东 南 大 学 考 试 卷（期 中 卷）

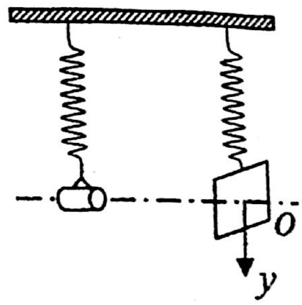
课程名称　大学物理（下）　考试学期　2013-2014-2　得分

适用专业　82、48学时　考试形式　闭卷　考试时间长度　120分钟

题目	一	二	三	四	五	六	总分
得分							
批阅人							

一、选择题　（每题 3 分，共 27 分）

1. 如图所示，一手电筒和一屏幕分别被弹簧悬挂在同一水平高度。在平衡时，手电筒的光恰好照在屏幕的中心。现让手电筒和屏幕各自在竖直方向上做振幅和角频率均相同的简谐运动，运动方程分别为 $y_1 = A\cos(\omega t + \theta_1)$ 和 $y_2 = A\cos(\omega t + \theta_2)$。若要使屏幕上的光点相对于屏做振幅 $A' = 2A$ 的简谐运动，则初相差 $\theta_1 - \theta_2$ 为　[　　]



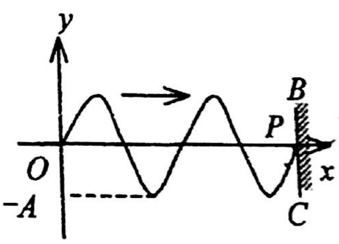
(A)　0　　(B)　π/2　　(C)　π　　(D)　−π/2

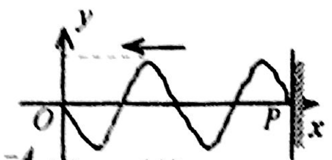
2. 一质点作简谐振动，已知位移变化周期为 T，则其振动动能变化的周期是

(A)　$T/4$.　　(B)　$T/2$.　　(C)　T.

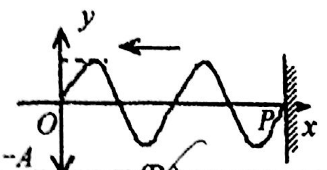
(D)　$2T$.　　(E)　$4T$.　　[　　]

3. 右图中画出一向右传播的简谐波在 t 时刻的波形图，BC 为波密介质的反射面，波由 P 点反射，则反射波在 t 时刻的波形图为
[　　]

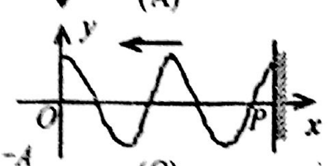




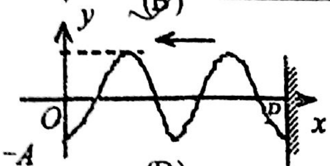
(A)



(B)

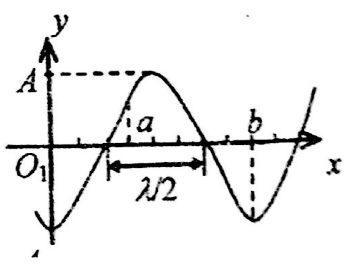


(C)



(D)

4. 某时刻驻波波形曲线如图所示，则 a、b 两点振动的相位差是　[　　]



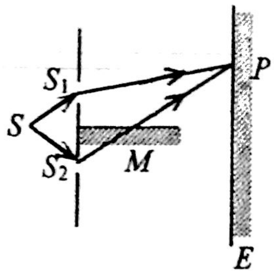
(A)　0　　(B)　$\frac{1}{2}\pi$

(C)　π.　　(D)　5π/4.

