

科學圖書大庫

自然科學叢書之二

物 理

(一至五冊合訂本)

湯元吉 主編

JY1126/2/01

徐氏基金會出版

美國徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員

編輯人 林碧鏗 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國 六十年十月十日再版

自然科學叢書之二

物 理

(一至五冊合訂本)

本叢書不分售，全套23冊特價400元

主編者 湯元吉 台糖公司董事長

內政部內版臺業字第1347號登記證

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 臺北郵政信箱3261號 電話783686號

發行人 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 林 碧 鏗 郵政劃撥帳戶第15795號

印刷者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四號151號 電話979739號

我們的一個目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識的傳播，是提高工業生產，改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。科學宗旨，固在充實人類生活的幸福也。

近三十年來，科學發展速率急增，其成就超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成事實。際茲太空時代，人類一再親履月球，這偉大的綜合貢獻，出諸各種科學建樹與科學家精誠合作，誠令人有無限興奮！

時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的急要責任，培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如生物、化學、物理、數學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。科學研究與教育的學者，志在將研究成果貢獻於世與啓導後學。旨趣崇高，立德立言，也是立功，至足欽佩。

科學本是互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的意外收穫。

我國國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年之間，所可苛求者。因此，從各種文字的科學圖書中，精選最新的基本或實用科學名著，譯成中文，依類順目，及時出版，分別充作大專課本、參考書，中學補充讀物，就業青年進修工具，合之則成宏大科學文庫，悉以精美形式，低廉價格，普遍供應，實深具積極意義。

本基金會為促進科學發展，過去八年，曾資助大學理工科畢業學生，前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯出版世界著名科學技術圖書，供給在校學生及社會大眾閱讀，今後當本初衷，繼續邁進，謹祈：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者；

主動地精選最新、最佳外文科學技術名著，從事翻譯，以便青年閱讀，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世，助益學者。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。掬誠奉陳，願學人們，惠然贊助，共襄盛舉，是禱。

徐氏基金會敬啓

序

居今日而欲致國家於富強之林，登斯民於康樂之境，其道無他，要在教育、文化、經濟諸方面力求進步而已。自然科學之研究與發展，屬於文化領域之一環，同時亦為國防建設之主動力，其在教育設施方面，實佔有甚大之比重，久為識者所共喻。

巴西華僑徐君銘信，身繫異邦，心繫祖國，鑒於自然科學之發展與夫建國前途所關之鉅，嘗思盡一己之力，為邦人士格物致知之助。比年以來，其慨捐於國內學術機構者，固已為數不貲。前歲之多，復搜購德國著名函授學校之數學、物理、化學、生物等優良課本約五百萬言寄臺，經東海大學吳校長德耀與溫院長步頤之介紹，欲以逐譯刊行，嘉惠學子之任，委諸元吉，自維學殖荒落，本不敢承，惟感於徐君所見者大，所志者遠，殊不宜過拂其意，爰勉受義務主編及統籌出版之命。嗣經先後約請江鴻（數學總執筆人）、宋湧、李煥榮、南登岐、孫廣年（物理學總執筆人）、張壽彭、陳喜棠、許巍文、黃友訓、傅貽椿、熊俊（生物學總執筆人）、廖可奇、劉泰庠、鍾恩寵、關德懋（以姓氏筆劃為序）諸君分任逐譯，復承臺灣新生報謝總社長然之、王社長嘯生及顏副總經理伯勤慨允由該社擔任印刷及發行工作，其事遂舉。願以個人精力時間，均屬有限，一年以還，竭知盡能，時以能否符合信達雅之準則為慮，幸賴各方碩彥陳力就列，各自靖獻，得如預期出書，以餉讀者，實為元吉精神上莫大之收穫。今後倘蒙文教先進及讀者不吝匡翼，俾在吾國科學發展史上日呈緝熙光明之象，遂徐君之初願於萬一，並使其今後仍就此途徑邁進之志事，（徐君近復精選英文本初級科學百科全書，交由科學勵進中心*譯印。）永感吾道不孤，邪許同聲，則尤元吉一瓣心香，朝夕禱祝者也。茲值本書出版伊始，謹誌涯略，並向協助譯印諸君子敬致感謝之忱。

