

「海面上的波動現象—海浪」教案設計

壹、教案設計

教學主題	海面上的波動現象—海浪	適用年級	高中一年級 高職一年級
適用科目	高中基礎物理（一） 高職基礎物理 B、高職基礎物理 C	使用節數	2 節
設計者	湯郁然	所屬學校	國立台南二中
設計理念	台灣環境四面環海，大多數人對海並不陌生，然而隨著生活型態與環境的轉變，多數人對海的接觸也越來越少。物理是探討自然現象的科學，在我們在學習與理解自然規則的同時，也應該去了解我們周遭的環境。高中與高職一年級的基礎物理課程中，都談到了<波動>現象，其中對水波也有許多介紹。在傳統教學上，水波槽是最普遍的示範教材，然而我們若將這些物理現象的時空背景加以延伸，海面上的水波—就是大家熟悉的海浪，就成了另一個「活生生」的教材，透過對水波的學習，同時也認識海面上的波動—海浪，帶給學生更多與了解海浪的機會。期勉學生在學習物理知識外，能將所學與生活經驗結合，將知識應用在生活中，培養批判思考與對自然人文關懷的態度。 本教案內容分成三大部分，第一部分為物理知識的建立，先由高一課程中波的基本性質，認識波動現象，了解週期波的各項物理量定義與關係，並進入主題—水波，認識水波的反射、折射、干涉與繞射等現象。第二部分為物理與生活的連結，根據水波的基礎知識，進入海浪的介紹並了解海浪的成因，包含了海岸邊常見一般的浪，以及可能造成危害的浪，如瘋狗浪、海嘯等。第三部分則是思考與邏輯分析的訓練，由物理知識與生活資訊，如媒體報導以及資料的收集等，思考並分析海浪對我們生活的影響，進一步將知識與經驗結合並內化。 <pre> graph LR A[認識水波] --- B[波的基本性質] A --- C[水波的特性] B --- D[波動現象] B --- E[波的種類] B --- F[頻率、波長與波速] C --- G[水波槽與水波傳遞] C --- H[水波的反射、折射、干涉與繞射] </pre>		

	<pre> graph LR A[認識海浪] --> B[水波與海浪] A --> C[特殊的海浪] B --> D[海浪的種類] B --> E[海浪的成因與性質] C --> F[成因與影響] G[海浪與生活] --> H[海浪的應用] G --> I[海浪的影響] H --> J[海浪的水波現象] H --> K[生活中的實例] I --> L[海邊潛藏的危機] I --> M[與海和平共存] </pre>		
建構教學目標	能力指標		教學目標 (由「設計理念」結合「能力指標」而形成)
	學習領域 能力指標	海洋教育 能力指標	
	<u>高中基礎物理(一)</u> 6-1-1 說明波速、頻率、波長的關係(數學式)。 6-1-2 以簡單的例子(如：水波、聲波)及圖示的方式說明波的反射、折射、干涉與繞射現象。	4-5-2 瞭解海洋的基本特質(如溫度、鹽度、波浪、潮汐、海流)的成因、分布或變化，及其與生活的關係。	<u>1.認知方面</u> 1-1-1 瞭解何謂波動現象。(高中能力指標 6-1-1、高職能力指標 4-1-1、10-1) 1-1-2 瞭解頻率、週期、波長、波速之定義與關係。(高中能力指標 6-1-1、高職能力指標 4-1-2、10-2) 1-1-3 透過水波現象與性質瞭解波浪的成因以及與生活的關係。(高中能力指標 6-1-1、6-1-2、海洋教育指標 4-5-2) 1-2-1 瞭解波的反射、折射、干涉、繞射等現象。(高中能力指標 6-1-2、高職能力指標 10-2、高職能力指標 10-4) 1-2-2 瞭解波浪的波動現象對環境造成的影響(高中能力指標 6-1-2、高職能力指標 4-1-1、4-1-2、10-1、10-2、海洋教育指標 4-5-2) <u>2.情意方面</u> 2-1-1 能提高對海洋各種現象的瞭解與關注。(高中能力指標 6-1-2、高職能力指標 4-1-1、4-1-2、10-1、10-2、海洋教育指標 4-5-2)
	<u>高職基礎物理 B</u> 4-1-1 以繩波說明波可以傳播能量，但不能傳送物質。 4-1-2 說明力學波是因物質振動而產生，需靠介質才能傳播。並說明波的一般傳播方式有縱波和橫波。		
	<u>高職基礎物理 C</u> 10-1 振動與波。 說明力學波是因物質		