5. 光强均为 I_0 的两束相干光相遇而发生干涉时，在相遇区域内有可能出现的最大光强是 [ ]

(A) I_0　　(B) $2I_0$　　(C) $4I_0$　　(D) 无法确定

6. 在双缝干涉实验中，屏幕 E 上的 P 点处是明条纹. 若将缝 S_2 盖住，并在 S_1S_2 连线的垂直平分面处放一高折射率介质反射面 M，如图所示，则此时 [ ]



(A) P 点处仍为明条纹
(B) P 点处为暗条纹
(C) 不能确定 P 点处是明条纹还是暗条纹
(D) 无干涉条纹

7. 在折射率为 $n_3 = 1.60$ 的玻璃表面镀一层 $n_2 = 1.38$ 的氟化镁薄膜作为增透膜，为使波长 500 nm 的单色光由折射率 $n_1 = 1.00$ 的空气垂直入射到玻璃表面时尽量减少反射，增透膜的最小厚度是 [ ]

(A) 125 nm　　(B) 181 nm　　(C) 78.1 nm　　(D) 90.6 nm

8. 若星光的波长按 550 nm (1 nm = 10^{-9} m)计算，孔径为 127 cm 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.

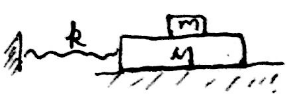
9. 在双缝衍射实验中，若保持双缝 S_1 和 S_2 的中心之间的距离 d 不变，而把两条缝的宽度 a 略微加宽，则 [ ]

(A) 单缝衍射的中央主极大变宽，其中所包含的干涉条纹数目变少.
(B) 单缝衍射的中央主极大变宽，其中所包含的干涉条纹数目变多.
(C) 单缝衍射的中央主极大变宽，其中所包含的干涉条纹数目不变.
(D) 单缝衍射的中央主极大变窄，其中所包含的干涉条纹数目变少.
(E) 单缝衍射的中央主极大变窄，其中所包含的干涉条纹数目变多.

二、填空题 （共 33 分）

1.（3 分）把单摆摆球从平衡位置向角位移正方向拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度 θ，然后由静止放手任其振动，从放手时开始计时. 若用余弦函数表示其角位移变化方程，则该单摆振动的初相为 ____0____。

2.（3 分）一劲度系数 k 的轻弹簧，一端固定，另一端连接一质量为 M 的物体，放置在光滑的水平面上。现在该物体上再放一质量 m 的物体，两物体间的最大静摩擦系数为 μ，求当两物体无相对滑动时，系统的位移作简谐运动的最大振幅为 ____$\mu(M+m)g/k$____。



$\mu mg = m a_{max}$. $a_{max} = \mu g = \omega^2 A$, $\omega^2 = \frac{k}{M+m}$

$A = \mu g(M+m)/k$

3. （3 分）为测定某音叉 C 的频率，选取频率已知且与 C 接近的另两个音叉 A 和 B，已知 A 的频率为 800 Hz，B 的频率是 797 Hz，进行下面试验：第一步，使音叉 A 和 C 同时振动，测得拍频为每秒 2 次．第二步，使音叉 B 和 C 同时振动，测得拍频为每秒 5 次． 由此可确定音叉 C 的频率为 802 Hz ．

$y = A\cos(\omega t - kr + \varphi)$

$\Delta\Phi = (-k_2 r_2) - (-k_1 r_1) - \pi/2$

$= -\frac{2\pi}{5}\times 3.75 + \frac{2\pi}{4}\times 4 - \pi/2$

$= 0$

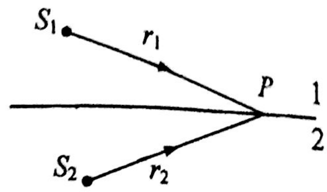
$y = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{r}{u}\right) + \varphi\right]$

$\Delta\Phi = -\omega\left(\frac{r_2}{u_2} - \frac{r_1}{u_1}\right) + \varphi_2 - \varphi_1$

$= -2\pi\times 100\times\left(\frac{3.75}{500} - \frac{4}{400}\right) - \frac{\pi}{2}$

