

3.4 波的干涉

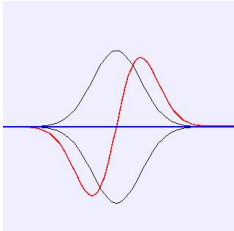
★★学习目标★★

	课标要求	素养要求
课 标 解 读	1.通过实验,了解波的干涉现象。 2.知道波的干涉图样的特点,理解振动加强点与振动减弱点。	1.物理观念:知道波的叠加原理和波的干涉现象。 2.科学思维:理解形成稳定干涉图样的条件,知道干涉是波特有的现象。

★★课前预习★★

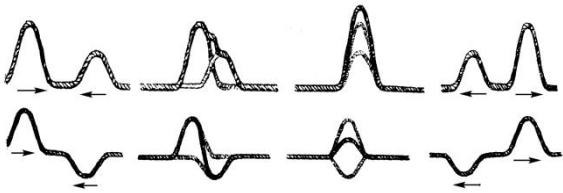
研课本填空（一） 波的叠加

几列波相遇时能够 _____，继续传播，在它们重叠的区域里，介质的质点 _____ 这几列波引起的振动，质点的位移等于这几列波单独传播时引起的位移的矢量和。



★波的独立传播特性★

两列波在彼此相遇并穿过后，每列波仍像相遇前一样，保持各自 _____，继续向前传播。(如图所示)



研课本填空（二） 波的干涉

_____ 相同、_____ 恒定、_____ 方向相同的两列波叠加_时，某些区域的振动总是加强，某些区域的振动总是减弱，这种现象叫作 _____。形成的这种稳定图样叫作干涉图样。

★两列波产生稳定干涉的条件★

- ①两列波的_ _____ 必须相同。
- ②两个波源的_ _____ 必须保持不变。

★典例 1★：判断：

- (1)敲击音叉使其发声，然后转动音叉，听到声音忽强忽弱是声波的干涉现象。()
- (2)只有频率相同的两列波才可以叠加。()
- (3)在两列波重叠的区域里，任何一个质点的位移都等于原来位移的 2 倍。()
- (4)产生干涉的一个必要条件是，两列波的频率必须相同。()
- (5)在干涉图样中，振动加强区质点的位移总是最大。()

★变式 1★ 波的干涉和叠加是怎样的关系？

★★课堂探究★★

★ 探究一 波的叠加 ★

1. 波的独立传播

几列波相遇时能够保持各自的运动特征，继续传播。即各自的波长、频率等保持_____。

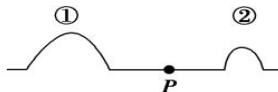
2. 波的叠加

波的叠加原理是波具有独立传播性的必然结果，由于总位移是两个位移的_____，所以叠加区域的质点的位移可能____，也可能_____。

两列同相波的叠加，振动_____，振幅_____。

两列反相波的叠加，振动_____，振幅_____。

★典例 2★ (多选)一个波源在绳的左端发出一个凸起①，频率为 f_1 ，振幅为 A_1 ；同时另一波源在绳的右端发出一个凸起②，频率为 f_2 ，振幅为 A_2 ，且 $f_1 < f_2$ ， P 为两波源连线的中点，如图所示，已知机械波在介质中传播的速度只由介质本身的性质决定。下列说法正确的是()



- A. 两列波同时到达波源的中点 P
- B. 两列波相遇时， P 点的波峰值可达 $A_1 + A_2$
- C. 两列波相遇时，绳上波峰值可达 $A_1 + A_2$ 的点只有一个，此点在 P 点左侧
- D. 两列波相遇后，各自仍保持原来的波形独立传播

★变式 2★

1. (多选)下列关于两列波相遇时叠加的说法正确的是()

- A. 相遇之后，振幅小的一列波将减弱，振幅大的一列波将加强
- B. 相遇之后，两列波的振动情况与相遇前完全相同
- C. 在相遇区域，任一点的总位移等于两列波分别在该点引起的位移的矢量和
- D. 相遇之后，振动加强区域内质点的位移始终最大

★探究二 波的干涉★

1. 波的干涉：

(1)波的叠加是无条件的，_____频率的两列波在空间相遇都会叠加。

(2)稳定干涉图样的产生是有条件的，必须是_____的波，并且波的_____相同、在同一直线上、_____恒定。

(3)明显的干涉图样和稳定的干涉图样意义是不同的，明显的干涉图样除了满足外，还必须满足两列波_____不大。振幅越是接近，干涉图样越_____。

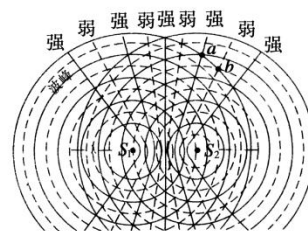
(4)加强点：在某些点两列波引起的振动始终加强，质点的振动最剧烈，振动的振幅等

于 _____

(5) 减弱点：在某些点两列波引起的振动始终相互削弱，质点振动的振幅等于 _____，若两列水波振幅相同，质点振动的合振幅就等于 _____，水面保持 _____。

