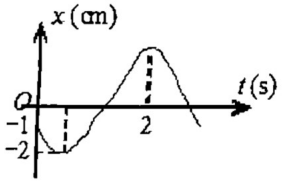
班级：　　姓名：　　学号：

第十一次　机械振动

一、单选题

1. 某简谐振动的振动曲线如图所示，位移单位为厘米，时间单位为秒。则此简谐振动的振动方程为：



A. $x=2\cos\left(\frac{2}{3}\pi t+\frac{2}{3}\pi\right)$　　B. $x=2\cos\left(\frac{2}{3}\pi t-\frac{2}{3}\pi\right)$

C. $x=2\cos\left(\frac{4}{3}\pi t+\frac{2}{3}\pi\right)$　　D. $x=2\cos\left(\frac{4}{3}\pi t-\frac{2}{3}\pi\right)$　　[　　]

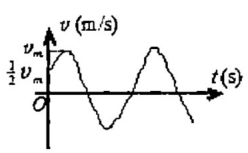
2. 水平放置的弹簧振子先后以振幅 A 和 $2A$ 的简谐运动，振子从左端最大位移第一次运动到右端最大位移的平均速度分别为 v_1 和 v_2，则下列说法正确的是

A. $v_1=2v_2$　B. $2v_1=v_2$　C. $\sqrt{2}v_1=v_2$　D. $v_1=v_2$　　[　　]

3. 一水平放置的弹簧振子作简谐运动，选平衡位置为坐标原点和势能零点，当其位移的大小为振幅的1/4时，其动能为振动总能量的

A. 7/16　　B. 9/16　　C. 15/16　　D. 13/16　　[　　]

4. 一质点作简谐运动，其运动速度与时间的曲线如图所示。若质点的位移用余弦函数表示，则其初相应为



A. $\pi/6$　　B. $5\pi/6$

C. $-5\pi/6$　　D. $-\pi/6$　　[　　]

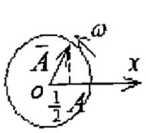
5. 有一质量为 m 的物体以振幅为 A 做简谐运动，其最大加速度为 a_m，则下列说法正确的是

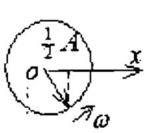
A. 振动周期为 $2\pi\sqrt{A/a_m}$　　B. 振动周期为 $\pi\sqrt{A/a_m}$

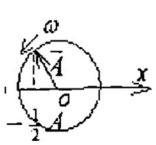
C. 通过平衡位置的总能量为 $\frac{1}{2}m\sqrt{a_mA}$

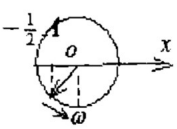
D. 通过平衡位置的总能量为 $m\sqrt{a_mA}$　　[　　]

6. 一个质点作简谐运动，振幅为 A，在起始时刻质点的位移为 $\frac{1}{2}A$，且向 x 轴的负方向运动，代表此简谐运动的旋转矢量图为

A. 

B. 

C. 

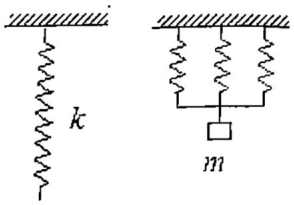
D. 

[　　]

7. 劲度系数为k的轻弹簧一端固定，另一端连接一个质量为m的物体构成水平方向的弹簧振子。若振子做振幅为A、初相位为φ_0的简谐振动，其动能作简谐振动的初相位为$2\pi/3$，则φ_0一定等于

A. $\frac{\pi}{3}$　B. $-\frac{2\pi}{3}$　C. $-\frac{\pi}{6}$　D. $\frac{5\pi}{6}$　E. 条件不足，无法确定　[　　]

8. 一劲度系数为k的轻弹簧截成三等份，并将它们并联，下面挂一质量为m的物体，如图所示，则振动系统的周期T为



A. $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{m}{k}}$　B. $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$　C. $2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}$　D. $2\pi\sqrt{\frac{m}{6k}}$　[　　]

9. 两个质点各自作简谐运动，它们的振幅相同、周期相同。第一个质点的振动方程为$x_1=A\cos(\omega t+\varphi)$，当第一个质点在平衡位置向$x$轴正方向运动时，第二个质点的加速度达到正向最大值，则第二个质点的振动方程为

A. $x_2=A\cos\left(\omega t+\varphi+\frac{1}{2}\pi\right)$　B. $x_2=A\cos\left(\omega t+\varphi-\frac{1}{2}\pi\right)$

C. $x_2=A\cos(\omega t+\varphi)$　D. $x_2=A\cos(\omega t+\varphi+\pi)$　[　　]

10. 将频率为348Hz的标准音叉振动和一待测频率的音叉振动合成，测得拍频为3Hz。若在待测频率音叉的一端加上一小块物体，则拍频将减小。那么待测音叉的固有频率为

A. 345Hz　B. 351Hz　C. 368Hz　D. 382Hz　[　　]

二、填空题

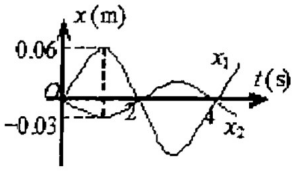
11. 某一质点的位移可以用两个简谐运动叠加来表示：$x=A\sin 2\omega t+B\sin\omega t$，则该质点自身的运动_____（填“是”或“不是”）简谐运动。

12. 一质点沿x轴以$x=0$为平衡位置作简谐运动，频率为0.5Hz。$t=0$时$x=-0.5\text{cm}$而速度等于零，则振幅是_____，振动的运动方程为_____。

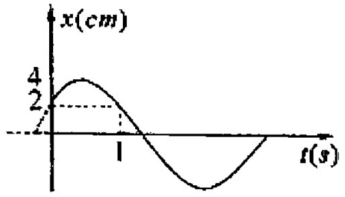
13. 两个同方向同频率的简谐振动，其合振动的振幅为2m，合振动的位相与第一个简谐振动的相位差为$\pi/6$，若第一个简谐振动的振幅为$\sqrt{3}/2$ m，则第二个简谐振动的振幅为_____，两个简谐振动的相位差为_____。

14. 一以周期T作简谐运动的系统，以余弦函数表达振动运动时，初相为$\pi/6$。若振动状态所处的时刻t在$0\le t\le\frac{1}{2}T$范围内，则系统在$t=$_____或_____时刻动能和势能相等。

15. 图中所示为两个简谐运动的振动曲线。若以余弦函数表示这两个振动的合成结果，则合振动的方程为$x=x_1+x_2=$_____(SI)。



16. 下图为质点做简谐振动的振动图，则振动的周期为_____。



17. 一水平放置的弹簧振子作简谐振动，总能量为E。当离开平衡位置的位移是振幅A的一半时，振子的动能为_____，势能为_____；当位移为_____，动能与势能相等。

18. 一简谐运动的运动方程为$x=A\cos(3t+\varphi)$，已知$t=0$时的初位移为**0.03 m**，初速度为0.12 m/s，则振幅$A=$_____，初相$\varphi=$_____。

19. 如图，单摆长为l，在顶端固定点的正下方$l/3$处有一小钉，则单摆左右两边振动的周期之比为_____。



20. 一质点作简谐运动的角频率为ω、振幅为A。当$t=0$时，质点位于$x=\frac{1}{2}A$处，且向x正方向运动，试画出此振动的旋转矢量图。

三、计算题

21. 一质量为3kg物体放在光滑的水平面上，在力$F=-6x$的作用下运动。已知该物体偏离坐标原点的最大位移为$A=0.15$m，求：（1）物体运动的周期；（2）物体动能的最大值。

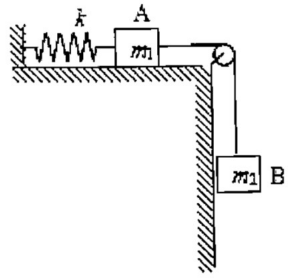
班级：　　姓名：　　学号：

22. 将一质量为0.5kg的物体悬挂于一轻弹簧下端，弹簧上端固定。物体原先静止于平衡位置，后来在向下外力作用下运动，在弹簧伸长到一定长度后静止不动，现将外力瞬间撤掉，释放物体。已知物体振动的周期为2s，振幅为10cm。问：（1）在撤力前瞬间，作用在物体上向下的外力是多大？（2）设平衡位置为重力和弹性势能的零点，则当物体在平衡位置以下5cm处时，此振动系统的动能和势能各是多少？

23. 一摆长为$l=120\text{cm}$的单摆，在$t=0$时摆球正好过$x_0=-5\text{cm}$处，并以$v_0=10\,\text{cm/s}$的速率沿x轴负向运动。若单摆运动近似看成简谐运动。试求：**(1)**振动周期；**(2)** 振幅和初相。

班级：　　姓名：　　学号：

24. 一轻弹簧劲度系数为k，其左端固定，右端与质量为m_1的物体A相连，放置于光滑水平桌面上，物体A右端的细绳绕过一定滑轮连接一质量为m_2的物体B，如图所示。若细绳不可伸长，且与定滑轮之间无相对滑动，定滑轮可看作质量为m、半径为R的均匀圆盘，求该系统振动的角频率。



