§ 8.2 消声器原理

SILENCERS
GUNSHOT NOISE
When propellant gases expand from the small barrel chamber into open air, the rapid pressure and temperature change creates the characteristic loud gun-blast sound.
2
2
1
SUPPRESSION
Silencers reduce gunshot noise by giving gases a larger, contained space to dissipate and cool before exiting.
Internal baffles [1] divide the silencer into various expansion chambers [2] for maximum efficiency.
ADDED BENEFITS
Recoil reduction
Muzzle flash reduction
Increased accuracy
Hearing safe

一、 惠更斯原理

—— 任一波面上各点都可以看作是发射子波的波源

子波源发出子波形成的包络面是下一时刻新的波面

—— **1678** 年惠更斯提出的原理

—— 可以确定波在任一时刻的波面和波的传播方向

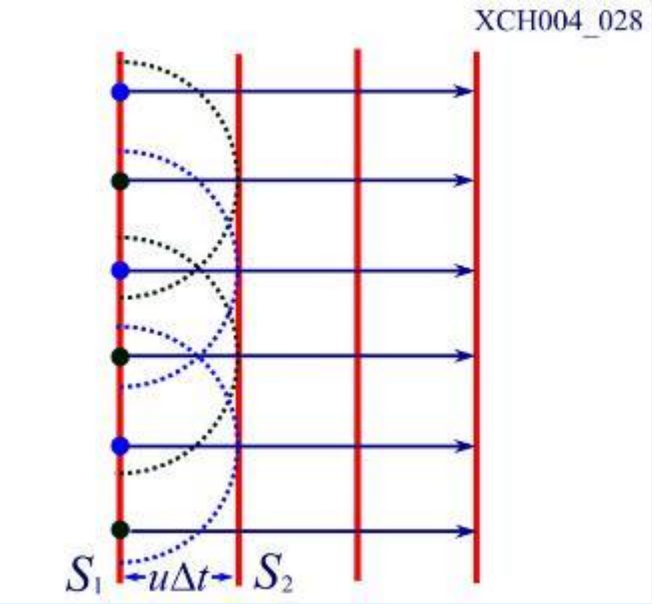
反射波___折射波___波的衍射

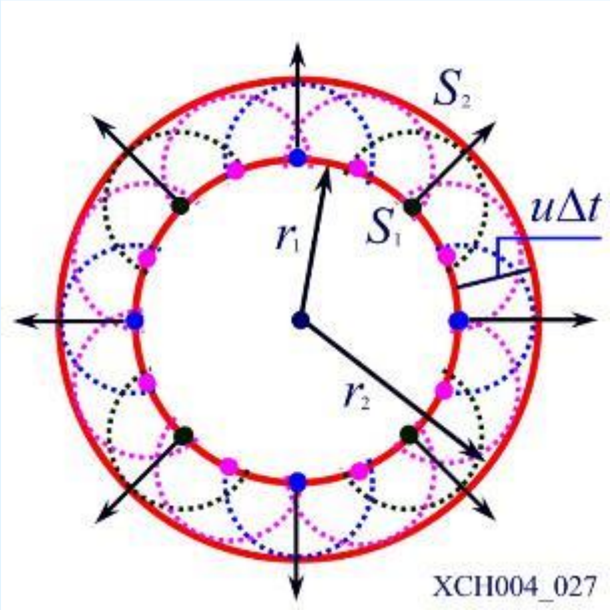
—— t时刻的波面S_1

波面上各子波源在时间Δt内发出半径为uΔt的子波

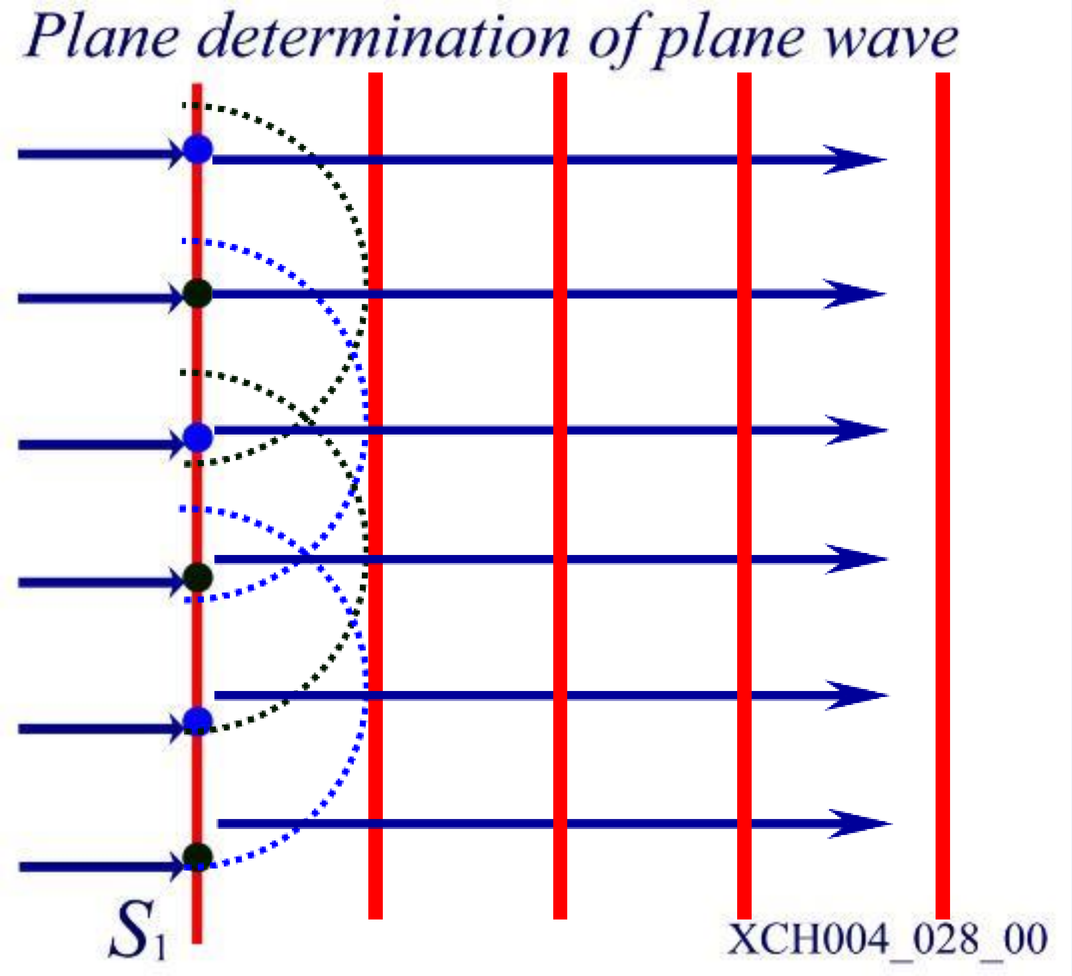
—— t＋Δt时刻的波面S_2为所有这些子波的包络面

S_1和S_2面之间的距离 $\Delta r = u\Delta t$



