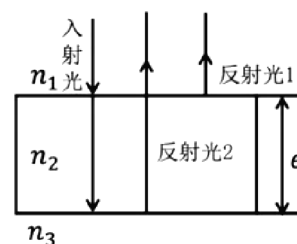


2022-2023上学期大学物理下期末B卷

一、选择题（每题3分，共计36分。）

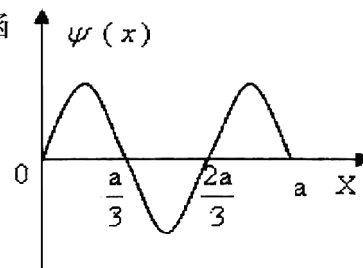
1. 一物体作简谐振动，振动方程为 $x = A \cos(\omega t - \pi/6)$ 。在 $t = T/4$ (T 为周期) 时刻，物体的速度为 _____。
- A. $-\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega$
B. $\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega$
C. $-\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$
D. $\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$
2. 一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x = 4 \cos(6\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ cm。从 $t = 0$ 时刻起，到质点位置在 $x = -2$ cm 处，且向 x 轴正方向运动的最短时间间隔为 _____。
- A. 1/6 s
B. 1/18 s
C. 1/12 s
D. 1/9 s
3. 电磁波的电场强度 E 、磁场强度 H 和传播速度 u 的关系是 _____。
- A. 三者中 E 和 H 是同方向的，但都与 u 垂直
B. 三者中 E 和 H 可以是任意方向，但都与 u 垂直
C. 三者互相垂直，而且 E 和 H 相位相差 $\pi/2$
D. 三者互相垂直，而且 E 、 H 、 u 构成右手螺旋直角坐标系
4. 弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时，弹性力在半个周期内所作的功为 _____。
- A. kA^2
B. $\frac{1}{2}kA^2$
C. $(1/4)kA^2$
D. 0
5. 在驻波中，两个相邻波节间各质点的振动 _____。
- A. 振幅相同，相位相同
B. 振幅不同，相位相同
C. 振幅相同，相位不同
D. 振幅不同，相位不同

6. 单色平行光垂直照射在薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，如图所示，若薄膜的厚度为 e ，且 $n_1 > n_2 < n_3$ ， λ_1 为入射光在真空中的波长，则两束反射光的光程差 _____。



- A. $2n_2e$
 B. $2n_1e$
 C. $2n_2e + n_1\lambda_1/2$
 D. $2n_2e + \lambda_1/2$
7. 若星光的波长按 550 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 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（从地上一点看两星的视线间夹角）是 _____。
- A. $3.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$
 B. $1.8 \times 10^{-4} \text{ rad}$
 C. $5.3 \times 10^{-5} \text{ rad}$
 D. $5.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$
8. 部分偏振光可看成是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片，若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 7 倍，则入射光束中自然光与线偏振光的光强之比 _____。
- A. 1 : 2
 B. 1 : 3
 C. 1 : 4
 D. 2 : 1
9. 宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部发射向飞船尾部发出一个光信号，经过 Δt （飞船上的钟）时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知飞船的固有长度为（ c 表示真空中的光速）_____。
- A. $c \cdot \Delta t$
 B. $v \cdot \Delta t$
 C. $\frac{c \cdot \Delta t}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$
 D. $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1 - (v/c)^2}$
10. 在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为 4 s ，若相对于甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为 5 s ，则乙相对于甲的运动速度是（ c 表示真空中光速）_____。
- A. $(4/5)c$
 B. $(3/5)c$
 C. $(2/5)c$
 D. $(1/5)c$

11. 粒子在一维无限深方势阱中运动，如图所示为粒子处于某一能态的波函数的曲线。粒子出现概率最大的位置为 _____。



- A. $a/2$
 B. $a/6, 5a/6$
 C. $a/6, a/2, 5a/6$
 D. $0, a/3, 2a/3, a$

12. 有下列四组量子数：

- (1) $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = 1/2$;
 (2) $n = 3, l = 3, m_l = 1, m_s = 1/2$;
 (3) $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -1/2$;
 (4) $n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = -1/2$ 。