班级：　　姓名：　　学号：

第十二次　机械波

一、选择题

1. 一沿绳子传播的横波，波动方程为 $y=0.08\cos(10\pi t-4\pi x)(\mathrm{SI})$，则

A. 其波长为 $0.25\mathrm{m}$　　B. 波速为 $5\mathrm{m/s}$

C. 波速为 $2.5\mathrm{m/s}$　　D. 频率为 $2\mathrm{Hz}$　　[　　]

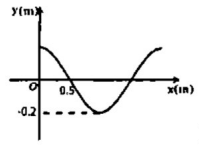
2. 以下哪个函数表示沿 x 轴负方向传播的行波，其中 A,a,b 均为正的常量，ϕ 也是常量

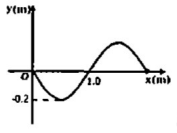
A. $y=A\cos(at-x+\phi)$　B. $y=A\cos[a(x-bt)+\phi]$

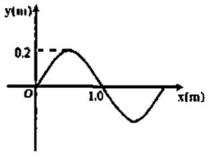
C. $y=A\cos ax\cdot\cos bt$

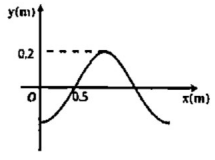
D. $y=A\sin(-ax-t+\pi/2)+A\cos(ax+t-\phi)$　　[　　]

3. 有一平面简谐波沿 x 轴正向传播，其波动表达式为 $y=0.20\cos[2\pi(t-x/2)+\pi](\mathrm{SI})$，则该波在 $0.5\mathrm{s}$ 时刻的波形图为 [　　]

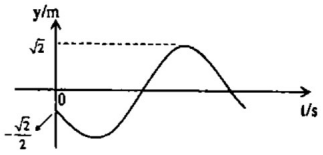
A. 

B. 

C. 

D. 

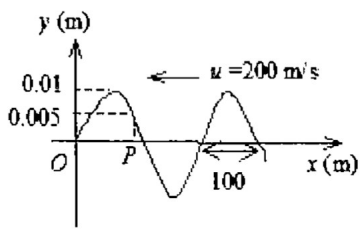
4. 一简谐波沿 x 轴正方向传播，其波长 $\lambda=4\mathrm{m}$，周期 $T=4\mathrm{s}$，$x=0$ 处质点的振动如图所示，则该简谐波的波函数为



A. $y=\sqrt{2}\cos\left[\pi(t-x)+\frac{2}{3}\pi\right]$　B. $y=\sqrt{2}\cos\left[\frac{\pi}{2}(t-x)+\frac{3}{4}\pi\right]$

C. $y=\frac{\sqrt{2}}{2}\cos\left[2\pi(t+x)+\frac{3}{4}\pi\right]$　D. $y=\sqrt{2}\cos\left[\frac{\pi}{2}(t-x)+\frac{2}{3}\pi\right]$　　[　　]

5. 一平面简谐波在 $t=1\mathrm{s}$ 时刻波形图如图所示，则平衡位置在 P 点的质点的振动方程是



A. $y_P=0.01\cos\left(\pi t-\frac{2}{3}\pi\right)(\mathrm{SI})$

B. $y_P=0.01\cos\left(\pi t+\frac{2}{3}\pi\right)(\mathrm{SI})$

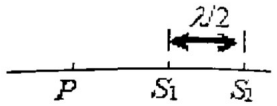
C. $y_P = 0.01\cos\left(2\pi t + \frac{1}{3}\pi\right)(\mathrm{SI})$

D. $y_P = 0.01\cos\left(2\pi t - \frac{1}{3}\pi\right)(\mathrm{SI})$　　[　　]

6. 一球面机械波，在均匀、各向同性、无吸收的介质中传播，则任意点波的强度 I 与该点到波源距离 r 的关系为

A. $I \propto r$　B. $I \propto \frac{1}{r}$　C. $I \propto r^2$　D. $I \propto \frac{1}{r^2}$　　[　　]

7. 在同一直线上传播的两相干波，其波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/2$（λ 为波长），S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\pi/2$，在 S_1，S_2 的连线上，S_1 左侧各点（如图示 P 点）两波引起的两简谐振动的相位差 $\varphi_1 - \varphi_2 =$



A. 0　B. $\pi/2$　C. π　D. $3\pi/2$　　[　　]

8. 两个完全相同的喇叭相距6.0m，两者是被同一个振荡器驱动的，振动始终同相，频率都在1350Hz到1826Hz之间。一点 P 到两个喇叭的距离分别是3.6m和4.9m。已知空气中声速为344m/s，若使 P 点发生相消干涉，则振荡器的频率可调为

A. 1720Hz　B. 1799Hz　C. 1773Hz　D. 1746Hz　　[　　]

9. 关于驻波以下说法正确的是

A. 长为 L 且两端固定的弦上，可产生任意频率的驻波

B. 长为 L 且两端自由的弦上，可产生任意频率的驻波

C. 当弦上各点达到各自最大位移时，波腹处的质元势能最大

D. 当弦上各点达到各自最大位移时，波节处的质元势能最大　　[　　]

10. 一辆汽车以30m/s的速度紧贴铁轨驰向一列以50m/s的速度迎面开来的火车。为了警示对方，汽车司机按喇叭，喇叭声的频率是1.00kHz。若空气中的声速为344m/s，且当时无风，则火车司机测得汽车喇叭声的频率最接近下列数值中的哪一个？

A. 0.786 kHz　B. 0.936 kHz　C. 1.05 kHz　D. 1.25 kHz　[　　]

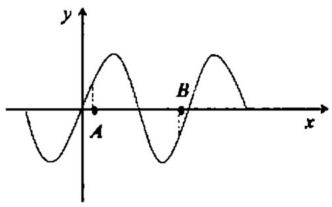
二、填空题

11. 有一平面简谐波，波速为$6.0\,\mathrm{m/s}$，振动周期为$0.2\mathrm{s}$，则波长为_____。在波的传播方向上，有两质点的振动相位差为$\pi/6$，此两质点相距为_____。

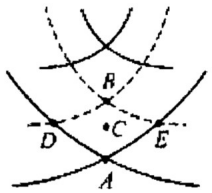
12. 一平面简谐机械波在各向同性的均匀介质中沿x轴负方向传播，波动表达式为$y=A\cos(\omega t+kx)$，则该波的波长$\lambda=$_____，$x=\lambda/2$处质点的振动方程为_____，若介质的密度为ρ，该波的平均能流密度_____。

13. 频率为$50\mathrm{Hz}$的简谐波，波长$\lambda>0.5\mathrm{m}$，其波线上A,B两点相距$0.2\mathrm{m}$，且A点振动相位比B点超前$2\pi/3$，则该波的波长$\lambda=$____m，波速$u=$___$\mathrm{m/s}$。

14. 如图所示，有一平面简谐波在t时刻的波形曲线。若此时A点处质元的弹性势能在减小，则A处质元的振动动能在_____。（填写增加还是减小）



15. 如图所示是两列相干波的干涉图样，实线表示波峰，虚线表示波谷，两列波的振幅都为$10\mathrm{cm}$，波速和波长分别为$1\mathrm{m/s}$和$0.2\mathrm{m}$，C点为AB连线的中点，则图示时刻A,B两点的竖直高度差为_____cm，图所示五点中振动减弱的点是_____，从图示时刻再经过$0.65\mathrm{s}$时，C点的位移为_____cm。



16. 在驻波中，两个相邻波节间各质点的振动振幅_____，相位_____。（填“相同”或“不同”）

17. 一驻波方程为$y=A\cos 3\pi x\cdot\cos 15\pi t(\mathrm{SI})$，位于$x_1=\dfrac{1}{12}\mathrm{m}$和$x_2=\dfrac{1}{4}\mathrm{m}$两处质元的振动相位差为_____。

18. 一列光波从一种介质向另一种介质入射，光速较大的介质叫做_____，光速较小的介质叫做_____。

19. 一个相对于空气静止不动的声源发出的声波的波长为λ_0，当声源沿其与观测者连线方向运动时，观测者测得声波的波长为$3\lambda_0/4$，则声源是_____（填“朝向”或“背离”）观测者运动，声源相对于空气运动的速率是声波在空气中传播速度的_____倍。

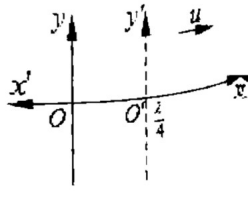
20. 一超声波探测器，在海水中发出一束频率为$30000\mathrm{Hz}$的超声波，刚好被向着探测器驶来的潜艇反射回来，两列波合成后得到频率为$341\mathrm{Hz}$的拍，则潜艇的

