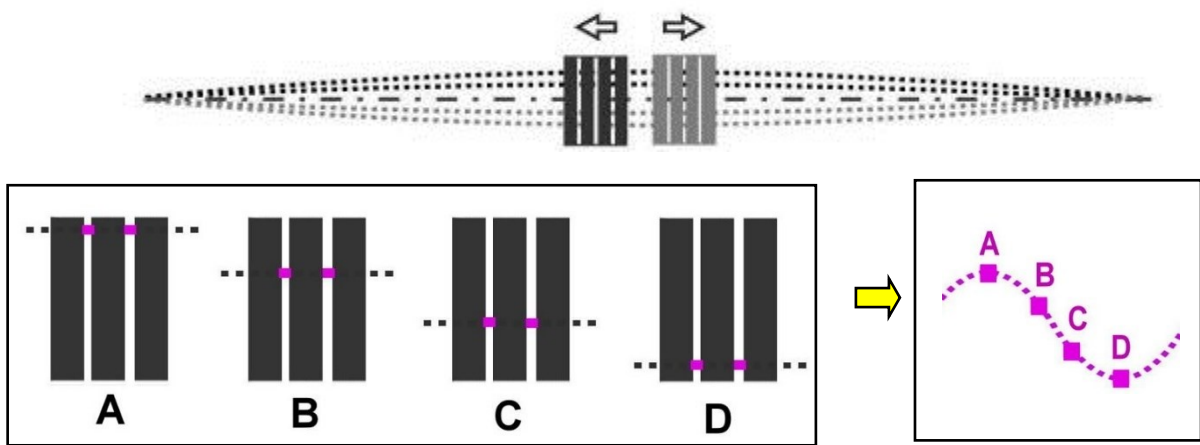


| | 探究 學習內容 | 實作 學習內容 |
|----------|-----------|--|
| 1. 發現問題 | 觀察現象 | 教師呈現波動現形記的現象： 撥動鬆緊帶後，來回移動黑白條紋紙卡， 可以看到「波」。(如右圖 QR code) |
| | 形成或訂定問題 | 指導學生提出適合科學探究的問題：(分組) (1)鬆緊帶的鬆緊程度不同，觀察到的波長有何差別？ (2)條紋紙卡的移動速度不同，觀察到的波長有何差別？ (3)紙卡條紋的間距不同，觀察到的波長有何差別？ |
| | 提出可驗證的觀點 | 針對以上探究問題，提出「假說」(含理由) (1)鬆緊帶越緊，觀察到的波長會越短。 (2)紙卡的移動速度越快，觀察到的波長會越短。 (3)紙卡條紋的間距越小，觀察到的波長就越短。 |
| 2. 規劃與研究 | 尋找變因或條件 | 指導學生釐清操縱變因、控制變因、應變變因。 例如探究問題(1)：操縱變因是「鬆緊帶的鬆緊程度不同」， 控制變因包括：「紙卡移動速度、紙卡條紋的間距(相同紙卡) ...」等， 應變變因是觀察到的波長。 |
| | 擬定研究計畫 | (1)依據選訂的探究問題，設計實驗。 (2)能正確的組裝實驗裝置。 (3)小組合作分派實驗工作。 |
| | 收集資料數據 | (1)正確且安全的操作實驗器材。 (2)設計適當的紀錄格式並詳實記錄，例如拍照或攝影、紙筆記錄等。 (3)每項變因的實驗記錄至少三筆以上的資料 |
| 3. 論證與建模 | 分析資料和呈現證據 | (1)將蒐集到的數據，製作圖與表。 (2)整理出資料的變化性有否規則性？(正反比或相關性) (3)小組討論；比較自己、同學與其他相關的證據的合理性。 培養學生能以合理明確的「證據」提出「主張」。 |
| | 解釋和推理 | (1)由資料分析結果，討論應該拒絕假說或接受假說。 (2)由資料數據顯示的相關性形成解釋，推測可能的因果關係。例如鬆緊帶越緊時波形越密，鬆緊帶越鬆時波形越疏。 |
| | 提出結論或解決方案 | (1)由探究的資料與結果形成結論。 (2)形成新的概念或問題。例如：鬆緊帶越緊，波形越密；鬆緊帶越松，波形越疏。 |
| | 建立模型 | 由探究結果建立合理模型以描述所觀察的現象。如下頁附圖的解釋模型。 |