其中可以描述原子中电子状态的是 _____。

- A. 只有 (1) 和 (3)
 B. 只有 (2) 和 (4)
 C. 只有 (1)、(3) 和 (4)
 D. 只有 (2)、(3) 和 (4)

一、选择题（每题3分，共计36分。）

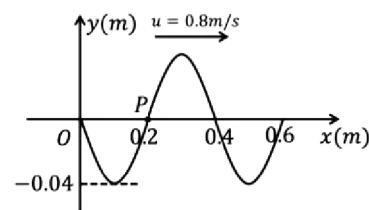
- 利用多普勒效应监测车速，固定波源发出频率为 100 kHz 的超声波，当汽车向波源行驶时，与波源安装在同一接收器收到从汽车反射回来的波的频率为 110 kHz，空气中声音的速度为 330 m/s，测得车速为 _____ m/s。
- 把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的媒质中，双缝到观察屏的距离为 D ，两缝之间的距离为 d ($d \ll D$)，入射光在真空中的波长为 λ ，则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距是 _____。
- 用迈克耳孙干涉仪测量光的波长，当动臂反射镜移动距离 $d = 0.612 \text{ mm}$ 时，观察到干涉条纹移动过 $N = 2448$ 条，则光波波长为 _____。
- 在夫琅禾费单缝衍射实验中， $b \sin \theta = \pm 2\lambda$ ，表明在条纹对应衍射角 θ 的方向上，单缝处的波振面被分成 _____ 个半波带，如果透镜焦距为 f ，则条纹在透镜焦平面屏上的位置 $x =$ _____。
- 波长为 600 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射，产生等厚干涉条纹。假如在劈形膜内充满 $n = 1.40$ 的液体时的相邻间距比劈形膜内是空气时的间距缩小了 0.5 mm，则劈形膜的劈尖角为 _____ rad。
- 一束自然光自空气入射到折射率为 1.40 的液体表面上，若反射光是线偏振光，则折射光的折射角为 _____。
- 一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着的米尺的长度为 0.6 m。则此米尺以速度 $v =$ _____ m/s 接近观察者。

8. 一个粒子的速度为 _____ 时，粒子的动能等于静止能量的 $\frac{1}{4}$ 倍，已知光速为 c 。
9. 测量星球表面温度的方法之一，是把星球看作绝对黑体而测定其最大单色辐出度的波长 λ_m 。现测得太阳的 $\lambda_{m1} = 0.55\mu\text{m}$ ，北极星的 $\lambda_{m2} = 0.35\mu\text{m}$ ，则太阳表面温度 T_1 与北极星表面温度 T_2 之比 $T_1 : T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
10. 已知一维运动粒子速度平均值为 v ，如果粒子位置的不确定量等于其德布罗意波长，则此粒子速度的不确定量 $\geq \underline{\hspace{2cm}}$ 。
11. 若纯净（本征）半导体锗用铟（5 价元素）掺杂，则将形成 _____ 型半导体。

三、（10分）

图示一平面简谐波在 $t = 0.25\text{ s}$ 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。



四、（10分）

波长为 660 nm ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直照射到一光栅上，测得第二级主极大的衍射角为 30° ，且第三级是缺级。

- （1）光栅常数 d 等于多少？
- （2）透光缝可能的最小宽度 a 等于多少？
- （3）在选定了上述 d 和 a 之后，在光屏上可能观察到的全部主极大的级次。

五、（10分）

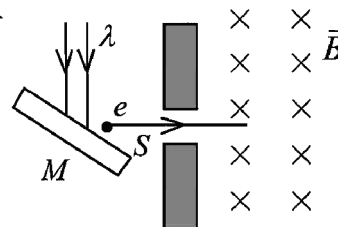
在某惯性系 S 中，有两个事件同时发生在 x 轴上相距 1000 m 的两点，而在另一惯性系 S' （沿 x 轴方向相对于 S 系运动）中测得这两个事件发生的地点相距 2500 m 。求：

