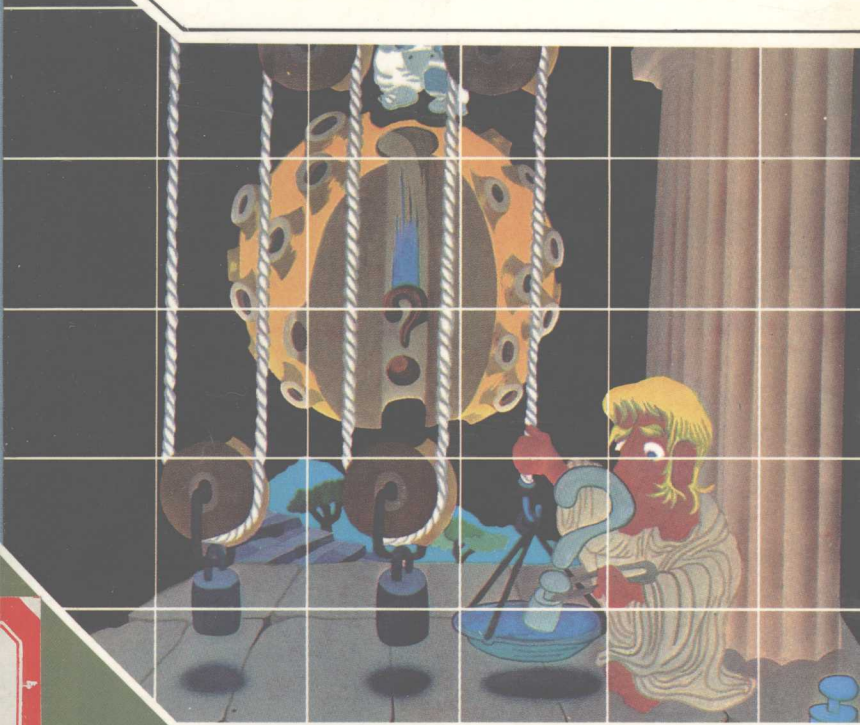


新世紀叢書

增進物理思考的訓練

易迷惑的物理 問題

譯 者：曾煥華 審定者：周東川



銀禾文化事業有限公司



新世紀

新世紀叢書

易迷惑的物理 問題

銀禾文化事業公司 印行



094
新世紀叢書

易迷惑的物理問題

主 編：新世紀編輯小組

審定者：周東川

譯 者：曾煥華

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北市光復南路415巷252號1樓

電 話：7542968・7542969

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣110元

印製者：大原彩色印製企業有限公司

新聞局登記證局版台業字第3292號

1988年2月初版

■版權所有・不准翻印■

目 錄

從迷惑問題至基本定律	1
第一章 阿基米德的謎題	13
第二章 伽利略的謎題	47
第三章 牛頓的謎題	87
第四章 柏努力的謎題	133
第五章 愛因斯坦的謎題	167
第六章 近代物理學家的謎題	209

從迷惑問題至基本定律

不會走的帆船

利用帆承受風的力在水上行駛的就是帆船。它的型式很多，例如在霞浦捕獵若鷺的帆船或中國的帆船，都頗有個性。小型的或許可以叫做掛帆船，但大型的則叫做帆船或帆前船較適當。至於遊艇，有些輕怪的感覺。若與日本古來的帆船相比，張帆的方法及操作都較複雜，但同樣是利用風力在水上行駛的。

據說，遊艇的操作需要相當的技術。但是，不論技術如何熟練，若沒有風則無可奈何。對於利用帆行駛的船來說，最可怕的是無風狀態。

如果自己造風？

既說若無風就麻煩，那麼自己造風怎麼樣？不過，不需要在整個湖面颳起的那種範圍大的風。因此，在船尾安裝像飛機的螺旋槳的東西，向前方送強風。轉動螺旋槳的動力可以依靠汽油引擎，也可以利用馬達。（若用馬達時，必須在船上裝載發電機。）

2 易迷惑的物理問題

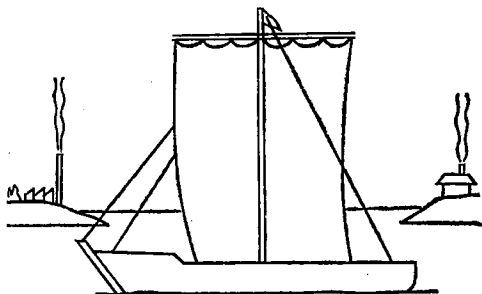


圖 1 想驅動帆船

裝載了此種帆及起風裝置的船，到底會不會前進？這個質問被稱為具有代表性的物理迷惑問題之一。即可以考慮可以實際載人的船，也可以假想安裝了此種裝置的玩具船。無論大小如何，原理卻都一樣，其造成迷惑的有趣性在於考慮它會不會前進。