| | 探究 學習內容 | 實作 學習內容 |
|----------|---------|---|
| 4. 表達與分享 | 表達與溝通 | (1)各組上台報告成果，利用口語、文字、影音或實物等方式表達。 (2)能正確運用視覺暫留、波長、振幅等科學名詞。 (3)有條理且合邏輯的陳述探究成果。 |
| | 合作與討論 | (1)傾聽他人的報告，並能提出具體的意見或建議。 (2)以課室提問方式，請學生評估同學的探究過程、結果或模型的優缺點與疑問或提出改善方案。 |
| | 評價與省思 | (1)能指出各組組別探究過程的優缺點以及有待改進問題。 (2)思考在探究過程中，「假說」的確定性程度，能否達到「理論」的層次？如何判決？ |



附圖 波動現形記解釋模型

「自然科學探究與實作」教學活動設計

教案 單元名稱：波動現形記

| | | | |
|----------------------------------|---|--|--------------|
| 教學領域 | 自然科學探究與實作 | 教學時間 | 150 分鐘 / 3 節 |
| 學生經驗 | 學生知道聲音與振動的頻率、振幅...等有關，且瞭解波形各構造的名稱、知道波的概念。 | | |
| 十二年國民基本教育課程綱要普通型高中自然科學領域必修課程學習重點 | 思考智能 (t) | | |
| | ti-□c-1 | 能主動察覺生活中各種自然科學問題的成因，並能根據 <u>已知的科學知識提出解決問題的各種假設想法</u> ，進而以個人或團體方式設計創新的科學探索方式並得到成果。 | |
| | tr-□c-1 | 能運用簡單的數理演算公式及單一的科學證據或理論， <u>理解自然科學知識或理論及其因果關係</u> ，或提出他人論點的限制，進而提出不同的論點。 | |
| | tc-□c-1 | 能比較與判斷自己及他人對於科學資料的解釋在方法及程序上的合理性，並能提出問題或意見。 | |
| | 問題解決 (p) | | |
| | po-□c-2 | 能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等， <u>確認並提出生活周遭中適合科學探究或適合以科學方式尋求解決的問題（或假說）</u> 。當有多個問題同時存在時，能分辨並擇定優先重要之問題（或假說）。 | |
| | pe-□c-1 | 能辨明多個自變項或應變項並計劃適當次數的測試、 <u>合理地預測活動的可能結果和可能失敗的原因</u> 。 | |
| | pe-□c-2 | 能 <u>正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源</u> ，能適度創新改善執行方式。能進行精確的質性觀察或數值量測，視需要能運用科技儀器輔助記錄。 | |
| | pa-□c-1 | 能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊及數學等方法， <u>有效整理資訊或數據</u> 。 | |
| | pa-□c-2 | 能運用科學原理、思考智能、數學、統計等方法，從探究所得的資訊或數據， <u>形成解釋、理解、發現新知、獲知因果關係、理解科學相關的社會議題、解決問題或是發現新的問題</u> 。並能將自己的探究結果和同學的結果或其他相關的資訊比較對照，相互檢核， <u>確認結果</u> 。 | |
| pc-□c-1 | 能理解同學的探究過程和結果（或經簡化過的科學報告）， <u>提出合理而且較完整的疑問或意見</u> 。並能對整個探究過程： <u>包括，觀察定題、推理實作、數據信效度、資源運用、活動安全、探究結果等</u> ，進行評核、形成評價並提出合理的改善方案。 | | |
| pc-□c-2 | 能利用口語、影像（例如：攝影、錄影）、文字與圖案、 | | |