2. 干涉图样及其特征

(1) 干涉图样：如图所示

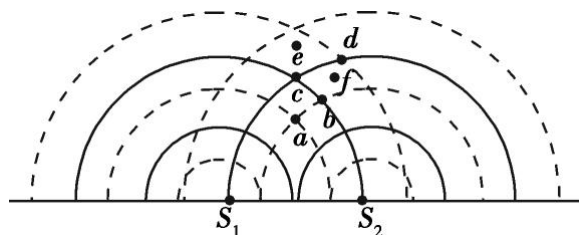


(2) 特征：①加强区和减弱区的位置 _____ 变。②加强区加强，减弱区 _____ 减弱(加强区与减弱区不随时间变化)。③加强区与减弱区互相 _____。

(3) 加强条件：某点到两个波源的波程差是波长的 _____ 倍，即 $\Delta x = n\lambda$; ($n=0,1,2,3,\dots$)

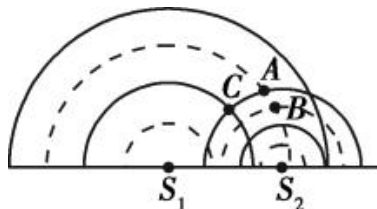
减弱条件：某点到两个波源的波程差是半波长的 _____ 倍，即 $\Delta s = \frac{\lambda}{2}(2n+1)$; ($n=0,1,2,3,\dots$)

★典例 2★ (多选) 如图表示两个相干波源 S_1 、 S_2 产生的波在同一种均匀介质中相遇。图中实线表示某时刻的波峰，虚线表示的是波谷，下列说法正确的是()



- A. a 、 c 两点的振动加强， b 、 d 两点的振动减弱
- B. e 、 f 两点的振动介于加强点和减弱点之间
- C. 经适当的时间后，加强点和减弱点的位置互换
- D. 经半个周期后，原来位于波峰的点将位于波谷，原来位于波谷的点将位于波峰

★变式 3★ (多选) 如图所示， S_1 、 S_2 是振幅均为 A 的两个水波波源，某时刻它们形成的波峰和波谷分别由实线和虚线表示。则下列说法中正确的是()

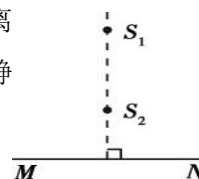


- A. 两列波在相遇区域发生干涉
- B. 两列波在相遇区域内发生叠加
- C. 此时各点的位移是 $x_A = 0$ ， $x_B = -2A$ ， $x_C = 2A$
- D. A 处振动始终减弱， B 、 C 处振动始终加强

★★课堂达标★★

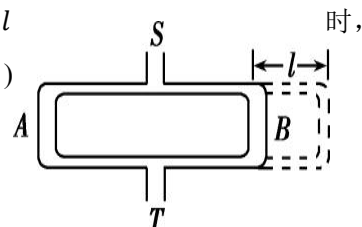
1. 如图所示, MN 是水池的边缘, S_1 和 S_2 是水池中两个振动情况完全相同的相干波源, 它们激起的水波波长为 $2m$, S_1 和 S_2 连线垂直于 MN , 它们与 MN 的距离分别是 $8m$ 和 $3m$, 设 MN 足够长, 则在水池边界 MN 上有几处水面是平静的()

A. 1 处 B. 3 处 C. 5 处 D. 无数处

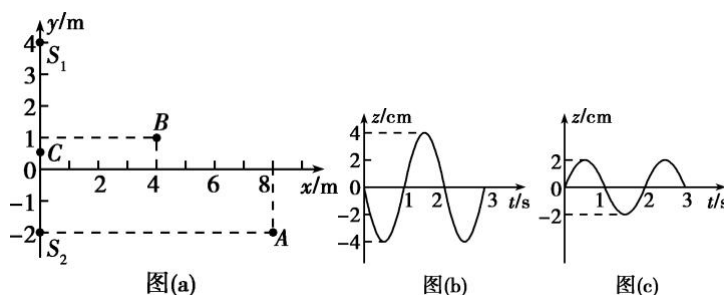


2. 在开展研究性学习活动中, 某同学进行了如下实验: 如图所示, 从入口 S 处送入某一频率的声音, 声音通过左、右两条管道路径 SAT 和 SBT 传到出口 T 处, 并可以从 T 处监听声音, 右侧 B 管可以拉出或推入以改变 B 管长度。开始时左、右两管道关于 S 、 T 对称, 从 S 处送入某一频率的声音后, 将 B 管逐渐拉出, 当拉出的长度为 l 时, 第一次听到声音最弱, 设声速为 v , 则声音的频率为()