- （1） S' 系相对于 S 系的速度大小；
- （2） S' 系中测这两个事件的时间间隔；
- （3）若电子在 S 中以速度 $2.9 \times 10^8\text{ m/s}$ 沿 x 轴方向运动， S' 系测得其速度大小。

六、（10分）

波长为 λ 的单色光照射金属 M 表面发生光电效应，发射的光电子（电荷绝对值为 e ，质量为 m ）经狭缝 S 后垂直进入磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场（如图所示），今已测出电子在该磁场中作圆周运动的最大半径为 R 。求：

- （1）金属材料的逸出功 W ；
- （2）遏止势差 U 。



2022-2023上学期大学物理下期末B卷

一、选择题（每题3分，共计36分。）

1. 一物体作简谐振动，振动方程为 $x = A \cos(\omega t - \pi/6)$ 。在 $t = T/4$ （ T 为周期）时刻，物体的速度为 _____。

- A. $-\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega$
- B. $\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega$
- C. $-\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$
- D. $\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$

【答案】C

【解析】对振动方程求导可得速度方程 $v = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t - \pi/6)$ 。

当 $t = T/4$ 时， $\omega t = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}$ ，

代入可得 $v = -A\omega \sin(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}) = -A\omega \sin(\frac{\pi}{3}) = -\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$ 。

2. 一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x = 4 \cos(6\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ cm。从 $t = 0$ 时刻起，到质点位置在 $x = -2$ cm 处，且向 x 轴正方向运动的最短时间为 _____。

- A. $1/6$ s
- B. $1/18$ s
- C. $1/12$ s
- D. $1/9$ s

【答案】A

【解析】零时刻质点相位 $\phi_0 = \pi/3$ 。

当 $x = -2$ cm 且向 x 轴正方向运动时，

有 $\cos \phi = -1/2$ 且 $v > 0$ （即 $\sin \phi < 0$ ），对应的相位为 $\phi = 4\pi/3$ 。

从 $t = 0$ 到该状态相位差 $\Delta \phi = 4\pi/3 - \pi/3 = \pi$ ，

最短时间间隔 $\Delta t = \Delta \phi / \omega = \pi / (6\pi) = 1/6$ s。

3. 电磁波的电场强度 E 、磁场强度 H 和传播速度 u 的关系是 _____。

- A. 三者中 E 和 H 是同方向的，但都与 u 垂直
- B. 三者中 E 和 H 可以是任意方向，但都与 u 垂直
- C. 三者互相垂直，而且 E 和 H 相位相差 $\pi/2$
- D. 三者互相垂直，而且 E 、 H 、 u 构成右手螺旋直角坐标系

【答案】D

【解析】平面电磁波是横波，电场强度 $\vec{E}$ 、磁场强度 $\vec{H}$ 与波传播方向 $\vec{u}$ 相互垂直，且 $\vec{E} \times \vec{H}$ 的方向为波的传播方向，三者构成右手螺旋直角坐标系。

4. 弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时，弹性力在半个周期内所作的功为 _____。

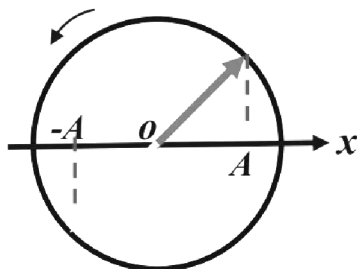
- A. kA^2
- B. $\frac{1}{2}kA^2$
- C. $(1/4)kA^2$
- D. 0

