2015～2016 学年第一学期期末考试试卷

《大学物理 2B》（A 卷 共 4 页）

（考试时间： 2016 年 1 月 18 日）

题号	一	二	三 (21)	四 (22)	五 (23)	六 (24)	成绩	核分人签字
得分								

一、选择题（每题 3 分，共 10 题）

1、一质点在 x 轴上作简谐振动，振辐 $A = 4$ cm，周期 $T = 2$ s，其平衡位置取作坐标原点．若 $t = 0$ 时刻质点第一次通过 $x = -2$ cm 处，且向 x 轴负方向运动，则质点第二次通过 $x = -2$ cm 处的时刻为

(A) 1 s. (B) (2/3) s.

(C) (4/3) s. (D) 2 s. [B]

2、在弦线上有一简谐波，其表达式是

$$y_1 = 2.0\times10^{-2}\cos[2\pi(\frac{t}{0.02}-\frac{x}{20})+\frac{\pi}{3}] \quad \text{(SI)}$$

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

(A) $y_2 = 2.0\times10^{-2}\cos[2\pi(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{20})+\frac{\pi}{3}]$ (SI).

(B) $y_2 = 2.0\times10^{-2}\cos[2\pi(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{20})+\frac{2\pi}{3}]$ (SI).

(C) $y_2 = 2.0\times10^{-2}\cos[2\pi(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{20})+\frac{4\pi}{3}]$ (SI).

(D) $y_2 = 2.0\times10^{-2}\cos[2\pi(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{20})-\frac{\pi}{3}]$ (SI). [C]

3、当一平面简谐机械波在弹性媒质中传播时，下述各结论哪个是正确的？

(A) 媒质质元的振动动能增大时，其弹性势能减小，总机械能守恒．

(B) 媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化，但二者的相位不相同．

(C) 媒质质元的振动动能和弹性势能的相位在任一时刻都相同，但二者的数值不相等．

(D) 媒质质元在其平衡位置处弹性势能最大． [D]

4、波长 λ=550 nm(1nm=10^{-9}m)的单色光垂直入射于光栅常数 $d = 2\times10^{-4}$ cm 的平面衍射光栅上，可能观察到的光谱线的最大级次为

(A) 2. (B) 3. (C) 4. (D) 5. [B]

5、在真空中沿着 x 轴正方向传播的平面电磁波，其电场强度波的表达式是 $E_z = E_0\cos2\pi(\nu t - x/\lambda)$，则磁场强度波的表达式是：

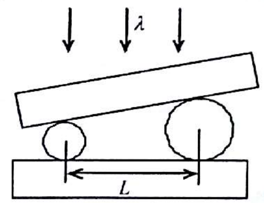
(A) $H_y = \sqrt{\varepsilon_0/\mu_0}E_0\cos2\pi(\nu t - x/\lambda)$.

(B) $H_z = \sqrt{\varepsilon_0/\mu_0}E_0\cos2\pi(\nu t - x/\lambda)$.

(C) $H_y = -\sqrt{\varepsilon_0/\mu_0}E_0\cos2\pi(\nu t - x/\lambda)$.

(D) $H_y = -\sqrt{\varepsilon_0/\mu_0}E_0\cos2\pi(\nu t + x/\lambda)$. [C]

6、如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 L，夹在两块平晶的中间，形成空气劈尖，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹．如果两滚柱之间的距离 L 变大，则在 L 范围内干涉条纹的



题 6 图

(A) 数目增加，间距不变．

(B) 数目减少，间距变大．

(C) 数目增加，间距变小．

(D) 数目不变，间距变大． [D]

7、一束光强为 I_0 的自然光，相继通过三个偏振片 P_1、P_2、P_3 后，出射光的光强为 $I = I_0/8$．已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直，若以入射光线为轴，旋转 P_2，要使出射光的光强为零，P_2 最少要转过的角度是

(A) 30°. (B) 45°.

(C) 60°. (D) 90°. [B]

8、在加热黑体过程中，其单色辐出度的最大值对应的波长由 0.8μm 变到 0.4μm，则其总辐出度增大为原来的

(A) 2 倍. (B) 4 倍.

(C) 8 倍. (D) 16 倍. [D]

9、电子显微镜中的电子从静止开始通过电势差为 U 的静电场加速后，其德布罗意波长是 0.04 nm，则 U 约为

(A) 150 V . (B) 330 V .

(C) 630 V . (D) 940 V . [D]

（$h = 6.63\times10^{-34}$ J·s，$m_e = 9.1\times10^{-31}$ kg，$e = 1.6\times10^{-19}$ C）

10、在氢原子的 L 壳层中，电子可能具有的量子数(n，l，m_l，m_s)是

(A) (1，0，0，$-\frac{1}{2}$). (B) (2，1，-1，$\frac{1}{2}$).

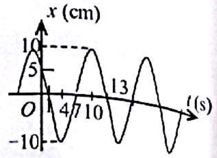
(C) (2，0，1，$-\frac{1}{2}$). (D) (3，1，-1，$-\frac{1}{2}$). [B]

二、填空题（每题 3 分，共 10 题）

11、一简谐振动用余弦函数表示，其振动曲线如图所示，则此简谐振动的三个特征量为

A = 10 cm；ω = $\frac{\pi}{6}$ rad/s；

φ_0 = $\frac{\pi}{3}$.



