

「音階」原來是這樣!

領域/科目	藝術/音樂		設計者	李沂宸
實施年級	六年級		總節次	共 6 節, 6 週
單元名稱	「音階」原來是這樣!			
設計理念				
在第二、三學習階段的國小藝術課程中, 三年級開始會正式進入到音樂的學習領域, 主要包含音樂元素、樂器學習、樂理知識、音樂欣賞、表演創作等內容, 但從課本內容來說, 很少會真正的帶領學生追本溯源去認識音樂上的每一個音是如何產生, 為何會是這樣的音高來定義音樂。 因此在本次課程中, 透過STEAM教育的領域學習、動手做、解決問題和五感學習的精神來認識音樂中的音高與音律。課程以聲音原理出發, 從音管長度的關係入門, 帶領學生認識及計算音律;再透過計算的音律來製作出相對應的音管, 完成自製樂器的實作;最後要實際將樂器製作出來並且演奏, 達成做中學的目標。				
設計依據				
學習重點	學習表現	● Ⅲ-5能探索並使用音樂元素, 進行簡易創作, 表達自我的思想與情感。 ● Ⅲ-6能學習設計思考, 進行創意發想和實作。 ● 2-Ⅲ-1能使用適當的音樂語彙, 描述各類音樂作品及唱奏表現, 以分享美感經驗。	核心素養	● A自主行動: A2系統思考與解決問題 ● B溝通互動: B1符號運用與溝通表達、 B3藝術涵養與美感素養 ● C社會參與: C2人際關係與團隊合作
	學習內容	● 音E-Ⅲ-3音樂元素, 如:曲調、調式等。 ● 音E-Ⅲ-5簡易創作, 如:節奏創作、曲調創作、曲式創作等。 ● 音A-Ⅲ-2相關音樂語彙, 如曲調、調式等描述音樂元素之音樂術語, 或相關之一般性用語。		呼應之數位素養 □數位安全、法規、倫理。 □數位技能與資料處理。 ■數位溝通、合作與問題解決。 ■數位內容視讀與創作。 (請參考數位教學指引3.0版)
與其他領域/科目的連結		● 自然:聲音發聲原理, 透過空氣震動管子產生出音高, 不同管長發出不同音高。 ● 數學:透過數學計算, 算出製作音階管長所需長度。 ● 音樂:音階上的音高為何是這樣, 而音階是如何產出;音律和數學息息相關, 利用數學來找出音高的頻率。		
教材來源		教師自編教材、自製教具、音律相關書籍、網路資訊		

根管子都是一樣長嗎？ 解：敲打；不一樣。 (2)請觀察管子的長度，管子的長度與音高有何影響呢？ 解：越<u>長</u>則越<u>低</u>；越<u>短</u>則越<u>高</u>。 3、綜合活動「我是演奏家」 1. 律音管演奏體驗：每組六人，輪流上台體驗，分成3-4組。 (1)先依照管子長度排序，請學生敲一敲管子來發出聲音。 (2)用簡易樂曲來演奏，曲目包含小星星、兩隻老虎、小蜜蜂等。 2. 總結： (1)複習音名及唱名。 (2)管長與音高的發音原理。 (3)管長與音高的關係。 (4)律音管的演奏方法。 --課堂結束-- 【第二節】	12分鐘 3分鐘	能正確的方式演奏律音管。
1、引導活動「認識畢達哥拉斯」 1. 介紹畢達哥拉斯，提出畢達哥拉斯是如何開始發現且運用數學理論計算出管長與音高的關係。 ①音律是誰發現的？是用什麼數學理論發現的呢？ 解：<u>畢達哥拉斯</u>；比例。 2、發展活動「音高與數字的對話」 1. 播放音律介紹之影片： 【畢達哥拉斯怎麼找到 Do Re Mi ? 】【0'43"-7'24"】 https://youtu.be/p6f__AYhqUA 2. 利用律音管Do、Sol、Do'三種音管來說明音管比例之概念。 3. 播放計算說明影片： 【找音階居然得用數學？】【0'16"-1'47"】 https://youtu.be/RoQdM76uxHE 4. 如何計算？ (1)給定某一頻率，頻率×兩倍(管長×$\frac{1}{2}$)，剛好會發出高八度的聲音。 (2)接下去想要找其他的音高，需要用到最簡單整數比的概	5分鐘 20分鐘	能理解比例原則應用在音律上。 放慢速度，有序地將內容說明清楚。

