

壹、聲音

教學設計理念

聲音充滿在生活周遭，聲音的產生、傳播、反射、樂音、樂器、噪音等都是國民義務教育中，必須探討的內容。相關的概念、實驗都在各家版本的教科書中呈現多年，一般學生學習的反應，也還算適應，但是仍然有些概念和實驗在師資培育課程中值得再作探究。

將此等值得再加探究的部分，依教學實務之經驗逐一列出，整理為師資培育課程中的教學活動。教學設計，仍須以學生為學習中心，由他們主動探究問題、主動建構概念。

研習活動(一)

聲音的世界

| 思考階段 | 探究過程及內容 |
|----------------|--|
| 情境 | 我們生活在有聲世界之中 |
| 問題 | 還有哪些「聲音」的內容，我們可以用實驗的方式來探究？ |
| 推論 | <ul style="list-style-type: none"> . 看發音體的振動與發音。 . 看發音時發音體的振動如何在空氣、水和固體等介質中傳播。 . 看發音體在聲音大小、高低、音色不同時振動的變化情形。 . 看共鳴、共振的產生，並研究它與生活的關係。 . 樂音和噪音…… |
| 設計驗證與解釋(聲音的產生) | 各組自行設計、驗證、展示並解釋聲音是由物體振動所產生的。 例：音叉、三角鐵、琴弦 |
| 設計驗證與解釋(液體傳音) | 各組設計、驗證、展示與說明液體傳音時之振動情形。 例：游泳池中的經驗、魚、水與人、音叉和水面波 |
| 設計驗證與解釋(固體傳音) | 各組設計、驗證、展示與說明固體傳音時之振動情形。 例：小話筒… |
| 設計驗證與解釋(空氣傳音) | 各組設計、驗證、展示與說明，空氣可以傳播聲音的振動。 例：用音叉和火苗、用真空罐和手機 |
| 設計驗證與解釋(聲音的強弱) | 各組設計、驗證與解釋振幅與聲音之強弱關係。 例：尺、鼓與豆子、琴弦、分貝器 聲音的強弱程度稱為響度、音量或振幅。 |
| 設計驗證與解釋(聲音的高低) | <ul style="list-style-type: none"> . 各組設計、驗證、展示與解釋： 發音體音的形狀、大小、質量與其振動頻率有關 . 例：尺、弦、吸管 . 同一發音體：聲音高，單位時間內振動快，振動次數多，即頻率高。 |

| | |
|------------------------------|---|
| | <p>聲音低，單位時間內振動慢，振動次數少，即頻率低。</p> <ul style="list-style-type: none"> . 發音體的材質、大小、鬆緊都固定，被外力引發振動時，因振動頻率固定、每次發出之音調高低也就相同。 . 演示各種樂器，分別觀察部位發音聲音高低是如何產生的？ . 研究結果： <p>管樂器</p> <ul style="list-style-type: none"> . 利用吹奏方式，使管內空氣柱振動而發音的樂器。 . 無簧樂器（如長笛）： <ul style="list-style-type: none"> 按的鍵多，氣柱長，聲音低。 按的鍵少，氣柱短，聲音高。 . 雙簧管 <ul style="list-style-type: none"> 吹口處有兩片薄薄的金屬片，口含金屬片吹氣，使簧片發生振動，受壓的氣流再振動管中空氣柱而發音，其高低音的變化，也是透過按鍵系統來達成。 <p>板樂器</p> <ul style="list-style-type: none"> 利用打擊方式，使皮膜、木板或金屬片振動而產生聲音的樂器。 鼓皮等的面積較小，或張得較緊，或鼓皮厚度較薄，發出之音高。 鼓皮等的面積較大，或張得較鬆，或鼓皮厚度較厚，發出之音低。 <p>弦樂器</p> <ul style="list-style-type: none"> 利用弦弓摩擦、或手指撥動，使弦發音之樂器。 弦緊，弦短，弦細----音高。 弦鬆，弦長，弦粗----音低。 <p>鍵盤樂器</p> <ul style="list-style-type: none"> 利用敲打鍵盤，帶動弦或風管內空氣柱的振動而發音的樂器，例如：鋼琴、風琴。 |
| <p>設計驗證 與解釋 (音色)</p> | <ul style="list-style-type: none"> . 聲音的振動經麥克風轉換成電子訊號，示波器可呈現聲音的大小（振幅）、高低（頻率）及波形。 . 以示波器測試不同樂器相同頻率得出的波形不同。 . 大部分樂器所發出的聲音不是單一頻率，頻率最低的聲音稱為基音，其餘的頻率皆等於或略近於基音頻率的整數倍數，稱為泛音。不同樂器即使能發出相同的基音，但泛音不同，或泛音和基音的音量比例不同，組成的聲波也不同，聽起來就有差別，叫做音色，可以辨識。 |
| <p>設計驗證 與解釋 (共振)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 共振 <ol style="list-style-type: none"> (1) 使物體振動起來之後，任其自然振動，其振動頻率固定，和振動物之材質、長短、寬窄、厚薄都有關係。 (2) 物體自由振動的頻率加上策動力振動時，若策動力的頻率和此物之自由振動頻率一致時，振幅可達最大值，此現象稱為共振。 (3) 凡是共振的兩個物體，它們的固有頻率或相同，或為簡單整數比的關係，如 1/1、1/2、1/3…… 2. 大部分的樂器都由兩個主要的部分組成，即發音的振動和共鳴器，透過共鳴器空腔中的空氣共鳴（共振），可將聲音放大。 |