	的振動而產生，必須靠介質才能傳播。波的傳播方式有縱波和橫波兩種。並說明波可以傳播能量，但並無傳送物質。 10-2 週期波。 以正弦波為例定義波長、頻率、波速、振幅、波峰及波谷等專有名詞，並說明其間的關係。 10-4 波的重疊原理。 說明兩獨立波在同一介質中相遇時，其合成波的位移會疊加。		2-1-2 樂於使用所學知識討論分析生活中的波動現象(高中能力指標 6-1-1、6-1-2、高職能力指標 4-1-1、4-1-2、10-1、10-2、10-4、海洋教育指標 4-5-2) <u>3.技能方面</u> 3-1-1 能使用波速、頻率與波長之關係式(高中能力指標 6-1-1、高職能力指標 10-2) 3-1-2 能實際分辨波的反射、折射、干涉、繞射等現象。(高中能力指標 6-1-2、高職能力指標 10-4) 3-2-1 能描述海浪成因與其可能造成的危害，並對海上活動具有危機意識。(高中能力指標 6-1-1、6-1-2、高職能力指標 4-1-1、4-1-2、10-1、10-2、10-4、海洋教育指標 4-5-2)		
學生能力分析	1. 台南二中位於台南市中心，學生主要來自台南市區及鄰近區域，少數來自高雄市。台南市本身臨海，市區距離海邊不遠，有著名的安平港、台江國家公園，黃金海岸等景點，學生幾乎都有到海邊遊玩的經驗，對於海岸與海浪也不陌生。 2. 高一學生在理科平均表現中上，對於國中所學知識大多能夠應用。學生在國中已具備基本的波動認知，高一基礎地球科學課程中也有學習到一些海浪的知識。而在高一課程中對於波的現象有更多定性的描述，但不涉及複雜的計算，學生對課程吸收程度尚佳。對於一些較為抽象的概念，更需要結合生活經驗來增進對物理的認識。				
教材來源	高級中學基礎物理(一)翰林版、自編簡報檔、網路資源。				
教學準備	電腦、投影機、投影布幕、黑板、粉筆、麥克風				
對應教學目標	教 學 活 動		時間	教學資源	教學評量
1-1-1	第一節 一、引起動機 1.問題討論： (1) 生活中常接觸到的波有哪些？例如：水波、聲波、光波、地震波等等。 (2) 這些波的產生原因是？有什麼共同的特性？		05	課本 簡報 電腦 投影機 黑板	口頭評量、上課態度、分組討論、學習單
1-1-1	二、發展活動				
1-1-2	1.波的基本性質		10		

3-1-1	(1)波的成因與特性：波是傳遞振動的現象。 (2)波的分類：依據介質振動方向分橫波與縱波、傳遞是否需要介質分力學波與電磁波。 (水面波較為特殊，介質振動類似圓周運動，而非單純的縱波或橫波。) (3)週期波：說明頻率、週期、波長、振幅等名詞的意義。 a.一次完整振動產生一個完整波形，所需時間為一個週期，波前進的距離為一個波長。 b.頻率為每秒振動的次數，或每秒發出完整波形的個數。頻率與週期互為倒數。 c.振幅為平衡位置到波峰或波谷的距離。			
1-1-3				
1-2-2	2.水波現象與海浪(一)	20		
2-1-1	(1)水波槽的介紹：認識觀察水波的方法。			
3-2-1	(2)水波的傳遞：波速與水深的關係。水波在深水區波速較快、在淺水區波速較慢。 (3)海邊常見的浪：風浪、湧浪與碎浪。 a.風浪：由風造成的海面波浪。 b.湧浪：風浪在離開風域後，持續向前傳遞的浪，季風與颱風都可能造成較大湧浪。 c.碎浪：浪傳遞至海岸邊，因為水深變化導致波速改變，使水波波型不對稱而產生碎浪。 (4)特殊的浪：瘋狗浪、西南湧、海嘯。 a.瘋狗浪：瘋狗浪成因尚無明確的定論，一般認為主要是湧浪造成。當湧浪傳遞至岸邊，可能受到特殊的海岸地形影響，陡然升起數公尺高的巨浪，甚至將人捲走。因為來的突然又無明確的預測方法，有如瘋狗咬人一般，故而得名。 b.西南湧：颱風移動經過南海附近，造成恆春半島一帶出現湧浪，海面看似平靜，卻因湧浪靠近岸邊時掀起巨浪，造成災害。 c.海嘯：海底發生地震時，震動使海水產生劇烈起伏並向四周傳遞。海嘯在深海區域傳遞速率可達每小時 700~800 公里，但振幅卻只有 1、2 公尺，當傳遞至岸邊時因水深變淺波速變慢，振幅會成長數倍，造成重大災。			

1-2-2	三、發展活動	15		
2-1-1	1.觀看新聞報導影片：瘋狗浪。			
2-1-2	2.小組討論與發表：			
3-2-1	a.分析影片中事件發生的主要原因。 b.分析事件發生地點的地形與天氣。 c.討論造成事件發生的其他可能性，以及避免方法。			
第二節 一、引起動機 1.回顧前一堂課的內容。 2.問題討論。		5	課本 簡報 電腦	口頭評量、上課 態度、分組討 論、學習單
1-2-1	二、發展活動	30	投影機 黑板	
1-2-2	1.水波現象與海浪(二)			
2-1-1	(1)水波的反射、折射、干涉、繞射等現象：(使用示範實驗影片來呈現。)			
3-1-2	a.以起波器振動產生直線波前，在水波槽中放置障礙物，觀察反射現象。			
3-2-1	b.製造水深淺不同的區域，觀察折射現象。 c.以起波器振動產生圓形波前，觀察水波干涉現象。 d.在水槽中放置障礙物，觀察繞射現象。			
	(2)以 Google Earth 的衛星空拍圖與例，觀察港口與岸邊的水波現象。			
	(3)沿岸流與離岸流：			
	a.浪傳向岸邊時，因海底地形變淺而折射，波前會趨於平行海岸。未完全平行的波前會形成沿著海岸線傳遞的海流，稱為沿岸流。			
	b.沿岸流匯合後，會形成往外海方向流動的離岸流。離岸流流速快，約為每秒 0.5~2.5 公尺，比一般人的泳速還快，會將人迅速帶離岸邊往外海漂流，人若抵抗容易體力耗盡而發生意外。			
	c.以 Google Earth 的衛星空拍圖與例，觀察海岸邊可能存在離岸流的區域。			
1-2-2	三、綜合活動	15		
2-1-1	1.小組討論與發表：讓學生觀看海岸的空拍圖片，			
2-1-2	分組討論並發表該地形可能造成何種水波現象。			
3-2-1				