【答案】D

【解析】在任意半个周期内，振子一定运动到与初始位置关于平衡位置对称的位置（如从 A 到 $-A$ ）。

由于简谐振动的对称性，初末位置的动能相等。

由功能关系 $W = E_k(\text{末}) - E_k(\text{初}) = 0$ ，故弹性力做功为零。



5. 在驻波中，两个相邻波节间各质点的振动 _____。

- A. 振幅相同，相位相同
- B. 振幅不同，相位相同
- C. 振幅相同，相位不同
- D. 振幅不同，相位不同

【答案】B

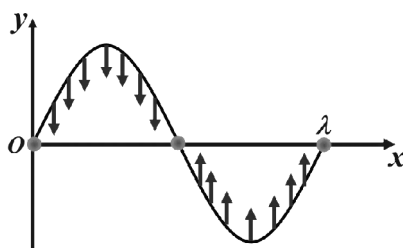
【解析】驻波的振动方程为 $y = 2A \cos(\frac{2\pi x}{\lambda}) \cos(\frac{2\pi t}{T})$,

可以看出振幅是与 x 有关与 t 无关的参数，

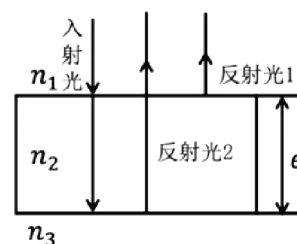
因此不同 x 处，振幅不同。

在波节处振幅为零，在波腹处振幅为最大；

在两个波节之间：不同 x 处，振幅的正负号相同，因此相位相同。



6. 单色平行光垂直照射在薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，如图所示，若薄膜的厚度为 e ，且 $n_1 > n_2 < n_3$ ， λ_1 为入射光在真空中的波长，则两束反射光的光程差 _____。



- A. $2n_2e$
 B. $2n_1e$
 C. $2n_2e + n_1\lambda_1/2$
 D. $2n_2e + \lambda_1/2$

【答案】D

【解析】反射光1在薄膜上表面 ($n_1 > n_2$) 反射，从光密介质射向光疏介质，无半波损失；

反射光2在薄膜下表面 ($n_2 < n_3$) 反射，从光疏介质射向光密介质，有半波损失，附加光程差 $\frac{\lambda_1}{2}$ 。

垂直入射时薄膜内的光程为 $2n_2e$ ，因此两束反射光的光程差为 $2n_2e + \frac{\lambda_1}{2}$ 。

7. 若星光的波长按 550 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 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（从地上一点看两星的视线间夹角）是 _____。

- A. $3.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$
 B. $1.8 \times 10^{-4} \text{ rad}$
 C. $5.3 \times 10^{-5} \text{ rad}$
 D. $5.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$

【答案】D

【解析】根据瑞利准则，望远镜的最小分辨角为 $\delta\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$ 。

代入数据 $\lambda = 550 \times 10^{-9} \text{ m}$ ， $D = 1.27 \text{ m}$ ，

计算得 $\delta\theta = 1.22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{1.27} \approx 5.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$ 。

8. 部分偏振光可看成是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片，若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 7 倍，则入射光束中自然光与线偏振光的光强之比 _____。

- A. 1 : 2
 B. 1 : 3
 C. 1 : 4
 D. 2 : 1

【答案】B

【解析】设自然光强为 I_0 ，线偏振光强为 I_p 。

透射光的最大强度 $I_{\max} = \frac{1}{2}I_0 + I_p$ ，最小强度 $I_{\min} = \frac{1}{2}I_0$ 。

已知 $I_{\max} = 7I_{\min}$ ，即 $\frac{1}{2}I_0 + I_p = 7 \cdot \frac{1}{2}I_0$ ，解得 $I_p = 3I_0$ 。

因此自然光与线偏振光的光强之比为 $I_0 : I_p = 1 : 3$ 。

9. 宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部发射向飞船尾部发出一个光信号，经过 Δt （飞船上的钟）时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知飞船的固有长度为（ c 表示真空中的光速）_____。

- A. $c \cdot \Delta t$
 B. $v \cdot \Delta t$
 C. $\frac{c \cdot \Delta t}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$
 D. $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1-(v/c)^2}$

【答案】A

【解析】在飞船参考系中（飞船静止），测得光信号传播的距离即为飞船的固有长度 l_0 。

因时间间隔为 Δt ，光速为 c ，故 $l_0 = c \cdot \Delta t$ 。

10. 在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为 4 s，若相对于甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为 5 s，则乙相对于甲的运动速度是（ c 表示真空中光速）_____。

