

漢譯世界
名著

自然哲學之數學原理

Sir Isaac Newton 著
鄭太朴 譯

漢譯
世界名著

自然哲學之數學原理

商務印書館發行

中華民國二十四年十一月初版

嚴

漢譯世
界名著
自然哲學之數學原理一冊

(52354.3)

Mathematische Principien Der

Naturlehre

每冊定價大洋貳元肆角

外埠酌加運費匯費

原著者

Sir Isaac Newton

譯述者

鄭太朴

發行人

王雲五
上海河南路

印刷所

商務印書館
上海河南路

發行所

商務印書館
上海及各埠

版 權 所 有
翻 印 必 究

原 序

古人在自然研究方面，把力學看得很重要，近人則拋棄了物性形式及潛在屬性的理論以後，已開始將自然現象歸宿到數學定理上去。所以本書內，於物理學的範圍中儘量將數學演出，看來是有意義的事。

古人用兩種方法演述力學，其一是純理的，用論證精確的前進，其一是實用的。一切技術方面的事均屬於後者，力學之名實在亦由此得來。技術家之工作不能十分精確，故力學與幾何學即被分開，凡精確者均歸之幾何學，較不精確者則歸之力學。不過所遇的差失，實在不能盡歸之技術，而當歸之技術家。蓋凡工作不精確的，是不完全的力學家，其能極精確的工作者，方是完全的力學家。

直線與圓之演述，爲幾何學之基礎，但亦屬於

力學範圍。在幾何學上，我們不能知道此項線如何作成，祇當作已知先假定好而已。初學者沒有開始正式的幾何學之前，必須先學習此項線之精確作法。幾何學上所敍者，是如何用此項方法以解決問題。至於如何作成直線與圓，這是力學上的問題，非幾何問題。幾何學上教人應用此項線，故幾何學能應用極少的別處來的原則以收這許多成就，這真是可稱頌的。所以幾何學之基礎在實用力學方面，而幾何學為廣大力學之一部分，能建設並證明其方法。

因為技術上的事主要的在物體運動方面應用到，故普通將幾何學與量相關連，而力學則屬於運動。在這個意義上，純理力學為極精確演述出來而且已證明的科學，其任務在研究如何由某種力發生運動，以及反之，某種運動所需要的力如何。古人於五種力內曾從事過於此。古人之視重力（因為不是人手之力）除重量以外沒有其他。但我們的研究不在技術而在科學。不在人手之力而在自然之

力，故必須主要的研究關於重，輕，彈力，流體抵抗力以及其他吸引的運動的力之狀況；所以我們的研究是自然理論之數學的原理。

物理學上的一切困難，看來是在於這裏：由運動的現象以推論自然之力，再由此項力以說明其他的現象。關於此，有好些普遍的定理，於第一及第二篇中論之。第三編內是其應用，將宇宙系統說明了。於此，由天空中所發見的現象，用前二編內數學上所已證明的定理，推論出重力，此力能使物體傾向太陽及行星接近。同此，我們並用數學定理由此項力以推論行星，彗星，月球，海洋之運動。

或者自然中之其他現象，亦可如是由數學原理中推論出來罷！好多理由使我發生一種推想，以爲此項現象均與某項力有關。由此項力，物體之分子，以某種尙未知的原因，互相傾向而成爲正則的物體，或亦可相離而飛散。一直到現在，物理學者尙無法用此項力以說明自然。我希望本書內所樹立的原則能對於此項或其他正確的方法作一先

引。

本書之出版，哈雷 (*Edmund Halley*) 君，這位深刻而博學的學者，盡力極多。他不僅負校閱及畫圖之責，而且他實在是推動我作這書的人。他要我證明天體軌道之形狀，請我將此證明報告給皇家學會，由其要求於是使我想編著本書。我開始時先從事於月球運動上之差失，即從事於重力之定律及量以及其他的力，物體按照某種定律被吸引時所作之軌道，若干物體本身間之運動，物體在有抵抗的中介物內之運動，此項中介物之力，密度及運動，以及彗星之軌道，及其相似的研究等等。我曾想，這書的編著必須尚待若干時，乃能將其他的補充與開始的研究相合發表。關於月球之運動（實在不很完備），我將其總括在 § 107 之系內，俾別人家不要以為我太將零碎的事多敍了，特別將其提出來，使其餘的定理之系統為之混亂。後來發見的零碎事實寧可將其按插在不適當的處所，免得將定理及所引之數目改變。

希望一切能得到人們的細心閱讀，在這樣的困難材料方面，有缺點之處，其可責備當較之可引起新研究及有趣的補充爲多！這是我所極屬望於讀者的。

一六八六年五月八日於劍橋。

伊薩克 牛頓。

第二版序言

在這第二版內，好多已訂正，並增入了好多。
第一編之第二章內，我已將能使物體在一定軌道
內運動的力之決定法較容易較詳盡的敍出。第二
編之第七章內，流體之抵抗力的理論我亦已較詳
細的研究過，並有新的試驗爲之證明。第三編內
之月球理論及歲差則更完備的由其原則中推出，
並引入好多精確算好的軌道之例以證明彗星之理
論。