貳、教學簡報檔

海面上的波動現象： 海浪

國立台南二中 物理科 湯郁然

1

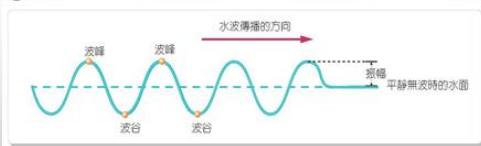
一、波的性質

- 生活中常見的波有哪些？
- 波動現象有何特性？
- 波是一種**傳遞振動**的現象。



2

- 週期波：反覆規律振動產生的波。



- **波長(λ)**：完整振動一次波前進的距離。波長相當於相鄰兩波峰或相鄰兩波谷的間距。

3

- **週期(T)**：完整一次振動所需時間。單位：秒
- **頻率(f)**：每秒的振動次數。單位：1/秒=赫(Hz)

→ 週期與頻率**互為倒數**。

$$f = \frac{1}{T}$$

- **波速公式**：

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$$

4

- 在淺水區域(例如海岸附近)傳遞的水波，其波速與**水的深度**有關。
- 在水深較淺的區域，水波受到**底部摩擦**影響較大，傳遞速率較慢；反之，水深較深的區域，水波傳遞速率較快。

深水區：水波波速較快
淺水區：水波波速較慢

5

二、水波現象與海浪(一)

- **風浪**：風吹拂海面造成的波動，是海浪形成最主要的原因。風吹的區域越廣、風速越大、受風時間越長，浪的高度就越大。

6

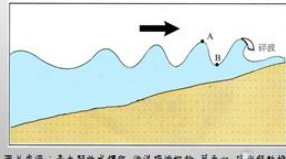
• **湧浪**：風浪形成後往四周傳遞，離開風域後浪持續傳遞，稱之為「湧浪」或「長浪」。在海邊見到一波一波由海面上傳遞而來的浪，就是湧浪。



圖片來源 http://static.donetwork.com/wp-content/uploads/2011/05/20110110-gr_pontal.jpg

7

• **碎浪**：較小的湧浪傳遞至岸邊時，水深變淺，A點波峰的水深大於B點波谷的水深，A點前進速率比B點快，使波形向前傾斜，當傾斜到一定程度時波浪就破碎形成碎浪（碎波）。



圖片來源：臺大開放式課程 海洋環境地物 單元七 近岸地貌

8

• 大型的風場，可能會造成較大的湧浪，例如**颱風**或**季風**。在深海區湧浪傳遞速率大於颱風移動速率，故颱風離台灣還有一段距離時，海面看似平靜，但湧浪會先到達沿岸，並可能對沿岸造成危害。

海面上的小風	→	小湧浪	→	到岸邊時破碎消散
海面上的大風	→	大湧浪	→	到岸邊時掀起巨浪

例如：**瘋狗浪**、**西南湧**

9

• **瘋狗浪**：瘋狗浪的形成還沒有確實的定論，一般認為是由湧浪形成，在傳遞至岸邊時受地形影響而突然掀起巨浪。

• 北部冬天受**東北季風**影響，南部夏天受**西南季風**影響，都容易在海邊出現大浪。

瘋狗浪

10

• 容易發生瘋狗浪的地點：凸出於海岸線的岩岸地形，或是直立礁石、平台等



圖片來源 <http://p1-worldyamedia.tw/MtgwAJQwNtF3b3fsZA==821528c812625fi.jpg>

圖片來源 <http://p1-worldyamedia.tw/MtgwAJQwNtF3b3fsZA==821528c812625fi.jpg>

11

<<蘋果即時新聞>> 2011年10月08日

龍洞一支3釣客落海 1人救起無生命跡象

新北市貢寮區知名的釣魚地點龍洞一支，今天深夜10時許，傳出有3名男性釣客遭大浪打落海，目前消防海巡都在現場找尋，現場天色昏暗，搜救不易，目前持續搜救中。

中央氣象局顯示，今天的滿潮是下午17:35，乾潮是23:17，風向是東北風，中浪轉大浪，浪高約2~3公尺高，可能是因為這個原因才會有釣客遭到大浪襲擊被捲入海中，目前三名釣客的身分還沒辦法確定，現場浪大搜救不易。

目前得知失蹤3名釣客疑似分別為16歲、22歲的楊姓男子，兩人為兄弟，另1位為53歲林姓男子。

深夜近12時許，貢寮現場外海救起一名林姓男子53歲，以無生命跡象，目前急救送往澳底保健站急救。

12

由前一篇新聞報導內容，想想看：

1. 龍洞一支是東北角的著名釣場，在什麼季節較有可能受大浪襲擊？
2. 龍洞一支可能是哪種地形，容易激起大浪？
(1)沙岸 (2)海岬 (3)斷崖
3. 新聞中的意外會發生，可能還有哪些其他因素造成？



