

得分	
总分	

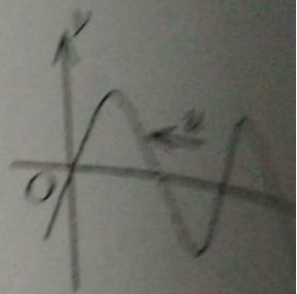
一、选择题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 一质点作简谐振动, 周期为 T , 当它由平衡位置向正方向运动时, 从二分之一最大位移处到最大位移处所需的时间为

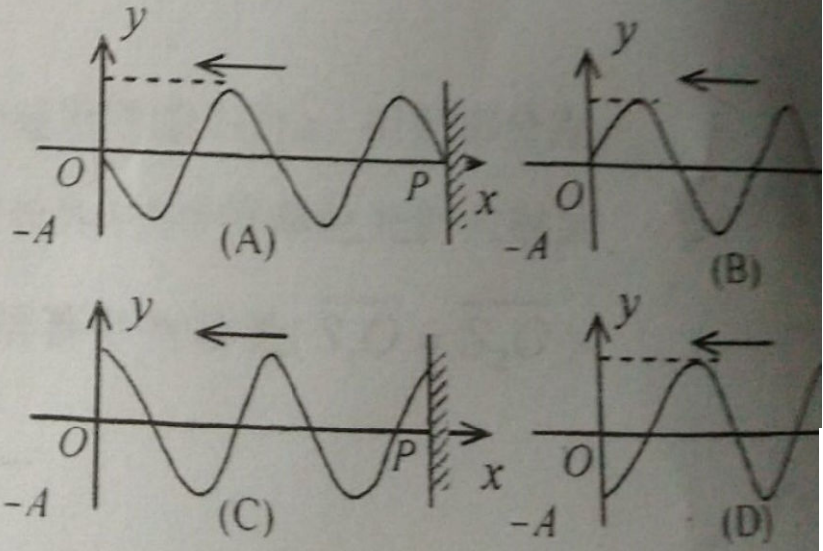
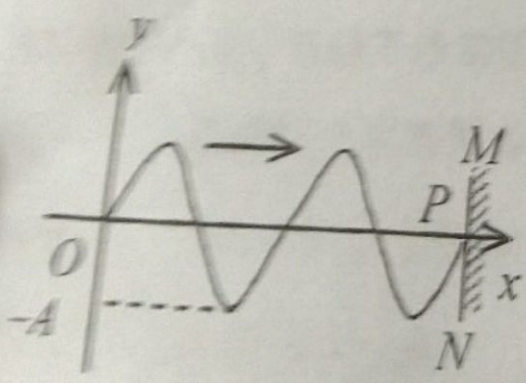
- (A) $T/12$. (B) $T/8$.
 (C) $T/6$. (D) $T/4$.

2. 右图为沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形, 若波的表达式以余弦函数表示, 则 O 点处质点振动的初相为

- (A) 0 . (B) $\pi/2$.
 (C) π . (D) $3\pi/2$.

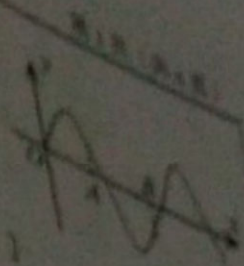


3. 下图中画出一向右传播的简谐波在 t 时刻的波形图, MN 为波密介质的反射面, 反射, 则反射波在 t 时刻的波形图 (下图右) 为



4. 图示一平面简谐机械波在 t 时刻的波形曲线。若此时 A 点处媒质质元的振动动能在增大，则

- (A) A 点处质元的弹性势能在增大。
- (B) 波沿 x 轴负方向传播。
- (C) B 点处质元的振动动能在减小。
- (D) 各点的波的能量密度都不随时间

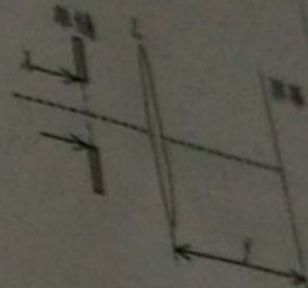


5. 在相同的时间内，一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中

- (A) 传播的路程相等，走过的光程相等。
- (B) 传播的路程相等，走过的光程不相等。
- (C) 传播的路程不相等，走过的光程相等。
- (D) 传播的路程不相等，走过的光程不相等。

6. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中，若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移，则屏幕上的衍射条纹

- (A) 间距变大。
- (B) 间距变小。
- (C) 不发生变化。
- (D) 间距不变，但明暗条纹的位置交替变化。



7. 在狭义相对论中，下列说法中哪些是正确的？

- (1) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速。
- (2) 质量、长度、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而改变的。
- (3) 在一惯性系中发生于同一时刻，不同地点的两个事件在其他一切惯性系中也是同时发生的。
- (4) 惯性系中的观察者观察一个与他作匀速相对运动的时钟时，会看到这时钟比与他相对静止的相同的时钟走得慢些。

- (A) (1), (3), (4).
- (B) (1), (2), (4).
- (C) (1), (2), (3).
- (D) (2), (3), (4).

8. 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 ($h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m_e=0.91 \times 10^{-30} \text{ Kg}$)

- (A) 150V. (B) 200V. []
 (C) 660V. (D) 940V.

9. 用强度为 I , 波长为 λ 的 X 射线分别照射锂 (原子序数 $Z=3$) 和铁 ($Z=26$), 若在同一散射角下测得康普顿散射光的波长分别为 λ_{Li} 和 λ_{Fe} . 则

- (A) $\lambda_{Li} > \lambda_{Fe}$. (B) $\lambda_{Li} < \lambda_{Fe}$. []
 (C) $\lambda_{Li} = \lambda_{Fe}$. (D) 无法比较

10. 关于不确定关系 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ ($\hbar = h/(2\pi)$), 有以下几种理解:

- (1) 粒子的动量不可能确定.
 (2) 粒子的坐标不可能确定.
 (3) 粒子的动量和坐标不可能同时准确地确定.
 (4) 不确定关系不仅适用于电子和光子, 也适用于其它粒子.

其中正确的是:

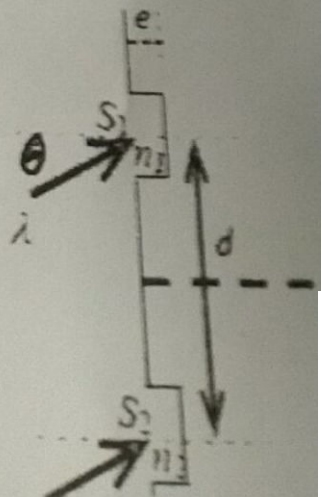
- (A) (1), (2). (B) (2), (4). []
 (C) (3), (4). (D) (4), (1).

二、填空题 (共 36 分)

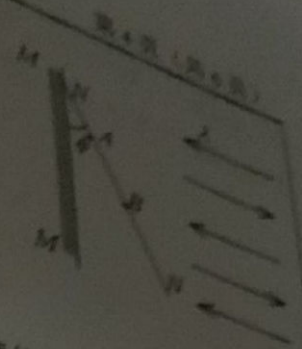
本题分数	
得分	

11. 设平面简谐波沿 x 轴传播时在 $x=0$ 处发生反射, 反射波表达式为 $y_2 = A \cos[2\pi(\nu - x/\lambda) + \pi/2]$. 已知反射点为一自由端由入射波和反射波形成的驻波的波节位置的坐标为 _____.

12. 如图所示, 双缝干涉实验装置中两个缝用厚度均为 e , 折射率分别为 n_1 和 n_2 的透明介质膜覆盖 ($n_1 > n_2$). 波长为 λ 的平行单色光斜入射到双缝上, 入射角为 θ , 双缝间距为 d , 在屏幕中央 O 处 ($\overline{S_1 O} = \overline{S_2 O}$), 两束相干光的相位差 $\Delta\phi =$ _____.