速率为_____。（设超声波在海水中的波速为$1500\mathrm{m/s}$）

三、计算题

21. 一简谐横波以$0.8\mathrm{m/s}$的速度沿x轴正方向传播。在$x=0.1\mathrm{m}$处的质点位移随时间的变化关系为$y=0.5\sin(1.0-4.0t)\mathrm{m}$，试写出：（1）波函数的表达式；（2）$x=0.1\mathrm{m}$质点的速度随时间的变化关系；（3）质元振动的最大速度与波的传播速度之比。

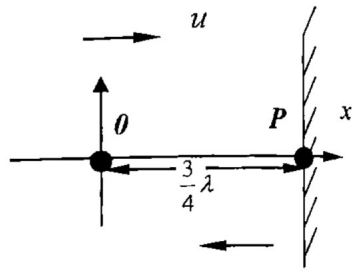
22. 一沿x轴正方向传播的平面简谐波的波动方程为$y=A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)+\varphi\right]$。若以$x=\lambda/4$处为新的坐标轴原点，且此坐标轴指向与波的传播方向相反，试对此新坐标轴求该波的波动方程。



23. 有一横波波长$\lambda=0.8\mathrm{m}$、周期$T=0.5\mathrm{s}$、振幅$A=0.2\mathrm{m}$的平面简谐波沿x轴正方向传播，在$t=0$时，$x=0.2\mathrm{m}$的质点恰好处于反向最大位移处，求：**(1)** 该波传播的速度；**(2)** 写出波动方程；**(3)** 距离原点O为$3\lambda/4$处质点的振动方程；**(4)** 与原点O相距$x_1=0.3\mathrm{m}$和$x_2=0.6\mathrm{m}$二质点的相位差。

班级：　　姓名：　　学号：

24. 一平面简谐波沿 x 轴正向一反射面入射，如图所示，入射波的振幅为 A，周期为 T，波长为 λ。t=0 时刻，在原点处的质元由平衡位置向位移为正的方向运动，入射波在界面处发生全反射，反射波的振幅等于入射波的振幅，而且反射点为波节。求：(1) 入射波的波函数；(2) 反射波的波函数；(3) 求合成波，并标出因叠加而静止的各点的坐标。



班级：　　姓名：　　学号：

第十三次　波动光学 1

一、单选题

1. 当两束相干光的光程差大于某一最大光程差时，即使这两束光相遇叠加也不会发生干涉现象，决定这一最大光程差的是

A. 光源的相干长度　　B. 光源的尺寸大小

C. 光源的发光强度　　D. 光源的发光频率　　[　　]

2. 实验室中两只钠光灯发出的两束黄光相遇时观察不到干涉现象，这是因为两束光

A. 频率不同　　B. 光强相差太大

C. 不是相干光　　D. 光强太弱。　　[　　]

3. 光源的空间相干性取决于光源的

A. 线度；　　B. 强度；　　C. 单色性；　　D. 光谱宽度。[　　]

4. 在双缝干涉实验中，两条缝的宽度原来是相等的。若其中一缝的宽度略变窄(缝中心位置不变)，则

A. 干涉条纹的间距变宽

B. 干涉条纹的间距变窄

C. 干涉条纹的间距不变，但原极小处的强度不再为零

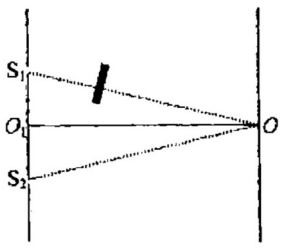
D. 不再发生干涉现象　　[　　]

5. 振幅相等的两束相干光在空间相遇叠加时，关于叠加区域的光强分布，以下说法正确的是

A. 最小光强等于零；　　B. 最大光强是最小光强的 2 倍；

C. 最大光强是最小光强的 4 倍；D. 空间光强均匀分布。　　[　　]

6. 如图所示，双缝干涉实验中，双缝上下对称放置，中央明纹过屏上 O 点、且垂直于纸面。现将一厚度为入射光波长 10 倍的薄玻璃片、垂直于 OS_1 连线放置。玻璃的



折射率为 1.5，空气的折射率为 1.0，则光屏上原来的中央明纹处

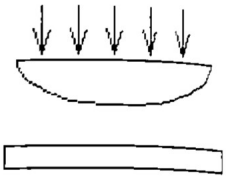
A. 仍为明纹　　B. 变为暗纹

C. 既非明纹，也非暗纹　　D. 可能是明纹，也可能是暗纹　　[　　]

7. 一束波长为λ的单色光由空气垂直入射到折射率为 n 的透明薄膜上，透明薄膜放置于在空气中，欲使透射光发生相长干涉，则薄膜最小的厚度为

A. $\lambda/4$　　B. $\lambda/(4n)$　　C. $\lambda/2$　　D. $\lambda/(2n)$　　[　　]

8. 将一平凸透镜放在平玻璃上，构成如图所示的牛顿环装置。当平凸透镜慢慢地向上平移时，由反射光形成的牛顿环



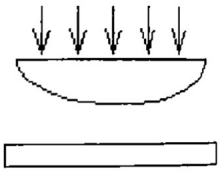
A. 向中心收缩，条纹间隔变小

B. 向中心收缩，环心呈明暗交替变化

C. 向外扩张，环心呈明暗交替变化

D. 向外扩张，条纹间隔变小　　[　　]

9. 如图所示的牛顿环的装置中，由同种材料制成的平凸透镜与平面玻璃之间拉开一定距离。现将该装置全部浸入 n=1.60 的液体中，并用波长为$\lambda = 500\text{nm}$的单色光垂直照射。从下向上观察，看到中心是一个暗斑，此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是



A. 156.3 nm　　B. 148.8 nm　　C. 78.1 nm　　D. 74.4 nm　　[　　]

10. 在薄膜的等倾干涉实验中，为了提高干涉条纹的对比度，常常采用扩展光源，这是因为

（1）入射角相同的光线都聚焦在屏幕上的同一圆周上；

（2）扩展光源上不同点发出的光产生的干涉圆环在屏幕上相干叠加；

（3）扩展光源上不同点发出的光产生的干涉圆环在屏幕上非相干叠加；

（4）扩展光源发出的光具有更好的相干性。

A. (1)、(2)　　B. (1)、(3)　　C. (2)、(4)　　D. (3)、(4)　　[　　]

班级：　　姓名：　　学号：

二、填空题

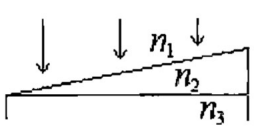
11. 有一频率为$\nu = 6 \times 10^{14}$Hz 的单色光，穿过折射率为 n=1.5 的透明介质薄片，出射后的该单色光相位改变量为3π，则该介质薄片的厚度为 _____。

12. 某人用迈克尔逊干涉仪测量一光波波长，当可动反射镜 M 移动 0.310mm 的过程中，观察到干涉条纹移动了 1100 条，则光波的波长为_____nm(保留 4 位有效数字)。

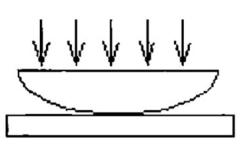
13. 用波长为λ的单色光垂直照射放置于空气中、厚度为 d、折射率为 1.5 的透明薄膜，则两束透射光的光程差δ =_____。

14. 波阵面分割法是一种通过分光束获得相干光的方法，其原理是在光源发出的某一波面上取出_____作为_____ 的方法。

15. 用波长为λ的单色光垂直照射折射率为n_2的劈形膜，如图所示。图中各部分折射率的关系为$n_1 < n_2 < n_3$，观察反射光的干涉条纹，从劈形膜尖端开始向右数第 5 条暗条纹中心所对应的厚度 d=_____。(写作分数形式)



16. 由同种材料制成的平凸透镜和平板玻璃构成一牛顿环装置，平凸透镜的顶点与平板玻璃接触良好。用单色光垂直照射，观察反射光形成的牛顿环，测得中央暗斑外第 k 个暗环半径为r_1。现将透镜和玻璃板之间的空气换成某种液体，第 k 个暗环的半径变为r_2，由此可知该液体的折射率为_____。

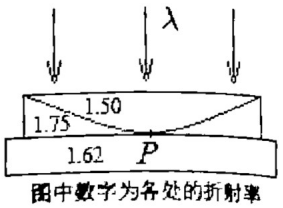


17. 两块边长都为 20cm 的正方形玻璃片重叠放置，现在两玻璃片之间紧贴边缘处插入一个小纸条，并用波长为 560nm 的单色光垂直照射到玻璃片上，沿着入射方向观察，相邻两条暗条纹之间的距离是 1.4mm，则小纸条的厚度为_____。