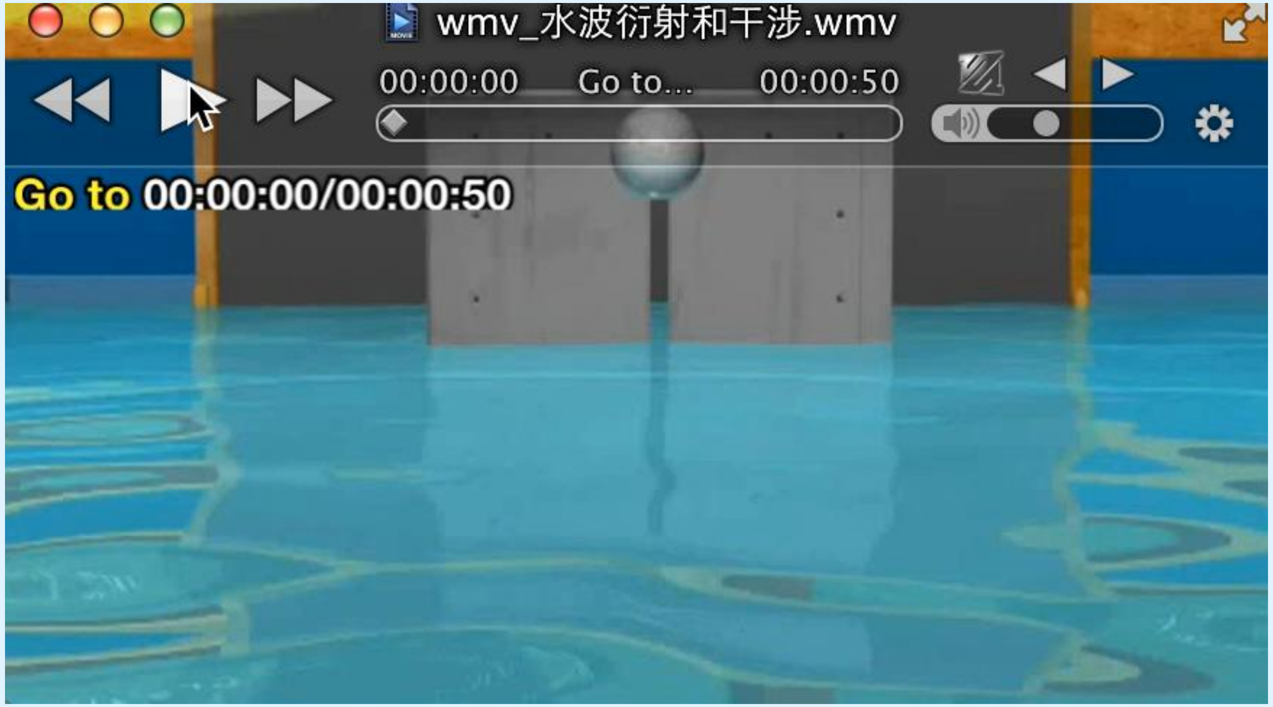


平面波波面和传播方向的确定



二、 波的衍射

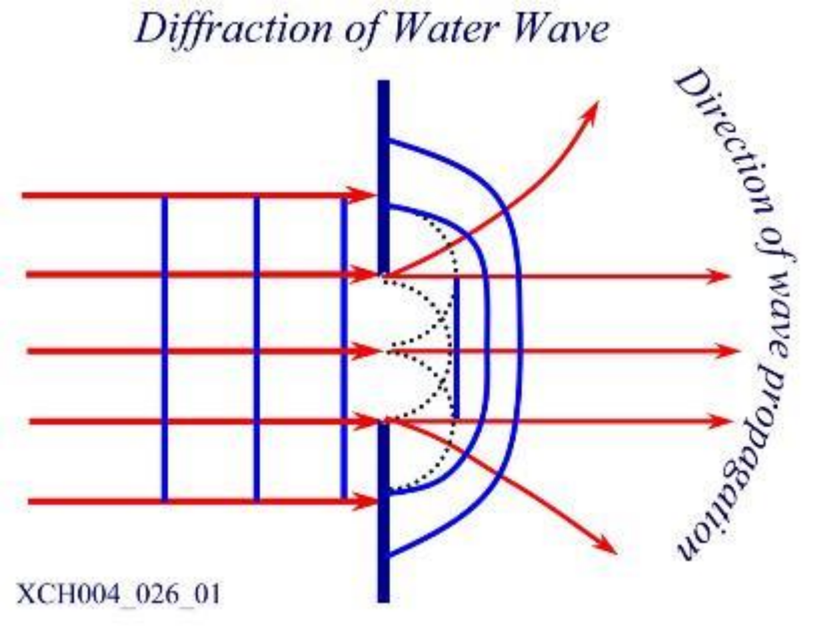
衍射 —— 波在传播过程中通过障碍物偏离原来传播方向



水面波经过狭缝

衍射现象的程度取决与波长与障碍物的大小 —— $\dfrac{\lambda}{a}$

在单缝衍射中满足 $\dfrac{\lambda}{a} \sim 1$



$\dfrac{\lambda}{a}$ 比值越大

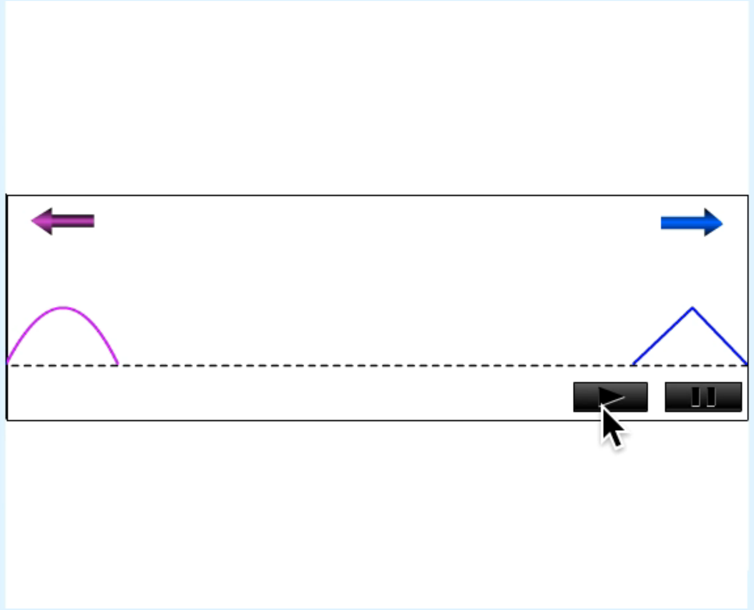
—— 衍射现象越明显

三、波的干涉

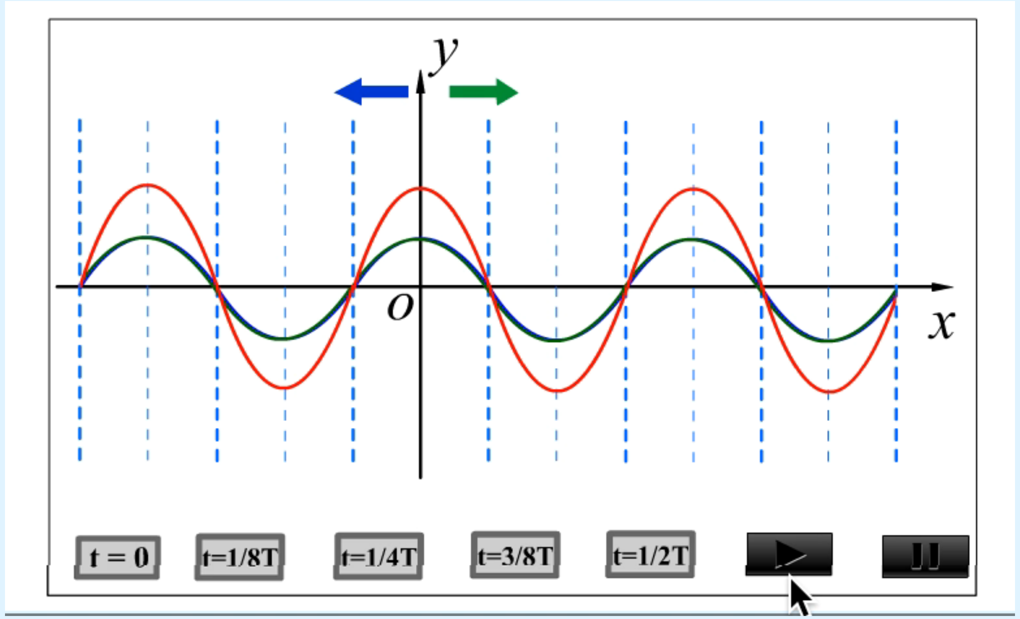
1 波的叠加原理

叠加原理 —— 几列波在相遇的区域合成

是各波单独存在时引起的位移矢量和



波的叠加