念, 將頻率 $\times\frac{3}{2}$ (管長 $\times\frac{2}{3}$), 就會找到完全五度音高。

(3)以此類推及能找到音階上全部的音。

5. 教師帶領學生試算：

假設Do音的吸管長度是16公分, 則高音Do則會是 $16\times\frac{1}{2}=8$;

Sol音則會是 $16\times\frac{2}{3}\approx 10.7$, 以此類推。

3、綜合活動 算一算

1. 小組合作共同運用所學, 計算出音階的音高。

*每一根音管的長度就是2:3的比例計算。

2. 可以使用數位工具「分數計算機」來驗算。

**若計算出來的數字少於8, 則要將其 $\times 2$, 管長才會是在音階的範圍內!



音律	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
吸管長度 (CM)	16	14.2	12.6	11.2	10.7	9.5	8.4	8

3. 總結：

(1)統整今日上課重點:畢達哥拉斯、比例、頻率、管長計算。

(2)透過比例, 找出最簡單整數比之概念。1:2;2:3。

(3)確認每組計算出的答案。

--課堂結束--

【第三節】

1、引導活動「調音器運用」

1. 說明純律(古代)與平均律(現代)之差別。

2. 畢達哥拉斯的計算屬於純律, 可是在製作樂器及音準的精緻度上會有困難。近代開始用更為精準的平均律在世界上通用。

3. 調音器介紹:頻率的觀念, 提到現今國際通用的是標準音A=442Hz的調律, 並如何使用調音器來調音。

13分鐘

小組合作, 共同完成。

2分鐘

平板資訊「數位調音器」  2、發展活動「設計樂器」 - 構成吸管排笛的8支吸管的長度應是怎樣的？不同長度的吸管應該如何排列？ 答：不一樣長；由長到短或由短到長。 - 如何避免演奏時吹到其他音高，以致發出錯誤的音高呢？ 答：每根管子之間，須留出空隙。 - 依照你的想法，劃出吸管排笛的草圖。 3、綜合活動「動手做」 - 樂器製作說明： (1)依據音律資料、設計草圖來進行「樂器製作」，實際製作出具有「音階」的音階排笛。 (2)準備材料：吸管八隻、筆、尺、膠帶、雙面膠、瓦楞板、圓點貼紙等。 (3)步驟說明： ①分別在8支吸管標上音名、長度標記。 *為了要調音，請每根音管長度+1公分。 ②使用膠帶將吸管的一端封緊，形成封閉式音管，並測試會不會漏氣。 ③按標示的記號，剪至適當的長度。 ④開始調音，邊剪邊調音，調到最接近之音準。 - 分組開始動手製作。 - 總結： (1)清理所產生的垃圾及整理桌面。 (2)將個人材料裝進夾鏈袋，並且標示姓名。 (3)下次會繼續完成樂器的製作。 --課堂結束-- 【第四節】	5分鐘 10分鐘 23分鐘	引導學生了解過去與現在的調律差異。 引導學生思考如何可以做出實用的演奏樂器。 提醒學生按造步驟製作，並且小心使用工具。 分組練習樂曲，盡可能完整
--	------------------------------------	--

