

3-3 回聲與超聲波

(一)聲波的反射：

A、原因：聲波遇到障礙物，折返回介質的現象。

B、反射：遵從反射定律：

(1)入射線、法線、反射線在同一平面上。

(2)入射角=反射角。

C、反射面吸收部分能量，且聲波傳播後的面積增大，故反射波的振幅變小。

D、重要名詞：

(1)反射面：和波相接觸的障礙面。

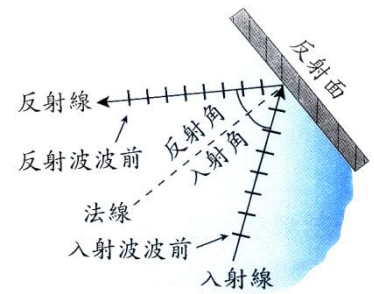
(2)法線：垂直於反射面的直線。

(3)入射線：原來向障礙面接近的波稱為入射波，入射波前進的方向線，稱為入射線。

(4)反射線：遇障礙面反彈回原介質的波動，稱為反射波，反射波進行的方向線，稱為反射線。

(5)入射角：入射線和法線的夾角，稱為入射角。

(6)反射角：反射線和法線的夾角，稱為反射角。



(二)回聲：

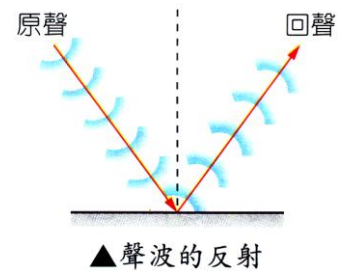
A、定義：聲波遇到障礙物被反射回來的聲音，稱為回聲。

B、限制：

(1)講話時，因兩端牆壁甚為接近，而聲速又快，使得回聲和原聲重合，因此聲音將會增強，在室內講話便比較響亮。

(2)在大禮堂或大廳中演說時，聲波要經過一段較長的距離才遇到另一牆壁反射回來，所以回聲較原聲遲，陸續發出的原聲和回聲相混，聽起來覺得混雜不清。

(3)原聲與回聲二者至少須相隔 0.1 秒，耳朵才能辨別出來，因此在室溫下室內長度要在 17 公尺以內，才有聲音增強的效果。



C、回聲的性質：

回聲的頻率、波速、波長、週期都不變，但傳播時因能量的消耗，故振幅會變得較小。

項目	波速	頻率	波長	振幅
比較	原聲 = 回聲			原聲 > 回聲
說明	1.相同介質中，波速相同。 2.頻率不變，故波長亦不變。			因能量散失，故回聲振幅減少，音量變小。

D、回聲的應用：

(1)波的反射現象，傳聲筒、傳聲管、喇叭等可以使聲波集中而傳至遠處。

(2)利用聲波的反射測量距離，若聲速為 v ，聲音發出到回來的時間為 t ，聲源與障礙物距離為 S ，聲波共傳播 $2S$ 的距離，

$$\text{由 } vt = 2S \rightarrow S = 1/2 vt。$$

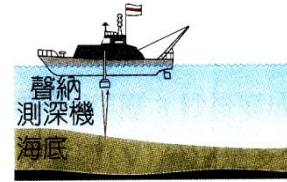
① 大聲公



② 聽診器



③ 聲納測深機



E、回聲的害處及防治：

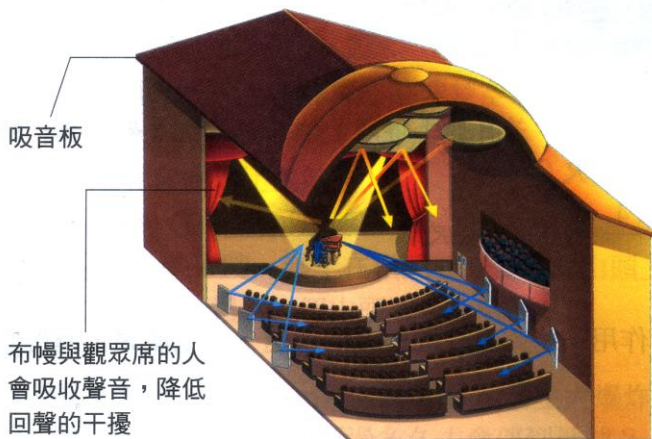
(1)回聲的害處：若反射障礙物距離大於 17 公尺以上，則回聲較原聲遲，陸續發生的原聲和回聲相混，聽起來覺得混雜不清，因此大禮堂或大廳中應設法避免回聲。