湯元吉序於臺北

* 該中心為一不以營利為目的之財團法人，其宗旨在於促進科學教育、發展科學研究及介紹科學新知。現任董事為李熙謀、錢思亮、趙連芳、林致平、徐銘信、李先聞、戴運軌、鄺堃厚、湯元吉等九人。

編輯要旨

- 一・本叢書包括數學、物理、化學、生物等四種。
- 二・本叢書物理、化學、生物等三種，均係採用德國魯斯汀(Rustin)函授學校之課本；數學一種，則係採用德國馬特休斯(Mathesius)函授學校之課本，分別遴請專家逐譯。
- 三・本叢書之供應對象，主要為中等以上學校之學生、自行進修人士及從事教授各該有關課業之教師，故其內容亦以適合上述各界人士之需要為主旨。
- 四・原書內於每一相當節段，均附有習題、複習題、試題及論文作業等，可使在學者增加反覆研討之機，自修者亦易得無師自通之樂。本叢書對於前三者均已予以保留，俾利讀者之研習。至於論文作業題目，本係該函授學校對於所屬學生之另一種教學措施，學生於作成論文後，校方尚需負修改之責，與本叢書旨趣未盡相同，故均於正文內予以省略，惟為存真起見，一俟本叢書出齊後，當彙印單行本，以供讀者參考。
- 五・本叢書因係依據原書格式譯輯而成，故未能於每一學科之首冊中編列總目，擬俟全書出齊後，另行編印專冊，以供讀者檢閱。
- 六・本叢書數學原文，每講約為六萬字，而其餘各書字數自二萬餘字至四萬餘字不等，且各講自成段落，不能分割，故為便利讀者及減輕讀者負擔，只能將其每二講或三講合印為一冊，字數遂在七萬餘字至九萬餘字之間。
- 七・本叢書所有各種科學名詞，一律採用國立編譯館輯譯，教育部審

序言及學習方法之說明

在近幾十年中，沒有一門自然科學，能像物理學那樣地顯示出這麼多的進步。從自然界的各種奇異變化中，物理學給我們指示出了許多新的規律，並且替我們大大地擴展了有關於各種自然現象間互相關聯的知識。這種結果，使物理學超越了自己的範圍，間接地充實了其他各門科學和工程技術的內容。在現代原子物理的影響之下，化學這門科學中的幾個基本概念，如元素及化合力本質之概念等，已非有一種根本改變不可；放射科研究之成功，使醫學上開闢了一個新天地；最後，我們今日之電氣和熱工技術，以及航空、電影與無線電等之驚人與迅速之進展，都應歸功於物理學家之辛勤建樹的研究工作。

我們現在的課題，是要使各位未曾或很少受過自然科學訓練的讀者，慢慢地步上這門自然科學的階梯。當各位踏上每一層更高的階梯時，我們就要將各種最重要的定律，介紹給各位；使各位對於與日常生活和國計民生有重要關係的各種技術應用，以及對於與物理學上的世界觀有基本關係的各種理論，獲得一般的認識。

我們所採取的表達方式，是着重於通俗而不枯燥，但却不違背嚴格的科學性，也不忽略各位所需準備之各部份課程的完整性。各位可以相信，我們是經常把各位能通過結業考試這個目的放在心上的！我們的這部函授講義，可以說是一部自修的書籍而不是教學的書籍。因此，我們對於大多數物理教科書所採用的那些刻板的傳統編排方式，並不加以欣賞。各位對於物理學所能得到的全貌，將於研讀這部函授講義時，從每一講至次一講，逐漸自動地加以完成。關於數學方面的應用，在我們這部講義裏，也盡量設法限制，這樣，才可以使不懂高深數學的讀者，也可以懂得我們所表達的意思。