1、 引導活動「認識藝術家<u>草間彌生</u>」 1. 給予學生設計想法，將樂器製作完成後，可以怎麼去裝飾它呢？ 2. 認識藝術家「草間彌生」。 草間彌生，被美國藝術網站My Modern Met選為「21世紀十大前衛藝術家」。圓點從何而來？意義又是什麼？她是因為患有神經性視聽障礙，這個疾病使她看到的世界仿佛隔著一層斑點狀的網。圓點的創作，一開始對草間彌生來說是神經性視聽障礙的一種困擾抒發，但隨著時間的拉長，圓點開始是一種存在的狀態，草間開始為她的圓點賦予意義。 3. 欣賞相關作品，如：Pumpkin、Yellow Pumpkin、Sunlight等。	2分鐘	練習所選定之樂曲。
2、 發展活動「動手做」 1. 將材料發下各組，繼續上周末完成的步驟。 (1)將每隻音管整齊排列於瓦楞板上，每根音管間務必流出間隙。 (2)確認樂器是否有遺漏之步驟未完成。 2. 裝飾樂器 步驟說明： (1)完成樂器製作後，各組發下圓點貼紙。 (2)將透明吸管製作的樂器，上色，做出裝飾。 3、 綜合活動「樂器裝修」 1. 最後修整，包含管長是否正確、發出來的聲音使否完成，有無漏音、破洞等、音階排列順序、樂器外觀的美感等。 2. 總結： (1)清理所產生的垃圾及整理桌面。 (2)將製作好的樂器標示姓名，以便找到主人。 (3)下次開始進入樂器練習及展演。	8分鐘	給予學生感官上的刺激與思考。
--課堂結束-- 【第五節】 1、 引導活動「問題探討」 1. 回顧上次製作樂器的問題、步驟與解決方式。 2. 製作排笛時，如何確保每根管子的音高是正確的？做了什麼調整？ 答：開放式回答。 3. 除了長度外，還有哪些因素可能會影響排笛的音質？	25分鐘	提醒學生按造步驟製作，並且小心使用工具。

答:開放式回答。 2、 發展活動「分組」 1. 樂器吹奏教學: ①吹管與下嘴唇貼合, 接近90度姿勢, 嘴巴吹出的空氣垂直向下。 ②樂器盡可能與嘴巴呈現垂直角度, 聲音會比較容易發出。 2. 分組: 將全班分為4-5組, 由教師提供樂曲(學生亦可自行選擇), 選出適合的樂曲進行小組練習。將於下次課程進行分組的展演活動。 ※適合曲目如:〈瑪莉有隻小綿羊〉、〈兩隻老虎〉、〈小星星〉、〈春神來了〉、〈音階歌〉、〈森林裡的小矮人〉……等。 3、 綜合活動「練習」 1. 練習:各組選定樂曲後, 開始練習樂曲, 教師於每組進行指導。 2. 總結:說明發表重點, 整理教室並復原。 --課堂結束— 【第六節】 1、 引導活動「探討、展演說明」 1. 測試樂器: 製作的結果理想嗎? 如不理想, 試著想出可以改善的地方及建議。 2. 給每一組時間練習, 抽出上台順序。 2、 發展活動「練習、作品欣賞與呈現」新增 1. 分組將樂曲複習。 2. 各組依序上台呈現, 同時介紹自己所做的樂器。 3. 撰寫互評與回饋表。	5分鐘 2分鐘 8分鐘 10分鐘	請學生回顧製作樂器的過程中是否有需要調整的地方。 許多學生會無法發出聲音, 因此這部分要特別進行教學。
---	--	---

3、 綜合練習「省思與回饋」 1. 製作排笛過程中遇到了哪些挑戰？是如何克服的？ 答：開放式回答。 2. 如果有機會改進你的排笛，你會做哪些改變？為什麼？ 答：開放式回答。 3. 這堂課你學到哪些新的音樂或科學知識？你最喜歡哪一部分？ 答：開放式回答。 4. 總結： (1)完成學習單。 (2)教師總結課程： 這堂課旨在透過STEAM的精神，讓同學重新思考音樂的根本，了解原來音樂是從數學開始發展，最後因為有「人」的演奏與創作，開始從理性的一面進入到感性層面。同時同學們在動手做的過程中，也運用到自然科學、數學等知識，設計出來的樂器是能夠真正的演奏，並非是會發出聲音而已，期望每位同學都能夠有探究的精神，思考每一件事情的根源。	20分鐘 2分鐘 5分鐘 20分鐘 10分鐘	教師給予每組學生指導。 再次回顧樂器的實用性。 教師給予每組學生指導。 幫助學生重新去省思此課程的內容，並且做出回饋。
---	---	---