| <p style="text-align: center;"><u>繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，呈現探究之過程、發現或成果。</u></p> <p>科學的態度與本質 (a)</p> <p>ai-□c-1 <u>透過成功的問題解決經驗，獲得成就感。</u></p> <p>ai-□c-2 <u>透過科學探索與科學思考對生活週遭的事物產生新的體驗及興趣。</u></p> <p>ai-□c-3 <u>體會生活中處處運用到科學，而能欣賞科學的重要性。</u></p> <p>ah-□c-1 <u>了解科學知識是人們理解現象的一種解釋，但不是唯一的解釋。</u></p> <p>ah-□c-2 <u>對日常生活中所獲得的科學資訊抱持批判的態度，審慎檢視其真實性與可信度。</u></p> <p>an-□c-2 <u>了解科學的認知方式講求經驗證據性、合乎邏輯性、存疑和反覆檢視。</u></p> | | | | |
|--|--|--|---|---|
| 教學活動內容 | | | | |
| 科學探究能力細項 | 學習重點 | 教學情境 | 學生活動 | 時間(分) |
| | | 準備材料 ➤ 教師部分 1.長木板、鐵釘、鐵鎚、黑白中間線條紙卡、黑色鬆緊帶。 2.備妥學習單。 | | 教學時間 教師可視情形彈性調整 |
| 第一節 | | | | |
| 1.發現問題 | | 一、引起動機 教師指導學生將黑白線條紙卡放在鬆緊帶下方，然後撥動鬆緊帶，讓鬆緊帶振動，同時來回移動紙卡。 | 學生仔細觀察從紙卡上方所看到的現象，並記錄於 學習單第1題 。 | 10分 |
| | ti-□c-1 po-□c-2 ai-□c-2 ai-□c-3 | 二、發展活動 1.教師提問：你在紙卡上方看見什麼？ 2.教師提問：假如你是科學家，看到這樣的現象，有什麼樣的問題是值得你去研究？也就是有可能影響實驗結果的因素，就是好的問題；不可能影響實 | 1.學生可能回答：看到黑色線條，出現像水波形狀的線條。 2.學生習寫 學習單第2題 ，可能回答： (1)鬆緊帶的鬆緊程度不同，觀察到的波長有何差別？ | 5分 11分 |

| | | | | |
|--|----------------------------|--|--|-----------------|
| | <p>po-□c-2 ai-□c-2</p> | <p>驗結果的就是不好的問題。請你記錄在學習單的第 2 題。</p> <p><配合學習單第 2 題></p> <p>【引導學生討論：波形的疏密可能會受什麼因素影響？有什麼問題適合進行探究？】</p> <p>□學生回答右欄(1)、(2)、(3)欲研究問題，教師回應此 3 種皆為合適的研究問題，因實驗結果可能有受到這 3 種因素影響。</p> <p>4.教師指導學生提出預測的理由，而提出的假說必須為「可驗證性」，是要可以設計實驗進行考驗的。</p> <p><配合學習單第 3 大題></p> <p>學生討論後而形成的假說，不一定要限定是下列三個假說，因此，只要有合理的理由，都可以接受。</p> <p>例如：</p> <p>假說(1)：鬆緊帶越緊，觀察到的波長會越短。</p> <p>理由：鬆緊帶越緊，振動頻率就越快，會使得波長縮短。</p> <p>假說(2)：紙卡的移動速度越快，觀察到的波長會越短。</p> <p>理由：紙卡的移動速度越快，波數就越密，因此波長會縮短。</p> <p>假說(3)：紙卡條紋的間距越小，觀察到的波長就越短。</p> <p>理由：紙卡條紋的間距越小，波與波的距離就縮短，因此波長變短。</p> | <p>(2)條紋紙卡的移動速度不同，觀察到的波長有何差別？</p> <p>(3)紙卡條紋的間距不同，觀察到的波長有何差別？</p> <p>學生仔細聆聽，能提出研究假說(學習單 3-1)和合理的理由(學習單 3-2)。</p> | <p>24 分</p> |
|--|----------------------------|--|--|-----------------|