在第一講中，我們將要廣泛地說明幾種簡單的關聯現象，使各位逐漸習慣於物理學上的思考。以後，我們即將逐步要求各位作更大的努力，並逐漸將更多的淺近數學，散佈於各章講義之中。最初，我們並不想責成各位，立刻習慣於有系統地吸收每一部份之全部內容，因

爲如果上進的坡度太陡，反而易於使各位初學者失去繼續學習的勇氣。一直要到較後幾章講義中，我們方始就各位進步的情形，在魯斯汀數學函授這一講中，加入數學方面的知識，但亦不超出簡單的代數運算範圍之外。如果各位讀者之中，要想知道如何以高等數學，來精確地說明各種物理學上的問題，那就要請各位參閱這部函授講義的最後一本小冊子，在這本小冊子的特殊幾章裏面，我們是就物理學上各部門的定律和課題，以微積分學的方法來處理的。

現在，在各位開始學習以前，我們要向各位說明一下學習的方法。各位要知道，各位正要從事學習的這門科學，其中心活動，乃是實驗與觀察。所有物理學上的知識，都是以實驗爲出發點。以一般情形而論，各位對於科學性的嚴格實驗，恐無自己實地去做的機會。至於自修講義，則必須依照規定之方法去學習。最先，請各位緩慢而仔細地閱讀“課程”這一部份的講義，這決不會使各位感到困難。我們也會利用豐富的圖表和照片，使各位不必化費額外的金錢，便可以在家中隨心所欲做些實驗，同時我們也將一再引起各位注意日常生活中所可看到的技術上的應用。

當各位讀過某一章講義的“課程”這一部份之後，我們就將急切地要求各位，將這一“課程”中的每一個小標題，抄寫在一張小條子上，然後按照每一個小標題的次序，將全部“課程”中的內容，高聲朗誦複習。請各位切勿低估我們這一建議的重要性。對於一種陌生的事物，各位一定需要在語言上仔細咀嚼，才會澈底明瞭其中的深義，而這種澈底的了解，是不可能在默讀複習中獲得的。請各位切勿因這一點額外的工作而有畏縮的意念。相反地，各位應該盡量努力，以不落後於一般高級專門學校學生的程度爲目標。此等高級專門學校學生，每天都有機會互相討論，並且磨礪他們的習慣用語，使能適合於枯燥的自然科學的教材。

一直到各位能有自信，將某一章講義中之內容，以朗誦法重複溫習以後——當然我們不致於會要求各位去背誦——各位才可以開始致力於“問答”這一部份講義的研讀。在這裏，我們將要與各位以問答方式討論教材，加以深入的研究與整理，好像是生動的課室表演一樣

。還有一個建議，請各位也能衷心地接受！當各位在講義中找到了一個自己認為是正確的答覆時，那就請各位先讀出這一個答案，因為這些問答，能激起各位思考的進展。

在這些準備工作做完之後，各位對於“**複習題**”這一部份，便能輕鬆地完成解答的工作。這些問題，與每一章的講授內容都有密切的關聯，雖不一定按照着內容先後的次序而排列，但因其將課程的內容，凝縮成許多重要的結果，故可使各位得到一個清晰的全貌。

在每一章的末尾，我們還選擇了一連串的“**習題**”以供各位解答物理問題時，作為促進正確思考及求得確實數字之參考。解答方法與結果，總是印在次一講開始的地方。

現在，請各位開始學習。

物理第一冊目錄

第一講

頁數

第一章	A. 課程 液體之物性.....	1—8
	B. 教材問答.....	8—10
	C. 複習題.....	10—11
	D. 習題.....	11—12
第二章	A. 課程 液體之物性(續).....	13—29
	B. 教材問答.....	29—30
	C. 複習題.....	30—32
	D. 習題.....	32—33
第三章	A. 課程 液體之物性(續).....	34—41
	E. 第一講內容摘要：液體之物性.....	41—42
	F. 第一講內容測驗.....	42—42