13. MN 为涂有极薄感光层的玻璃板, MM' 与 NN' 之间夹角 $\phi = 3.0 \times 10^{-4} \text{ rad}$, 波长为 λ 的平面单色光通过 NN' 板垂直入射到 MM' 金属反射镜上, 则反射光与入射光在相遇区域形成光驻波, 在 NN' 板的感光层上形成对应于波腹波节的条纹, 实验测得两个相邻的驻波波腹感光点 AB 的间距 $\overline{AB} = 1.0 \text{ mm}$, 则入射光波的波长 λ 为 _____ mm .



14. 在牛顿环装置的平凸透镜和平玻璃板之间充满折射率 n 的透明液体(设平凸透镜和平玻璃板的折射率都大于 n), 凸透镜的曲率半径为 R , 波长 λ 的平行单色光垂直照射到牛顿环装置上, 凸透镜顶部刚好与平玻璃板接触, 则从中心向外数第十个明环所在处的液体厚度为 $e_{10} =$ _____ 第十个明环的半径 $r_{10} =$ _____.

15. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 屏上第三级暗纹对应于单缝处波面可划分为 _____ 个半波带, 若将缝宽缩小一半, 原来第三级暗纹处将是 _____ 纹.

16. 两个偏振片堆叠在一起, 其偏振化方向相互垂直. 若一束强度为 I_0 的线偏振光入射, 其光矢量振动方向与第一偏振片偏振化方向夹角为 $\pi/4$, 则穿过第一偏振片后的光强为 _____, 穿过两个偏振片后的光强为 _____.

17. A 、 B 两粒子的静止质量均为 m_0 , 其中 A 静止, B 以 $6m_0c^2$ 的动能与 A 碰撞后合成为一个粒子且无能量释放, 则复合粒子的静质量为 _____.

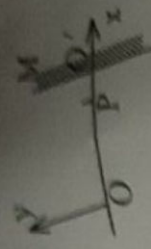
18. 设氢原子的动能等于氢原子处于温度为 T 的热平衡状态时的平均动能, 氢原子的质量为 m , 那么此氢原子的德布罗意波长为 _____.

19. 爱因斯坦狭义相对论的两条基本原理是 (需写出原理内容): _____.

三、计算题 (共34分)

本题分数	
得分	

20. (10分) 如图, 一频率为 ω , 振幅为A的平面简谐波沿x轴正方向传播, 设在 $t=0$ 时该波在原点O处引起的质元速度为零



位置向y轴的负方向运动. M是垂直于x轴的波密媒质反射面. 已知 $OO' = \frac{1}{2}\lambda$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

该波波长); 设反射波不衰减, 求:

- (1) 入射波与反射波的表达式;
- (2) P点的振动方程.

本资源免费共享 收集网站 nuuaa-store

用波长为 $\lambda=480\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

两缝宽度都是 $a=0.080\text{ mm}$, 两缝间距都是 $d=0.40\text{ mm}$, 在双缝后放一焦距 $f=2.0\text{ m}$ 的透镜, 求:

21. (8分) 一双缝, 缝距 $d=0.40\text{ mm}$, 在双缝后放一焦距 $f=2.0\text{ m}$ 的透镜, 在双缝干涉条纹的间距 l ;
- (1) 在透镜焦平面处的屏上, 双缝干涉条纹数目N和相应的级数.
 - (2) 在单缝衍射中央亮纹范围内的双缝干涉亮纹数目N和相应的级数.

22. (8分) 在 K 惯性系中, 相距 $\Delta x = 5 \times 10^3 \text{m}$ 的两个地方发生两个事件, 时间间隔 $\Delta t = 0.01 \text{s}$; 而在相对于 K 系沿 x 正方向运动的 K' 系中观察到这两事件是同时发生的, 求在 K' 系中测量这两事件的地点间隔是多少?

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

23. (8分) 设质量为 m 的微观粒子处在宽度为 a 的一维无限深势阱中, 试求:
(1) 粒子在 $0 < x < a/4$ 区间中出现的概率, 并对 $n=1$ 和 $n=2$ 的情况算出概率值。
(2) 在哪些量子态上, $a/4$ 处的概率密度最大?