18. 在双缝干涉实验中，双缝间距为 d，双缝到屏的距离为 D(D>>d)，测得中央零级明纹与第五级明纹之间的距离为 x，则入射光的波长为_____ 。

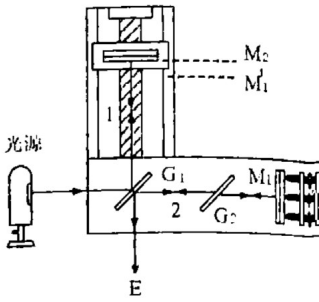
班级：　　姓名：　　学号：

19. 在图示三种透明材料构成的牛顿环装置中，平凸透镜与平板玻璃良好接触。用单色光垂直照射，在反射光中观察干涉条纹，则在接触点处形成的圆斑为_____纹。



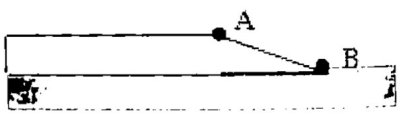
（填“明”或“暗”）

20. 图中所示为迈克尔逊干涉仪的光路图，由于玻璃板 G_1 上所镀银膜的反射，使在反射镜 M_2 附近形成反射镜 M_1 的一个虚像 M_1'，当 M_1' 与 M_2 _____ 时，可以观测到明暗相间的圆形条纹，这种干涉叫做 _____干涉。

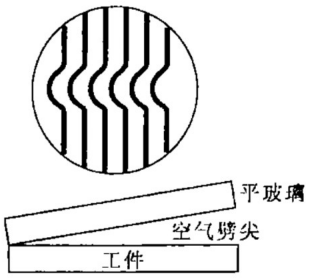


三、计算题

21. 集成光学中的楔形薄膜耦合器原理图如图所示。在玻璃衬底上沉积氧化钽（Ta_2O_5）薄膜，薄膜楔形端从 A 到 B 的厚度逐渐减小到零。为测定薄膜的厚度，用波长 $\lambda = 632.8nm$ 的 $H_e - Ne$ 激光垂直照射，观察到薄膜楔形端共出现 11 条暗纹，且 A 处对应一条暗纹，试求氧化钽薄膜的厚度（保留 3 位有效数字）。（Ta_2O_5 对 632.8nm 激光的折射率为 n_1=2.21，玻璃的折射率为 n_2=1.52）。



22. 用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷，当波长为 λ 的单色平行光垂直入射时，若观察到的干涉条纹如图所示，每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切，试判断工件表面与条纹弯曲处对应的部分的缺陷(凹陷、凸起)，并推导计算缺陷处垂直高度或深度。



23. 一束白光（λ：400～760nm）垂直照射放置于空气中、厚度 d =380nm 的肥皂膜上。假设肥皂膜的折射率为 n =1.32。若从正面观察，该肥皂膜呈现什么颜色？若从背面观察，该肥皂膜呈现什么颜色？

学号：

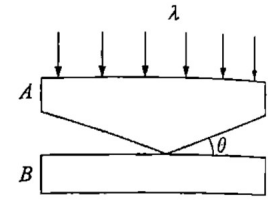
班级：　　姓名：

24. 在一块平面玻璃片 B 上，端正地放一锥顶角很大的平底圆锥 A，锥顶与平面玻璃良好接触。在其间形成一劈尖角 θ 很小的空气薄层，如图所示。当波长为 λ 的单色平行光垂直入射平底圆锥 A 时，从上方可以观察到干涉条纹。

(1)试写出明条纹所满足的条件，并说明干涉图样形状；

(2)相邻暗条纹间的空气隙厚度；

(3)如果该圆锥稍向左倾斜，干涉条纹有何变化？

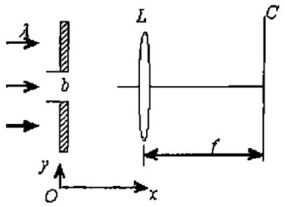


班级：　　姓名：　　学号：

第十四次　波动光学 2

一、单选题

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



A. 变宽，同时向上移动　B. 变宽，同时向下移动

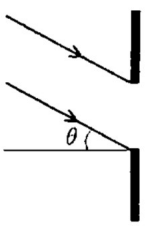
C. 变宽，不移动　D. 变窄，同时向上移动　[　　]

2. 电子显微镜的分辨本领要比普通光学显微镜的分辨本领大得多，这是因为

A. 电子能量低　B. 电子显微镜所用电子波长比可见光波长小

C. 电子穿透能力大　D. 电子易于被物质吸收　[　　]

3. 在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为 λ 的单色光垂直入射于宽度为 a 的单缝上，在焦距为 f 的透镜的焦平面上形成衍射图样，中央明纹的中心在 O 点。保持其他条件不变，使该单色光以 θ 角入射，中央明纹的中心移到焦平面上 O' 点，则 O、O' 两点的距离为



A. $a\sin\theta$　B. $a\tan\theta$　C. $f\sin\theta$　D. $f\tan\theta$　[　　]

4. 波长 $\lambda = 550nm$ 的单色光垂直入射于光栅常数 $a+b=2\times10^{-4}cm$ 的平面衍射光栅上，可能观察到的光谱线的最大级数为

A. 2　B. 3　C. 4　D. 5　[　　]

5. 一束单色光垂直照射到平面光栅上，衍射光谱中共出现了 7 条明纹，已知此光栅缝宽度与不透明部分宽度相等，则中央明纹一侧的第 2 条明纹是

A. 第一级　B. 第二级　C. 第三级　D. 第四级　[　　]

6. 某元素的特征光谱中，含有波长分别为 $\lambda_1 = 450nm$ 和 $\lambda_2 = 750nm$ 的光谱线，在光栅光谱中，这两种波长的谱线有重叠现象，重叠处 λ_2 的谱线级数将是

A. 2, 3, 4, 5.....　　B. 2, 5, 8, 11.....

C. 2, 4, 6, 8.....　　D. 3, 6, 9, 12..... [　　]

7. 若星光的波长按 550nm 计算，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（从地上一点看两星的视线间夹角）是

A. 3.2×10^{-3} rad　　B. 1.8×10^{-4} rad

C. 5.3×10^{-5} rad　　D. 5.3×10^{-7} rad [　　]

8. 在双缝干涉实验中，用单色光入射，在屏上形成干涉条纹，若在两缝后放一玻璃片，则

A. 干涉条纹位置不变，但明条纹亮度减弱

B. 干涉条纹位置移动，但明条纹亮度加强

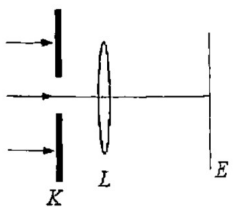
C. 干涉条纹位置移动，但明条纹亮度减弱

D. 无干涉条纹 [　　]

9. 宇宙飞船的飞行高度为300km，已知人眼瞳孔直径为3mm，敏感波长为550nm，那么宇宙飞船中的宇航员能分辨的地面的最小物体大小应为

A. 33.5m　　B. 67.1m　　C. 134m　　D. 670m [　　]

10. 如图所示单缝夫琅禾费衍射实验中，若增大透镜焦距且保证屏幕 E 始终处于透镜的焦平面上，其他条件不变，则中央明条纹



A. 宽度变小　　B. 宽度不变，且中心强度也不变

C. 宽度变大　　D. 宽度不变，但中心强度增大 [　　]

二、填空题

11. 设有一波长为λ的单色平面波沿着与缝平面的法线成θ角的方向入射于宽为a的单缝上，则各级暗纹对应的衍射角为_____。

12. 若以白光垂直入射到光栅上，第一级光谱中_____色光最靠近中央明纹，如

果以白光入射到另一光栅常数较小的光栅上，第一级光谱中最靠近中央明纹的那一条谱线的衍射角将_____。

13. 在单缝夫琅禾费衍射实验中，以波长为 **632.8nm** 的平行单色光垂直照射单缝，测得中央明纹一侧的第一级暗纹中心与另一侧的第一级暗纹中心的夹角为 1.20°，则实验所用缝宽为_____。（保留三位有效数字）

14. 波长为 **600nm** 的单色平行光，垂直入射到缝宽为 b=0.6mm 的单缝上，缝后有一焦距 f=60cm 的透镜，在透镜焦平面上观察衍射图样，则中央明纹的宽度为_____，两个第三级暗纹之间的距离为_____。

15. 衍射光栅主极大公式 $d\sin\phi=\pm k\lambda\left(k=0,1,2\cdots\right)$，在 k=2 的方向上第一条缝与第六条缝对应点发出的两条衍射光的光程差 $\delta=$_____。

16. 一束单色光垂直入射到光栅上，衍射图样中共出现 **5** 条明纹。若已知此光栅狭缝宽度与不透明部分宽度相等，那么在中央明纹一侧的两条相邻明纹分别是_____级和_____级谱线。

17. 每毫米均匀刻有 **100** 条刻线的光栅，当波长为 **500nm** 的平行光垂直入射时，第 **4** 级主极大的衍射光刚好消失，则光栅狭缝可能的最小宽度为_____。