		5分鐘																														
教學省思：																																
(1) 課程研發的歷程轉變：																																
最初以製作樂器出發，進而延伸出前段「律音管演奏」、「計算音律」、「裝飾設計」及「小組展演」等歷程，豐富了課程的內容及完整性，將教案內容更完整。																																
(2) 教師的增能收穫：																																
在與其他音樂、自然、美術教師的互相分享中，得到許多不同的觀點，一開始僅以音樂角度出發，再加上自然老師的分享，了解到學生可能對於聲音的概念不夠清晰；與美術老師溝通後，充分了解到學生已經有的學習經驗，同時可以如何運用的製作樂器的過程中。																																
(3) 學生的學習歷程或反饋：																																
學生在最一開始會詢問音樂課為什麼要講自然、數學的東西呢？後來學生會開始理解，音樂的根本來自於絕對的理性，每一個因是透過數學所計算得來，並非是絕對的感性。從此角度開始，學生會明白到欣賞及演奏音樂不該只是奏出聲音，而能夠用更多的角度來理解、認識音樂。																																
(4) 結論：																																
本課程對部分六年級學生來說，還是有一些困難點，包含需要對音名有基本的了解、數學及自然科學有相對的基礎外，更多的是動手製作的部分，在實施的過程中發現有些學生的動手能力比較弱，不過透過多次的反覆練習，都是可以達成課程要求的。																																
最後，此課程能夠讓學生從另外一個角度來學習音樂，並非只是吹直笛、唱歌或音樂欣賞而已，希望學生能夠用不同的角度來認識並且詮釋音樂。																																
參考資料																																
- 畢達哥拉斯怎麼找到 Do Re Mi? https://nicechord.com/post/pythagorean-tuning/ - 律音管演奏 https://www.youtube.com/watch?v=FGltmnWu8lk - 在線調音器 https://www.musicca.com/tw/tuner																																
附錄：																																
評量規準																																
<table><tr><td>評量級第</td><td>精熟(A) 90分以上</td><td>優良(B) 80-89分</td><td>普通(C) 70-79分</td><td>待加強(D) 60-69分</td><td>未完成(e) 60分以下</td></tr><tr><td>項目</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>學習單</td><td rowspan="4">能完整呈現， 並達水準之 上。</td><td rowspan="4">能大部分呈 現，並於標準 上大部分完 成。</td><td rowspan="4">能呈現課堂 內容，並達標 準。</td><td rowspan="4">大致能跟上 課程內容，但 未達標準之 上。</td><td rowspan="4">未能完成課 程內容之標 準。</td></tr><tr><td>樂器製作</td></tr><tr><td>小組合作</td></tr><tr><td>上台演奏</td></tr><tr><td>口頭評量</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						評量級第	精熟(A) 90分以上	優良(B) 80-89分	普通(C) 70-79分	待加強(D) 60-69分	未完成(e) 60分以下	項目						學習單	能完整呈現， 並達水準之 上。	能大部分呈 現，並於標準 上大部分完 成。	能呈現課堂 內容，並達標 準。	大致能跟上 課程內容，但 未達標準之 上。	未能完成課 程內容之標 準。	樂器製作	小組合作	上台演奏	口頭評量					
評量級第	精熟(A) 90分以上	優良(B) 80-89分	普通(C) 70-79分	待加強(D) 60-69分	未完成(e) 60分以下																											
項目																																
學習單	能完整呈現， 並達水準之 上。	能大部分呈 現，並於標準 上大部分完 成。	能呈現課堂 內容，並達標 準。	大致能跟上 課程內容，但 未達標準之 上。	未能完成課 程內容之標 準。																											
樂器製作																																
小組合作																																
上台演奏																																
口頭評量																																
學習單																																

音階原來是這樣！

一、About 音的名稱：

1. 音高是什麼？

答：_____

2. 什麼是音階？請寫出 Do 到 Do' 的音階排序，並標示唱名及音名。

唱名	Do							Do'
音名	C							C

二、Maker 想一想：

1. 看完律音管演奏的影片，請問律音管是如何發出聲音？每根管子都是一樣長嗎？

答：_____

2. 請觀察管子的長度，管子的長度與音高有何影響呢？

答：越 則越 ；越 則越 。

三、Try it 音律的計算：

1. 音律是誰發現的？是用什麼數學理論證明的呢？

答：_____

2. 音高與頻率有關係，而頻率與管長成 _____。

3. 如何計算？(此部分由小組共同完成，並抄寫在表格中)