(2)避免回聲的方法：

- 甲、在四周牆壁掛呢絨布幔。
- 乙、裝吸音板。
- 丙、使周圍凹凸不平。
- 丁、利用傾斜的天花板及不對稱的牆。



- ① 設計傾斜天花板、不對稱牆壁及讓牆壁凹凸不平等。
- ② 在四周牆壁加裝吸音板或布幔，以減少回聲。



音樂廳常採用傾斜的天花板、不對稱的牆，裝設吸音板及布幔來減少回聲的干擾。

知識

蝙蝠的超音波回聲定位系統非常精確，能偵測昆蟲的位置、移動的方向、速度的快慢，還可偵測出蟲的大小至昆蟲表面的細部構造與變化。

(三)超聲波：

A、定義：

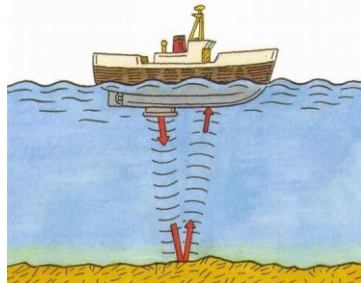
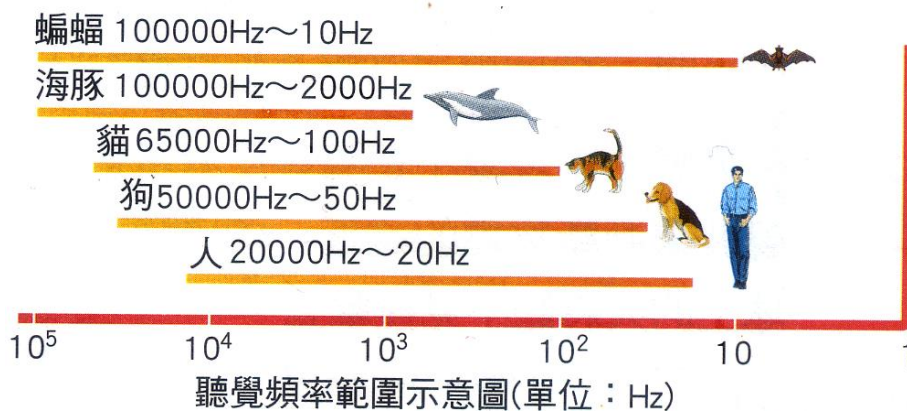
- (1)人的耳朵能聽到的頻率範圍為 20 赫~20000 赫，若發生頻率超過 20000 赫以上，耳朵便無法接收，我們將此種高頻率的聲波，稱為超聲波。
- (2)氣溫 15°C 時，聲速為 340m/s，耳朵能聽檢的波長範圍為 0.017~17m。

B、特性：

- (1)超聲波可由堅硬的材料振動產生，例如水晶。
- (2)超聲波具有高頻率、波長短、方向性佳、傳播方式和光波類似，採直線進行，容易有折射和反射的現象。
- (3)無法用光線觀察的地方，有時可利用超聲波進行探測。

C、應用：

- (1)漁船和艦艇上使用的『聲納』可以發射和接收聲波，測量聲波反射回來所需的時間，可以探測海底深度、魚群或潛水艇位置等。
- (2)倒車雷達藉助發出的超聲波，偵測與障礙物距離，以發出警告的聲音。
- (3)工業上利用超聲波清潔機發出高頻率的振動，來清洗浸在溶劑中的精密機械及工具，隨著波動的激烈碰撞，就像無數支刷子清洗物品的每一處角落。
- (4)蝙蝠夜間飛行，視覺退化，利用發出頻率 20000 赫~100000 赫的超聲波，藉助物體反射回來的回聲，判斷附近生物的種類、大小和位置。
- (5)我們能聽到蚊子拍動翅膀振動的聲音，因為蚊子的翅膀振動頻率在我們的聽覺範圍；狗常聽到我們無法聽到的聲音而狂吠。
- (6)醫學上人體內臟器官的檢驗、地下油礦的探勘、工業材料的裂縫等，均利用超聲波的反射原理，來協助判斷。