• **西南湧：**

2013年7月底在**南海**的低氣壓形成當年度第9號颱風燕子，其移動路徑對台灣沒有直接影響，但造成**西南部沿海**一帶出現湧浪，俗稱西南湧。墾丁南灣有泳客被大浪捲走，勝鴻興號漁船在蚵仔寮漁港遭大浪打翻。



圖片來源：中央氣象局

14

• **海嘯：**

海嘯常是由**海底地震**引起的，與風浪不同。海水因地震影響而產生起伏，以水波的方式向四周傳遞。在深海區域海嘯速率可達每小時700~800公里，但振幅只有幾十公分，海面上的船隻可能沒有明顯感覺。當海嘯傳遞至岸邊，因地形變淺速度減慢而向前堆積，產生數十公尺甚至更高的巨浪，對沿岸地區造成嚴重破壞。

图片来源：维基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B7%B5%E5%B8>

- 2011年3月11日於日本宮城縣仙台市以東的太平洋海域發生芮氏規模9.0地震，引發海嘯，造成福島核電廠事故。

16

- 2010年2月27日於智利比奧比奧沿岸附近陸地發生地震矩規模8.8地震，隨後引發海嘯襲擊環太平洋沿岸國家。
- 2004年12月26日於印尼的蘇門達臘外海發生芮氏規模9.3海底地震。海嘯襲擊印度洋沿岸國家，造成30萬人喪生。準確死亡數字已無法統計。

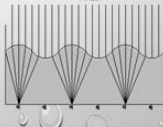
浩劫奇蹟
THE IMPOSSIBLE
11/07-11/17 假期九連登 2/1 歲 大 上 樂

17

三、水波現象與海浪(二)

- 水波槽：

研究水波的裝置。上方光源發出光線穿過水面到下方屏幕。當水面產生水波時，突起的**波峰**使光線會聚，在屏上呈現**亮帶**，凹陷的**波谷**使光線發散，在屏上形成**暗帶**。



The diagram illustrates the experimental setup for observing water waves. At the top, a light source emits parallel light rays. These rays pass through a water surface that is disturbed by a wave, represented by a wavy line. The rays converge at the peaks of the waves and diverge at the troughs. Below the water surface is a screen, represented by a horizontal line with dots. The screen shows alternating bright and dark bands, which are the result of the light rays converging and diverging at the wave peaks and troughs, respectively.

18

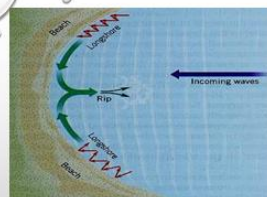
• 沿岸流

海浪傳至岸邊時，波峰線大致與海岸平行，但有不完全平行時，便會沿著海岸線流動，形成沿岸流。

• 離岸流

沿岸流受地形影響而匯聚，產生流向外海的海流，稱為離岸流或裂流。

25



圖片來源
<http://w3.oc.nts.edu.tw/chap9/chap9.htm>

離岸流的流速約為每秒0.5~2.5公尺，比一般人的泳速還快。當人被離岸流帶往外海時，若想要逆流游回岸邊，很可能因體力耗盡而發生意外。

26

- 在海邊活動時，應盡量避免靠近可能有離岸流的區域。哪裡可能有離岸流？



圖片來源
<http://e-inf.org.tw/node/87433>

- 若遇到離岸流怎麼辦？

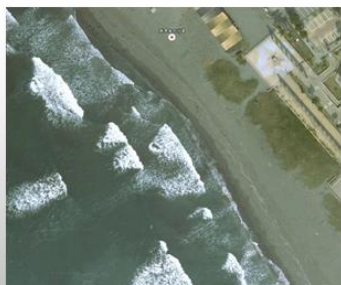
27

- 從Google Earth來找離岸流



圖片來源 Google Earth

28



高雄旗津海水浴場

圖片來源 Google Earth

29

四、結語

台灣四面環海，海與我們的生活有密切的關係。物理本就是研究自然現象的科學，學習物理知識的同時，我們也要多關懷我們的生活環境，不僅是認識海上水波海浪，更能了解海的特性與各種現象，以及海上活動安全的重要，與海和平共存。

30

參、學生學習單

課堂學習單 班級_____座號_____姓名_____

一、新聞追追追

<<蘋果即時新聞>> 2015 年 10 月 08 日

龍洞一支 3 釣客落海 1 人救起無生命跡象

新北市貢寮區知名的釣魚地點龍洞一支，今天深夜 10 時許，傳出有 3 名男性釣客遭大浪打落海，目前消防海巡都在現場找尋，現場天色昏暗，搜救不易，目前持續搜救中。

中央氣象局顯示，今天的滿潮是下午 17：35，乾潮是 23：17，風向是東北風，中浪轉大浪，浪高約 2~3 公尺高，可能是因為這個原因才會有釣客遭到大浪襲擊被捲入海中，目前三名釣客的身分還沒辦法確定，現場浪大搜救不易。