(1) 給定某一頻率，頻率×兩個倍(管長× $\frac{1}{2}$)，則可算出八度的聲音。

(2) 接下來再找其他的音高，將新的頻率× $\frac{2}{3}$ (管長× $\frac{3}{2}$)，就會找到 _____ 音。

(3) 以此類推及能找到音階上的八個音高。

**若計算數字少於 8 則要÷2，才會找到音階上的全部音高。

(4) 小組合作：共同運用所學，計算出音階的音高。*可使用數位計算

(4-1) 給定基礎音【Do 音】的吸管長度是 16 公分，則【高八度 Do】則會是 $16 \times \frac{1}{2} = 8$ 公分；接下來都是× $\frac{2}{3}$ ，【Sol 音】則會是 $16 \times \frac{2}{3} \approx 10.7$ 公分，以此類推。

(4-2) 接下來每根音管的長度就是 2:3 的比例計算。

音階	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do'
音名	C	D	E	F	G	A	B	C
吸管長度	16			11.2	10.7		8.4	8

單位：公分

四、Try it 吸管排笛的製作：

1. 構成吸管排笛的 8 支吸管的長度應是怎樣的？不同長度的吸管應該如何排列？

答：_____

2. 如何避免演奏時吹到其它音高，以致發出錯誤的音高呢？

答：_____

3. 依照你的想法，劃出吸管排笛的草圖。



∞ 認識華爾滋生的圓點藝術 ∞

華爾滋生 (Walden, 1929.03.22) 出生於日本長野縣松本市，畢業於京都市立美術工藝學校 (現京都造形大學)，被美國藝術網站 My Modern Met 選為「21 世紀十大前衛藝術家」。

圓點從何而來？意義又是什麼？她是因為患有神經性視聽障礙，這個疾病使她看到的世界上彷彿隔著一層斑斑點點的網。而 Pop Art 著音藝術，用象徵稱其具大眾吸引力、可大量複製印刷的商業藝術。

因此，連續重複的圖像、濃烈的色彩畫面，就成為普普藝術發展的基本元素。圓點的創作，一開始對華爾滋生來說只是神經性視聽障礙的一種困擾抒發，但隨著時間的延長，圓點開始是一種存在的狀態，華爾滋開始為她的圓點賦予意義。

五、問與答：

1. 製作排笛時，如何確保每根管子的音高是正確的？做了什麼調整？

答：_____

2. 除了長度外，還有那些因素可能會影響排笛的音質？

答：_____

六、省思與回饋：

1. 製作排笛過程中遇到了哪些挑戰？是如何克服的？

答：_____

2. 如果有機會改進你的排笛，你會做哪些改變？為什麼？

答：_____

3. 這堂課你學到哪些新的音樂或科學知識？你最喜歡哪一部分？

答：_____

參考樂譜

童謠歌曲選

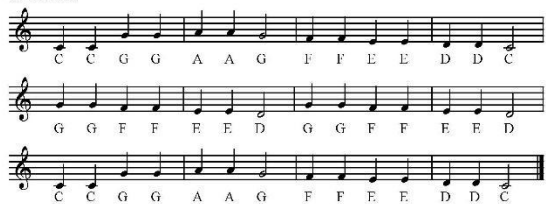
給吸管排笛演奏

李詩安
2024.11.25

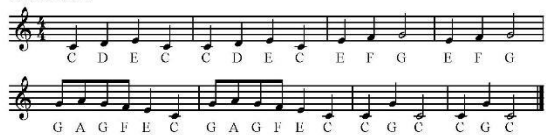
01【瑪莉有隻小綿羊】



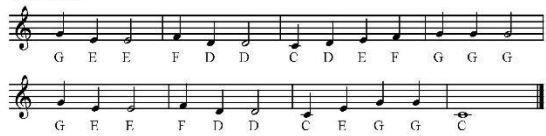
02【小星星】



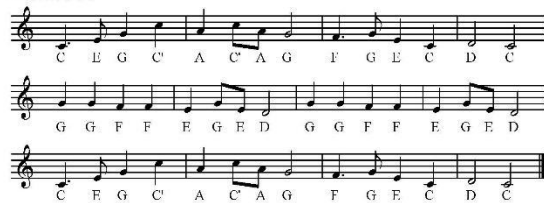
03【兩隻老虎】



04【小蜜蜂】



05【吾神來了】



06【森林裡的小矮人】



07【捕魚歌】



08【往事難忘】



影片、簡報：請參考雲端硬碟中所提供資料。