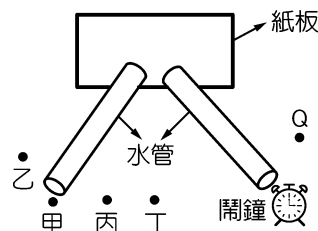
一、選擇題：

1. 漁船或軍艦常用下列何者探知魚群位置或海洋深度？
(A)無線電波 (B)聲納 (C)鋼尺 (D)重物下沉。
2. 利用聲納的什麼作用可以探測魚群的位置？
(A)反射 (B)散射 (C)折射 (D)繞射。
3. 下列敘述何者正確？
(A)聲音能在真空中傳播 (B)若物體不發生振動，就沒有聲音
(C)聲音無反射現象 (D)聲音的傳播速度在固體中比液體與氣體中為慢。
4. 聽遠處人講話，常張手於耳後，聽到的聲音較清楚，這是利用聲音的什麼原理？
(A)折射 (B)反射 (C)干涉 (D)繞射。
5. 一般而言，大約在至少幾公尺以上，我們的耳朵才可以分辨出是發音體本身所發出的聲音，或是它的回聲？
(A)11公尺 (B)15公尺 (C)170公尺 (D)17公尺。

- ___ 6. 以下那一個辦法，不是避免回聲發生的方法？
 (A) 加裝鐵板 (B) 加裝吸音板 (C) 在四周牆壁掛上尼絨布幔
 (D) 利用傾斜的天花板或不對稱的牆。
- ___ 7. 聲音在海水中的傳播速率約為每秒1500公尺，若在海面某處聲納傳送聲音至海底後反射回來，總共花了4秒鐘，則此處海洋深度約為多少公尺？
 (A) 300 (B) 1500 (C) 3000 (D) 6000。
- ___ 8. 一架經國號戰鬥機，以每秒600公尺的速率飛過天空，則觀察者將有下列那一種現象？
 (A) 看見飛機掠過之後，才聽到噪音 (B) 先聽到噪音，再看到飛機
 (C) 同時看見飛機並聽到噪音 (D) 看到飛機，但永遠聽不到噪音。
- ___ 9. 小如、小鴻兩人站在河流的兩岸，小如在對岸呼喚小鴻，小鴻見小如張口後，經0.2秒後才聽到呼喚聲；則河流的寬度約為多少公尺？
 (A) 34公尺 (B) 50公尺 (C) 68公尺 (D) 100公尺。
- ___ 10. 反射所造成的回聲與原聲到達耳朵的時間相差多少秒以上，才會造成明顯的干擾？
 (A) 0.1秒 (B) 0.2秒 (C) 0.5秒 (D) 1秒。
- ___ 11. 下列何者與聲音反射的性質無關？
 (A) 在室內講話聲音較響亮 (B) 用聲納探測魚群的位置
 (C) 傳聲筒使聲音傳得較 (D) 晚上講話的聲音聽起來較白天清楚。
- ___ 12. (甲) 利用震波探勘油礦的位置 (乙) 反潛巡洋艦利用聲納追擊海面下之敵人潛艇
 (丙) 蝙蝠在夜間飛行及捕捉昆蟲。上列敘述何者與聲音的反射性質無關？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 皆有關。
- ___ 13. 在房間內講話覺得聲音很大，在大禮堂內講話覺得雜音很多，下列敘述何者錯誤？
 (A) 房間內聲速較大禮堂快 (B) 都是反射的現象
 (C) 都是回聲的現象 (D) 大禮堂內反射聲音回來的晚。
- ___ 14. 聲波遇障礙物反射而回，稱為回聲。回聲與原聲互相比較，以下敘述何者錯誤？
 (A) 波速相同 (B) 頻率相同 (C) 波長相同 (D) 振幅相同。
- ___ 15. 將一頻率為100赫的振動中之音叉浸入水中，若空氣中聲速為340m/s，水中聲速為1500m/s，則聲波在水中的頻率為多少赫？
 (A) 0.34 (B) 15 (C) 100 (D) 150。
- ___ 16. 聲音在物體表面反射產生回聲，將回聲與原聲做比較，下列何者不同？
 (A) 音調 (B) 音品 (C) 響度 (D) 頻率。
- ___ 17. 同一介質中原聲與回聲不同的物理量為何？
 (A) 傳播速率 (B) 音調 (C) 振幅 (D) 頻率。
- ___ 18. 甲將雙手圍成喇叭就放在嘴旁，對遠處的乙喊話，乙則張手靠近耳旁傾聽，何者利用聲音的反射？
 (A) 只有甲 (B) 只有乙 (C) 甲、乙都是 (D) 甲、乙都不是。
- ___ 19. 下列何種現象與聲音反射無關？
 (A) 火車進入山洞時，聲音變得很大 (B) 道路中間有分隔島時，汽車的行駛聲音特別大
 (C) 擴音器的使用 (D) 潛游水中的人可以聽到岸上的叫聲。