目前得知失蹤 3 名釣客疑似分別為 18 歲、22 歲的楊姓男子，兩人為兄弟，另 1 位為 53 歲林姓男子。

深夜近 12 時許，貢寮現場外海救起一名林男子 53 歲，以無生命跡象，目前急救送往澳底保健站急救。

由新聞報導內容，想想看：

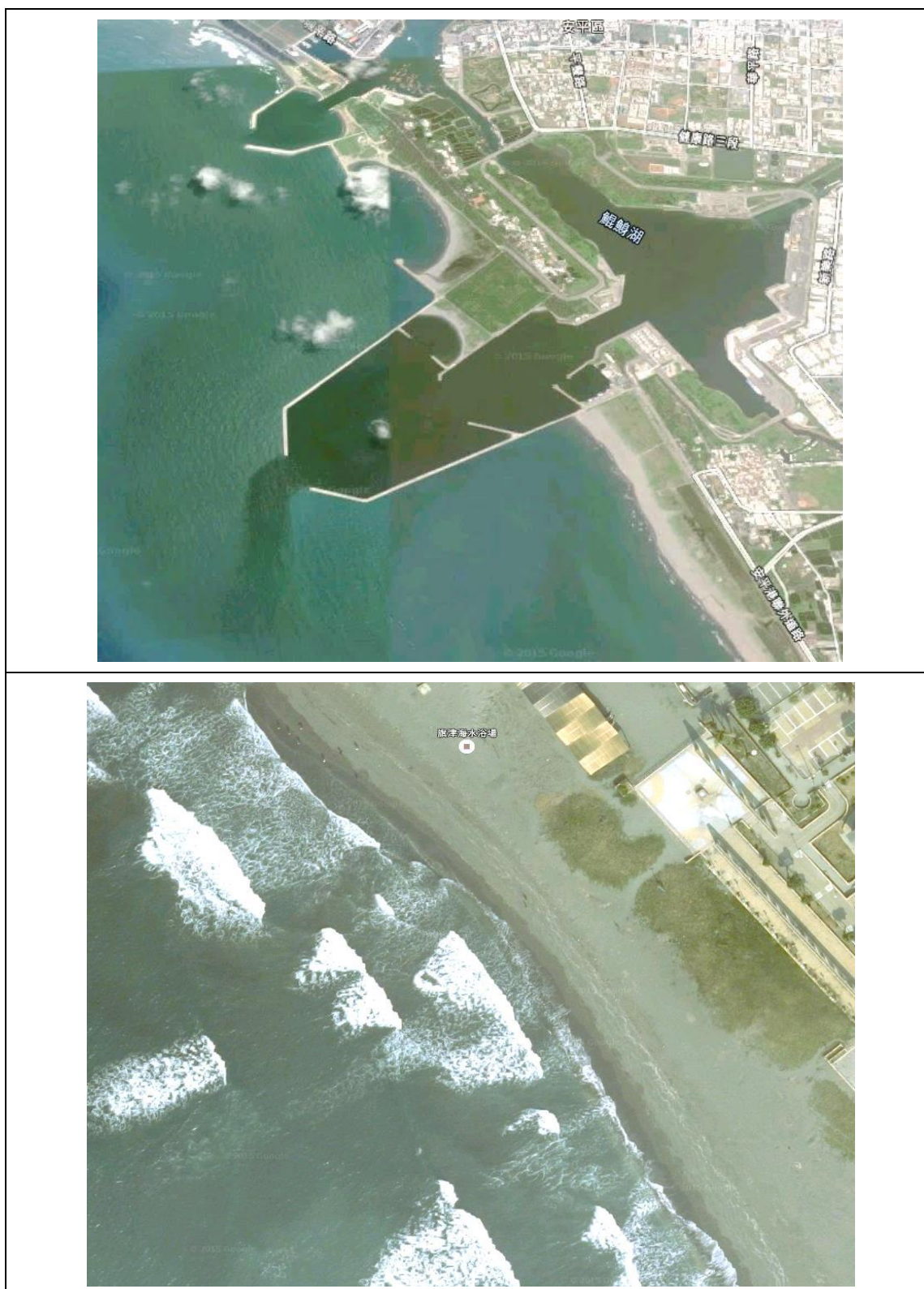
龍洞一支是東北角的著名釣場，在什麼季節較有可能受大浪襲擊？為什麼？

龍洞一支可能是哪種地形，容易激起大浪？(1)沙岸 (2)海岬 (3)斷崖 (4)其他

新聞中的意外會發生，可能還有哪些其他因素造成？

我們如何預防這樣的意外發生？

二、海岸大找碴



肆、學習評量

一、學生學習自評表

經過二節課的學習後，請同學一面回想上課內容，並自我評量自己是否具備下列能力。
請在每項能力後勾選出符合的學習程度。

班級：

座號：

姓名：

授課教師：

自評項目	極同意	同意	普通	不同意	極不同意
我能說明何謂波動現象					
我能舉出生活中的波動實例					
我能說明波長、頻率、波速之間的關係					
我能知道水波波速與水深的關係					
我能認識海浪形成的原因					
我能知道風浪、湧浪的成因與差別					
我能了解不同季節時季風對海浪的影響					
我能了解颱風靠近台灣時對海浪的影響					
我能說明海嘯產生的原因					
我知道何謂水波的反射現象					
我知道何謂水波的折射現象					
我知道何謂水波的干涉現象					
我知道何謂水波的繞射現象					
我能判斷折射發生時的波速大小與波的傳遞方向					
我能知道水波現象發生時波速、波長與頻率的變化					
我能了解沿岸流的成因					
我能了解離岸流的成因					
我能判斷海邊可能出現離岸流的區域					
我能說明遇到離岸流時的應對方法					
我能重視海浪的影響以及海邊活動安全					
我能認真仔細思考課堂上的問題並踴躍回答					
我能在討論時傾聽別人的說法，並勇於表達自己的意見					

