

牛頓著

自然哲学之
数学原理

53.3
149

自然哲学之数学原理

牛頓 著
郑太朴 译

商务印书馆

自然哲学之数学原理

牛頓著 郑太朴譯

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

(上海市書刊出版業營業許可證出字第〇二五號)

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

統一書號 2017·2

1931年4月初版

開本 787×1092 1/36

1957年5月重印第1版

字數 359,000

1968年2月上海第2次印刷

印數 2,101—3,100

印張 27 1/18 插頁 4

定價(10) 3.50

出版說明

牛頓(Isaac Newton 1642—1727)是十八世紀英國偉大的數學家和物理學家。他的哲學觀點和在科學上的成就，曾在當時的思想界和學術界發生過極大的影響。“自然哲學之數學原理”(Philosophiae naturalis principia mathematica, 1687)是牛氏的主要著作之一，也是科學發展史上的一部重要文獻。現在重印出來，以供治科學史者的研究和參考。

中文譯本出版於1931年，這次再版是利用舊紙型重印的。

商務印書館

1957年1月

01026

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，為幾何學之基礎，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。幾何學上所敘者，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。古人於五種力內曾經從事於此。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，以為此項現象均與某項力有關。由此項力，物體之分子，以某種尚未知的原因，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，物理學者尚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敘了，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

第六章	求已知軌道內運動之 法.....	185
第七章	論物體之直線的上昇及 下墜.....	199
第八章	論物體受向心力之推動 而運行時求其軌道之 法.....	218
第九章	論動的軌道內物體之運 動以及回歸點之運動 ..	228
第十章	論物體在已知面上之運 動及擺錘運動.....	254
第十一章	論球形物體之運動其間 有向心力互相吸引.....	279
第十二章	論球形物體之吸引力...	324
第十三章	論非球形物體之吸引 力.....	362
第十四章	論傾向大物體的向心力 所推動的小物體之運	

	動.....	386
第二編 第一章	論某項物體之運動此項 物體受一種與速度相比 的抵抗力者.....	401
第二章	論某項物體之運動此項 物體所受之抵抗力與速 度之平方相比.....	419
第三章	論物體在抵抗力下之運 動此抵抗力之一部分與 速度相比一部分則與其 平方相比.....	476
第四章	論物體在中介物內之循 環運動.....	496
第五章	論流體之密度及壓榨以 及流體靜力學.....	509
第六章	論擺錘之運動及抵抗...	534
第七章	論流體之運動及拋出的 物體之抵抗力.....	578

	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。至質量與重量之為比較的，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。

此項力恆與物體為比例，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，故此項為物質所固有的力，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，前者或為抵抗力或為進攻力。如物體為保持其狀態對於外來的力相抗，則為抵抗的；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，則為進攻的。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，而尋常所視為靜的，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