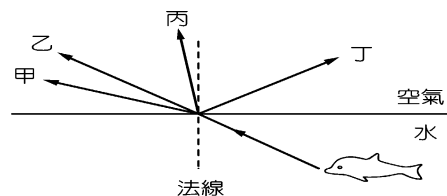
- ___20.柔軟的表面可以減低聲音的干擾是因為下列何者？
 (A)它們能吸收聲音 (B)它們能被壓縮 (C)它們容易展開 (D)它們會反射聲音。
- ___21.下列何者非聲音之反射現象或反射原理之應用？
 (A)音叉的振動 (B)空谷中的回聲 (C)傳聲筒之設計 (D)船艦上之聲納。
- ___22.在空的房間裡輕聲說話會顯得特別大聲，但是在擁塞的房間裡則沒有此種感覺，由這種現象做推論，下列那些是不正確的？
 (A)空的房間容易藉由水泥牆壁產生回聲 (B)回聲易與原聲產生重疊而加大音量 (C)擁塞的房間多了很多吸音物質 (D)此現象與利用傳聲筒將聲音傳至較遠處的原理不同。

- ___23.把一個小鬧鐘放在紙板與水管的前方，如右圖，則在甲處最容易聽清楚鬧鐘的秒針走動的聲音，若把鬧鐘與右邊的水管一起轉動到Q點，則左邊的水管應如何轉動，才能聽得最清楚？
 (A)轉到乙處 (B)轉到丙處 (C)轉到丁處 (D)停在原處。



- ___24.一船艦在海面利用聲納探測海洋某處之深度，若聲音在海水中傳播速率為 1500m/s ，今日傳送聲音至海底後，反射回來，共花了5秒鐘，則知海洋深度為多少m？
 (A)1500m (B)750m (C)7500m (D)3750m。
- ___25.若聲音在空氣中傳播速為 340m/s 時，有一船以速率 170m/s 駛向山壁，鳴笛後船上的人經6秒聽到回聲，則船鳴笛瞬間離山壁多少公尺？
 (A)3060 (B)2040 (C)1530 (D)1020。

- ___26.從水中進入空氣，因速率不同而產生折射現象，如圖中甲、乙、丙、丁四路徑，何者是海豚所發出超聲波從水中進入空氣的路徑？
 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。



- ___27.蝙蝠利用回聲能測知障礙物的距離，但吾人卻聽不見蝙蝠所發出之聲音，主要與下列何者有關？(聲速=波長×頻率)
 (A)響度太小 (B)波長太小 (C)波速太小 (D)頻率太小。

- ___28.關於聲納的敘述下列何者不正確？
 (A)聲納比電磁波適合探測海面下的物體 (B)聲波在水中的速率比在空氣中慢
 (C)聲納的功率愈大，探測的距離愈遠 (D)聲納的波長應該比物體小。
- ___29.某船以等速度 34m/s 朝懸崖前進，在船上的人鳴氣笛後經6秒後，聽到由懸崖反射之回聲，若當時聲音速度為 337m/s ，求在船上的人剛好鳴氣笛時，船與懸崖之距離是多少公尺？
 (A)1113 (B)1011 (C)909 (D)807。

- ___30.列何種現象的原理和聲音的反射無關？
 (A)在空谷中叫喊可以聽到回聲 (B)振動的音叉在水面產生漣漪
 (C)傳聲筒能夠使聲音傳得較遠 (D)聲納可以用來探測海洋深度。