二、教師檢核能力指標達成狀況表

檢核項目	極同意	同意	普通	不同意	極不同意
學生能說明何謂波動現象					
學生能舉出生活中的波動實例					
學生能說明波長、頻率、波速之間的關係					
學生能知道水波波速與水深的關係					
學生能說明海浪形成的原因					
學生能知道風浪、湧浪的成因與差別					
學生能了解不同季節時季風對海浪的影響					
學生能了解颱風靠近台灣時對海浪的影響					
學生能說明海嘯產生的原因					
學生能了解何謂水波的反射現象					
學生能了解何謂水波的折射現象					
學生能了解何謂水波的干涉現象					
學生能了解何謂水波的繞射現象					
學生能判斷折射發生時的波速大小與波的傳遞方向					
學生能判斷水波現象發生時波速、波長與頻率的變化					
學生能了解沿岸流的成因					
學生能了解離岸流的成因					
學生能判斷海邊可能出現離岸流的區域					
學生能說明遇到離岸流時的應對方法					
學生能重視海浪的影響以及海邊活動安全					
學生能認真仔細思考課堂上的問題並踴躍回答					
學生能在討論時傾聽別人的說法，並勇於表達自己的意見					

三、教師教學省思

物理是研究自然現象的科學，探索了解大自然的規律及運作的法則。而波動現象是物理中相當重要的一部分，也與我們的生活密不可分，像是聲波、水波、電磁波、地震波等，都是我們探究自然現象的好教材。在準備海洋教育教案時，便聯想到了海上最直接觀察到的現象就是海浪了，基礎物理中波動一章也提到不少水波的例子，正好可以配合融入海洋的議題。對於學生而言，物理總是抽象又複雜，在學習過程若能與生活實例配合，對於概念的理解更有幫助，也能提高學生的學習意願。

在本課程中，由於授課對象是普通高中一年級學生，因此配合的課本章節有翰林版高中基礎物理(一)中的〈6-1 波速、頻率與波長〉與〈6-2 波的特性〉。在波速、波長與頻率的部分，學生對於這些物理量的意義與關係已經有一定程度的認知，因此學習狀況大致良好。在波的特性部分，以水波為例子介紹反射、折射、干涉與繞射等現象。對於反射與折射現象，由於學生已有相關先備知識，對於現象並不陌生，但是由於水波的描述上與繩波、光波等略有不同，靜態的圖片對學生來講比較不容易想像，因此在教學上能使用水波槽、影片或動畫等方式呈現，學生會更容易了解。至於干涉與繞射現象，對學生來說就是比較新的知識，繞射部分在不談原理的前提下，現象比較明確且單純，生活中的例子也很容易觀察，例如水波在港口處防波堤開口的繞射，因此學生接受度較高。然而，學生對於干涉現象的接受度就普遍較低，雖然我們可以用水波槽或同心圓模擬的方式來呈現干涉現象，呈現結果也相當清楚，但這部分與學生生活經驗的連結較弱，學生比較難以想像。未來期待可以利用生活中更明顯的干涉現象，來強化學生的認知。

海浪的部分，是做為水波現象的延伸，由浪的形成、傳遞過程的性質與變化等，都可以與水波作連結，讓學生對浪的現象有更深刻的認知。學生的海邊活動經驗都是在天氣狀態良好的情況，但是意外總是發生在人們掉以輕心的時候，每到夏天雖然總是會宣導注意水上活動的安全，但更希望能藉由本次課程，讓學生對於生活中常見且可能有潛在危險性的現象，例如：湧浪與離岸流，不但能了解其成因與特性外，更能多建立一些危機意識。在分組討論的過程中，對於意外事件的分析與討論，學生參與的狀況良好，討論熱烈並能提出許多的意見，這樣互相激盪的方式對學生思考能有正面的幫助。不過課堂時間有限，在執行上時間的掌控就很重要，討論任務應該盡量簡潔明確。討論過程也希望學生能多思考，在學生發言表達時能多給予鼓勵，但也受到時間限制無法讓更多同學發表意見，這部分可以以學習單的補足，未來進行課程也可以考慮設計課後作業，讓學生能有更多的時間空間將所學的部分再加以延伸。

關於海嘯的部分，是比較特別的例子，雖然大多數人都知道海嘯，但卻不像海浪一樣是生活中常見的現象，甚至多數人根本沒有實際看過海嘯。在歷史紀錄上發生過的大規模海嘯，都造成了很嚴重的災難，台灣雖然受東部海底地形影響較不易有來自遠洋的大海嘯，但若是在鄰近海域形成海嘯，也有可能對海岸造成相當的危害。這部分對學生來說生活經驗的連結也比較薄弱，因此課程安排上，先針對物理的部分作說明，由前面已經學到的水波知識，讓學生了解海嘯的成因與特性，再世界上較近期的大規模海嘯：2011 年日本海嘯與 2004 年南