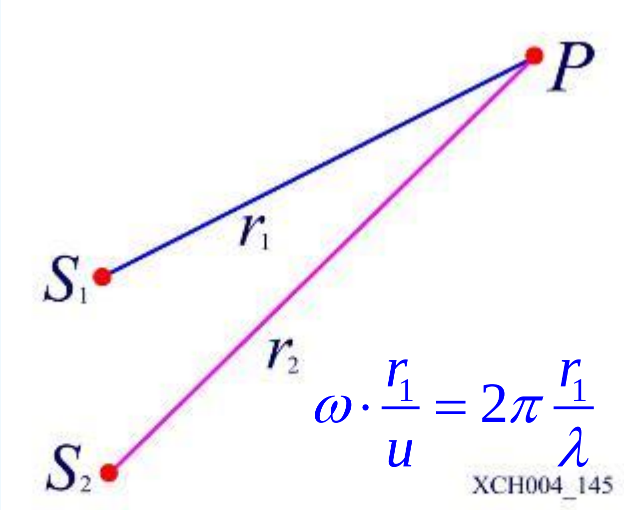


驻波

2 波的干涉

相干波 —— 两列波频率相同__振动方向一致__相差恒定

相干波源 —— 产生相干波的波源



波源 $\begin{cases} y_{10}(t)=A_1\cos(\omega t+\varphi_1) \\ y_{20}(t)=A_2\cos(\omega t+\varphi_2) \end{cases}$

两波在*P*点引起的振动

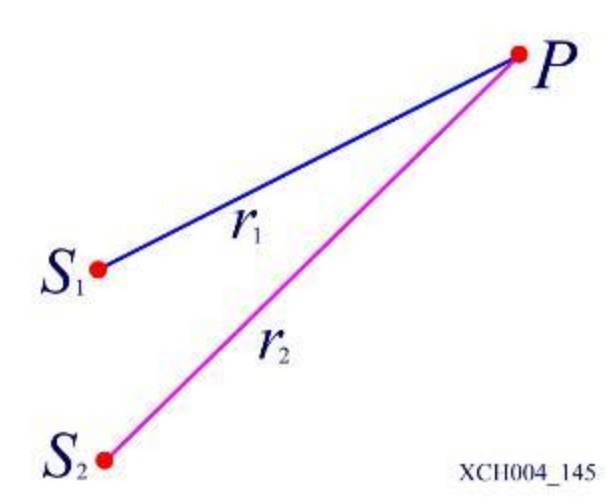
$$\begin{cases} y_1(r_1,t)=A_1\cos(\omega t-2\pi\dfrac{r_1}{\lambda}+\varphi_1) \\ y_2(r_2,t)=A_2\cos(\omega t-2\pi\dfrac{r_2}{\lambda}+\varphi_2) \end{cases}$$