- A. $(4/5)c$
 B. $(3/5)c$
 C. $(2/5)c$
 D. $(1/5)c$

【答案】B

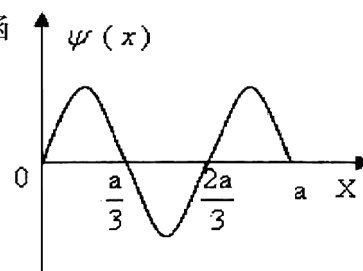
【解析】甲测得的是两事件的原时 $\Delta\tau = 4$ s，乙测得的时间间隔为 $\Delta t = 5$ s。

根据狭义相对论的时间膨胀效应 $\Delta t = \frac{\Delta\tau}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ ，代入数据得 $5 = \frac{4}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ ，

解得 $v = (3/5)c$ ，故 B 正确。

11. 粒子在一维无限深方势阱中运动，如图所示为粒子处于某一能态的波函数的曲线。粒子出现概率最大的位置为_____。

- A. $a/2$
 B. $a/6, 5a/6$
 C. $a/6, a/2, 5a/6$
 D. $0, a/3, 2a/3, a$



【答案】C

【解析】粒子在某一位置出现的概率密度由 $|\Psi(x)|^2$ 决定。

根据题图波函数曲线，在 $x = a/6, a/2, 5a/6$ 处波函数的模达到极大值，因此这些位置是粒子出现概率最大的地方。

12. 有下列四组量子数：

- (1) $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = 1/2$;
 (2) $n = 3, l = 3, m_l = 1, m_s = 1/2$;
 (3) $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -1/2$;

(4) $n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = -1/2$ 。

其中可以描述原子中电子状态的是 _____。

- A. 只有 (1) 和 (3)
 B. 只有 (2) 和 (4)
 C. 只有 (1)、(3) 和 (4)
 D. 只有 (2)、(3) 和 (4)

【答案】C

【解析】量子数需满足 $0 \leq l \leq n-1$, $|m_l| \leq l$, $m_s = \pm 1/2$ 。(2) 中 $l = 3 > n-1 = 2$ 不成立，其余均满足。

一、选择题（每题3分，共计36分。）

1. 利用多普勒效应监测车速，固定波源发出频率为 100 kHz 的超声波，当汽车向波源行驶时，与波源安在一起的接收器收到从汽车反射回来的波的频率为 110 kHz，空气中声音的速度为 330 m/s，测得车速为 _____ m/s。

【答案】15.7

【解析】汽车接收到的频率为 $f' = f_0 \frac{u+v}{u}$ ，接收器接收到的反射波频率为 $f'' = f' \frac{u}{u-v} = f_0 \frac{u+v}{u-v}$ 。

代入已知数据 $110 = 100 \times \frac{330+v}{330-v}$ ，解得 $v = \frac{330}{21} \approx 15.7$ m/s。

2. 把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的媒质中，双缝到观察屏的距离为 D ，两缝之间的距离为 d ($d \ll D$)，入射光在真空中的波长为 λ ，则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距是 _____。

【答案】 $\frac{D\lambda}{nd}$

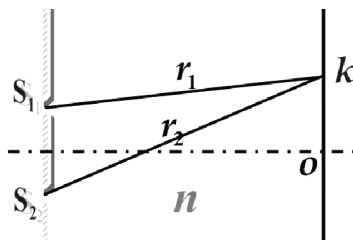
【解析】在不同介质中，杨氏双缝干涉实验中光程差的计算公式：

$$\delta = nd \sin \theta \approx nd \theta \approx ndx/D$$

相邻明纹，意味着光程差相差为 λ ，

此时相邻明纹的间距 Δx 满足： $\lambda = \Delta x \cdot nd/D$

由此可得： $\Delta x = D\lambda/nd$



3. 用迈克耳孙干涉仪测量光的波长，当动臂反射镜移动距离 $d = 0.612$ mm 时，观察到干涉条纹移动过 $N = 2448$ 条，则光波波长为 _____。