第二講

第一講(D) 習題解答	43—45
第一講內容測驗解答	45—46
第三章(續)A. 課程……液體之物性(續)	47—56
B. 教材問答	56—57
C. 複習題	57—58
D. 習題	58—59
第四章	
A. 課程 液體之物性(續)	60—69
B. 教材問答	70—71
C. 複習題	71—71
D. 習題	71—72
第五章	
A. 課程 液體之物性(續)	73—77
E. 第二講內容摘要：液體之物性	77—78

第一章

A. 課程

液體之物性

〔1〕**液體內之壓力** 一切液體，如水、油、水銀、石油、酒精，均能對沉浸於其中之某一物體表面上，施以壓力。此種壓力之存在，可用幾種實例來證明。其影響效果，且可以顯明地敘述如下：一個軟木塞在水中被釋放後，立刻就浮到水面；一塊沉重的鐵，可以留載在水銀面上而不下沉；石油桶側面的出口，必須用力按住，方能阻止石油的噴出；如果各位躺臥於浴盆水面下，屏住鼻息，雖口含一根露出於水面之通氣管（第1圖），

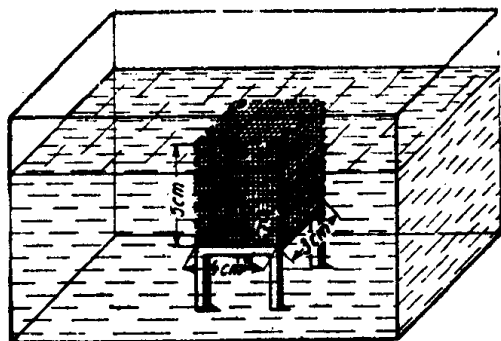
仍覺有呼吸困難之感。上述各種實例，足以證明在各有關液體之內，均有一種壓力，能有效地向上，向側，或向下作用。至於這些壓力所以發生之原因

及其作用力量之大小，我們現在就要加以說明。



第1圖 向下作用之水壓力，
增加呼吸之困難。

〔2〕**向下作用之水壓力** 就向下作用之壓力而論，我們無疑地可以明瞭，液體的重量，就是產生這些壓力的原因，因為一切液體，如同地球上的其他物體一樣，都要受地球重力的影響。最先，讓我們來看一看水裏面的情形。譬如說，以一個放在水中的鐵製小桌的平面F而論，垂直的水柱，就會將其所有從這平面F起一直到水面為止的重量，都壓在這個平面F上（第2圖）。如果將此桌携去，則



第2圖 在水中的平面F上，直壓着一個垂直於其上的水柱的重量。

代替此一桌面而受同一壓力的，將是處在同一地位的一層水平面 F 。爲着要計算此壓力之大小，我們可設想位於水面下 5 厘米之處的一塊長 4 厘米寬 3 厘米的長方形面積。再設想此一平面有 $4 \times 3 = 12$ 個小的水方塊，每邊長一厘米，排列成一個懸掛着的平板，而且這樣的五個平板，上下重疊，一直堆高到水面。於是，直壓在面積 F 上的水柱裏，便一共有 $12 \times 5 = 60$ 個這樣的小方塊，每塊體積爲一立方厘米。因此，這一個水柱的體積，便可以長 $\times$ 寬 $\times$ 高來決定。又因每一立方厘米的純水在攝氏 4 度時的重量爲 1 克，所以在我們這一情形中，一共有 60 克的壓力，向下作用在面積 F 上。