A. $\frac{v}{2}$ B. $\frac{v}{2l}$ C. $\frac{v}{4l}$ D. $\frac{v}{8l}$



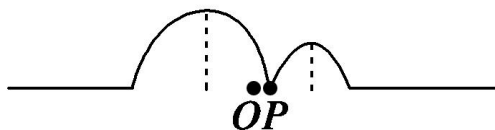
3. 如图(a), 在 xy 平面内有两个沿 z 方向做简谐运动的点波源 $S_1(0, 4m)$ 和 $S_2(0, -2m)$ 。两波源的振动图线分别如图(b) 和图(c) 所示。两列波的波速均为 $1.00m/s$ 。两列波从波源传播到点 $A(8m, -2m)$ 的路程差为 m , 两列波引起的点 $B(4m, 1m)$ 处质点的振动相互(填“加强”或“减弱”), 点 $C(0, 0.5m)$ 处质点的振动相互(填“加强”或“减弱”)。



答案

★典例 1★ √ × × √ ×

★典例 2★【解析】：波的传播具有独立性，两列波同时传到 P 点，使 P 点开始振动，但并非波峰同时传播到 P 点，如图所示两列波的波长不同，所以当两列波同时传播到 P 点时，两波峰距 P 点的距离并不相同，波长较小的波的波峰先到达 P 点，而两波峰同时到达的位置在该时刻两波峰的中间(图中的 O 点)，故 B 项错误， A 、 C 、 D 正确。



★变式 1★

【解析】：(1)波的干涉是两列波在频率相同、相位差恒定的条件下的叠加特例。

(2)波发生干涉时，相遇区域质点的振动完全满足叠加规律：振动方向相同，振动加强；振动方向相反，振动减弱；质点的位移等于两列波单独传播时位移的矢量和。

★变式 2★

【解析】解析： A 错， B 对：波在相遇时独立传播，互不影响。 C 对：根据波的叠加原理，在两列波相遇区域振动位移等于两列波分别引起振动的位移的矢量和。 D 错：振动加强点只是振幅加大，仍在平衡位置附近振动，位移是变化的。

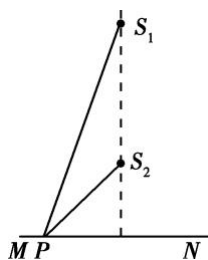
★变式 3★【答案】： B ； C

【解析】：两列波发生干涉的条件是：频率相同，振动方向相同，相位差恒定。从题图上可知 $\lambda_1 \neq \lambda_2$ ，则 $f_1 \neq f_2$ ，这两列波不是相干波，故不能产生干涉现象， A 错误。两列机械波在相遇区域发生叠加，这是波的基本现象之一，其结果是任何一个质点的总位移都等于这两列波引起的位移的矢量和， B 、 C 正确。由于频率不同，叠加情况会发生变化，如 C 处此时两波峰相遇，但经 $\frac{T_2}{2}$ ， S_2 在 C 处是波谷， S_1 则不是，故 C 处不能始终加强， D 错误。

★★课堂达标★★

1. 【答案】：C

【解析】：水池边界 MN 上任一点 P 到 S_1 、 S_2 的距离 PS_1 、 PS_2 之差 Δx 小于等于 S_1S_2 ，如图所示。因此 Δx 的范围是 $0 < \Delta x \leq 5m$ ， $\lambda = 2m$ ， $\frac{\lambda}{2} = 1m$ ，因此在 Δx 的范围内振动减弱点能取到3个，根据对称性可知， $1m$ 和 $3m$ 这两个距离之差分别为两个，故共有5



处水面是平静的。 MP N

2. 【答案】：C

【解析】：第一次听到声音最弱，说明此时 T 处振动减弱，故 $\Delta s = \frac{\lambda}{2} = 2l$ ，所以 $\lambda = 4l$ ，

又 $v = \lambda f$ ，所以 $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4l}$ 。

3. 【答案】：2; 减弱; 加强

【解析】：本题考查波的干涉。若两波源同相，在干涉区域内，波程差 $\Delta x = n\lambda (n = 0, 1, 2, \dots)$ 的点振动加强，波程差为 $\Delta x = (2n + 1)\frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots)$ 的点振动减弱。若两相干波源反相，在干涉区域内，波程差 $\Delta x = n\lambda (n = 0, 1, 2, \dots)$ 的点振动减弱，波程差 $\Delta x = (2n + 1)\frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots)$ 的点振动加强。本题中两波源反相， A 到两波源的距离差为 $AS_1 - AS_2 = \sqrt{(8 - 0)^2 + (-2 - 4)^2}m - 8m = 2m$ 。由图(b)和图(c)得 $T = 2s$ ，则 $\lambda = vT = 2m$ ，因 $BS_1 - BS_2 = 0$ ，故 B 点振动减弱。 $CS_1 - CS_2 = 1m$ ，恰好为半个波长，故 C 点振动加强。