(提示: 粒子波函数为 $\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a)$)

南京航空航天大学

第 1 页 (共 6 页)

二〇一九 ~ 二〇二〇 学年 第 I 学期 《大学物理 I (2)》 考试试题				
考试日期: 2020 年 月 日		试卷类型:	试卷代号:	
班号		学号	姓名	
题号	一	二	三	总分
得分				

一、 选择题

1. 一质点做简谐振动, 周期为 T , 当它由平衡位置向 z 轴正方向运动时, 从二分之一最大位移到最大位移这段距离所经历的时间是 ()
A. $T/12$ B. $T/8$ C. $T/6$ D. $T/4$
2. 右图为沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形, 若波的表达式以余弦函数表示, 则 O 点处质点振动的初相为 ()
A. 0 B. $\pi/2$ C. π D. $3\pi/2$
3. 下图中画出一向右传播出的简谐波在 t 时刻的波形图, MN 为波密介质的反射面, 发生全反射, 则反射波在 t 时刻的波形图 (下图右) 为 ()
A. B. C. D.
4. 图示一平面简谐机械波在 t 时课的波形曲线, 若此时 A 点处媒质质元的振动动能在增大, 则 ()
A. A 点处质元的弹性势能在减小;
B. 波沿 x 轴负方向传播;
C. B 点处质元的振动动能在减小;
D. 各点波的能量密度都不随时间变化。
5. 在相同的时间内, 一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中 ()
A. 传播的路程相等, 走过的光程相等;
B. 传播的路程相等, 走过的光程不相等;

- C.传播的路程不相等，走过的光程相等；
D.传播的路程不相等，走过的光程不相等；
6. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中，若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移，则屏幕上的衍射条纹（ ）
A.间距变大 B.间距变小
C.不发生变化 D.间距不变，但明暗条纹的位置交替变化
7. 在狭义相对论中，下列哪些说法是正确的？
(1) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速；
(2) 质量、长度、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而发生改变的；
(3) 在一惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件在其它一切惯性系中也是同时发生的；
(4) 惯性系中的观察者观察一个与他做匀速相对运动的时钟时，会看到时钟比与他相对静止的相同的时钟走得慢些。
A.(1)(3)(4) B.(1)(2)(4) C.(1)(2)(3) D.(2)(3)(4)
8. 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，其德布罗意波长为 0.04nm ，则 U 约为 ($h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$, $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$, $m_e = 0.91 \times 10^{-30}\text{kg}$) ()
A.150V B.200V C.660V D.940V
9. 用强度为 I 、波长为 λ 的 X 射线分别照射锂 (原子序数 $Z=3$) 和铁 ($Z=26$)，若在同一散射角下测得康普顿散射光的波长分别为 λ_{Li} 和 λ_{Fe} ，则 ()
A. $\lambda_{\text{Li}} > \lambda_{\text{Fe}}$ B. $\lambda_{\text{Li}} < \lambda_{\text{Fe}}$ C. $\lambda_{\text{Li}} = \lambda_{\text{Fe}}$ D.无法比较
10. 关于不确定关系 $\Delta p_x \Delta x \geq h/2\pi$ ，有以下几种理解：
(1) 粒子的动量不可能确定；
(2) 粒子的坐标不可能确定；
(3) 粒子的动量和坐标不可能同时确定；
(4) 不确定关系不仅适用于电子和光子，也适用于其他粒子。
其中正确的是：()

A.(1)(2) B.(2)(4) C.(3)(4) D.(1)(4)