〔3〕關於量度之單位 除去剛才所應用之單位如厘米，立方厘米和克以外，在物理學上，還有一連串的其他單位，可資應用。這些單位，我們要向各位清晰地次第說明如下。

長度單位是米 (m)，這是兩條精細標線之間的距離，刻劃於一條保存在巴黎的鉑銻合金棒上。此距離必須於攝氏 0° 時量度之。標準米之近似值，等於地球四分之一圓周之一千萬分之一，所謂四分之一圓周，就是地球子午線的四分之一，也就是從地極至赤道間之子午線長度(第 3 圖)。依照我們的十進制，我們將一米分成 10 分米，一分米分成十厘米。一厘米分成十毫米。因此，我們的長度單位之間的變換係數是 10：



第 3 圖 標準米之近似值，等於地球四分之一圓周之一千萬分之一。

$$1 \text{ 米(m)} = 10 \text{ 分米(dm)}$$

$$1 \text{ 分米} = 10 \text{ 厘米(cm)}$$

$$1 \text{ 厘米} = 10 \text{ 毫米(mm)}$$

其他常用的長度單位是千米，地理學上之里以及海里：

$$1 \text{ 千米} = 1000 \text{ 米(m)}$$

$$1 \text{ 地理里} = 7.42 \text{ 千米(km)}$$

$$1 \text{ 海里} = 1.852 \text{ 千米(km)}$$

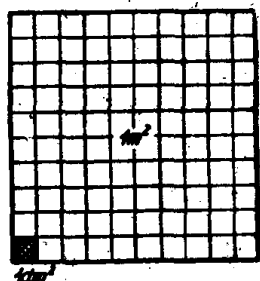
面積單位是平方米，這表示每邊一米長的一個正方形。因爲 1 米 = 10 分米，所以 1 平方米面積中可以放下 $10 \times 10 = 100$ 平方分米

(第4圖)。同樣，1平方分米中可以放下100平方厘米，1平方厘米中可以放下100個平方毫米。因此，面積單位之間的變換係數是100：

1平方米 $qm(m^2) = 100$ 平方分米 $qdm(dm^2)$ ，

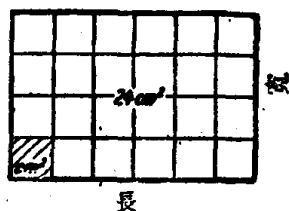
1平方分米 $qdm(dm^2) = 100$ 平方厘米 $qcm(cm^2)$ ，

1平方厘米 $qcm(cm^2) = 100$ 平方毫米 $qmm(mm^2)$ 。



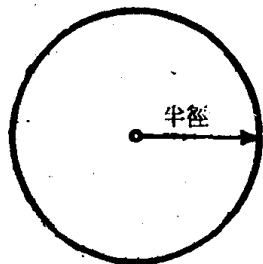
第4圖 1平方米 = $10 \times 10 = 100$ 平方分米。

上列等式中括弧內所附加的另一書寫方法，也是經常被採用的，其所代表之意義，和括弧前的書寫方法，完全相同。所以， $3cm^2$ 即表示 $3qcm$ 或 3平方厘米， $5m^2$ 即表示 $5qm$ 或 5平方米等等。請各位注意，所有的量度記號，都是不用縮寫的標點的。以矩形與圓形為例，我們要將面積的計算法，深刻在我們的印象中。矩形的面積是等於長 $\times$ 寬(第5圖)。如果一個面積是6厘米長和4厘米寬，那麼這面積就有 $6 \times 4 = 24cm^2$ 。圓形的面積等於半徑 $\times$ 半徑 $\times 3.14$ (第6圖)。一個有12毫米半徑的圓形平面，就有面積 $12 \times 12 \times 3.14 = 452.16mm^2$ 。這個公式的證明各位可在魯斯汀數學函授講義中找到。不規則形狀的平面，我們現在還不會應用到。