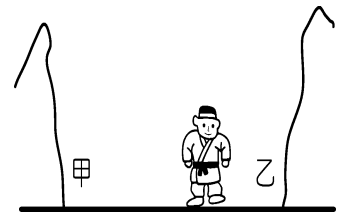
- ___31.利用回聲可測兩地之距離，自船上發出聲波，由海面傳至海底，再由海底反射回來，共歷時 t 秒，而海水中之音速為 v (公尺/秒)，則海底深度為
 (A) $2vt$ (B) vt (C) $vt/2$ (D) $4vt$ 。

- ___32.大禮堂演講的內容常無法聽清楚，何故？
(A)回聲和原聲重合兩增大聲音 (B)回聲和陸續發生的原聲混合
(C)禮堂周圍有布幔 (D)禮堂沒有回聲。
- ___33.國家音樂廳採用傾斜的天花板及不對稱的牆，其目的是用來
(A)使回聲和原聲重合 (B)純粹為了藝術氣氛 (C)消除回聲的干擾 (D)製造回聲效果。
- ___34.要防止聲音反射造成的干擾，下列何種情形是無法辦到的？
(A)裝吸音板 (B)天花板成傾斜形狀 (C)牆設計成不對稱形 (D)把建築物空間加大。
- ___35.雷聲轟隆隆地響，是由於
(A)共鳴 (B)回聲 (C)連續地閃電 (D)錯覺。
- ___36.下列何項敘述是錯誤的？
(A)在大廳中說話常有回聲，所以聲音有反射的現象 (B)船發出聲波，遇到魚群即有反應
可由漁船內之接受器偵知，故聲音有反射的現象 (C)在小房間內說話，聽不到回聲，因
為此時聲音不發生反射 (D)利用喇叭可將聲音傳得較遠，這是利用它的反射現象。
- ___37.當聲音傳播到物體表面時
(A)必全部被反射 (B)必全部被吸收 (C)部分被吸收，部分被反射 (D)必可聽到回聲。
- ___38.聲音碰到下列那些物體較易被反射
(A)硬的平面 (B)軟的平面 (C)凹面 (D)凹凸不平的硬表面。
- ___39.在洞穴或山谷中能清楚的聽到『空谷回音』是因為聲音的何種現象？
(A)反射 (B)折射 (C)干涉 (D)繞射。
- ___40.在空蕩的房間雖輕聲細語，仍會覺得聲音很大，何故？
(A)心理作用 (B)牆壁的回聲和原聲重合 (C)回聲產生干擾 (D)除了原聲外別無雜音。
- ___41.自海平面垂直向下發出 100 赫茲的聲波，2 秒後收到回聲，則海底深度為 (設海中聲速為
1500 公尺/秒)
(A)150 (B)750 (C)1500 (D)3000 公尺。
- ___42.使用頻率為 100(1/秒)的音叉在水面下發出聲音，已知當時聲音在水中及空氣中的聲速
分別為 1500 公尺/秒及 340 公尺/秒。則當聲音由水中傳至空氣中時，下列何者正確？
(A)頻率不變，速度變小 (B)頻率不變，速度變大
(C)頻率變大，速度變小 (D)頻率變小，速度變小。
- ___43.下列敘述何者正確？
(A)在山谷中大聲喊叫，可以聽到回音，是聲波反射回來的現象 (B)如果月球爆炸，地球
上的人可以聽到爆炸聲 (C)講話講得愈快，聲波就傳得愈快 (D)任何頻率的聲波，不
管多高或多低，人耳都可以聽到。
- ___44.聲音遇到障礙物反射而回，稱為回聲。回聲與原聲音互相比較，則以下敘述何者錯誤？
(A)波速相同 (B)頻率相同 (C)響度相同 (D)強弱不同。

二、題組：

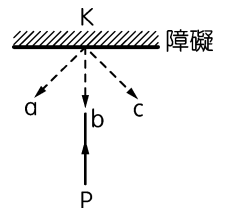
1.已知聲速為340公尺／秒，某人在山谷中甲、乙兩峭壁間喊叫，如下圖，2.5秒時聽到回聲，再經2秒又聽到回聲，則：