題材普遍

暫且不談對於帆船會不會前進這個質問的解答，先考慮此問題為什麼會成為有趣的題目。

首先可以舉出它的題材普遍。即使同樣是交通工具，噴射機或火箭等似乎不易令人親近。何況若提到蓋革計數機或射線發生裝置，則更不用談了。就機器來說，像顯微鏡或手電燈之類的，相當容易親近，但還是會懷疑有沒有什麼特別的機構在內，有沒有外行人看不出來的圈套。

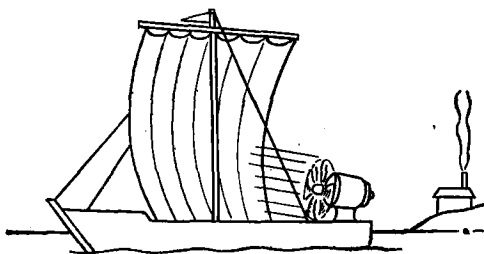


圖 2 到底會不會動？

但是，帆船則真的簡單。那怕它是玩具也無所謂，故容易理解其構造，況且它是大家都能着手的題材。

機構單純

在物理的迷亂題目，大多會出現所謂機器或更簡單的器具或裝置的某些材料。又，這些機器的機構愈簡單，愈適於成為難解的題材。像被提示只有技術人員或特殊行業的人才知道（指關於該機器的作用，而非其外形）的東西之後，會苦於如何使用它的問題最差。據說，在寫推理小說時禁止使用沒有人知道的藥物、藥品，這道理相似。機器或裝置等的機構，都應該是大家都可以領會的（因此，必須是衆人知道的）。最好要組織為雖然解答的人確知此事，卻因不小心而沒有發覺的謎題。

4 易迷惑的物理問題

必須是能把解不出問題的埋由歸於解答者的過失，例如答錯了或無意中沒有想到的。

就此種意義來說，帆船的機構最單純。既然是用引擎或馬達直接轉動車輪，即有會提出例如是否解題的關鍵在於引擎，或由於我不是技術人員而不知道此事之類問題之虞，但是，就帆船來說，只是風從後面推帆而已。被從後面推而前進——沒有比這更簡單的道理了。

問題必須含有直覺的要素

把東西推。若被推了即會前進。這是很直覺的現象。又，就成為謎題來說，最好是問題的主要部分由此種可以直覺的事項組成。在物理的難題，若纏住了電阻或電壓，則（即使若代入公式就能求答）與直覺疏遠，不算很適當的問題。

雖說如此，若僅想直覺簡單的解出來，即沒有成為難題的價值。若用手推玩具船則會怎樣？當然是會前進。如果這樣的話就不必談了。在直覺的背後，必須有某種意外性，或不能僅依賴直覺的其他要素。

就安裝了大型送風機的帆船來說；由於帆從後面接受風，故會覺得船可能前進。但是，這個問題令人覺得，似乎有無法坦率地（即是僅憑直覺）斷言船會前進的某種要素。這個「覺得似乎有」很重要，考慮此點而比

較是否與正確一致，這就是興趣所在。又，充分領會了爲什麼變成與正解一樣，才算把此問題甚至成爲問題之基本的物理事項正確地理解了。

只有後退，不會前進

在說明難題的解答時，既有從容易了解的開始說，然後逐漸地接近於問題的核心方法（在物理難題的開頭舉出的「箱中的小鳥的問題」，可以說是此種例之一），且有相反的最初提示解答或其原理，然後據此逐步說明的方法。在帆船的問題，或許用後者的方法解說較容易了解。

若先說此問題的解答，則爲「帆船只有會後退，決不會前進。」帆的確碰到風，亦即帆從後面被推。既然如此，爲什麼不會前進？

靠電扇或送風機之類簡陋的東西，不容易產生足以把帆推而使船前進的動力嗎？決沒有此種事。若用家庭用的電扇則稍微靠不住，但是決沒有一定需要強力送風機的理由。在戰前曾經有過描寫加勒比海的小島上的羅曼史的美國電影「颶風（Hurricane）」；其暴風雨的場面甚爲著名。它與拍攝地震場面的「芝加哥」及在銀幕上呈現龍捲風的「蘇彝士」被並稱爲三大特技電影（目前此種程度的特技電影決不稀罕）。在「颶風」這個