| | |
|--------------|---|
| | <p>只有當樂器共鳴箱體的固有頻率與弦的頻率合拍（共振）時，才能產生理想的共鳴，不單可使聲音放大，並使音色改善。所以，共鳴箱的琴板、材料、切割弦度、厚度……等都須研究。</p> <p>3. 魚洗 唐宋時的產物，手摩雙弦，使洗之殼壁產生對稱振動，洗內之水隨之發生諧和振動。</p> |
| <p>樂音與噪音</p> | <p>1. (1) 好的樂器：主音調（基音）與泛音之間有一定的頻率比例。聲音諧和，聽起來感到舒適。</p> <p>(2) 噪音： ① 音量過大 ② 其組成的各種發音體音調不同、音色不同，各音調和音色之間彼此不和諧，十分雜亂。噪音也可能來自同一個發音體，它的數種振波同時出現，但各振波之複合音不規律、頻率不固定。噪音聽起來令人難受、心煩。甚至聽力受損，自律神經或內分泌失調，引發心臟病或腸胃潰瘍。</p> <p>2. 生活中樂音與噪音的控制效率，影響生活品質。</p> |

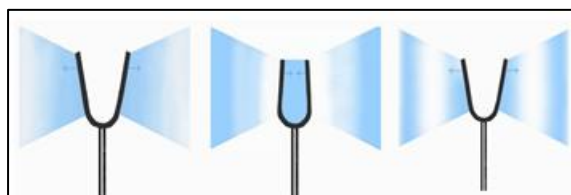
聲音的振動，經麥克風轉換成電子訊號，示波器可表現出聲音的頻率與大小聲。電腦呈現的聲紋實例

由 <http://audacity.sourceforge.net/> 下載免費的軟體 Audacity 安裝備用。

研習活動(二)

聲音的波動性

1. 聲波是縱波



聲波在空氣中的傳播：

- 音叉兩股向外擴張時，外側空氣受到擠壓，形成密部。
- 音叉兩股向內收縮時，外側空氣變得稀疏，形成疏部。
- 音叉連續來回振動，外側空氣便向外形成疏密相間的疏密縱波。

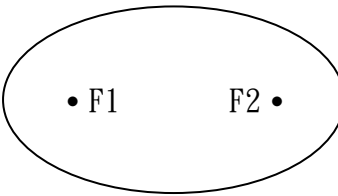
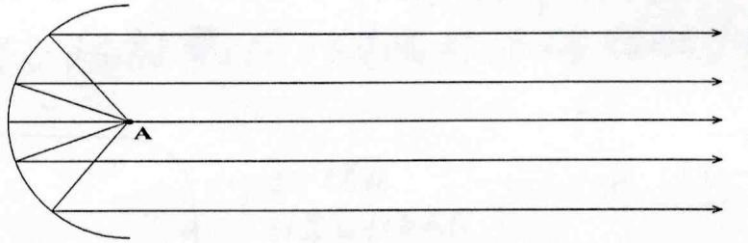
如上圖：音叉來回振動一次，恰產生一個密部與疏部，構成一個全波形，因此聲波的頻率和振動體的頻率相同。

2. 聲音是機械波：

聲波傳播的介質不只限於空氣，藉由固體和液體也能傳播聲波，例如將耳朵貼在鐵軌上，可以聽到遠處火車行駛的聲音；在水中游泳時，仍能聽到水面上傳下來的聲音。

研習活動(三)