第5圖 矩形的面積等於長 $\times$ 寬
($6cm \times 4cm = 24cm^2$)。

體積單位是立方米(cbm)，這就是每邊長度均為1米的一個立方體。一立方分米(cdm)就是每邊長度均為1分米的一個立方體。又因1米 = 10分米($1m = 10dm$)，所以各位可以將 $10 \times 10 = 100$ 立方分米的小方塊，排滿在1立方米空間的底部面積上，但如要將1立方米的空間完全充滿，那就需要10層這樣的小方塊，互相層疊(第7圖)。因此，一立方米就含有 $10 \times 10 \times 10 = 1000$ 立方分米。同樣，一立方分米可以被1000立方厘米



第6圖 圓形平面的面積等於半徑 $\times$ 半徑 $\times 3.14$ 。

(ccm) 所充滿，而一立方厘米也可以被1000立方毫米(cmm)所充滿。因此，體積單位之間的變換係數是1000：

1立方米 $\text{cbm}(\text{m}^3) = 1000$ 立方分米 $\text{cdm}(\text{dm}^3)$ ，

1立方分米 $\text{cdm}(\text{dm}^3) = 1000$ 立方厘米 $\text{ccm}(\text{cm}^3)$ ，

1立方厘米 $\text{ccm}(\text{cm}^3) = 1000$ 立方毫米 $\text{cmm}(\text{mm}^3)$ 。

各位將來一定會習慣於應用上列等式中括弧內所附加的單位記號，即 m^3 代表 cbm 或立方米， dm^3 代表 cdm ，或立方分米， cm^3 代表 ccm 或立方厘米以及 mm^3 代表 cmm 或立方毫米。

此等單位記號之意義，和括弧前的單位記號完全相同，因此， 15mm^3 可讀為15cmm或15立方毫米， 38m^3 可讀為38cbm或38立方米。如果各位記住，這些記號右上側的數字2所表示的為具有二因次（長與寬）的面積；數字3所表示的為具有三因次（長、寬、高）的體積，那就決不會將這種新的單位記號弄錯了。

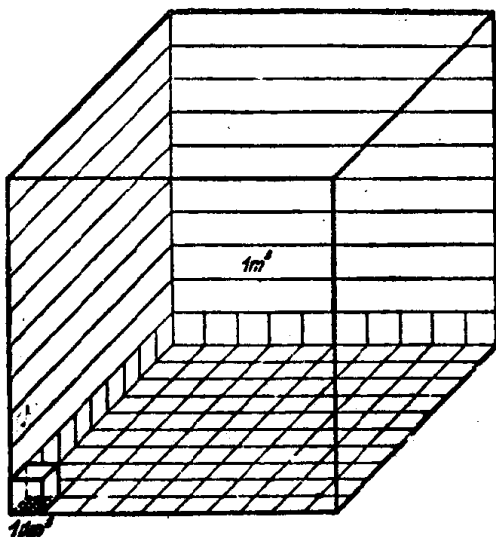
立方分米的體積，亦可稱之為1公升(l)。100l等於1佰公升(hl)。

我們在本章第2節中，曾經計算過一個位於正方形面積上的水柱的體積。它是等於長×寬×高。這樣一個物體，我們稱之為立方體。譬如有一盒子(第8圖)，長130mm，寬12cm，高2dm，則其體積為：

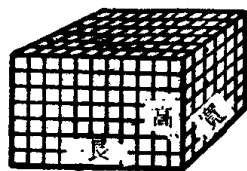
$$130 \times 120 \times 200 = 3120000\text{mm}^3, \text{ 或}$$