18. 某天文台反射式望远镜的通光孔径为 **2.5m**，它能分辨的双星的最小夹角为_____弧度。（设光的有效波长 **550nm**）

19. 波长为 λ 的单色光垂直入射在缝宽 $a=4\lambda$ 的单缝上，对应于衍射角 $\phi=30°$，单缝处的波面可划分为_____个半波带。

20. 用波长为 λ_1 和 λ_2 的平行光垂直照射一单缝，在距缝很远的屏上观察衍射条纹，如果 λ_1 的第一级极小与 λ_2 的第二级衍射极小重合，则这两种波长之间的关系为_____，这两种波长的衍射图样中其它极小重合的级数为_____。

班级：　　姓名：　　学号：

三、计算题

21. 在光栅衍射实验中，以波长为 **500nm** 的平行单色光垂直入射光栅，测得第一级主明纹的衍射角为30°。（1）试确定所用光栅的光栅常数；（2）若所用光源波长不纯，波长在5%范围内变化，试确定相应的一级主明纹衍射角的变化范围 $\Delta\theta$。

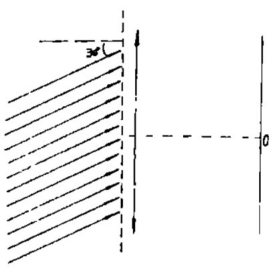
22. 一束波长为 $\lambda = 600\text{nm}$ 的平行单色光垂直入射一缝宽可调的狭缝，在调节狭缝宽度的过程中测得单缝衍射中央亮纹的宽度由 **1.0cm** 变化到了 **1.5cm**，求缝宽的变化。已知透镜的焦距为 f=40cm。

23. 一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光，$\lambda_1 = 440\text{nm}$，$\lambda_2 = 660\text{nm}$。实验发现，两种波长的谱线（不计中央明纹）第二次重合于衍射角 $\phi = 60°$ 的方向上，求此光栅的光栅常数 d。

班级：　　姓名：　　学号：

24. 波长为 **500nm** 的单色平行光以 **30** 度入射角照射到光栅上，发现原来在垂直照射时中央明纹的位置现在变为第二级明纹的位置，试求

（**1**）光栅常数；（**2**）现在最多能看到第几级明纹；（**3**）用波长范围为 **600nm~650nm** 的光垂直照射，谱线是否重叠？



班级：　　姓名：　　学号：

第十五次　波动光学 3

一、单选题

1．一束自然光垂直入射到两块堆叠在一起的偏振片上，没有光线通过。当其中一偏振片慢慢转动180°时，透射光强度发生的变化为

A．光强单调增加

B．光强先增加，后又减小至零

C．光强先增加，后减小，再增加

D．光强先增加，然后减小，再增加，再减小至零　　[　　]

2．下列说法中错误的是

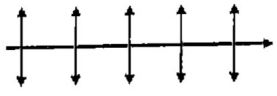
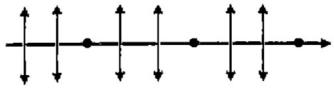
A．部分偏振光在垂直于光传播方向的平面内，光振动沿任意方向都有分布

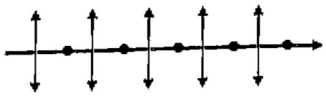
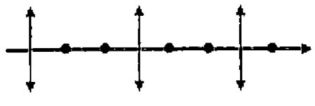
B．部分偏振光垂直照射到偏振片上，旋转偏振片透射光的光强不断变化，但不会发生消光现象

C．部分偏振光可以分解为两个相互正交的、无相位关系的线偏振光的叠加

D．部分偏振光通过偏振片前后强度不变　　[　　]

3．下图所示的各偏振态中，偏振度（自然光的偏振度为零，线偏振光的偏振度为 1）最小的是

A．　B．

C．　D．　[　　]

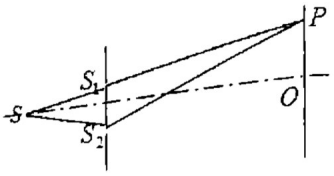
4．一束平行光垂直入射到一偏振片上，旋转偏振片发现，出射光强随偏振片转动有变化但没有消光，则下列判断中正确的是

A．入射光一定是部分偏振光　B．入射光一定是椭圆偏振光

C．入射光不可能是圆偏振光　D．入射光可能是线偏振光　　[　　]

班级：　　姓名：　　学号：

5．如图，在杨氏双缝实验中采用单色自然光，在屏上形成干涉条纹。现在双缝与光屏之间紧贴双缝放一理想偏振片，若不计光在偏振片上的反射和吸收，则光屏上



A．仍有干涉条纹，且明纹的亮度为原来的一半

B．仍有干涉条纹，且明纹的亮度为原来的四分之一

C．仍有干涉条纹，且明纹的亮度为原来的两倍

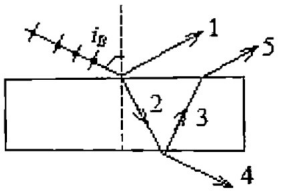
D．不再出现干涉条纹　　[　　]

6．自然光入射到两种介质界面上，关于界面上的反射光，以下说法中错误的是

A．一般是部分偏振光　　B．一定是线偏振光

C．可能是线偏振光　　D．反射光的偏振态与入射角有关　[　　]

7．如图所示，一束自然光自空气射向一块平板玻璃，设入射角等于布儒斯特角 i_B，则光线 3



A．是自然光

B．是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面

C．是线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面

D．是部分偏振光　　[　　]

8．关于双折射晶体中 *o* 光和 *e* 光的波阵面，以下说法中正确的是

A．*o* 光和 *e* 光的波阵面都是球面

B．*o* 光和 *e* 光的波阵面都是旋转椭球面

C．*o* 光的波阵面是球面，*e* 光的波阵面是旋转椭球面

D．*o* 光的波阵面是旋转椭球面，*e* 光的波阵面是球面　　[　　]

9．下列说法中正确的是

A．圆偏振光通过偏振片后仍为圆偏振光，光强减小原来一半

B．圆偏振光通过偏振片后仍为圆偏振光，光强不变

C．圆偏振光通过偏振片后变为线偏振光，光强减小原来一半

D．圆偏振光通过偏振片后变为线偏振光，光强不变　　[　　]

10．一束自然光经过 1/4 波片后，出射光

A．仍为自然光　　B．为线偏振光

C．为圆偏振光　　D．为椭圆偏振光　　[　　]

二、填空题

11．当自然光照射在偏振片上时，只有某一特定方向的光振动能够通过，这个方向称为_____。使自然光成为线偏振光的装置称为_____，用来检验一束光是否为线偏振光的装置称为_____。

12．一束线偏振光自空气射向一块平板玻璃，入射角等于布儒斯特角，若光在界面全部透射（没有反射），则入射光光矢量的振动方向为_____。

13．振幅为 A 的线偏振光，垂直入射到一理想偏振片上。若偏振片的偏振化方向与入射偏振光的振动方向的夹角为 $45°$，则透过偏振片的光振幅_____。

14．光强为 I_0 的自然光垂直通过两块叠在一起的偏振片后，出射光强 $I = I_0/8$，则两个偏振片的偏振化方向之间的夹角为_____。

15．一束自然光以布儒斯特角入射到平板玻璃片上，就偏振状态来说则反射光为_____，反射光 $\vec{E}$ 矢量的振动方向_____，透射光为_____。

16．自然光以布儒斯特角 i_B 从第一种介质(折射率为 n_1)入射到第二种介质(折射率为 n_2)内，则 i_B =_____。

17．一束光强为 I 的圆偏振光垂直照射到一偏振片上，出射光的光强为_____。

18．光在双折射晶体内沿光轴方向传播时，_____光和_____光的传播速度相等。

19．波长为 600nm 的单色光，垂直入射到某种双折射材料制成的四分之一波片上。已知该材料的主折射率为 1.74 和 1.71，则此波片的最小厚度为_____。

班级：　　姓名：　　学号：

20．简述一种右旋椭圆偏振光变成左旋椭圆偏振光的方法：＿＿＿＿＿＿。

三、计算题

21．透过偏振片观察一束部分偏振光。当偏振片由对应透射光强最大的位置转过 $60°$ 时，其光强减为一半。若将入射的部分偏振光看成是由自然光和线偏振光混合而成的，则这束部分偏振光中自然光和线偏振光的光强之比是多少？

22．有三个偏振片叠在一起，已知第一个与第三个的偏振化方向相互垂直。一束光强为 I_0 的自然光垂直入射在偏振片上，求第二个偏振片与第一个偏振片的偏振化方向之间的夹角为多大时，该入射光连续通过三个偏振片之后的光强为最大。

58

班级：　　姓名：　　学号：

23．强度为I_0的一束光，垂直入射到两个叠在一起的偏振片上，这两个偏振片的偏振化方向之间的夹角为60°，若这束入射光是强度相等的线偏振光和自然光混合而成的，且线偏振光的光矢量振动方向与此二偏振片的偏振化方向皆成30°角，求透过每个偏振片后的光束强度。