【答案】 5×10^{-7} m

【解析】动臂反射镜移动距离 d 与条纹移动条数 N 的关系为 $2d = N\lambda$ 。

$$\text{故光波波长 } \lambda = \frac{2d}{N} = \frac{2 \times 0.612 \times 10^{-3} \text{ m}}{2448} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}。$$

4. 在夫琅禾费单缝衍射实验中, $b \sin \theta = \pm 2\lambda$, 表明在条纹对应衍射角 θ 的方向上, 单缝处的波振面被分成 _____ 个半波带, 如果透镜焦距为 f , 则条纹在透镜焦平面屏上的位置 $x =$ _____。

【答案】(1) 4; (2) $\pm \frac{2\lambda f}{b}$

【解析】半波带个数 $k = \frac{b \sin \theta}{\lambda/2} = \frac{\pm 2\lambda}{\lambda/2} = \pm 4$, 即被分为 4 个半波带。

$$\text{条纹在焦平面上的位置 } x = f \tan \theta \approx f \sin \theta = \pm \frac{2\lambda f}{b}。$$

5. 波长为 600 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射, 产生等厚干涉条纹。假如在劈形膜内充满 $n = 1.40$ 的液体时的相邻间距比劈形膜内是空气时的间距缩小了 0.5 mm, 则劈形膜的劈尖角为 _____ rad。

【答案】 1.71×10^{-4}

【解析】劈尖干涉条纹间距 $\Delta x = \frac{\lambda}{2n\theta}$ 。

$$\text{在空气中 } \Delta x_1 = \frac{\lambda}{2\theta}, \text{ 充入液体后 } \Delta x_2 = \frac{\lambda}{2n\theta}。$$

$$\text{由 } \Delta x_1 - \Delta x_2 = \frac{\lambda}{2\theta} \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m},$$

$$\text{代入数据 } \frac{600 \times 10^{-9}}{2\theta} \left(1 - \frac{1}{1.40}\right) = 0.5 \times 10^{-3},$$

$$\text{解得 } \theta = \frac{12}{7} \times 10^{-4} \approx 1.71 \times 10^{-4} \text{ rad}。$$

6. 一束自然光自空气入射到折射率为 1.40 的液体表面上, 若反射光是线偏振光, 则折射光的折射角为 _____。

【答案】 35.5°

【解析】若反射光为线偏振光, 则入射角为布儒斯特角 i_0

$$\tan i_0 = n_2/n_1 = 1.4, \text{ 得 } i_0 \sim 54.5^\circ$$

$$\text{折射角: } \gamma = 90^\circ - 54.5^\circ = 35.5^\circ$$

7. 一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着的米尺的长度为 0.6 m。则此米尺以速度 $v =$ _____ m/s 接近观察者。

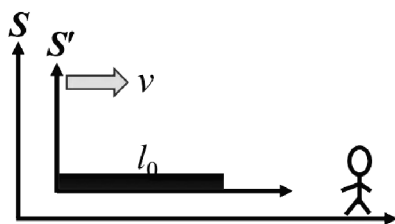
【答案】 2.4×10^8

【解析】长度收缩公式: $L = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$

$$\text{其中 } L_0 = 1 \text{ m}, L = 0.6 \text{ m}$$

$$\text{所以 } \sqrt{1 - v^2/c^2} = 0.6, 1 - v^2/c^2 = 0.36, v^2/c^2 = 0.64$$

$$v = 0.8c = 0.8 \times 3 \times 10^8 = 2.4 \times 10^8 \text{ m/s}$$



8. 一个粒子的速度为 _____ 时，粒子的动能等于静止能量的 $\frac{1}{4}$ 倍，已知光速为 c 。

【答案】 $\frac{3}{5}c$

【解析】粒子的相对论动能 $E_k = (\gamma - 1)E_0 = \frac{1}{4}E_0$ ，得 $\gamma = \frac{5}{4}$ 。

由 $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = \frac{5}{4}$ ，解得 $v = \frac{3}{5}c$ 。

