

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

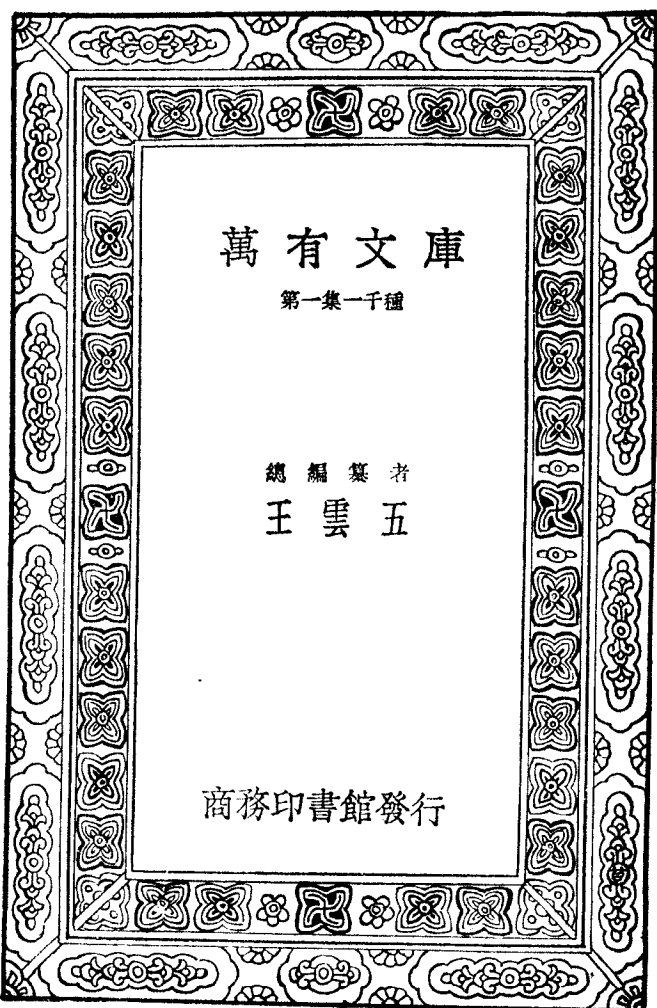
自然哲學之數學原理

(八)

牛頓著

鄭太朴譯

商務印書館發行



萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

# 目 次

原序

第二版序言

第三版序言

## 第 一 冊

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 二 冊

第 三 章 論圓錐曲線上物體之運

動..... 1

第 四 章 論一個焦點已知時求圓

錐曲線的軌道之法.....23

- 第五章 論焦點均未知時求軌道  
之法……………39

### 第三冊

- 第六章 求已知軌道內運動之  
法…………… 1
- 第七章 論物體之直線的上昇及  
下墜……………15
- 第八章 論物體受向心力之推動  
而運行時求其軌道之  
法……………34
- 第九章 論動的軌道內物體之運  
動以及回歸點之運動…44
- 第十章 論物體在已知面上之運  
動及擺錘運動……………70

### 第四冊

- 第十一章 論球形物體之運動其間  
有向心力互相吸引…… 1

第十二章 論球形物體之吸引力…46

第十三章 論非球形物體之吸引  
力……………84

## 第五册

第十四章 論傾向大物體的向心力  
所推動的小物體之運  
動…………… 1

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……………17

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……………35

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……………92

## 第六冊

- 第四章 論物體在中介物內之循環運動…………… 1
- 第五章 論流體之密度及壓榨以及流體靜力學……………14
- 第六章 論擺錘之運動及抵抗…39

## 第七冊

- 第七章 論流體之運動及拋出的物體之抵抗力…………… 1
- 第八章 論流體內之傳達運動…68

## 第八冊

- 第九章 論流體之圓形運動…… 1
- 第三編 論宇宙系統……………21
- 研究自然之規律……………22
- 現象……………26
- 第一章 論宇宙系統之原因……36

## 第九冊

---

第二章 論月球差失之大小…… 1

第三章 論海潮之大小……65

第四章 論歲差……80

第十册

第五章 論彗星…… 1

## 第九章

### 論流體之圓形運動

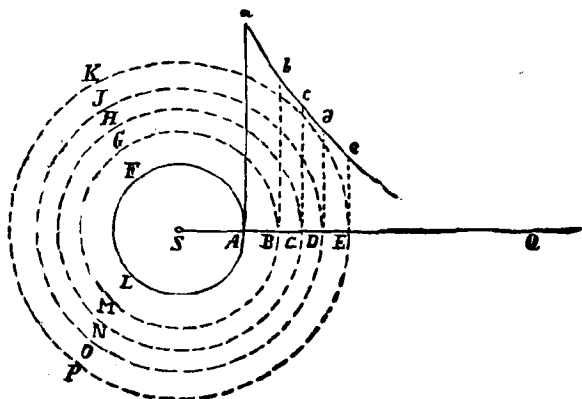
§ 73. 假設。由流體各部分之不完全的滑性所發生的抵抗力，在尋常的狀況下，與速度為比較的；此項速度即為部分互相分開的速度。