二、 填空题

11. 设平面简谐波沿 x 轴传播时在 $x=0$ 处发生反射，反射波表达式为 $y_2 = A \cos \left[2\pi \left(vt - \frac{x}{\lambda} \right) + \frac{\pi}{2} \right]$ 。已知反射点为一自由端，则由入射波和反射波形成的驻波的波节位置的坐标为_____。
12. 如图所示，双缝干涉实验装置中两个缝用厚度均为 e ，折射率分别为 n_1 和 n_2 的透明介质膜覆盖 ($n_1 > n_2$)。波长为 λ 的平行单色光斜入射到双缝上，入射角为 θ ，双缝间距为 d ，在屏幕中央 O 处 ($S_1O = S_2O$)，两束相干光的相位差 $\Delta\phi =$ _____。
13. NN 为图由极薄感光膜的玻璃板， MM 与 NN 之间夹角 $\phi = 3.0 \times 10^{-4} \text{rad}$ ，波长为 λ 的平面单色光通过 NN 板垂直入射到 MM 金属反射镜上，则反射光与入射光在相遇区域形成光驻波，在 NN 板的感光膜上形成对应于波腹波节的条纹，实验测得两个相邻的驻波波腹感光点 AB 的间距 $\overline{AB} = 1.0 \text{mm}$ ，则入射光波的波长 λ 为_____ mm 。
14. 在牛顿环装置的平凸透镜和平玻璃板之间充满折射率 n 的透明液体 (设平凸透镜和平玻璃板的折射率都大于 n)，凸透镜的曲率半径为 R ，波长 λ 的平行单色光垂直照射到牛顿环装置上，凸透镜顶部刚好与平玻璃板接触，则从中心向外数第十个明环所在处的液体厚度为 $e_{10} =$ _____；第十个明环的半径 $r_{10} =$ _____。
15. 在单缝夫琅禾费衍射实验中，屏上第三级暗纹对应于单缝处的薄面可划分为_____个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第三级暗纹处将是_____纹。
16. 两个偏振片堆叠在一起，其偏振化方向相互垂直，若一束强度为 I_0 的线偏振光入射，其光矢量振动方向与第一偏振片偏振化方向夹角为 $\pi/4$ ，则穿过第一偏振片后的光强为_____，穿过两个偏振片后的光强为_____。
17. A 、 B 两粒子的静止质量均为 m_0 ，其中 A 静止， B 以 $6m_0c^2$ 的动能与 A 碰撞

后合成为一个粒子且无能量释放，则复合粒子的静质量为_____。
_____。

18. 设氢原子的动能等于氢原子处于温度为 T 的热平衡状态时的平均动能，氢原子的质量为 m_H ，那么此氢原子的德布罗意波长为_____。

19. 爱因斯坦狭义相对论的两条基本原理是（需写出原理内容）：
_____、_____。

三、 计算题

20. （10分）如图，一角频率为 ω_0 、振幅为 A 的平面简谐波沿 x 轴正方向传播，设在 $t=0$ 时该波在原点 O 处引起的振动使该质元由平衡位置向 y 轴负方向运动。 M 是垂直于 x 轴的波密媒质反射面。已知 $OO' = 7\lambda/4$ ， $PO' = \lambda/4$ (λ 为波长) 设反射波不衰减，求：

(1) 入射波与反射波的表达式；

(2) P 点的振动方程。

21. (8分) 一双缝, 缝距 $d=0.40\text{mm}$, 两缝宽度都是 $a=0.080\text{mm}$, 用波长为 $\lambda = 480\text{nm}$ ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$) 的平行光垂直照射双缝, 在双缝后放一焦距为 $f=2.0\text{m}$ 的透镜, 求:

- (1) 在透镜焦平面处的屏上, 双缝干涉条纹的间距 Δx ;
- (2) 在单缝衍射中央亮纹范围内的双缝干涉亮纹数目 N 和相应的级数。

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

22. (8分) 在 K 惯性系中, 相距 $\Delta s = 5 \times 10^6\text{m}$ 的两个地方发生两个事件, 时间间隔 $\Delta t = 0.01\text{s}$, 而在相对于 K 系沿正方向运动的 K' 系中观察到两事件是同时发生的, 求在 K' 系中测量这两个事件的地点间隔是多少?

23. (8分) 设质量为 m 的微观粒子处在宽度为 a 的一维无限深势阱中, 试求:
- (1) 粒子在 $0 \leq x \leq a/4$ 区间中出现的概率, 并对 $n = 1$ 和 $n = \infty$ 的情况算出概率值;
- (2) 在哪些量子态上, $a/4$ 处的概率密度最大?
- (提示: 粒子波函数为: $\Psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a)$)

CDBBC CBDCC

填空. 11. $\chi = (k + \frac{1}{2}) (\frac{\Delta}{\lambda}), k = 0, 1, 2, 3, \dots$

12. $\frac{2\pi}{\lambda} [d \sin \theta + (n_1 - n_2)e]$

13. 6.0×10^4

14. $\frac{19\lambda}{4n} \sqrt{2R \cdot \frac{19\lambda}{4n}}$

15. 6 第一级明

16. $\frac{I_0}{2} 0$

17. $4m_0$

18. $\frac{h}{\sqrt{3mKT}}$

填空. 19. 狭义相对性原理: 一切物理定律 (除引力的定律、电磁学定律及其他相互作用的动力学定律) 在所有惯性系中有效

光速不变原理: 光在真空中以恒定速度 c 传播, 速度与光源运动状态无关.

