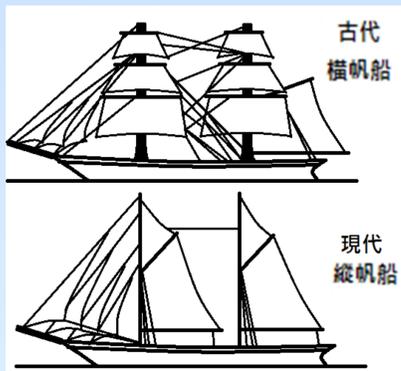


# 風帆物理與六分儀

麥克 袁振凱 陳育鋒 郭霞翰 許玉晶 吳雨衡 嚴祖強

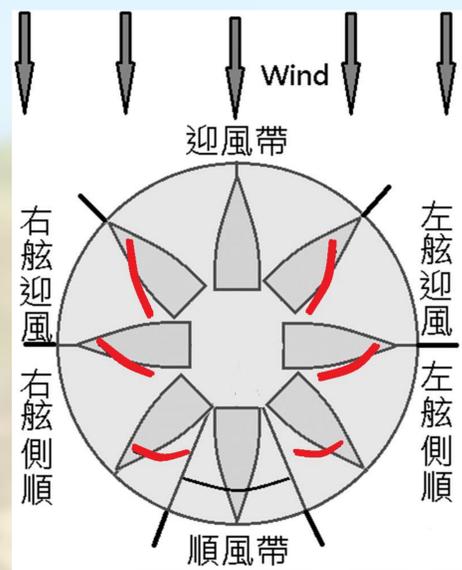
國立中山大學物理學系

## 壹. 原理



圖一 橫帆船與縱帆船 (一)、迎風航行：

在迎風帶左右各45度角，一共90度的範圍是無法行駛的因帆面未受到風力的作用所以無法前進，除了迎風帶以外的帆面才會受到足夠的風力來推動帆船前進。故欲迎風前進時(左圖中的左右舷迎風帶)，必須依照「之」字形航行，才能到達目的地。(如圖三) 迎風航行經向量分析後我們可以知道力分為往前及往側邊兩個分力，為抵銷往側邊的分力，需在船上加裝一塊名為「中央板」的板子來抵銷旁邊的力(如圖四)



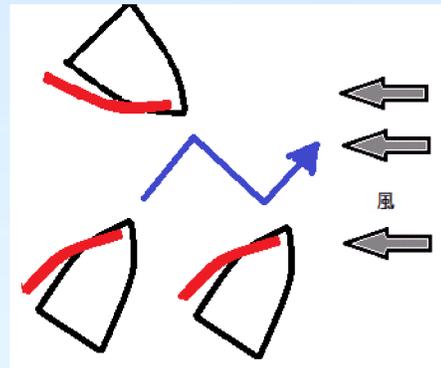
圖二 風帶示意圖

### 一. 風帆的行進

帆船的動力主要來自於風力，風可能來自四面八方。此時作用於帆上會有許多分力。本實驗利用向量分析解釋風力與帆之間的關係，並運用風力驅使帆船前進。

古人云：「一帆風順」，古代的橫帆船，只能順風行駛，藉著信風、季風等航行，造成出海的限制。現在的縱帆船解決了這個限制，使得帆船一年四季皆可出航。(如圖一)

帆船行進時一共分為迎風航行、側風航行、側順風航行以及順風航行，分成這四部分來做個別討論(如圖二)



圖三 之字前進

#### (二)、側風航行

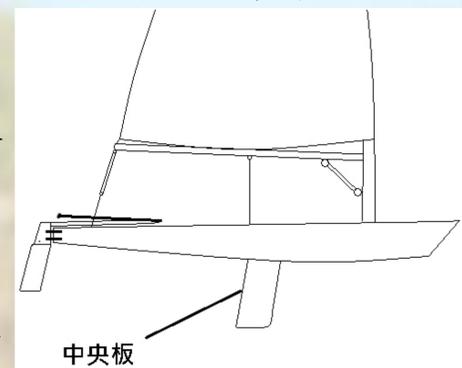
側風航行時，風向與行進方向夾90度，此時需要抵銷之分力較迎風航行時小，所以通常會將中央板抽起一些，以減少水所產生的阻力。

#### (三)、側順風航行

側順風航行是風向與前進的方向夾約為135度的方向，此範圍是所有航段之中，速度最快的一段。因為此時風完整的作用在帆面上，且沒有其他造成減速的力產生。

#### (四)、順風航行

順風航行指的是風向與行進方向夾180度，即風為從船尾吹到船頭，與側順風航行一樣不需要運用中央板來抵銷側移的力，帆面亦是完整的受風力影響而前進。但在此時，我們將船體視為支點，作用在帆上的風力產生順時針力矩，造成船身傾前而減速。這就是順風航行的條件雖與側順風航行一樣，但是速度比較慢的原因。



圖四 中央板

## 二. 六分儀

(一)、在古代，遠程的航行是一種冒險。因為對於自身位置的確認是一道難題，測量經度緯度變成了最急切解決的困難。隨著科學的進步與發明家的創意，測量緯度的六分儀就誕生了(如圖五)!

#### (二)、兩次反射原理

在同一個平面上，經過兩次反射之光線，其最初方向和最後方向之夾角為兩反射面夾角的兩倍。

#### (三)、緯度計算方式(如圖六)

當地緯度 = 90° + 太陽赤緯 - 太陽上中天時的水平高度

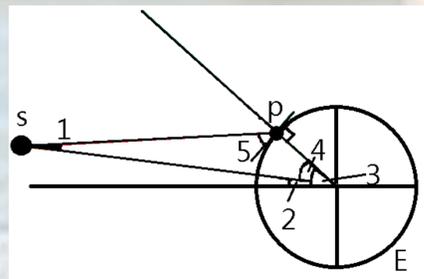
緯度計算方法：S為太陽，E為地球，P為觀測點，1趨近於零度，2為太陽赤緯，3為緯度，4為緯度與太陽赤緯差值，5為六分儀觀測之太陽中天角。

太陽中天角 + (緯度 - 太陽赤緯) = 九十度

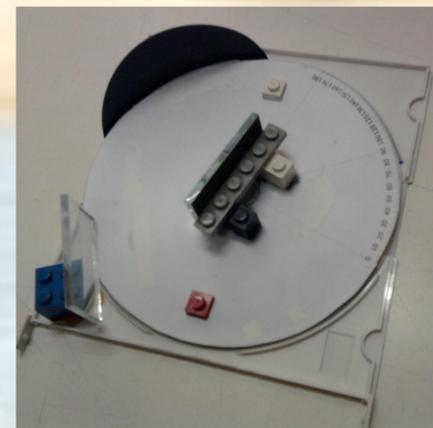
移項得知 → 緯度 = 九十度 + 太陽赤緯 - 太陽中天角



圖五 六分儀



圖六 緯度計算方式



圖七 自製六分儀

## 貳. 材料

飛機木、小輪子數個、可削切的木頭、帆布、細鐵棒數隻、鐵片數個、DC直流電扇、蓄電池、光碟、光碟盒、鏡子(如圖七)

## 參. 教學效果

藉由模型解釋風帆的原理，並將向量分析後的結果解釋給學生們聽，得知在不同的航行方向中，力的作用情形是如何，了解為何有不一樣的速度。

藉由模擬六分儀的製作及操作，解釋其發明的背景及所應用的物理原理，進一步了解這個常見卻不為人知的航海儀器。

六分儀照片(圖五)出處:山口縣立山口博物館