9. 测量星球表面温度的方法之一，是把星球看作绝对黑体而测定其最大单色辐出度的波长 λ_m 。现测得太阳的 $\lambda_{m1} = 0.55\mu\text{m}$ ，北极星的 $\lambda_{m2} = 0.35\mu\text{m}$ ，则太阳表面温度 T_1 与北极星表面温度 T_2 之比 $T_1 : T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

【答案】 7 : 11

【解析】由维恩位移定律 $\lambda_m T = \text{常量}$ ，得 $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_{m2}}{\lambda_{m1}} = \frac{0.35}{0.55} = \frac{35}{55} = \frac{7}{11}$ ，故 $T_1 : T_2 = 7 : 11$ 。

10. 已知一维运动粒子速度平均值为 v ，如果粒子位置的不确定量等于其德布罗意波长，则此粒子速度的不确定量 $\geq \underline{\hspace{2cm}}$ 。

【答案】 v

【解析】粒子的德布罗意波长为 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ ，故位置不确定量 $\Delta x = \lambda = \frac{h}{mv}$ 。

根据海森堡不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$ ，代入 $\Delta p = m\Delta v$ ，

可得 $\frac{h}{mv} \cdot m\Delta v \geq h$ ，解得 $\Delta v \geq v$ 。

11. 若纯净（本征）半导体锗用铈（5价元素）掺杂，则将形成 _____ 型半导体。

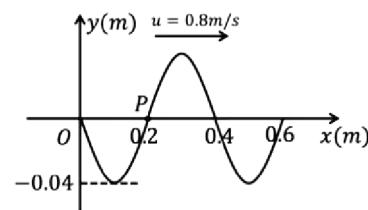
【答案】 N

【解析】本征半导体（4价元素）中掺杂 5价元素（如铈）时，杂质原子提供多余的电子作为载流子，形成 N 型半导体。

三、（10分）

图示一平面简谐波在 $t = 0.25\text{ s}$ 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。



【答案】（1） $y(x, t) = 0.04 \cos(4\pi t - 5\pi x + \frac{\pi}{2})\text{ m}$ ；

（2） $y_P(t) = 0.04 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})\text{ m}$

【解析】由图可知：振幅 $A = 0.04\text{ m}$ ，波长 $\lambda = 0.4\text{ m}$ 。

波速 $u = 0.8\text{ m/s}$ ，则周期 $T = \frac{\lambda}{u} = 0.5\text{ s}$ ，

圆频率 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 4\pi\text{ rad/s}$ ，波数 $k = \frac{2\pi}{\lambda} = 5\pi\text{ m}^{-1}$ 。

设波动方程为 $y(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \phi_0)$ 。

在 $t = 0.25\text{ s}$ 时， $y(0, 0.25) = 0.04 \cos(\pi + \phi_0) = 0$ ，

且质点向上运动，得初相位 $\phi_0 = \frac{\pi}{2}$ 。

（1）

波动表达式为 $y(x, t) = 0.04 \cos(4\pi t - 5\pi x + \frac{\pi}{2})$ m。

(2)

将 P 点坐标 $x_P = 0.2$ m 代入，

得 P 处的振动方程为 $y_P(t) = 0.04 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})$ m。

四、(10分)

波长为 660 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直照射到一光栅上，测得第二级主极大的衍射角为 30° ，且第三级是缺级。

(1) 光栅常数 d 等于多少？

(2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少？

(3) 在选定了上述 d 和 a 之后，在光屏上可能观察到的全部主极大的级次。

【答案】 (1) $2.64 \times 10^{-6} \text{ m}$ ； (2) $8.8 \times 10^{-7} \text{ m}$ ； (3) $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 4$

【解析】 (1)

由光栅方程 $d \sin \theta = k\lambda$ ，当 $k = 2$ 时：

$$d \sin 30^\circ = 2\lambda \implies d = \frac{2 \times 660 \times 10^{-9}}{\sin 30^\circ} = 2.64 \times 10^{-6} \text{ m}。$$

(2)