§ 74. 定理。設有一長為無定的圓柱體，在一整勻而無限的流體內以等速運動環其軸旋轉，此軸之位置為已定；流體本身亦為此項運動所影響而旋轉，但不受其他的影響。倘流體之每一部分均能保持其運動，則流體各部分之環繞時間相比，如其離圓柱體軸之距離相比。

今設  $AFL$  為繞其軸  $S$  而作等速旋轉的圓柱體，用同心圓  $BGM, CHN, DJO, EKP$  等將流體分割成爲無數同心的圓柱層。

因流體爲等質的，故相連的層之相互壓力，其





第一八六圖

相比等於相互間的移動相比，並等於壓力所在的相連的面積相比。倘對於某一層之壓力在凹處較之在凸處為大或小，則較強的壓力即發生作用，而層之運動或則被加速，或則遲緩下去，此則視該項壓力在相同或相反的方向內發生影響而定。但如每層均能保持其運動，則兩面所受壓力必均相等，其方向恰相反。又因壓力與相連的面積及其移動相比，故後者與面積成反比，亦即是，與面離軸之距離成反比。但環繞軸的角運動相比，如此項移

動被距離除後相比，亦即是，與距離之平方成反比。故如於無限的線  $SABCDEQ$  之各點作垂線  $Aa, Bb, Cc, Dd, Ee$ , 等等，使其與  $SA, SB, SC, SD, SE$  等之平方相反比，並設想作一雙曲線經過該項垂線之端，則角運動之和，即全部角運動，與相當的  $Aa, Bb, Cc, Dd, Ee$  等諸線之和相比。今將層之數增加至無限，將其寬減至無限，則角運動相比，如  $AaQ, BbQ, CcQ$  等雙曲線面相比，而與角運動成反比的時間亦與此項面成反比。故任何一部分  $D$  之環繞時間與  $DdQ$  面成反比，即是，按已知的求曲線面積之法，與距離  $SD$  成正比。此即所欲證者。

系 1. 從可知流體之微粒之角運動與其距軸之距離成反比，其絕對速度係相等。

系 2. 設有一圓柱形的器皿，其長無定，其內盛有水，並有一其他圓柱體在內。此二圓柱體均繞其共同軸旋轉，其環繞時間與其半徑相比。倘流體之每一部分保持其運動，則其各部分之環繞時間與

其離圓柱體軸之距離相比。

系 3. 倘在如此運動的圓柱體及流體上加以某種角運動或減去之，則因此項新運動不能改變流體各部分之相互摩擦，故各部分相互間之運動亦仍不變。

蓋相互間之移動係與相互間之摩擦有關，而每一部分能保持某種運動，此運動被兩面各部分所受相反的摩擦發生加速時，不能特為大。

系 4. 故如於圓柱體及流體所成之系統方面取去其在外的圓柱體之一切角運動，則所得為靜止的圓柱體內之流體運動。

系 5. 倘流體及在外的圓柱體均靜止，但在內的圓柱體以等速作旋轉，則流體之圓形運動亦參加，並能漸漸的傳達經過全流體。在流體之各部分未達到前系內所述之運動時，其增加不會停止。

系 6. 因流體有一種傾向，將其運動很廣的傳播出去，故在外的圓柱體，亦能為此項傾向所影響而旋轉，其運動之環繞時間在未與在內的圓柱體

之環繞時間相等時，運動恆加速。倘在外的圓柱體被一力所牢固着，則即發生阻滯流體之運動的傾向，故如沒有外來的力將在內的圓柱體之運動保持，則此圓柱體之運動即漸失去。此種事實均可用試驗以證明之。

§ 75. 定理。 有一固定的球，在一均勻而無限的流體內環一軸旋轉，此軸之位置為已知，其旋轉亦為等速的。流體即被此項動力所推動而旋轉，但別無其他推動力。倘流體之每一部分能保持其運動，則其環繞時間與距球心距離之平方相比。

第一事。設  $AFL$  為一球，環  $S$  軸以等速在圓內旋轉；作  $BGM, CHN, DJO, EKP$ ，等等諸圓將流體分割成爲無數同心層，其厚均相等。今設該項層成爲固定的，則因流體為等質的，故相接的層之相互壓迫與其相互間之移動及相接觸的面積相比。倘其中一層方面之壓力在凹處較凸處為大或小，則較強的壓力必超過，而能使層之速度加速或遲緩，隨其方向之與運動相同或相異而別。欲使每

一層能保持其運動，則兩面所受之壓必相等相反而後可。因壓力與相接的面及相互間的移動相比，故移動與面積成反比，即是，與此項面積距心之距離平方相比。但種種繞軸的角運動與此項移動成正比，與距離成反比，故即與距離之三次方相比。