電影，使用與飛機的螺旋槳一樣規模的送風機幾台，據說拍攝了把柏置於瞬間風速每秒三、四十公尺的大暴風的鏡頭。屋頂被吹走、柱子倒下、樹木也折斷。總之，可以用人工造出這麼大的風（雖然是局部的）。因此，在船尾安裝這麼強力的送風機即可。

或許有人會主張：人造風不行，唯有天然風才能使帆船前進。但是，這種說法奇怪。無論是天然的或是人造的，風不可能有差別。如果吹得很厲害則結果可能都一樣，帆必然擋住風，不會計較風產生的原因。

既然如此，則帆船不前進的理由，應該另外尋求。

利用類似性

在說明此種問題時，利用類似性是一個很有力的手段。

假定有只有一條柱子的小船。一個有力氣的人搭乘它，拼命的把此柱子向前推。這與船到底會不會動的問題，在原理上是一樣的。即使認為具有帆及送風機的船或許會前進的人，在此例難道會說船會前進嗎？在小孩時代，或許坐嬰兒車偷偷的試了此種實驗。照理說，車沒有動。如果僅憑坐它的人推或拉的力量即可能使那個乘坐物移動（像自行車構造特殊的另當別論），則人坐在椅子後用力把那個椅子拉上，則椅子會載着人升空。

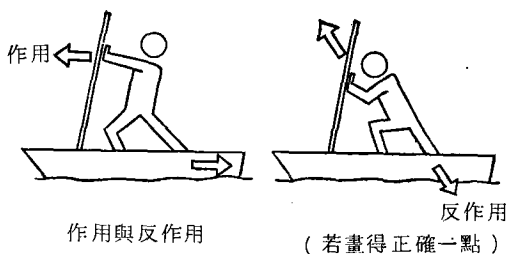


圖 3 這樣船會前進嗎？

實際上沒有聽過此種無聊的事。爲什麼？千萬不要說，因爲有力氣至足以舉起自己的人一定體重很重，故因體重過重而不會上升。應該認爲，有對於坐着就把椅子舉起的事反抗的力，亦即對於舉起的反作用的力在妨礙。

即使當有力氣的人在船上推柱子時，柱的確有意前進。但是，與此完全相等的力，藉此人的腳把船底向後推。此二種力大小相等，方向相反。其中一個叫做作用，另一個叫做反作用，而「凡是有作用的地方必有反作用」這個原理，叫做牛頓運動的第三定律。

若正確的說，作用與反作用必須在同一直線上。因此，事實上在船中把柱子推向斜上方，同時把船底推向斜下方。

送風機也有反作用

可以舉更漫畫性的例。在船的前部立鐵板。然後，把大型而強力的磁鐵從船中旋轉似的轉到前部，固定為吸引鐵板狀。鐵板被磁鐵吸引，結果船會前進。因為在船前進時磁鐵隨之前進，故船永遠走……。

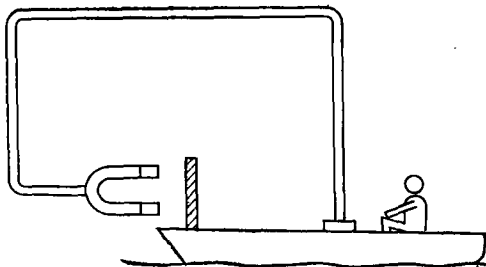


圖 4 鐵板被磁鐵吸引……

在過去的漫畫好像有此種畫面，但是最近不知是否由於漫畫也不會接受過於不合理的現象，好像沒有此種無聊的畫面。當然鐵板的確被磁鐵吸引，磁鐵也被鐵板吸引，兩者抵消而完全不影響船的移動。

帆及送風機的情形，也與此相同。帆有意藉送風機所起的風前進，但送風機有意使船向後跑。別忘記除了作用（帆）以外還有反作用（送風機）。

螺旋槳的任務

船上的力士或安裝了磁鐵的船不前進的道理，很容易了解。雖然如此，對於送風機卻會在轉瞬間徬徨或許此船會前進，是因為我們不習慣送風機的機構。若單獨考慮送風機本身，即能了解其中的原由。