第二節

| | | | |
|-----------------|--|---|-----|
| 2. 規劃與研究 | pe-□c-1 ai-□c-2 ai-□c-3 | 一、準備活動 1. 教師指導學生針對小組選定的問題，設計實驗以考驗假說。 二、發展活動 1. 教師提示：實驗中，會有很多因素可能影響到實驗結果，為了能找出其中某項因素對實驗的影響，因此在實驗時，只能有一個因素是可以改變的，我們稱它為操縱變因。而其他保持不變的因素，我們稱為控制變因。請同學討論出各組所要探究的問題該如何控制變因、觀察以及測量。 【教學重點在指導學生如何進行控制變因、觀察及測量。】 <配合學習單第4大題> | 5 分 |
| | 2. 教師提問：第一、二組 探究問題(1) 為「鬆緊帶的鬆緊程度不同，觀察到的波長有何差別？」所設計的實驗中，操縱變因、控制變因及應變變因分別各是什麼？ | 各組學生進行討論該組探究問題的實驗設計，並完成 學習單 4-1 到 4-5 。 | 8 分 |
| | 3. 教師提問：第三、四組 探究問題(2) 為「條紋紙卡的移動速度不同，觀察到的波長有何差別？」所設計的實驗中，操縱變因、控制變因及應變變因分別各是什麼？ | 第一、二組學生依照討論結果回答， 探究問題(1) ：操縱變因是「鬆緊帶的鬆緊程度不同」，控制變因包括：「紙卡移動速度、紙卡條紋的間距（相同紙卡）」等，應變變因是觀察到的波長。 | 3 分 |
| | 4. 教師提問：第五、六組 探究問題(3) 為「紙卡條紋的間距 | 第三、四組學生依照討論結果回答 探究問題(2) ：操縱變因是「條紋紙卡的移動速度不同」，控制變因包括：「相同紙卡、鬆緊帶的鬆緊程度一樣」等，應變變因是觀察到的波長。 | 3 分 |

| | | | | |
|-----------------------|--|---|---|-------------------------|
| | <p>pe-□c-2 ai-□c-2 an-□c-2</p> | <p>不同，觀察到的波長有何差別？」所設計的實驗中，操縱變因、控制變因及應變變因分別各是什麼？</p> <p>【教師準備實驗器材與材料】 每一組材料有：長木板、鐵釘、鐵鎚、黑白相間線條紙卡、黑色鬆緊帶。</p> <p>【教師須提醒學生注意實驗的控制變因，如手撥鬆緊帶的力道要一致、鬆緊帶長短、粗細要一致、鬆緊帶要綁穩固】</p> <p>三、綜合活動</p> <p>1.教師請學生將實驗結果紀錄在學習單第5題，並運用不同方式做紀錄(例如拍照或攝影、紙筆紀錄等)，每項變因的實驗記錄至少要有三筆的數據。教師須注意小組中每位成員都要參與及分工合作。</p> <p><配合學習單第5題></p> | <p>(3)：操縱變因是「紙卡條紋的間距不同」，控制變因包括：「條紋紙卡的移動速度、鬆緊帶的鬆緊程度一樣」等，應變變因是觀察到的波長。</p> <p>學生能專心聽講並清楚知道實驗的步驟。</p> <p>學生蒐集並分析實驗的結果，並記錄在學習單第5題。</p> | <p>28分</p> |
| 第三節 | | | | |
| <p>3.論證與建模</p> | <p>tr-□c-1 pa-□c-1 ai-□c-2 ah-□c-1 ah-□c-2 an-□c-2</p> | <p>一、發展活動</p> <p>1.教師指導學生進行實驗紀錄資料的解釋，若實驗結果能支持假說，則請小組討論「實驗變因如何影響實驗結果」並進行解釋。</p> <p><配合學習單第6、7題></p> <p>2.學生發表討論的結果。</p> | <p>1.小組成員提出自己的想法做意見交流之討論，並完成學習單第6、7題。</p> <p>2.學生解釋實驗記錄的資料： 假說(1)的結果：鬆緊帶的鬆緊不同，所觀察到的波的波長不同，鬆緊帶越緊時波長越短。</p> | <p>10分 12分</p> |