题 11 图

12、两个同方向同频率的简谐振动，其振动表达式分别为：

$$x_1 = 6\times10^{-2}\cos(5t+\frac{1}{2}\pi)\quad (SI)\ ,\qquad x_2 = 2\times10^{-2}\cos(\pi-5t)\quad (SI)$$

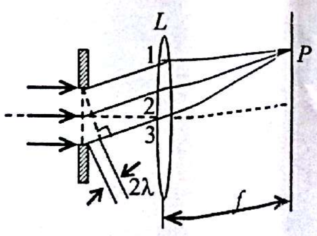
它们的合振动的振幅为 6.32 cm，初相为 π − arctan3.

13、两个相干点波源 S_1 和 S_2，它们的振动方程分别是 $y_1 = A\cos(\omega t+\frac{1}{2}\pi)$ 和 $y_2 = A\cos(\omega t-\frac{1}{2}\pi)$．波从 S_1 传到 P 点经过的路程等于 2 个波长，波从 S_2 传到 P 点的路程等于 7 / 2 个波长．设两波波速相同，在传播过程中振幅不衰减，则两波传到 P 点的振动的合振幅为 2A.

14、若在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜 M 移动 0.620 mm 过程中，观察到干涉条纹移动了 2300 条，则所用光波的波长为 539.1 nm．(1 nm=10^{-9} m)

15、在单缝夫琅禾费衍射示意图中，所画出的各条正入射光线间距相等，那么光线 1 与 2 在幕上 P 点上相遇时的相位差为 2π，

P 点处应为 暗 纹.



题 15 图

16、用波长为λ的单色平行红光垂直照射在光栅常数 d=2μm (1μm=10^{-6} m)的光栅上，用焦距 f=0.500 m 的透镜将光聚在屏上，测得第一级谱线与透镜主焦点的距离 l=0.1667m．则可知该入射的红光波长 λ= 666.8 nm．(1 nm =10^{-9} m)

17、一束平行的自然光，以 60°角入射到某平板玻璃表面上．若反射光束是完全偏振的，则

透射光束的折射角是 30°；该玻璃的折射率为 $\sqrt{3}$.

18、在康普顿散射中，若入射光子与散射光子的波长分别为 λ 和 λ'，则反冲电子获得的动能 E_K = $\frac{hc}{\lambda}-\frac{hc}{\lambda'}$.

19、设描述微观粒子运动的波函数为$\Psi(\bar{r},t)$，则$\Psi\Psi^*$表示

粒子在 t 时刻在 (x, y, z) 处出现的概率密度.；

$\Psi(\bar{r},t)$ 须满足的标准条件是 单值、有限、连续.；

其归一化条件是 $\iiint|\psi|^2 dxdydz = 1$.

20.氢原子从能量为－0.85 eV 的状态跃迁到能量为－3.4 eV 的状态时，所发射的光子能量是 2.55 eV，这是电子从 n = 4 的能级到 n = 2 的能级的跃迁.

三、计算题（每题 10 分，共 4 题）

21、在一轻弹簧下端悬挂 $m_0 = 100$ g 砝码时，弹簧伸长 8 cm．现在这根弹簧下端悬挂 $m = 250$ g的物体，构成弹簧振子．将物体从平衡位置向下拉动 4 cm，并给以向上的 21 cm/s 的初速度（令这时 $t = 0$）．选 x 轴向下为正方向，求振动方程的表达式．

解：求振动表达式：$x(t) = A\cos(\omega t+\phi)$

① 先求弹簧劲度系数 $k \to \omega$

$k = m_0 g/\Delta l = \frac{0.1\times 9.8}{0.08} = 12.25$ N/m

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{12.25}{0.25}} = 7$ rad/s

② 由初始条件 $\begin{cases} x_0 = 4\text{ cm} \\ v_0 = -21\text{ cm/s} \end{cases}$ 求 $\begin{cases} A = \sqrt{x_0^2+\frac{v_0^2}{\omega^2}} \\ \tan\phi = -\frac{v_0}{x_0\omega} \end{cases}$

$A = \sqrt{x_0^2+\frac{v_0^2}{\omega^2}} = \sqrt{4^2+(\frac{21}{7})^2} = 5$ cm

$\tan\phi = -\frac{v_0}{x_0\omega} = -\frac{(-21)}{4\times 7} = \frac{3}{4}$

$\therefore \phi = \arctan\frac{3}{4}$ or $\pi+\arctan\frac{3}{4}$

由初始条件，$x_0>0$，$v_0<0$ 知：$\phi = \arctan\frac{3}{4} = 0.64$ rad

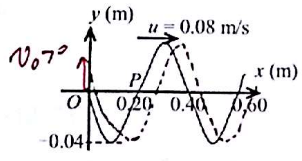
∴ 所求弹簧振子的振动表达式为：

$x(t) = 0.05\cos(7t+0.64)$ (m)