$= -2\pi\left(\frac{3.75}{5} - \frac{4}{4}\right) - \frac{\pi}{2} = 0$

4. （3 分）如图所示，两列平面简谐波为相干波，在两种不同媒质中传播，在两媒质的交界面上的 P 点相遇。已知两波的频率均为 ν=100 Hz，振幅 $A_1=A_2=1.00\times10^{-3}$ m，S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\pi/2$，波在媒质 1 中的波速为 u_1= 400 m/s，波程为 r_1= 4 m，在媒质 2 中的波速为 u_2= 500 m/s，波程为 r_2= 3.75 m，求 P 点的合振幅 A = 2.00×10^{-3} m。

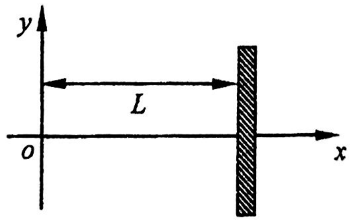


5. （4 分） 当一束自然光从玻璃（折射率 n = 3/2）射向空气（折射率 n = 1）时，则当入射角等于 arctan(2/3) 时，反射光为线偏振光，此时反射光与折射光的夹角等于 $\pi/2$ 。

6. （3 分）一扬声器圆形膜片的半径为 r，若要产生角频率为ω，平均辐射功率（即平均能流）为 $\overline{P}$ 的声波，则膜片的振幅应为 $\sqrt{\frac{2\overline{P}}{\rho\omega^2 u\pi r^2}}$ 。（已知空气的密度为ρ，声速为 u）

$\frac{1}{2}\rho(\omega A)^2 u = \frac{\overline{P}}{\pi r^2}$

7. （5 分）设距离某一反射壁 L 处有一波源，发出角频率为ω，振幅为 A 的平面简谐波，波传播的速度为 u。若选取波源处为坐标原点 o，平面简谐波的波函数为 $y=A\cos\omega(t-x/u)$；反射波的波函数是（反射壁是波密媒质，设在反射壁处没有能量损失） $y = A\cos\left[\omega\left(t+\frac{x}{u}\right) - \frac{2\omega L}{u} + \pi\right]$ ；入射波和反射波叠加形成的驻波表达式是 $y = 2A\cos\left(\omega t - \frac{\omega L}{u} + \frac{\pi}{2}\right)\cos\left(\frac{\omega x}{u} - \frac{\omega L}{u} + \frac{\pi}{2}\right)$



8. （5 分）平行单色光垂直入射于单缝上，观察夫琅禾费衍射．若屏上 P 点处为第二级暗纹，则单缝处波面相应地可划分为 4 个半波带．若将单缝宽度缩小一半，P 点处将是第 1 级 暗 纹．

9. （4 分）要使一束线偏振光通过偏振片之后振动方向转过 90°，至少需要让这束光通过 2 块理想偏振片．在此情况下，透射光强最大是原来光强的 1/4 倍．

三、(10 分) 一轻弹簧在 60 N 的拉力下伸长 30 cm．现把质量为 4 kg 的物体悬挂在该弹簧的下端并使之静止，再把物体向下拉 10 cm，然后由静止释放并开始计时．求：

(1) 物体的振动方程；

(2) 物体在平衡位置上方 5 cm 时弹簧对物体的拉力；

(3) 物体从第一次越过平衡位置时刻起到它运动到上方 5 cm 处所需要的最短时间．

三、（10 分） 一轻弹簧在 60 N 的拉力下伸长 30 cm．现把质量为 4 kg 的物体悬挂在该弹簧的下端并使之静止，再把物体向下拉 10 cm，然后由静止释放并开始计时．求：