隔空密談

| | | |
|--------------------|--|---|
| <p>思 考 階 段</p> | <p>探究過程及內容</p> | |
| <p>情境</p> | <p>科學遊樂區橢圓屋的隔空密談 橢圓有兩個焦點。遊客可以分別站在這兩個焦點上，雙方壓低嗓門，以耳語的方式隔空密談，屋內站在其他各點的人卻無法聽到兩人隔空密談的內容。</p> |  |
| <p>問題</p> | <p>為什麼橢圓屋中站在兩焦點上的人，可以隔空密談？</p> | |
| <p>推論</p> | <p>. 以閉鎖式問答法來推論（學習者問，教學者答，只答「是或否」）</p> | |
| <p>設 計 驗 證</p> | <p>針對推論，設計實驗驗證推論 . 現場者（(1) 以錄影帶發表 (2) 可以口頭說明） . 不在現場者，請各組以類比物來支持推論，並且實作展示之。</p> | |
| <p>解釋</p> | <p>. 在橢圓屋的兩個焦點之間可以隔空密談，其發音和收音的效果和橢圓模型中二焦點間光波或水波的「發散與聚合」反應相似。 . 藉由聲音、光 and 水的實驗，可推斷聲音像水或光一樣，遇光滑平面時會反射，且有一定的方向，都符合入射角等於反射角的原則，故三者皆由橢圓焦點之一向四周發散，可以同時到達另一焦點。</p> | |
| <p>推 廣 發 展</p> | <p>音樂台之設計</p>  <p>(生活中手電筒、車燈等之設計原理亦復如此)</p> | |

貳、 太陽與四季

(一) 四季日升、日落、日中天現象的感受

1.實測四季日升、日落、日中天的觀日數據。

實測太陽的方位和仰角

2.轉錄四季日升、日落、日中天的觀日數據到立體天空模型之上。

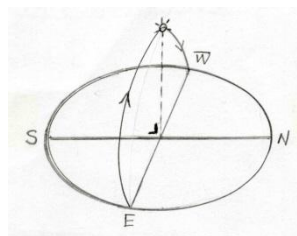
3.實測並畫記四季清晨、中午、黃昏的竿影，並加比較。

四季竿影的解讀方法與驗證

4.實地拍攝某地四季日出、日落的照片並加比較。再與前列實測資訊、科學概念相互檢核。

(二) 四季日升、日落、日中天的認知與學習方法

1.國小、國中、高中都學過左下圖的知識，但是一般大學生被測試時，對日升日落的認知卻為右下圖者：



分析其原因為：由「看圖聽講」的學習方式，未能得到真正的學習。故擬加強主動探究過程，並且由學習者自行建構知識為教學活動設計的基本理念著手改善。

2.再由自行繪製的「四季日升、日落、日中天」立體天空模型，統整它與日常生活經驗的關係，以加強認知，並使「自然」與「生活科技」得以關聯。

(三) 四季日升、日落、日中天的位置改變的原因：對國小學生來說，只看現象，可以不究其因，但在師資培育課程中卻必須加以研討。此問題涉及時空關係，因此不易自行思索，須以模型模擬四季變化來探究。

用「四季地球 VS.太陽模型」實作立竿在地球儀上某地的竿影來推理解答。

(四) 四季圭表與日晷的探究（彈性學習）

圭表何以計年？日晷何以計時？可作為太陽與四季的彈性學習活動，因為許多學校在校園裡有日晷，而科博館或公園裡有日晷，只要將課內學習的內容延伸，即可解決迷思，並以社區生活、科學史等相互關聯。

參、光與顏料的分散與聚合

(一) 光的分散

1. 光直線前進。
2. 光以斜交角進入新介質會折射，且有一定的折射方向
3. 陽光穿過透鏡的兩面再回到空氣中，此透鏡兩面之夾角大小合適時，折射後形成的色散現象出現明顯的彩虹。
4. 陽光（白光）色散後所產生的各種色光之偏折角大小不同：
紫光 > 藍光 > 綠光 > 黃光 > 橙光 > 紅光。

(二) 光的聚合

1. 色光的聚合：操作、觀察、推理、驗證與解釋。並與光的色散相互檢核。
2. 彩色影子的實驗：操作、觀察、推理、驗證與解釋。

(三) 顏料的分散與聚合：推理、設計驗證與解釋。並與光的色散、聚合相互檢核。

(四) 彩色世界：以「光與顏料的分散與聚合」解釋我們看到的彩色世界。

肆、筷子斷了嗎

1. 眼睛為什麼可以看到筷子？
2. 透明杯中插入一隻筷子，如果加水入杯中，由正前方看，筷子會有什麼變化？加水後由正前方看，筷子會有什麼變化？
3. 視線是如何產生的？它會轉彎嗎？
4. 三角錐形瓶後橫放一隻筷子，如果加水入杯中，由正前方看，筷子會有什麼變化？