$$y=y_1+y_2$$

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

P点合振动方程 $y = A\cos(\omega t + \varphi)$

合振动的振幅 $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi}$



$$\Delta\varphi = (\omega t - 2\pi\frac{r_2}{\lambda} + \varphi_2) - (\omega t - 2\pi\frac{r_1}{\lambda} + \varphi_1)$$

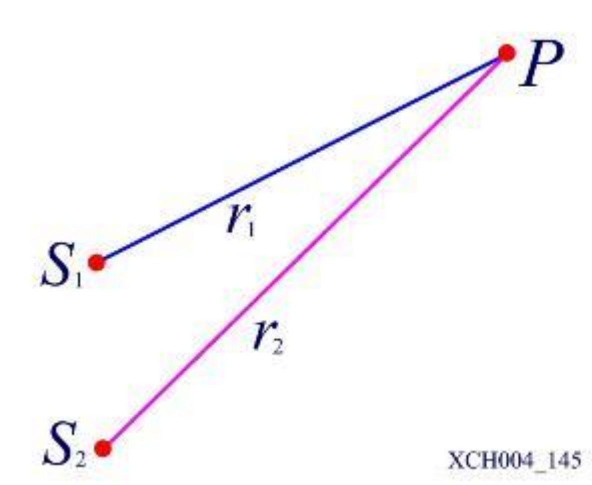
相差 $\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - 2\pi\dfrac{r_2 - r_1}{\lambda}$