一七一三年三月二十八日於倫敦。

伊薩克 牛頓。

第三版序言

這第三版是由這方面極有經驗的人，亨利，丕姆白爾頓 (*Heinrich Pemberton*) 所備就，其中第二編內之論中介物之抵抗力，已較前爲詳盡，並有關於重物之抵抗力的新試驗增入。第三編內月球因重力而保持其軌道的理由已更詳盡的敘出；增加入的，有旁德 (*Pound*) 氏所得關於木星對徑之相互關係的新觀察。此外，這裏新添入若干對於1680年所出現的彗星之觀察，係由德人開而希 (*Kirch*) 所作，最近纔入於我們之手。由此可知彗星運動方面拋物線的軌道是如何的接近。該彗星之軌道亦按照哈雷的推算較前更詳細的以橢圓表出，可知彗星經過九個宮在此橢圓的軌道內進行，與行星在天文學上所測定的橢圓軌道內運行差不多的正確。1723年所出現的彗星之軌道亦按照巴

得來(*Bradley*)的推算增加入了。

一七二五年正月十二日於倫敦。

伊薩克 牛頓。

目次

原序

第二版序言

第三版序言

說明 1

運動之基本定理或定律 21

第一編 第一章 論首末比之方法用此可
證明以後之理者 45

第二章 論向心力之求法 64

第三章 論圓錐曲線上物體之運動 91

第四章 論一個焦點已知時求圓
錐曲線的軌道之法 113

第五章 論焦點均未知時求軌道
之法 129

第八章	論流體內之傳達運動···	645
第九章	論流體之圓形運動····	671
第三編	論宇宙系統·····	691
	研究自然之規律·····	692
	現象·····	696
第一章	論宇宙系統之原因····	706
第二章	論月球差失之大小····	765
第三章	論海潮之大小·····	829
第四章	論歲差·····	844
第五章	論彗星·····	856

說 明

說明 1. 物質之量，以其密度及體積聯合度之。

倍大空間內倍密之空氣，其量加四倍；雪或塵埃同此，可經融化或壓使其加密。一切物體方面亦均如此，可由某種原因以種種方法使其加密。至於可自由透入各部分間空隙之中介物，這裏我沒有計入。

此項物質之量，以後我將以物體或質量名之，所由以知之者，則為各該物體之重量。至質量與重量之為相比的，此則我曾以很精確的擺錘試驗得之，其詳見後。

說明 2. 運動之量，以速度及物質之量聯合度之。

全體之運動，為其各部運動之和。故速度等而物體倍大，則運動量加倍，速度與物體均加倍，則運動量加四倍。

說明 3. 物質有抵抗之能力;故每個物體,如其所已然者,保持其靜止狀況或等速的直線運動。

此項力恆與物體爲比例,其與物質惰性之差,祇是看法之不同而已。物質之惰性,能使每個物體不易出離其靜止的或運動的狀態,故此項爲物質所固有的力,亦可用“惰性力”這個很確切的名稱以稱之。因此,物體祇在改變其狀態時,纔顯出其此項力,而其狀態則可由一其他外來與之接觸的力影響之,且由不同的觀點看來,前者或爲抵抗力或爲進攻力。如物體爲保持其狀態對於外來的力相抗,則爲抵抗的;如物體對於當前的障礙力不易退讓,而欲使後者之狀態變動,則爲進攻的。尋常均以抵抗力屬之靜的物體,進攻力則屬之動的物體;不過如尋常所說的動與靜,則其區別祇在關係之方式,而尋常所視爲靜的,實際上不一定是靜的物體。

說明 4. 外來的力是對於物體所施的推動,使其

狀態改變，此狀態可爲靜止或等速的直線運動。

此項力祇在推動中，及其施出後，並不留於物體中。蓋物體之保持其新狀態，祇爲惰性力之作用。此附加的力其來源不一，例如由於撞，壓，向心力。

說明 5. 向心力之影響，使一物體向一爲心的任何點被吸引或被推開，或以任何方式求達到該處。

屬此者有重力，能使物體求與地球之中心接近；磁力，能將鐵向磁極吸引；以及尙有一種力，不問其爲何，能使行星恆離開直線運動而以曲線進行。一塊在投石器內旋轉的石，有離開使其旋轉的手之企圖：因此，這石使投石器緊張，且其旋轉愈速，則緊張愈甚，如將他釋放，則即飛去。與該項飛去企圖相反的力，能使石恆不離開手而在圓上者，我名之爲向心力，因此力以手爲圓之中心而向之。在圓上旋轉的物體均是如此。此項物體均有離開

軌道中心之企圖，如無一與此相反的力，使物體受牽制不能出離其軌道，則必循一直線以等速運動脫去；此力我名之爲向心力。一拋出之物，倘不受重力之牽制，則不會向地轉下，而以直線向天空飛去，且如沒有空氣之阻力，其運動爲等速的。祇因重力之故，使其離開了直線運動而傾向地球，而其強弱之度，則與其重量及速度有比例。與物質之量相比其重量愈小，拋出時的速度愈大，則其離直線的軌道愈少。保持直線的軌道愈久。假如一鉛的球以一定的速度循一地平的線由山巔上放射出來，在曲線上進行，於二英里外始落地，則速度加倍或加十倍，所及之遠亦約加倍或加十倍，不過須假定空氣之抵抗力於此不生作用。將速度增加，即可任意的增加所及之遠并減少所作軌道之曲度，使其於 10 或 30 或 90 里距離以外纔落下，或使其繞地球運動，或向天空脫去以至於無限。所拋之物可使其入一軌道繞地球運行；同樣的，月球如有重量，則亦可由重力使其離開直線道路傾向地球入於他