| | | | | |
|----------------|--|---|---|------------------------|
| <p>4.表達與分享</p> | <p>tc-□c-1 pa-□c-2 pc-□c-1 pc-□c-2 ai-□c-1 ai-□c-2 ah-□c-2</p> | <p>3.教師指導學生上台發表實驗結論，進行口頭報告。</p> <p>4.教師可提醒學生發表內容應包含研究問題、假說、實驗方法、紀錄、分析與結論。 <配合學習單第 8 題></p> <p>二、綜合活動</p> <p>1.教師提問：請同學發表活動過程的心得感想。並記錄在學習單的第 9、10 題。 <配合學習單第 9、10 題></p> <p>2.請學生完成學習單並收拾整理、清理場地。</p> <p style="text-align: center;">課程結束</p> | <p>解釋：從實驗結果發現，鬆緊帶較緊時，波長為 0.56 公分，短於鬆緊帶較鬆時的波長 0.65 公分。</p> <p>假說(2)的結果：紙卡的移動速度快慢，所觀察到的波的波長不同，紙卡移動速度越慢時波長越短。</p> <p>解釋：從實驗發現，紙卡的移動速度較慢時，波長為 0.65 公分，短於紙卡移動速度較快時的 1.10 公分。</p> <p>假說(3)的結果：紙卡條紋的間距不同，所觀察到的波的波長不同，紙卡條紋的間距較小，呈現的波的波長越短。</p> <p>解釋：實驗發現，紙卡條紋間距較小時，波長為 0.55 公分，短於紙卡條紋間距較大的 1.10 公分。</p> | <p>21 分</p> <p>7 分</p> |
|----------------|--|---|---|------------------------|

「波動現形記」學習單

班級：____年____班 組別：第____組 座號：____ 姓名：_____

1.發現問題

1. 撥動鬆緊帶後，移動條紋紙卡，你發現了什麼？把看到的記錄下來。

| | |
|---|--|
| <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> | |
|---|--|

2. 假如你是科學家，看到這樣的現象，有什麼樣的問題是值得你去研究？

也就是有可能影響實驗結果的因素會是什麼呢？請你把適合進行探究的問題記錄下來。

形成假說

3. 在老師的提示、統整之後，我們知道科學家要研究的問題，請同學們先提出假說，也就是去預測研究問題的結果，並且提出預測的理由。

3-1 你提出的假說：_____

3-2 提出這個假說的理由：_____

2. 規劃與研究

4. 「實驗中，會有很多因素可能影響到實驗結果，因此在實驗時，只能有一個因素是可以改變的，我們稱它為操縱變因。而其他保持不變的因素，我們稱為控制變因。」請同學討論出各組所要探究的問題該如何控制變因、觀察以及測量。

4-1 我要探究_____，觀察到的波長有何差異？

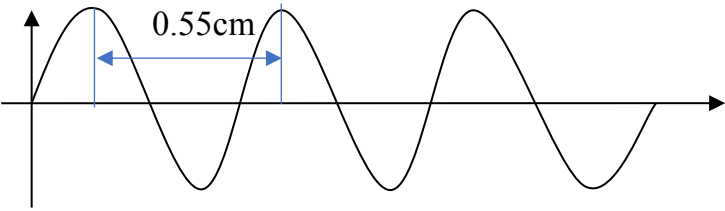






4-2 我的實驗器材：_____

4-3 操縱變因：_____

4-4 應變變因：_____

4-5 控制變因：_____

5. 請將實驗結果記錄下來(記錄波長)

| | | |
|---------------------|---|--|
| <p>範例</p> |  | |
| <p>操縱變因</p> | | |
| <p>實驗結果 第一次</p> |  |  |
| <p>實驗結果 第二次</p> |  |  |
| <p>實驗結果 第三次</p> |  |  |

3.論證與建模

6. 我們這組探究的問題是：_____

7. 我們的實驗發現是：_____

畫圖說明：

4.表達與分享

8. 因此，我們這組得到的實驗結論是：_____

9. 在各組報告中，你會給第幾組改進建議？第_____組

改進的建議是：_____

10. 在這次的探究實作，如果滿分是 100 分，你給自己幾分？_____分

原因是：_____