班级：　　姓名：　　学号：

班级：　　姓名：　　学号：

24．一厚度为10μm的方解石晶片，其光轴平行于表面，放置在两正交偏振片之间，晶片的光轴与第一偏振片的偏振化方向夹角为45°，若要使波长**600nm**的光通过上述系统后呈现极大，晶片的厚度至少需磨去多少？已知方解石晶体的主折射率为$n_o = 1.658$，$n_e = 1.486$。(计算结果保留三位有效数字)

30

班级：　　姓名：　　学号：

第十六次　热力学基础

一、单选题

1. 下列准静态过程中，理想气体可以经历

A．等体加热，内能减少，压强升高；

B．等温压缩，吸收热量，压强升高；

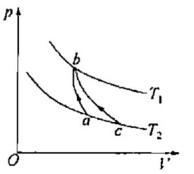
C．等压膨胀，吸收热量，内能增加；

D．绝热压缩，内能减少，压强升高。　　[　　]

2. 有两个相同的容器，容积固定不变，一个盛有氦气，另一个盛有氢气（看成刚性分子的理想气体），它们的压强和温度都相等，现将 10J 的热量传给氢气，使氢气温度升高，如果使氦气也升高同样的温度，则应向氦气传递热量是

A．12J　　B．10J　　C．6J　　D．4J　　[　　]

3. 如图所示，T_1 和 T_2 为两条等温线。若 ab 为一绝热压缩过程，则理想气体由状态 c 经过程 cb 被压缩到状态 b，在该过程中气体的平均热容 C 为



A．$C>0$　　B．$C<0$　　C．$C=0$　　D．不能确定　　[　　]

4. 质量一定的理想气体，从相同状态出发，分别经历等温过程、等压过程和绝热过程，使其体积增加一倍。那么气体温度的改变（绝对值）在

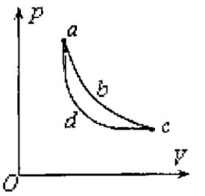
A．绝热过程中最大，等压过程中最小

B．绝热过程中最大，等温过程中最小

C．等压过程中最大，绝热过程中最小

D．等压过程中最大，等温过程中最小　　[　　]

5. 在 $p-V$ 图上，a 经两个不同过程 abc 和 adc 到达 c，由此可以得出以下结论正确的是



A．其中一条是绝热线，另一条是等温线

B．两个过程吸收的热量相同

C．两个过程中系统对外作的功相等　　[　　]

D．两个过程中系统的内能变化相同

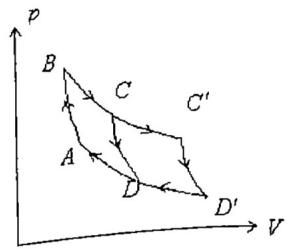
6. 对于室温下的氧气（视为刚性分子），在等压膨胀的情况下，系统对外所作的功与从外界吸收的热量之比 W/Q 等于

A．2/3　　B．1/2　　C．2/5　　D．2/7　　[　　]

31

班级：　　姓名：　　学号：

7. 如图表示的两个卡诺循环，第一个沿 $ABCDA$ 进行，第二个沿 $ABC'D'A$ 进行，这两个循环的效率 η_1 和 η_2 的关系及这两个循环对外界所做的净功 W_1 和 W_2 的关系是

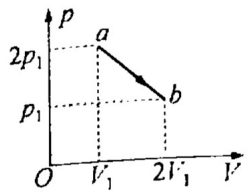


A. $\eta_1=\eta_2$，$W_1=W_2$　　B. $\eta_1>\eta_2$，$W_1=W_2$

C. $\eta_1=\eta_2$，$W_1<W_2$　　D. $\eta_1=\eta_2$，$W_1>W_2$

[　　]

8. 在 $p-V$ 图中 1mol 理想气体从状态 a 沿直线到达状态 b，则此过程中系统做的功 W 和内能的变化 ΔE 是

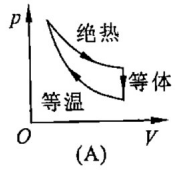


A. $W>0$，$\Delta E>0$　　B. $W<0$，$\Delta E<0$

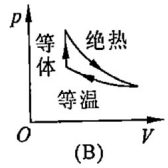
C. $W>0$，$\Delta E=0$　　D. $W<0$，$\Delta E>0$

[　　]

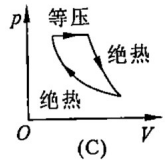
9. 所列四图分别表示理想气体的四个设想的循环过程，其中符合热力学理论、可能实现的循环过程是

A.


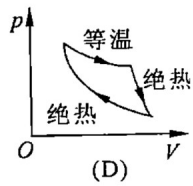
(A)

B.


(B)

C.


(C)

D.


(D)

[　　]

10. 有人设计了一台可逆的卡诺热机，每循环一次可从 400K 的高温热源吸热 1600J，向 300K 的低温热源放热 600J，同时对外做净功 1000 J，这样的设计

A. 符合热力学第一定律，可行　　B. 符合热力学第二定律，可行

C. 违背了热力学第一定律，不可行

D. 违背了热力学第二定律，不可行

[　　]

二、填空题

11. 如果理想气体的体积按照 $pV^3=C$（常量）的规律从体积 V_1 膨胀到 V_2，则它对外做的功为 $W=$_____，膨胀过程中气体内能_____（填增加、减少或不变），气体_____（填吸热、放热或绝热）。

12. 氦气和氧气可视为理想气体，若从 $p-V$ 图上同一状态出发分别作绝热膨胀，

班级：　　姓名：　　学号：

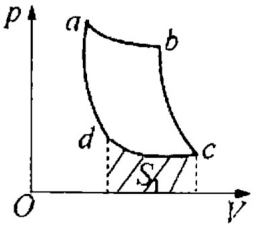
则在 $p-V$ 图上两者的绝热线是否重合？_____，这是因为_____。

若两种气体的质量相同，从同一温度出发作等温膨胀，在 $p-V$ 图上两者的等温线是否重合？_____。

13. 一定量的某种理想气体在等压过程中对外做功 200J。若此种气体为单原子分子气体，则该过程中需吸热_____J；若为刚性双原子分子气体，则需吸热_____J。

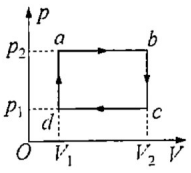
14. 理想气体的状态发生变化时，其内能的改变量只决定于_____，而与_____无关。使系统的内能增加，可以通过_____或_____两种方式，或两种方式兼用。

15. 如图所示的 $abcda$ 循环过程为卡诺循环，等温过程 ab 的温度为 $3T_0$，等温过程 cd 的温度为 T_0，cd 过程下方的面积为 S_1，则这卡诺循环的效率 $\eta=$_____，这卡诺循环对外所做的净功 $W=$_____。

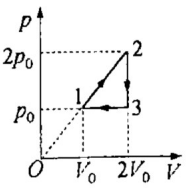


16. 有一可逆卡诺热机，其高温热源的温度为 $T_1=450\text{K}$，低温热源的温度为 $T_2=300\text{K}$，卡诺热机逆向循环时从低温热源吸热 $Q_2=400\text{J}$，则该卡诺热机的效率为_____，逆向循环一次外界必须作功 $W=$_____。

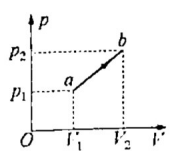
17. 一定量的单原子分子和双原子分子理想气体分别经历 $abcda$ 的循环过程，如图所示。在一次循环中，两种气体对外做的净功分别为 W_I 和 W_II，循环的效率分别为 η_I 和 η_II，则比较 W_I_____W_II，η_I_____η_II。（填>、<或=）



18. 1mol 双原子分子理想气体，经历 $1\to2\to3\to1$ 的循环过程，如图所示。在一次循环中气体对外做的净功 $W=$_____，在 $1\to2$ 的过程中气体吸收的热量 $Q=$_____。

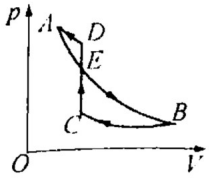


19. 如图所示，某双原子分子理想气体从状态 a 缓慢沿直线变化到状态 b。已知 $p_2=2p_1$，$V_2=2V_1$，则在这一过程中，该气体的摩尔热容 $C=$_____。



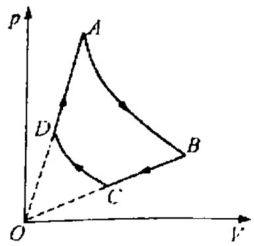
班级：　　姓名：　　学号：

20. 如图所示为一理想气体的循环过程，AEB为绝热过程，BC、DA为等温过程，CED为等体过程。BC、DA过程分别向外界放热30J、50J，图中$EBCE$所围成的面积为70J，$EDAE$所围成的面积为30J。则经历一次循环系统对外所做的净功$W=$_____，CED过程系统内能的增量$\Delta E=$_____。