强度 $I \propto A^2$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\Delta\varphi$$

—— 相差决定空间一点波的强度

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\Delta\varphi \\ \Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - 2\pi\dfrac{r_2 - r_1}{\lambda} \end{cases}$$



★ 给定的空间一点***P***

何处振幅最大？　干涉加强

满足 $(\varphi_2 - \varphi_1) - 2\pi\dfrac{r_2 - r_1}{\lambda} = \pm 2k\pi$

$$\begin{cases} A_{\max} = A_1 + A_2 \\ I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \end{cases}$$

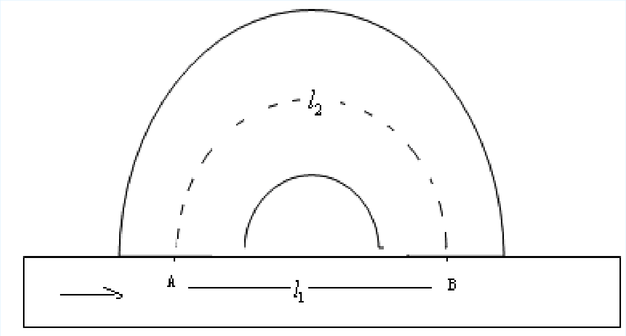
何处振幅最小？　干涉减弱

满足 $(\varphi_2 - \varphi_1) - 2\pi\dfrac{r_2 - r_1}{\lambda} = \pm(2k+1)\pi$

$$\begin{cases} A_{\min} = |A_1 - A_2| \\ I = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2} \end{cases}$$

计算消声器的**Δl**

已知枪声频率在**300~400Hz**范围内，声速为**340m/s**，开枪后枪声经管道到达*A*点，然后分成两路传播，最后又在**B**相遇



$$\varphi_2 = \varphi_1$$

枪声的波长范围 $\lambda = \dfrac{u}{\nu}$

1.13 ~ 0.85 m

干涉相消的条件

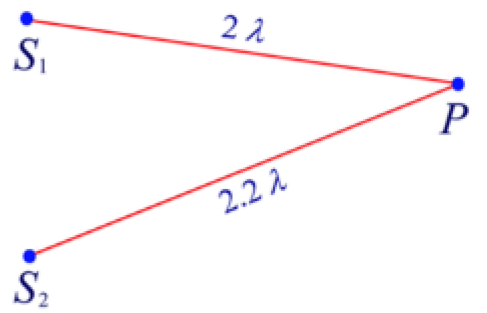
$$(\varphi_2 - \varphi_1) - 2\pi\frac{l_2 - l_1}{\lambda} = \pm(2k+1)\pi$$

$$\Delta l = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

$$\Delta l_{\min} = 0.425m$$

$$\Delta l_{\max} = 0.566m$$

06. 如图所示，S_1 和 S_2 为两相干波源，它们的振动方向均垂直图面，发出波长为 λ 的简谐波。P 点是两列波相遇区域一点，已知 $S_1P=2\lambda$，$S_2P=2.2\lambda$，两列波在 P 点发生的相消干涉，若 S_1 的振动方程为：$y_1=A\cos(2\pi t+\dfrac{\pi}{2})$，则 S_2 的振动方程为：



选择题_06 图示

(A) $y_2=A\cos(2\pi t-\dfrac{\pi}{2})$；

(B) $y_2=A\cos(2\pi t-\pi)$；

(C) $y_2=A\cos(2\pi t+\dfrac{\pi}{2})$；

(D) $y_2=2A\cos(2\pi t-0.1\pi)$。

作业：W3 波的干涉 驻波