22、图示一平面简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形图，求

(1) 该波的波动表达式；

(2) P 处质点的振动方程．



题 22 图

解：由图上信息可知：

$A = 0.04$ m

$\lambda = 0.4$ m

$u = 0.08$ m/s

1) 求波动表达式：$y(x,t) = A\cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x+\phi)$

其中：$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\frac{u}{\lambda} = 2\pi\times\frac{0.08}{0.4} = \frac{2\pi}{5}$ rad/s

求初相位 ϕ：从原点 O 的初始条件判断

$x=0.\ t=0.$ $y_0(0,0) = A\cos\phi = 0 \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{2}$ or $\frac{3\pi}{2}$

$v_0(0,0) = -\omega A\sin\phi > 0$

∴ 得知 $\phi = \frac{3\pi}{2}$（或写成 $-\frac{\pi}{2}$）

∴ 波动表达式为 $y(x,t) = 0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t - 5\pi x + \frac{3\pi}{2})$ m，

或 $-\frac{\pi}{2}$

(2) 将 P 点的坐标代入波动表达式：$x_P = 0.2$ m

$y_P(x,t) = 0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t - 5\pi\times 0.2 + \frac{3\pi}{2})$ 或 $0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t - 5\pi\times 0.2 - \frac{\pi}{2})$

$= 0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t - \pi + \frac{3\pi}{2})$ $= 0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t - \pi - \frac{\pi}{2})$

$= 0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t + \frac{\pi}{2})$ (m) $= 0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t - \frac{3\pi}{2})$ (m)

23、在双缝干涉实验中，波长$\lambda=550$ nm 的单色平行光垂直入射到双缝间距$d=2\times10^{-4}$ m 的双缝上，屏到双缝的距离 $D=2$ m．求：

(1) 中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距；

(2) 用一厚度为 $e=6.6\times10^{-6}$m、折射率为 $n=1.50$ 的玻璃片覆盖一缝后，零级明纹将移到原来的第几级明纹处？($1\text{ nm} = 10^{-9}$ m)

解. 此题是杨氏双缝干涉. 不涉及光栅. (无缝宽)

(1) 利用双缝干涉明纹条件: $d\sin\theta = k\lambda$

其中 $\sin\theta = \frac{x}{D}$ x为屏上距中心的距离

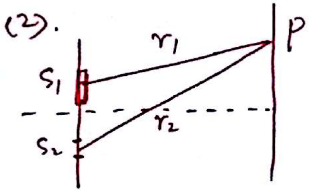
得屏上明纹的位置: $x = k\frac{D}{d}\lambda$

±10级明纹之间的距离为 $\Delta x = 10\frac{D}{d}\lambda - (-10)\frac{D}{d}\lambda$

$= 20\frac{D}{d}\lambda$

$= \frac{20\times 2\times 550\times10^{-9}}{2\times10^{-4}} = 0.11(m)$

(2).



将厚度为e, 折射率为n的玻璃片覆盖一缝 S_1

该路光程变为 $ne + r_1 - e$

其中 r_1 为缝S_1到屏上一点P的距离

缝S_2到P点的距离为r_2不变. 光程也为r_2

假设此时P点为新的中央明纹, 即两路光光程到P相等.

$ne + r_1 - e = r_2$

则有: $r_2 - r_1 = (n-1)e$

即在没有玻璃片覆盖S_1时. P点处两路光程差为 $\delta = r_2 - r_1 = (n-1)e$

该点对应的明纹条件: $\delta = (n-1)e = k\lambda$

$\therefore k = \frac{(n-1)e}{\lambda} = \frac{(1.5-1)\times 6.6\times10^{-6}}{550\times10^{-9}} = 6$

∴ 新的零级明纹移到了原来第6级明纹处.

24、光电管的阴极用逸出功为 $A = 2.2$ eV 的金属制成，今用一单色光照射此光电管，阴极发射出光电子，测得遏止电势差为$|U_a| = 5.0$ V，试求：

(1) 光电管阴极金属的光电效应红限波长；

(2) 入射光波长．

（普朗克常量 $h = 6.63\times10^{-34}$ J·s， 基本电荷 $e = 1.6\times10^{-19}$ C）

解: 此题考的是爱因斯坦光电方程: $h\nu = A + \frac{1}{2}mv_0^2$

(1). 光电效应红限波长. 对应要使光电效应能发生的入射光最低频率 ν_0 (至少吸收光子能量等于逸出功A)

即: $h\nu_0 = A$

$\therefore \frac{hc}{\lambda_0} = A$

$\therefore \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6.63\times10^{-34}\times 3\times10^{8}}{2.2\times1.6\times10^{-19}} = 565$ nm

(2). 由遏止电压可知: $e|U_a| = \frac{1}{2}mv_0^2$

$\therefore h\nu = A + \frac{1}{2}mv_0^2 = A + e|U_a| = 2.2eV + 5.0eV = 7.2eV$

$\therefore \frac{hc}{\lambda} = 7.2$ eV

$\therefore \lambda = \frac{hc}{7.2eV} = \frac{6.63\times10^{-34}\times 3\times10^{8}}{7.2\times1.6\times10^{-19}} = 173$ nm