- ___ 1.第一個回聲來自下列何處聲音的反射現象？
(A)甲 (B)乙 (C)甲、乙 (D)地面。
- ___ 2.承第(1)小題，聲音由甲峭壁傳到乙峭壁需要若干時間呢？
(A)3.5秒 (B)2.5秒 (C)4.5秒 (D)以上皆非。
- ___ 3.承第(2)小題，甲、乙間的距離約為幾公尺？
(A)700 (B)1000 (C)1190 (D)1500。



2.如右圖，P是聲音前進的方向，則當它遇到障礙物的K點時，則：

- ___ 1.反射的方向為何？
(A)a (B)b (C)c (D)都可能。
- ___ 2.承第(1)小題，若距離相等，則反射的聲音強度為何？
(A)比原聲強 (B)比原聲弱 (C)與原聲相同。
- ___ 3.承第(1)小題，障礙物是那一種材料時，反射的聲音強度最小？
(A)鋼鐵 (B)磚塊 (C)木材 (D)棉花。

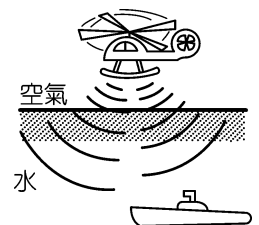


3.100公尺賽跑的終點計時員在聽到槍聲時，開始以馬錶計時，已知聲音速率為345公尺／秒，則：

- ___ 1.計時的誤差為多少秒？
(A)0秒 (B)0.29秒 (C)0.145秒 (D)0.58秒。
- ___ 2.承第(1)小題，若記錄第一名的馬錶停在12.5秒處，則正確的成績為多少秒？
(A)12.79秒 (B)12.21秒 (C)12.6秒 (D)12.5秒。

4.今有一直昇機在距水面34公尺處，利用聲納探測潛艇位置經0.8秒接收到回音，今知當時氣溫為150，且聲音在海水中的速率為其在空氣中的4倍；則：(空氣中聲速 $V = 331 + 0.6t$)

- ___ 1.聲波由水進入空氣中的頻率如何變化呢？
(A)變大 (B)變小 (C)不變 (D)無法確定。
- ___ 2.承第(1)小題，聲音在空氣中與海水中的傳播速率分別為多少m/s？
(A)340m/s, 1360m/s (B)1360m/s, 340m/s
(C)322m/s, 966m/s (D)966m/s, 322m/s。
- ___ 3.承第(1)小題，求潛艇在水面下若干公尺處呢？
(A)804公尺 (B)408公尺 (C)204公尺 (D)402公尺。



二、填充題：

- 1.聲音遇障礙物產生反射，反射回來的聲音稱為_____，漁船常用_____探測魚群所在。
- 2.在空的房間裏雖輕聲說話，會覺得聲音很大，是因為牆壁的_____和原聲重合的緣故。

3. 軍隊常利用聲納來探測海洋深度，其原理仍是利用聲音具_____的性質。
4. 音樂廳或歌劇院四周牆壁加裝吸音板或布幔，目的是用於_____，並防止聲音_____。
5. 在大禮堂內，往往受_____的影響，使演講不清楚，欲使聲音清晰，最好用吸收聲波的材料做牆壁。
6. 傳聲筒是利用聲音_____的性質來將聲音傳到遠處。
7. 人耳能辨別二種聲音，必須間隔 0.1 秒以上，因此吾人在傳聲速度為 346 公尺／秒的空氣中，欲清楚聽到回聲時，與障礙物距離至少要_____公尺以上。
8. 海水的傳聲速度為 1460 公尺／秒，若聲納發出一聲音經 6 秒鐘才收到回聲，則此聲納所測得標的物的距離為_____公尺。
9. 一般回聲的大小會較原聲音大小為_____，是因聲音被_____的緣故。
10. 在日常生活中，並不容易時時刻刻聽到回聲，其理由是：
 - (1) 聲音被物體_____。
 - (2) 發音體與聲音反射面的距離太_____。
11. 硬的表面較軟的表面_____產生聲音的反射。
12. 一般來說，發音體和障礙物須距離_____公尺以上才容易聽到回聲。
13. 聲音的反射方向遵守_____定律，即入射角_____反射角。
14. 較硬的障礙物易_____聲音，較粗糙的表面易_____聲音。
較軟的障礙物表面易_____聲音。
15. 二個人在小山谷內發聲，不久可以聽到自己的回聲，這證明聲波具有_____性質。