$$13 \times 12 \times 20 = 3120\text{cm}^3, \text{ 或}$$

$$1.3 \times 1.2 \times 2 = 3.12\text{dm}^3。$$



第7圖 $1\text{立方米} = 10 \times 10 \times 10 = 1000$ 立方分米。



第8圖 立方體的體積等於長×寬×高。

於此，請各位切勿忽視一點，那就是在同一計算式中，應該一直使用同一種量度單位。各位將容易看出，如果將底面積 $13 \times 12 = 156 \text{ cm}^2$ 與高度 20 cm 相乘，各位亦可求得該立方體的體積。根據同樣的方法，各位亦可求得一個具有任何底面積的圓柱體（或稜柱體）的體積。如果我們在第2節所敘述的平面 F，是一個具有 5 cm 半徑的圓，而且是位於水平面下 30 cm 之處，那麼，在這平面以上的水柱的體積，就等於 $5 \times 5 \times 3.14 \times 30 = 2355 \text{ cm}^3$ ，於是，其重量即為 2355 g ，這樣的柱形，我們稱之為圓柱體

（第9圖）。

重量單位 是仟克(kg)*。這是 $1 \text{ dm}^3 (= 1 \text{ 公升})$ 純水在 4°C 時之重量。於是， 1 cm^3 之水，計重仟克之千分之一，亦即為 1 克(g) 。在任何其他溫度之下， 1 公升 純水，要比 1 仟克 稍輕。因此，水在 4°C 時為最重。其他重量單位是：公噸 (t) 及毫克 (mg)。重量單位之間的變換係數是1000：

1 公噸 = 1000 仟克

1 仟克 = 1000 克

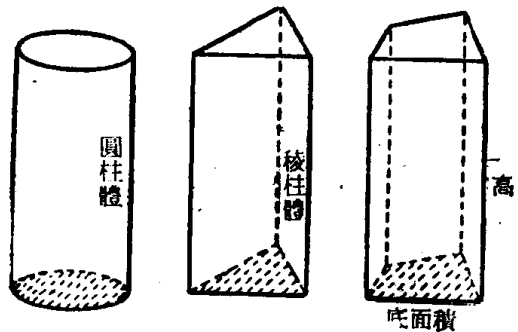
1 克 = 1000 毫克

〔4〕水之體積與重量間之重要關係

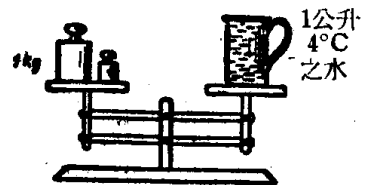
現在我們要請各位將水之體積與重量間之關係，切實地深刻在印象中。各位知道， 1 立方厘米 的水，計重 1 克 ，於是， 1 立方毫米 的水就只有一千分之一克的重量，即重 1 毫克 。 1 立方米 的水，等於 1000 立方分米 ，就有一千倍仟克那麼多的重量，即重 1 公噸 。我們再將上述的結果，替各位總括如下表：

1 立方米 (m^3) 之水，計重 1 公噸 (t)，

* 最近這一重量單位，已以 Kilopond (kp) 來表示。以 kp 表示物體之重量與以 kg 來表示其質量時之差別，我們將於第七章再行討論。



第9圖 柱形物的體積等於底面積×高



第10圖 1 公升 4°C 之水重 1 公斤。左邊之小砵碼係作平衡右邊容器皮重之用。

1 立方分米 (dm^3) 之水，計重 1 仟克 (kg)，

1 立方厘米 (cm^3) 之水，計重 1 克 (g)，

1 立方毫米 (mm^3) 之水，計重 1 毫克 (mg)。

因此，當水之體積為 38cm^3 時，計重 38g，當其為 950mm^3 時，計重 950mg。 46m^3 之水，重 46 t，而 235dm^3 之水（或 235 公升），則重 235kg。各位由此可以看出，在適當選擇單位之情形下，水的體積與重量，一直可用同樣的數字來表示。