今如於無限線  $SABCDEQ$  之各點作垂線  $Aa, Bb, Cc, Dd, Ee$  等等，使其與  $SA, SB, SC, SD, SE$  等等之三次方成反比，則各種角運動之和相與相當的  $Aa, Bb, Cc, Dd, Ee$  等等諸線之和相比。今將層之數增加至無限，將其寬厚同樣減小至無限，則全個角運動與雙曲線的面  $AaQ, BbQ, CcQ, DdQ, EeQ$  等等相比。又，與角運動成爲反比的環繞時間亦與此項面成反比。所以任何一層  $DJO$  之環繞時間與  $DdQ$  面成反比，即是（按已知的求曲線面積之法），與距離  $SD$  之平方相比。此即所欲證者。

第二事。今由中心點出發，作很多的直線，其長不定，與軸相交之角爲已知，將此項直線環軸

旋轉之，則上所述的各層均被分割成爲無數圓圈，而每一圓圈被其他四個圈所接觸，在內的一個，在外的亦一個，兩旁各一個。因在內的及在外的圈能發生摩擦，故每一圈在按照第一事之定律所發生的運動方面，祇能被其向相等相反的兩面所壓迫。此可由第一事之證以知之。所以由中心點出發在直線上進入無限的圓圈所成之列，即按照第一事之定律運動，祇須在兩旁的摩擦不將其阻止。不過在按照此項定律而發生的運動方面，兩旁的圓圈不能發生摩擦的阻力，所以不能對於此項運動有所妨害。倘距離中心點等遠的圓圈，其運動在極點較之在赤道附近爲速或遲，則遲者能因相互間之摩擦而加速，速者則被遲緩，故其環繞時間恆按照第一事之定律趨於相等。所以此項摩擦不能阻止按照該項定律所發生之運動，而在這裏亦仍如此。此即是，各個圓圈之環繞時間與其距中心距離之平方相比。

**第三事。** 今將該項圓圈每個分割成爲無數

的小部分，其中含有絕對而均勻的流質。因此項分割無關於圓形運動之定律，祇為包含流體的方法，故其圓形運動仍繼續着。經過此項分割後，一切圓圈不問其大小如何，其相互間之摩擦或則全不變，或則以相同的程度變。故如其原因不變，則其結果亦不變；因而運動與環繞時間仍為比較的。

此亦即所欲證者。

因為圓形運動及由此發生的離心力在赤道部分較大，故必有某種原因存在，能將其部分拉住，不使其出離圓的軌道而與中心離開。

系 1. 從可知一切流體部分之角運動與其距心距離之平方相比，其絕對速度與此項平方被距離除後成反比。

系 2. 設有一球，在一靜止的，相似的，無限的流體內環一軸以等速旋轉，此軸之位置為已知。如是，流體之運動即成為漩渦形式，漸漸的傳出至無限。其各部分之加速，在環繞時間未與距中心之距離平方成為相比時，不會中止。

系 3. 漩渦之內部速度較大，故能對於其外部發生摩擦及壓力使其運動；此項外部所得之運動又復傳至於其外部，故前者之運動不會增加，祇會將其所有者漸漸的向外傳出。因此，在漩渦方面，運動恆由中心向其外圈傳出，而因其外圈可擴至無限，故漸消失。其在漩渦之較內的圈，其運動並不能加速，因為其由中心所得來的運動均傳出至外圈去。

系 4. 欲使漩渦恆保持其運動狀況，必須有一來源使球能保持其運動，俾得傳其運動於漩渦內之物質。倘沒有此項來源，能使球保持其運動，則因恆向外面傳出之故，球本身之運動及漩渦之運動必漸消失。

系 5. 倘另再投入一其他球於此漩渦內，與原來之中心稍離開，以一已知的軸旋轉，則流體內又形成一新漩渦。在開始時，此新漩渦并其球環繞原來之中心旋轉，以後則漸漸的將其本身之運動傳布出去，以至於無限。如是，結果二漩渦互相分開



而環繞一共同的點旋轉；倘無一種力將此二者合在一塊，則必愈離愈遠。

倘後來使球繼續其運動的力消失，一切均任之於力學的定律，則結果二球之運動必漸消失，而漩渦亦即靜止。

系 6. 倘有若干球在已知的處所，以一定的軸在一定的速度之下旋轉，則所發生的漩渦之數亦如是多，每個均能擴張至無限。

蓋球雖多，但其傳布運動之方法，則與單獨的一個球無異。如是，此項漩渦不會互相分開，每個限於一區域的，而必相互交錯；因此項相互作用，故各球均不能不漸離其原來之處所，如前系內所已指出者。倘沒有某種力生作用於相間，則其相互間之位置即不能保持下去。但使各球保持其運動的力如消失，則如第三第四二系內所明，漩渦的運動亦必漸停止。

系 7. 一種相似的流體盛於一球形的器皿內，經中心處球之旋轉而發生漩渦；器皿本身亦與球