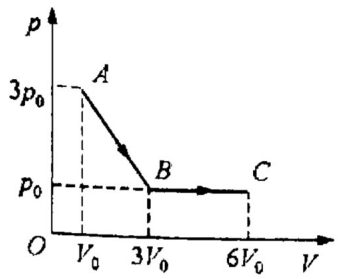
三、计算题

21. 已知某理想气体的摩尔热容比γ为常数，它经历的正循环过程如图中的实线所示，由两个绝热过程（***AB***、***CD***）和两个直线（***BC***、***DA***）过程构成。已知温度T_A和T_B，试求循环过程的效率。



班级：　　姓名：　　学号：

22．1mol 刚性双原子分子理想气体，从 ***A*** 初态 $(3p_0,V_0)$ 经历如图所示的直线过程变到 ***B*** 状态 $(p_0,3V_0)$，再经等压过程变到 ***C*** 终态 $(p_0,6V_0)$。求在 ***ABC*** 过程中气体对外做的功、吸收的热量以及内能的变化。

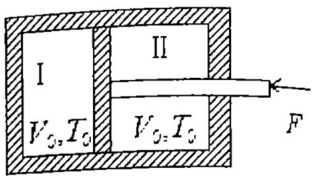


23．质量为 2.8×10^{-3}kg，压强为1atm，温度为27°C的氮气，先在体积不变的情况下使其压强增至3atm，再经等温膨胀使压强降至1atm，然后又在等压过程中将体积压缩一半。（1）画出过程的 $p-V$ 图；（2）求氮气在全部过程中的内能变化、对外所做的功以及吸收的热量。

班级：　　姓名：　　学号：

班级：　　姓名：　　学号：

24．一个可以自由滑动的绝热活塞(不漏气)把体积为$2V_0$的绝热容器分成相等的两部分I和II。I、II中各盛有摩尔数为ν的刚性分子理想气体(分子的自由度为i)，温度均为T_0。今用一外力作用于活塞杆上，缓慢地将I中气体的体积压缩为原体积的一半。忽略摩擦以及活塞和杆的体积，求外力作的功。



3Q

班级：　　姓名：　　学号：

第十七次　气体动理论

一、单选题

1. 关于温度的意义，有下列几种说法：

（1）气体的温度是分子平均平动动能的量度.

（2）气体的温度是大量气体分子热运动的集体表现，具有统计意义.

（3）温度的高低反映物质内部分子运动剧烈程度的不同.

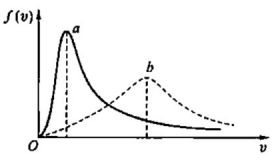
（4）从微观上看，气体的温度表示每个气体分子的冷热程度.

这些说法中正确的是

(A)（1）、（2）、（4）　　(B)（1）、（2）、（3）

(C)（2）、（3）、（4）　　(D)（1）、（3）、（4）　　[　　]

2. 设图示的两条曲线分别表示在相同温度下氧气和氢气分子的速率分布曲线；令$(v_p)_{O_2}$和$(v_p)_{H_2}$分别表示氧气和氢气的最概然速率，则



(A) 图中a表示氧气分子的速率分布曲线；$(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=4$。

(B) 图中a表示氧气分子的速率分布曲线；$(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=1/4$。

(C) 图中b表示氧气分子的速率分布曲线；$(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=1/4$。

(D) 图中b表示氧气分子的速率分布曲线；$(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=4$。　　[　　]

3. 理想气体处于平衡状态，设温度为T，气体分子自由度为i，则每个气体分子所具有的（玻尔兹曼常量$k=1.38\times10^{-23}\ \mathrm{J\cdot K^{-1}}$，普适气体常量$R=8.31\ \mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}$）

（A）动能为$\frac{i}{2}kT$　　（B）动能为$\frac{i}{2}RT$

（C）平均动能为$\frac{i}{2}kT$　　（D）平均平动动能为$\frac{i}{2}RT$　　[　　]

4. 两容器中分别盛有两种理想气体，一个盛氢气，一个盛氧气。如果这两种气体的方均根速率相等，那么

（A）氧气的温度比氢气的温度高；（B）氢气的温度比氧气的温度高；

（C）两种气体的温度相同；　　（D）两种气体的压强相等　　[　　]

5. 用公式 $\Delta E = \nu C_V \Delta T$ (式中 C_V 为定体摩尔热容量，视为常量，ν 为气体摩尔数)计算理想气体内能增量时，此式

(A) 只适用于准静态的等体过程.　(B) 只适用于一切等体过程.

(C) 只适用于一切准静态过程.　(D) 适用于一切始末态为平衡态的过程.　[　　]

6. 处于平衡态的两瓶理想气体：一瓶氦气、一瓶氮气，两者的分子数密度相等，分子的平均平动动能相等，则两者

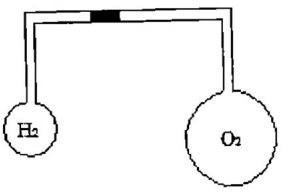
（A）温度相同，压强相等。

（B）温度和压强都不同。

（C）温度相同，氦气的压强大于氮气的压强。

（D）温度相同，氦气的压强小于氮气的压强。　　[　　]

7. 如图所示，两个大小不同的容器用均匀的细管相连，管中有一水银滴作活塞，大容器装有氧气，小容器装有氢气。当温度相同时，水银滴静止于细管中央，则此时这两种气体中



（A）氧气的质量密度较小

（B）氢气的质量密度较小

（C）密度一样大

（D）哪种的密度较大是无法判断的　　[　　]

8. 气缸内盛有一定量的理想气体，当温度不变而压强增大一倍时，该气体分子的平均碰撞频率 $\bar{Z}$ 和平均自由程 $\bar{\lambda}$ 的变化情况是

（A）$\bar{Z}$ 和 $\bar{\lambda}$ 都增大一倍

（B）$\bar{Z}$ 和 $\bar{\lambda}$ 都减为原来的一半

（C）$\bar{Z}$ 减为原来的一半而 $\bar{\lambda}$ 增大一倍

（D）$\bar{Z}$ 增大一倍而 $\bar{\lambda}$ 减为原来的一半　　[　　]

9. 水蒸气分解成同温度的氢气和氧气，内能增加到原先内能的百分之几(不计振动自由度和化学能)?

（A）166.7%　　（B）150%

（C）125%　　（D）100%

[　　]

38

10. 下面几种关于最概然速率意义的说法，正确的是

（A）最概然速率是分子运动的最大速率；

（B）分子运动速率等于最概然速率的分子数最多；

（C）速率在最概然速率附近单位速率区间这种的分子数所占的百分比最大；

（D）分子的平均速率等于最概然速率。　　[　　]

二、填空题

11. 已知 $f(v)$ 为麦克斯韦速率分布函数，N 为总分子数，m 为分子质量，则速率处于 $v_1 \sim v_2$ 区间的分子数为_____；速率处于 $v_1 \sim v_2$ 区间的分子的平均速率为_____；速率处于 $v_1 \sim v_2$ 区间的分子的总平动动能为_____。

12. 某系统由两种理想气体 A、B 组成，其分子数分别是 N_A、N_B，若在某一温度下，A、B 气体各自的速率分布函数为 $f_A(v)$、$f_B(v)$，则在同一温度下，由 A、B 气体组成的系统的速率分布函数为 $f(v)=$_____。

13. 在重力场中，气体（分子质量为 m）温度 T 恒定，取 z 轴竖直向上，$z=0$ 处的分子数密度为 n_0，则任一高度 z 处的分子数密度为 $n=$_____。若 $z=0$ 处的压强为 p_0，并测得高度 z 处的压强为 p，则 z 与 p 之间的关系为_____。

14. 一辆高速运动的卡车突然刹车停下，试问卡车上的氧气瓶静止下来后，瓶中氧气的温度_____（升高、降低）；氧气压强 _____（升高、降低）。

15. 如果不仅考虑分子运动速度的大小而且考虑速度的方向，则在温度为 T 的平衡态下，质量为 μ 分子运动速度在 X 方向投影 v_x 的下列平均值为：

$\overline{v_x}=$ _____；　　$\overline{v_x^2}=$ _____；　　$\overline{v_x^3}=$ _____。

16. 氮气在标准状态下的分子平均碰撞频率为 $7.82\times10^8 s^{-1}$，分子平均自由程为 $5\times10^{-6}cm$，若温度不变，气压降为 $1.0\times10^4 Pa$，则分子的平均碰撞频率变为_____；平均自由程变为_____。

17. 在 A、B、C 三个容器中储有同一种理想气体，其分子数密度之比为 $n_A:n_B:n_C=4:2:1$，而分子的方均根速率之比为 $\sqrt{\overline{v_A^2}}:\sqrt{\overline{v_B^2}}:\sqrt{\overline{v_B^2}}=1:2:4$，那么它们的温度之比应是 $T_A:T_B:T_C=$_____；它们的压强之比为 $p_A:p_B:p_C=$_____。