〔5〕以每平方厘米若干仟克來表示之水壓力 各位具備了上述基本概念之後，就可根據任何已知單位，計算向下作用於水平面之水壓力。最先，各位可設想有一 10cm^2 的水平平面，次第放置於水面下 10cm, 20cm, 30cm 等之深處。於是，向下作用之總壓力，即次第為： $10 \times 10 = 100\text{g}$ ， $10 \times 20 = 200\text{g}$ ， $10 \times 30 = 300\text{g}$ 等等。因此，水壓力顯而易見，是隨着深度而增高的，因為水柱的體積與重量，是隨着深度而增加的。各位可以看出，這種壓力，究竟能夠增加到何種可怕的程度，如果我們現在將一個位於海洋下 9000m 深處的硅質海綿的 2cm^2 面積上所受的水柱重量，來計算一下的話。這一題目中的水柱，其體積為 $2 \times 900000\text{cm}^3$ ，計重 1800000g，或 1800kg 或 1.8 t。在這種極大的壓力下，我們所熟悉的那些海洋動物是無法生存的。要在極深的海洋下生存，必須要有特殊的生理組織。對於人類來說，即使在水深 2m 之處，如果仍想依照第 1 圖所示的方法去呼吸，就已完全不可能了。

同樣巨大的水之重量，也作用在一艘潛伏在 20cm 深處的潛水艇甲板上的 9m^2 面積上。於此，有一體積為 $9 \times 0.2 = 1.8\text{m}^3$ ，重量為 1.8 t 的水柱，作用於其上。但是，這一項負重，分佈在一個遠較前例為大的面積上，因此，我們如要獲得正確的比較，就必須將其歸屬於同一大小的面積來計算。我們為此乃選擇 1cm^2 為面積，又以每平方厘米若干仟克為壓力的單位，於是，在硅質海綿的例子中，所受之壓力，即等於 $\frac{1800}{2} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ，而在潛水艇的例子中，所受之壓力，則等於 $\frac{1800}{90000} = 0.02 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 。至於此一書寫記號 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ，乃用以表示每

一平方厘米面積中之仟克數。以後凡是遇到“壓力”這個名詞，我們指的就是每平方厘米若干仟克的壓力，而將其嚴格地與那作用在全部面積上的水之重量加以區別，此項水之重量，亦可稱為“總壓力”。

如要計算此項總壓力，我們僅需將面積 cm^2 之數，與壓力 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 之數相乘即得。譬如已知壓力為 $5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ （讀如：每平方厘米 5 仟克），則在 25cm^2 面積上所作用之總力，就等於 $25 \times 5 = 125\text{kg}$ ，因此：

向下作用之總壓力 kg 之數 = 面積 cm^2 之數 $\times$ 壓力 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 之數。

此一 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 之表示方式，對於氣體及固體，亦能適用。如果一支炭酸氣的鋼瓶內，具有 $100 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 的壓力，那就是說，在每一個平方厘米的瓶壁上，就有 100 仟克的力量在作用着。如果一座房屋的基礎，必須承受 $50 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 的壓力，那麼，在每一平方厘米的基礎上，就擔負着 50 仟克的力量。

〔6〕根據水柱高度所量得的壓力 各位現在很容易看出，我們可以簡捷地從直立在 1cm^2 面積上的水柱的高度，來計算以 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 所表示的壓力。在 20cm 深度之處，這一個水柱的體積為 $1 \times 20 = 20\text{cm}^3$ ，計重 $20\text{g} = 0.02\text{kg}$ 。在 9000m 之深處，直立在 1cm^2 上的水柱體積為 $1 \times 900000 = 900000\text{cm}^3$ ，計重 $900000\text{g} = 900\text{kg}$ 。因此，凡是以 cm 所表示的水柱深度的純粹數字，也就永遠等於以每平方厘米克數所表示的壓力數字，因而各位僅需再除以 1000，就可得到以 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 所表示的壓力。於是，在 $15\text{dm} = 150\text{cm}$ 水深之處，其壓力即為 $150 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} = 0.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ，在 $3\text{m} = 300\text{cm}$ 水深之處，其壓力即為 $300 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} = 0.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ：

以 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 所表示的向下作用的水壓力 = $\frac{\text{以 cm 所表示的深度}}{1000}$