(1) 物体的振动方程；

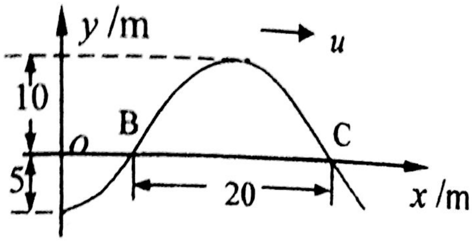
(2) 物体在平衡位置上方 5 cm 时弹簧对物体的拉力；

(3) 物体从第一次越过平衡位置时刻起到它运动到上方 5 cm 处所需要的最短时间．

四. （10 分）已知一沿着 x 轴正方向传播的平面简谐波，在 $t = 1/3$ s 时的波形如图所示，且周期 $T = 2$ s，求：（1）O 点的初相；（2）该波的波动方程；（3）C 点的振动方程；（4）C 点到 O 点的距离。

解：$y = 10\cos(\frac{2\pi}{2}t - \frac{2\pi}{40}x + \varphi)$

$= 10\cos(\pi t - \frac{\pi}{20}x + \varphi)$



(1) $t = \frac{1}{3}s$

$\Phi(t=\frac{1}{3}s, x=0) = \frac{2\pi}{3} = \pi\cdot\frac{1}{3} + \varphi$; $\varphi = \frac{\pi}{3}$

(2) $y = 10\cos(\pi t - \frac{\pi}{20}x + \frac{\pi}{3})$

(3) $t = \frac{1}{3}s$ → $\Phi(t=\frac{1}{3}s, x=x_c) = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{20}x + \frac{\pi}{3} = 2k\pi - \frac{\pi}{2}$

$\varphi(x_c) = -\frac{\pi}{20}x_c + \frac{\pi}{3} = 2k\pi - \frac{5\pi}{6}$, $20 < x < 30$, $-\frac{3}{2}\pi + \frac{\pi}{3} < \varphi(x_c) < -\pi + \frac{\pi}{3} = -\frac{2\pi}{3}$

$-\frac{7}{6}\pi < \varphi(x_c) < -\frac{4}{6}\pi$, $\varphi(x_c) = -\frac{5}{6}\pi$

(4) $\varphi(x_c) = -\frac{\pi}{20}x_c + \frac{\pi}{3} = -\frac{5}{6}\pi$, $x_c = \frac{(\frac{5}{6}+\frac{1}{3})\pi}{\pi/20} = \frac{7}{6}\times 20m = \frac{70}{3}m = 23.3m$

五. （10 分）用波长为 550 nm 的入射光垂直照射(入射角为 0°)到杨氏双缝干涉装置可在屏幕上形成干涉条纹。现用很薄的折射率为 n = 1.58 的玻璃片盖在下方缝上，问：

（1）屏幕上的干涉条纹如何变化？

（2）若屏幕上零级明纹移到原来的第 7 级明纹位置上，求此玻璃片的厚度。

（3）若已知双缝间距为 2200 nm ，在（2）的基础上将入射光改为以 30°入射角斜向上入射，问这时零级明纹移动到原来的第几级明纹位置上？

4400（设为这个数据）, $d\sin\theta = k\lambda$, $k_{max} = \frac{4400}{550} = 8$

六.（10 分）一平面透射光栅，当用白光垂直照射时，能在 30°角衍射方向上观察到 6000 Å 的第二级干涉主明纹，并能在该处分辨出波长相差$\Delta\lambda$ = 0.05Å 的两条光谱线。又已知在此方向上测不到 4000 Å 单色光的第三级主明纹。(1Å=10^{-10} m) 求：

（1）光栅常数 d 和总缝数 N;

（2）光栅的缝宽 a 和缝间距 b;

（3）对 4000 Å 的单色光能看到哪些级数的谱线？

（提示：设光栅在第 k 级主明纹处恰能分辨波长相差$\Delta\lambda$，平均波长为λ_{av} 的两种光波，则光栅的分辨率定义为 $R=\lambda_{av}/\Delta\lambda$，也可表示为 $R=Nk$，其中 N 为光栅的总缝数）