亞海嘯為例子來說明，並利用 2013 年上映的電影《浩劫奇蹟》中，描述一個家庭到泰國共度聖誕假期，遭遇南亞海嘯襲擊的故事，讓學生體會海嘯帶來的破壞與嚴重性，目的是希望除了了解自然現象外，能更進一步去關懷自然現象造成的影響，同時也體會到人類的渺小，以更謙卑、尊敬的心態，去看待大自然以及我們的生活環境。這個主題也提醒我在未來課程中，對於物理與人文環境的關懷，作更多的連結。而除了電影外，也有許多紀錄片可以觀看，不過在課程上時間有限，若是要以影片欣賞的方式進行比較不容易，這一點也是需要考慮的。

課程執行上，礙於時間與空間的限制，仍僅限於在教室內的學習活動，除了課本上原有的內容之外，實際的自然現象與網路資訊都是透過多媒體的方式呈現，雖然這樣也能讓達到不錯的效果，不過既然是與生活有相關的知識與議題，若能有機會實地到戶外環境觀察或是實驗，或是到相關的機構參訪，在學習上能有更直接的效益。由於對象是高一學生，對於水波槽的原理與操作細節較為陌生，課程重點也是放在現象上，經過考量後是在教室內使用影片播放水波槽的水波現象，並未實際到實驗室操作，不過因為有分組討論的活動，如果實驗室裡的多媒體器材允許的話，在實驗室裡進行課程也是不錯的選擇。此外，課程一部分著重於對海邊活動的安全，雖然有關天氣與海象的預報，可以在氣象報導或氣象局網站上直接獲得資訊，但對於這些內容的分析我並不夠專業，所以並沒有在課堂中呈現。這部分我覺得是未來可以考慮增加的，建立學生更多的認知與判斷能力，讓課程內容更完整，也可以考慮借重地球科學教師的專業，以協同教學的方式來進行。

整體上來說，學生在這次課程的學習上，反應都還不錯，也表示很樂意在課堂中學到課本以外的知識，很希望看到物理不是只有公式，而是跟生活是有相關的，這部分也很符合教案的初衷。對於老師本身也帶來許多成長，雖然本身在課程操作上仍有改進的空間，但很感謝能有這樣的機會，去嘗試以不同的方式來進行課程，讓我不但能把物理的精神教給學生，也在未來的課程進行上注入了更多新的想法。

伍、教學活動照片



陸、教學補充資料

一、補充資料

深水波與淺水波之波速

波浪在傳遞時，根據水的深淺對波速有不同的影響，若水深大於二分之一波長，為深水波；當水深小於二分之一波長時，為淺水波。深水波的深度較大，波傳遞時不受水底摩擦的影響，故波速與水深無關，水分子以圓形軌跡運動。淺水波的深度較小，波傳遞時候受到水底摩擦影響，波速與水的深度有關，水分子的運動軌跡呈橢圓。深水波波速可表示為：

$$v = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}}$$

其中 v 為波速， g 為重力加速度， L 為水波波長。而淺水波波速可表示為：

$$v = \sqrt{gh}$$

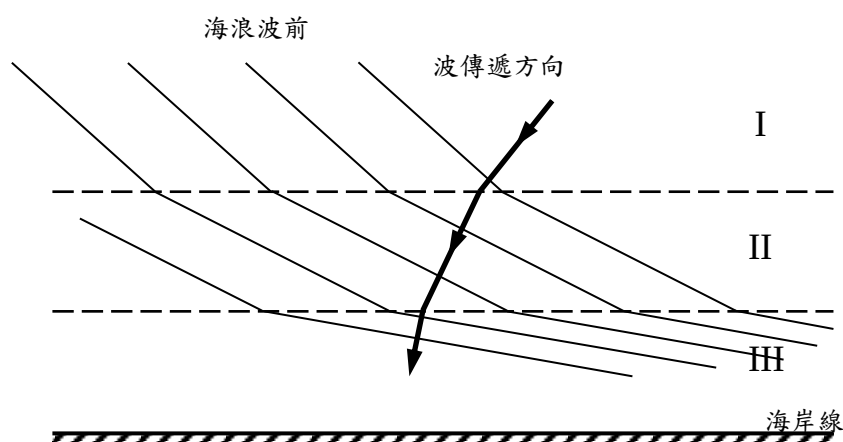
其中 v 為波速， g 為重力加速度， h 為水的深度。

一般風浪的波長約十到幾百公尺，在外海深度較大的區域都屬於深水波，波速與波長有關，因此會發生大浪追過小浪的現象。假設湧浪波長為 50 公尺，則波速約為每小時 32 公里，波長為 100 公尺時，則波速更可達每小時 45 公里，相較於一般颱風移動速度約為每小時 10~25 公里，湧浪傳遞更快，因此在颱風離台灣尚有段距離時，湧浪就可能先抵達海岸邊。而當湧浪傳遞至海岸邊，水深深度變小時則成為淺水波，波速與深度有關，浪可能會因推擠產生碎浪，或是發生堆疊成大浪的現象。

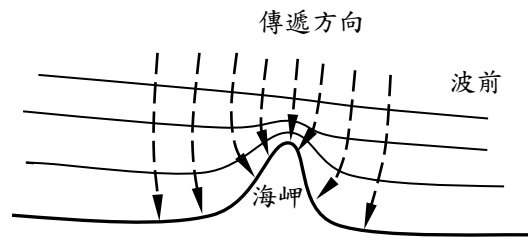
地震引起的海嘯，其波長極長可能達到數百公里，這個數字遠大於海洋的深度，故為淺水波。當海嘯在深度 4000 公尺的海中傳遞，波速更可達每小時 700 公里，以極快的速度傳遞至鄰近的陸地，甚至可能在數十小時或後橫越大洋到達其他的海岸。