18. 一定质量的甲烷气体到达平衡，其温度为 T，在该温度下，甲烷分子可视为是刚性

的，则在这种情况下，甲烷分子的能量自由度 i 为_____，其中分子绕其质心的转动对 i 的贡献为_____。

19. 一定量的单原子分子理想气体，经绝热压缩，使其体积变为原来的一半，气体分子的平均速率变为原来的_____倍。

20. 设有 ν 摩尔的理想气体，经绝热自由膨胀，从体积为 V_1 的平衡态膨胀到体积为 V_2 的平衡态，则气体内能的增量为_____；熵_____（增加、减少、不变）。

三、计算题

21. 导体中自由电子的运动可看作类似于气体分子的运动（故称电子气）。设导体中共有 N 个自由电子，其中电子的最大速率为 v_F（称为“费米速率”）。已知电子的速率分布函数为

$$f(v)=\begin{cases}Av^2 & (0\le v\le v_F)\\ 0 & (v>v_F)\end{cases}$$

(1) 画出速率分布函数曲线；(2) 用 v_F 定出常数 A；（3）粒子的最概然速率；（4） N 个粒子的平均速率；（5）速率在 $v_F/2$ 到 v_F 之间粒子的平均速率。

班级：　　姓名：　　学号：

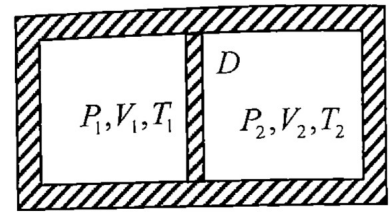
22. 拉萨海拔约为 **3600m**，气温为 **273K**，忽略气温随高度的变化。当海平面上的气压为 $1.013\times10^5\,\mathrm{Pa}$ 时，（1）拉萨的大气压强；（2）若某人在海平面上每分钟呼吸 **17** 次，他在拉萨呼吸多少次才能吸入同样的质量的空气。（空气的摩尔质量为 $M_{\mathrm{mol}}=29\,\mathrm{g/mol}$，摩尔气体常量 $R=8.31\,\mathrm{Jmol^{-1}K^{-1}}$。）

23. 某理想气体在温度为 $27^\circ\mathrm{C}$ 和压强为 $1.01\times10^3\mathrm{Pa}$ 情况下，密度为 $11.3\,\mathrm{g/m^3}$。试求：（1）这气体的摩尔质量，并确定它是什么气体；（2）气体分子的方均根速率；（3）气体分子的平均平动动能和平均转动动能；（4）容器单位体积内分子的总平动动能和转动动能；（5）若该气体有 **0.3** 摩尔，内能是多少？

学号：

班级：　　姓名：

24. 绝热容器中有一层隔膜D，把容器分成两部分，隔膜D也是绝热的，两边都储存有理想气体。已知其状态参量分别为P_1,V_1,T_1和P_2,V_2,T_2，两部分气体的比热容比$\gamma(C_p/C_v)$相同，如果由于隔膜破裂使得两部分气体相贯通，求贯通后达到平衡时的压强和温度（用已知的状态参量来表示）。



班级：　　姓名：　　学号：

第十八次　量子物理基础

一、单选题

1. 下列各物体哪个是绝对黑体

A. 不反射任何光线的物体　B. 不辐射任何光线的物体

C. 不能反射可见光的物体　D. 不辐射可见光的物体　[　　]

2. 黑体 A 和 B 具有相同的温度 T，但 A 周围的温度低于 T，B 周围的温度高于 T，则 A、B 的辐出度 M_A 和 M_B 的关系是

A. $M_A > M_B$　B. $M_A < M_B$

C. $M_A = M_B$　D. 不能确定　[　　]

3. 某原子的一个电子的轨道角动量的大小等于 $3.464\hbar$，则电子的轨道角动量量子数为

A. 1　B. 2　C. 3　D. 4　[　　]

4. 已知某单色光照射到一金属表面产生了光电效应，若此金属的逸出电势是 U_0（使电子从金属逸出需作功 eU_0），则此单色光的波长 λ 必须满足

A. $\lambda \le hc/(eU_0)$　B. $\lambda \ge hc/(eU_0)$

C. $\lambda \le eU_0/(hc)$　D. $\lambda \ge eU_0/(hc)$　[　　]

5. 下列实验现象中，最能体现光具有粒子性的是

A. α 粒子被金箔表面散射；

B. 任意物体在任意温度下都向外辐射电磁波；

C. 电子束被晶体表面散射后形成衍射图样；

D. 金属表面被光照射后有电子逸出。　[　　]

6. 某物体可视为绝对黑体，在 λ_m=600nm 处辐射为最强，若黑体被加热到使其 λ_m=500nm，则前后两种情况的辐射总能量之比约为

A. 1: 1　B. 1: 2　C. 1: 4　D. 2: 1　[　　]

7. 动能为 2.0MeV 的中子（静止质量为 1.67×10^{-27}kg）的德布罗意波长最接近下列数值中的哪一个？

A. 1.8×10^{-14}m　B. 1.9×10^{-14}m

C. 2.0×10^{-14}m　D. 2.1×10^{-14}m　[　　]

8. 关于不确定关系式 $\Delta x\cdot\Delta p_x \ge \hbar$ 的正确叙述是，在 x 方向上

A. 粒子位置不能准确确定；

B. 粒子动量不能准确确定；

C. 粒子位置和动量都不能准确确定；

[　　]

D. 粒子位置和动量不能同时准确确定。

9. Ξ粒子的静止能量为 1530MeV，其能量的不确定度为ΔE=9MeV，由此可知，Ξ粒子的平均寿命最接近下列数值中的哪一个？

A. 4×10^{-21}s　　B. 4×10^{-22}s

C. 4×10^{-23}s　　D. 4×10^{-24}s　　[　　]

10. 德布罗意波长为 810nm 的电子（静止质量为 9.11×10^{-31}kg）的速率最接近下列数值中的哪一个？

A. 900m/s　　B. 990m/s

C. 800m/s　　D. 720m/s　　[　　]

二、填空题

11. 从炉壁小孔用光测高温法测得辐出度为 22.8W·cm^{-2}（斯特藩-玻尔兹曼常数 $\sigma=5.67\times10^{-8}$ W·m^{-2}·K^{-4}），则炉内温度为_____K。

12. 绝对黑体的颜色取决于它所辐射的光的_____；绝对黑体虽然对任何入射光都不反射，但它并不总是呈现黑色，这是因为_____。

13. 虽然半导体和绝缘体都有禁带，但禁带的宽度不同，_____的禁带宽度比_____的禁带宽度要小得多。

14. 普通光源的发光过程是_____辐射，发出的光_____相干光，而激光器的发光过程是_____辐射，它发出的光_____相干光。

15. 某金属产生光电效应的红限频率为 ν_0，当用频率为 $\nu(\nu>\nu_0)$的单色光照射该金属时，从金属中逸出的光电子(质量为 m)的德布罗意波长为

16. 不考虑电子自旋的情况下，氢原子中的电子态可由主量子数 n、角量子数 l 和磁量子数 m_l 标志，则对应 n=3 的电子态数目为_____。

17. 频率为 ν 的单色光的光子的静止质量=_____，相对论质量=_____。

18. 氢原子的运动速率等于它在 300 K 时的方均根速率时，它的德布罗意波长是_____。质量为 m=1g，以速度 v=1cm/s 运动的小球的德布罗意波长是_____。(氢原子质量 1.67×10^{-27}kg)

19. 设一质量为 m 的粒子被限制在宽度为 L 的一维势阱中。一个学生经过计算发

班级：　　姓名：　　学号：

现，这个粒子的一个定态波函数为 $\varphi(x)=\begin{cases}Ae^{kx} & 0\le x\le L\\ 0 & x<0\text{或}x>L\end{cases}$，其中 A 和 k 为常数。这个学生的计算一定是_____（填“正确”或“错误”）的，这是因为_____。

20. 一电子（静止质量为 9.11×10^{-31}kg）被限制在宽度为 L 的一维无限深方势阱（在 $0<x<L$ 范围内，势能函数 $E_p=0$）中，其基态所对应的量子数为 n=1。当带子从量子数 n=3 的激发态跃迁到基态时，发出的光子的波长为 20.9nm，由此可知，势阱的宽度 L _____nm。

三、计算题

21. 设恒星表面有如黑体表面，若测得太阳和北极星辐射波谱中的 λ_m 分别为 510nm 和 350nm，试估算它们的表面温度和单位表面积辐射功率（即辐出度）。（已知 $b=2.898\times10^{-3}$ m·K, $\sigma=5.67\times10^{-8}$ W·m^{-2}·K^{-4}）

22. 从钼中移出一个电子需要4.2eV的能量。用波长为200nm的紫外光投射到钼的表面上，求：

（1）光电子的最大初动能；（2）遏止电压；（3）钼的红限波长。

23. 已知粒子在无限深势阱中运动，其波函数$\psi(x)=\sqrt{2/a}\sin(\pi x/a),(0\le x\le a)$，求发现粒子的概率最大的位置。

24. 用相对论力学方法，通过分析光子与自由电子碰撞，证明光子不可能将其能量全部转移给电子。