例如，若把雖然輕量卻強力的送風機（或電扇），面向像萬里長城的堅牢的牆壁吹則會怎樣？牆壁會無動於衷，但送風機本身可能會飛到後面。顯然這是較容易被同意的事。。

不過，此時應該注意一點，不是因為在眼前有巨大的牆壁才使送風機飛到後面。即使沒有牆壁，送風機仍然會飛。因為只要有空氣即可。送風機是藉把空氣踢到前方而向後方跑。如果偶而在前方有帆或牆壁，則它們會因快速的空氣而受大的壓力。但是，帆或牆壁的存在與送風機の後退無關。

無論送風機或螺旋槳，要點在於螺旋槳，螺旋槳擔任用強力推走空氣的任務。飛機是藉把空氣向後推而自己前進，直升機把空氣向下壓住使機身浮起來。在水淺的河，也有船以螺旋槳代替螺旋（screw），以與飛機一樣的原理前進的。

船會動嗎？

對於問題的物理上的說明就此結束。因為船尾的送風機想讓船後退，故船決不會前進。不是爲了人造風的關係，是因爲起風的原因在同一個船內存在。如果送風機設在別的船或岸上，則帆船只接受風，此時會毫不猶豫的前進。

那麼，船是否事實上不向前面或後面移動呢？決沒有這回事。無論張起多大的帆，送風機所造的風有一部分一定會從帆溢出。船會後退相當於這個部分。若就圖 3 中力士的例來說，腳的力量完全施加於船，但結果向前方推的力有一部分洩出於空氣中。

作用與反作用

我們從具備了送風機的帆船的問題，關於力的問題學習了很多。首先是，力若有作用則必有反作用。並且兩者在同一直線上而方向相反。

所謂力，本來是以人所經驗的感覺爲基礎，巧妙地利用物體會像彈簧一樣與力成比例伸長的性質（在物理學稱它爲虎克定律）予以量化的物理概念。若說的淺易一點，是從在電車內被推或在拔河時被拉之類的經驗想出而說出來的事項。最初是只看到被人推或被機器拉之類的力的一面，但到了現在已經清楚力一定有其背面。

擊球的棒等於相反的被球彈回後面，打了別人的額的拳頭等於被對方的額打。作用及反作用的定律，在物質之究極的基本粒子的世界也應該成立。放出了光子的電子，等於被光子踢。若反復放出與吸收，則反作用的量必然變成很大。在這些事情裡面，也有在理論上處理基本粒子的難處。

什麼是力？

在此能更從本質上把握問題，上溯至「力是什麼？」的問題嗎？力的確是指皮膚所感覺的那個被推或被拉。但是，若更客觀的考慮，能不能說「力是指想把二個東西接近或拉開的傾向」？被推或被拉，這畢竟是有個人之後才會有的事情。不論有沒有人類存在，在宇宙必定有大小的力。在具有質量者之間或在異號的電或磁之間，發生欲使兩者黏住的傾向，同號的電或磁會彼此排斥。在具備了送風機的帆船或力士在推柱子的船，在那裡出現想離開的傾向；在具有鐵及磁鐵的船，則在那裡發生彼此想接近的傾向。在此種時候，看了其中一邊之後，我們就說：「在這裡有力作用。」總之，若從大局看，則力應該解釋為物體集合或離散的傾向。

即使就一個難題來說，如果這樣想，則支持它的是基本的自然定律。我覺得，好像可以以此問題為契機，盡量摸索着解明堪稱無限多的許多複雜的自然現象。

第一章 阿基米德的謎題

希臘時代的科學家

在自然科學為哲學的一個部門，沒有當做獨立的學問自立的希臘時代，不存在現在的所謂科學家。若在思想家或哲學家之中，把具有對於自然現象的觀察有興趣，喜歡具體的說明甚於觀念的思考，與其總括的解說寧可實際說明個別事象的傾向的人勉強稱為科學家，則阿基米德可能是其最右派的人物。

凝視自然界，欲從少數要素（例如火、水、土、空氣）說明那些的人不少，經過台利斯、亞諾芝美納、赫拉克黎特斯至亞里斯多德都是。另有把原子當做不可分的粒子考慮的學者，有流希巴斯、德謨克里脫等多位。但是這些人大多是思想家，其研究也沒有脫出形而上學的範圍。

另一方面，對於空間本身有興趣，建立了現在的所謂幾何學的基礎，並喚起了數學一般的興趣的人有畢達哥拉斯、赫龍、歐幾里得等。但是，若與研究物質本身具有的性質的阿基米德比較，則恐怕還是有差別罷！