水波折射與海浪的傳遞

海上傳遞的浪在靠近海岸時，屬於淺水波，受到海底地形變淺波速改變而發生折射。下圖為一簡化的海岸示意圖，I 區、II 區、III 區代表海岸邊深度不同的海域，其深度大小為 I 區 > II 區 > III 區，當不平行海岸線的波前傳向岸邊時，折射使波前逐漸趨於平行海岸線，即海浪的傳遞方向逐漸趨於垂直海岸線。



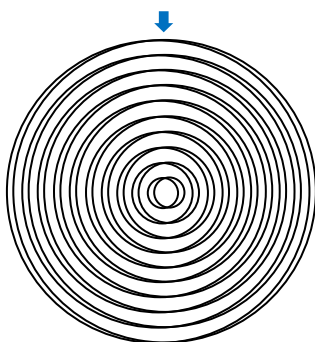
在海岬地形，由於折射的影響，使海浪會往突出於海面的海岬集中，如下圖所示。在海岬處也常有岩壁或暗礁等地形構造，再加上浪的集中堆積可能激起更大的浪，也就是瘋狗浪。在教案中提到的東北角龍洞一支釣場，就是一個海岬地形，在東北季風旺盛的季節，常常在此處出現大浪，導致許多遊客或釣客發生意外。



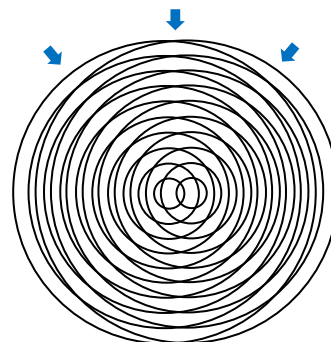
水波干涉模擬

在基礎物理的課程內容中，對於水波干涉只有現象的描述，並不涉及推導與計算，為了讓學生更清楚瞭解水波干涉現象，除了透過水波槽來觀察，我們也可以利用相同的兩組同心圓相疊來觀察干涉現象。兩組同心圓圓心代表波源，實線代表波峰，故實線與實線間距即為波長。一般利用水波槽觀察干涉現象時，我們比較容易觀察到的是節線，但以同心圓圖形相疊來模擬時，由於無法呈現出完全破壞性干涉，故在圖中比較容易觀察到的是腹線，如下列圖示，箭頭標示處輻射狀的淺色線即為腹線。

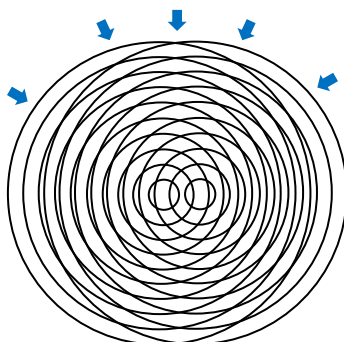
操作上我們可以利用透明投影片，分別印製兩組大小相同的同心圓，再將兩片投影片相疊來觀察，也可以改變兩組同心圓錯開的距離，觀察兩波源距離與腹線數量的關係。如下圖所示，兩波源距離越大，可見的腹線數越多。使用電腦與投影機時，也可以將同心圓圖形放在文件檔案中，使用拖曳圖形的方式來改變兩組同心圓錯開的距離，觀察兩波源距離與腹線數量的關係。



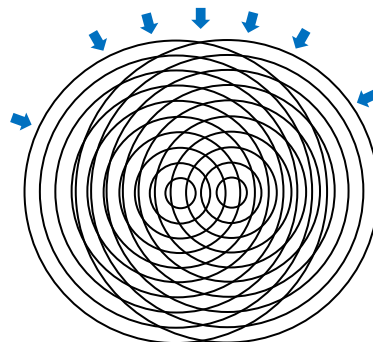
兩波源相距 0.5 倍波長，可見 1 條腹線



兩波源相距 1.5 倍波長，可見 3 條腹線



兩波源相距 2.5 倍波長，可見 5 條腹線



兩波源相距 3.5 倍波長，可見 7 條腹線

二、參考資料

(一) 參考文獻

- 姚玢(2015)。普通高級中學基礎物理（一）全一冊（第三版）。台南：翰林出版。
- 葉家棟(2013)。高中職海洋教育補充教材之發展研究報告。新北：國家教育研究院。
- 范光龍(2008)。海洋環境概論—談台灣沿海環境（第三版）。台北：台灣西書出版社。
- 趙凱華(2004)。新概念物理教程—力學（第二版）。北京：高等教育出版社。

(二) 相關網站

- 中央氣象局 地震測報中心。網站：<http://scweb.cwb.gov.tw/Twenty.aspx?ItemId=12&loc=tw>
- 臺大開放式課程：海洋環境概論。網站：
<http://ocw.aca.ntu.edu.tw/ntu-ocw/index.php/ocw/cou/099S109>
- 環境資訊中心。網站：<http://e-info.org.tw/node/87433>
- 科學人雜誌。網站：<http://sa.ylib.com/MagCont.aspx?Unit=newscan&id=635>