缺级条件为 $\frac{d}{a} = \frac{k}{k''}$ ，已知 $k = 3$ 缺级，当 $k'' = 1$ 时， a 最小：

$$a_{\min} = \frac{d}{3} = 8.8 \times 10^{-7} \text{ m}。$$

(3)

$$\text{最大主极大级数满足 } k_{\max} \leq \frac{d}{\lambda} = \frac{2.64 \times 10^{-6}}{660 \times 10^{-9}} = 4。$$

由于 $k = \pm 3$ 缺级，故能观察到的全部主极大级次为 $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 4$ 。

五、(10分)

在某惯性系 S 中，有两个事件同时发生在 x 轴上相距 1000 m 的两点，而在另一惯性系 S' （沿 x 轴方向相对于 S 系运动）中测得这两个事件发生的地点相距 2500 m。求：

(1) S' 系相对于 S 系的速度大小；

(2) S' 系中测这两个事件的时间间隔；

(3) 若电子在 S 中以速度 $2.9 \times 10^8 \text{ m/s}$ 沿 x 轴方向运动， S' 系测得其速度大小。

【答案】 (1) $2.75 \times 10^8 \text{ m/s}$ ； (2) $7.64 \times 10^{-6} \text{ s}$ ； (3) $1.32 \times 10^8 \text{ m/s}$

【解析】 (1)

由洛伦兹变换 $\Delta x' = \frac{\Delta x - u\Delta t}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$ ，已知 $\Delta t = 0$ ，

$$\text{则 } 2500 = \frac{1000}{\sqrt{1-u^2/c^2}} \implies \sqrt{1-u^2/c^2} = 0.4, \text{ 解得 } u = \sqrt{0.84}c \approx 2.75 \times 10^8 \text{ m/s}。$$

(2)

$$\text{时间间隔 } \Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{u}{c^2}\Delta x}{\sqrt{1-u^2/c^2}} = -\frac{u\Delta x}{c^2},$$

代入计算得 $|\Delta t'| \approx 7.64 \times 10^{-6} \text{ s}$ 。

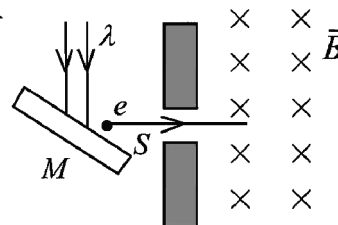
(3)

由相对论速度合成公式 $v' = \frac{v-u}{1-\frac{vu}{c^2}}$,

代入 $v = 2.9 \times 10^8 \text{ m/s}$, $u = 2.75 \times 10^8 \text{ m/s}$, 解得 $v' \approx 1.32 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

六、(10分)

波长为 λ 的单色光照射金属 M 表面发生光电效应, 发射的光电子 (电荷绝对值为 e , 质量为 m) 经狭缝 S 后垂直进入磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场 (如图所示), 今已测出电子在该磁场中作圆周运动的最大半径为 R 。求:



(1) 金属材料的逸出功 W ;

(2) 遏止势差 U 。

【答案】 (1) $W = \frac{hc}{\lambda} - \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$; (2) $U = \frac{e B^2 R^2}{2m}$

【解析】 由光电子在磁场中做圆周运动的向心力公式:

$$ev_{max}B = m\frac{v_{max}^2}{R} \Rightarrow v_{max} = \frac{eBR}{m}$$

$$\text{最大初动能为 } E_{km} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}。$$

(1)

$$\text{由爱因斯坦光电效应方程 } \frac{hc}{\lambda} = W + E_{km},$$

$$\text{得金属材料的逸出功 } W = \frac{hc}{\lambda} - \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$$

(2)

$$\text{遏止势差满足 } eU = E_{km},$$

$$\text{解得 } U = \frac{e B^2 R^2}{2m}$$

版权声明

欣知题库平台由联创教科欣知实验室自主建设, 试题解析知识产权归我方所有。未经授权, 禁止转载至其他公开社群或网站, 也不得以任何形式用于商业用途。您基于平台内容进行二次创作的作品, 其作品授权我方在法定保护期内享有使用权。