20 1) 设 O 处振动方程. $y_0 = A \cos(\omega t + \phi)$

$t=0$ 时, $y_0=0$ $v_0 < 0$ $\therefore \phi = \frac{1}{2}\pi$

$$y_0 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$$

入射波表达式为 $y_1 = A \cos(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x)$

② O' 处入射波引起的振动方程为

$$y_1 = A \cos(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{7}{8}\lambda) = A \cos(\omega t - \pi)$$

$\because M$ 为波腹, 故 O' 处有一个半波损失

$$\therefore y_1' = A \cos(\omega t - \pi + \pi) = A \cos \omega t$$

反射波方程:

$$y_2 = A \cos[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(\omega t - \alpha)] = A \cos[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(7\lambda - x)]$$

$$= A \cos[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2}]$$

12) 合成波方程为 $y = y_1 + y_2 = A \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2}) + A \cos(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2})$

$$= 2A \cos \frac{2\pi}{\lambda}x \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

将 P 坐标 $x = \frac{3}{4}\lambda = \frac{3}{2}\lambda$ 代入得 P 振动方程

$$y = 2A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$$

21. (1) 解: 第 m 级亮纹条件: $d \sin \theta = m \lambda$

m 级亮纹位置: $x_m = f \tan \theta \approx f \sin \theta = m f \lambda / d$

相邻两亮纹间距

$$\begin{aligned} l &= x_{m+1} - x_m = (m+1) f \lambda / d - m f \lambda / d = f \lambda / d \\ &= 2.4 \times 10^{-3} \text{m} = 2.4 \text{mm} \end{aligned}$$

(2) 第 1 级衍射暗纹: $b \sin \theta = \lambda$, $\sin \theta = \lambda / b$

第 m 级干涉明纹: $d \sin \theta = m \lambda$, $\sin \theta = m \lambda / d$

$$\lambda / b = m \lambda / d$$

$$m = d / b = 0.40 / 0.08 = 5$$

亮纹数目: $N = 9$ 级数: $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4$.

$$22. \text{解: } \begin{cases} x' = \gamma(x - ut) \\ t' = \gamma(t - \frac{u}{c^2}x) \end{cases}$$

$$\Delta t' = \gamma(\Delta t - \frac{u}{c^2} \Delta x) = 0 \Rightarrow u = 0.6c$$

$$\Delta x' = \gamma(x - ut) = 4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$23. \text{1) 已知 } \psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x \quad \int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4}\sin(2x) + C$$

粒子在 $0 \leq x \leq a/4$ 区间的概率为

$$p = \int_0^{a/4} |\psi(x)|^2 dx = \frac{2}{a} \int_0^{a/4} \sin^2 \frac{n\pi x}{a} dx = \frac{1}{4} - \frac{1}{2n\pi} \sin \frac{n\pi}{2}$$

$$n=1 \text{ 时 } p = \frac{1}{4} - \frac{1}{2\pi} = 9\% \quad , \quad n \rightarrow \infty \text{ 时 } , p = 1/4$$

$$(2) \text{ ① } |\psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{n\pi x}{a}$$

$$a/4 \text{ 处 } |\psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{n\pi}{4} \cdot \frac{a}{4} = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{n\pi}{4}$$

$$\text{概率密度最大时有: } \sin^2 \frac{n\pi}{4} = 1$$

$$\therefore \frac{n\pi}{4} = k\pi + \frac{\pi}{2} \quad k=0,1,\dots$$

$$\therefore n = 4k + 2 \quad \therefore n = 2, 6, 10, \dots$$