

書叢小科百

學理物代近

著朴太鄭

編主五雲王

行發館書印務商

書叢小科百

學 理 物 代 近

著 朴 太 鄭

編 主 五 雲 王

行 發 館 書 印 務 商

# 近代物理學

## 目次

第一章	總綱	.....	一
	1. 物理學之範圍及方法	.....	
	2. 時間與空間	.....	
	3. 物質與能力	.....	
第二章	物質的構造	.....	七
	1. 分子運動說	.....	
	2. 結晶	.....	
	3. 電子	.....	
第三章	運動與振動	.....	一六
	1. 運動	.....	
	2. 振動	.....	
第四章	傳導與影響	.....	二四

1. 物理作用之傳導 2. 遠效與近效

第五章 輻射現象……………三〇

1. 對流的輻射 2. 波動的輻射

第六章 晚近的原子觀……………三七

1. 光系 2. 原子的分裂 3. 原子的構造

第七章 電的觀念之變遷……………四二

# 近代物理學

## 第一章 總綱

1. 物理學之範圍及方法 物理學之來源已很古，上溯其歷史，約可至亞里斯多德 (Aristo-  
[ar]) 以前三百餘年。不過其範圍之廣狹，則自古及今已屢經變遷，極不相同。古時凡家國人事以外  
之現象或事實，一切都包於物理學研究範圍之內；因之，物理學是與人文科學相對待的惟一科學。  
到後來，有許多研究的現象均逐漸與物理學分離而成爲獨立的科學，如化學，天文學，礦學等等，於  
是物理學之範圍始縮小了。但此種分科歷程之進行是極遲的，亦容易見到；試翻閱一冊百年前出  
版的物理學字彙，即可發見其中所載，以今日之眼光觀之，多半是不屬於物理學的。卽至晚近，亦還  
有新分出的科學，如地理物理 (Geophysics)，氣象學等是。而一方面，數學家尚有想把力學亦自

物理學分出者，則簡直要教物理學破產了。

雖然如此，就目前的狀況看起來，物理學之範圍卻又有擴張的趨勢；但並不是說以前所分出諸科學的一部分仍舊歸入物理學便算了事。前此物理學範圍之廣，是一種渾雜情形。現在纔真是擴張，因為物理學所研究的是自然現象的根本問題；近年來的進步與勝利，足使他的精神貫注一般自然科學而融化之改良之。頂容易看見的，像物理的化學，近來漸有融入物理學的趨向了。或者在較遠的將來，一切自然科學都要合併，也許可以實現的。

物理學的內容，普通分作力學，聲學，熱學，光學，電學，磁學等幾部。就中如聲學，倘把他與我人聽覺器官的關係置而不論，那末，可以併入力學。熱學根本上與力學沒有多大差別。而自相對論出世以來，「以太」(Ether) 既有些不合時宜，舊時電磁學的特別地位可不再存在；那末，物理學若仍舊照從前的分門法則，恐怕不很妥當；不過這種分法習慣上沿用已久，實用方面亦還便利，暫時不妨仍之。

在古時物理學沒有脫離玄學之羈絆以前，他的方法有些不可靠，多近於懸擬。直至近代，纔漸

臻切實。但是起初用的方法也有很簡單的，專重觀察和實驗。晚近三百年來，數學發達，於是物理學始得了精良的工具，方法漸漸完備，進步也很快了，及今看來，物理學之方法可說是「理論的」；蓋一方面他雖注重實驗，但卻不以所得零零散散的結果為滿足，而很注意把零星的结果用理論貫串起來，以得一個統一的觀念；近來很發達的理論物理（或云數理物理）所探討的，就是這一點。這種方法，兼有經驗與理想的長處，着實完美；不過所以能夠到如此地步，還是數學的功勞哩。

2. 時間與空間 物理學上最重要的基本概念，是時間與空間。所有一切自然現象，未有不於空間上佔一定的地位，及時間上有一定的經歷者。吾人實在不能設想什麼現象或事實可以不佔空間不需時間，所以除掉了時間與空間，便無從說起物理學了。

時間與空間的兩個概念，普通看來好像自明，無須詳究者；實則不然，他們大有研究的價值。物理學上所用的時間與空間，向來是所謂絕對的，學者中亦從未有發生過疑問。十九世紀以來，數學家探討幾何學的基本原理的結果，三因次空間的限制已經打破，頗有盛倡四因次空間者。其後物理學者中（如奧人馬赫 E. Mach），亦有起來批評時間與空間之絕對性的；但都不能於物理

學上發生什麼大影響。直至最近相對論起來，纔把物理學上一向所採用的絕對性質推翻。並且時問與空間向來認為各自獨立，性質上不相同的，亦經他連結起來成爲不可分了。

3. 物質與能力 一切自然現象構成的要素，不外物質及能力二者。關於物質所有通性的問題，早就成了物理學上重要的研究。除了平常所易見的物質之通性如廣袤質量等外，尚有數種於物理學上特爲重要者，大略要講一講。第一、物質有惰性；即凡物之靜止者，若沒有外力去動他，那末，終將靜着；其動者亦然，若沒有外力去阻止他，不會停頓。首先見到并且嚴格的研究這個原理的人，要算生於第十六十七世紀間的伽利略（Galileo）。後來牛頓重新說明成了定律，普通稱爲牛頓之第一動律或惰性定律。在物理學上，物質的惰性，含有根本的意義；所謂「力」之概念，也從這裏出來的。第二、物質有引力的通性；即物質與物質之間，有互相吸引的力。所謂物質的「重量」，就與引力有關。牛頓的萬有引力定律說，凡物體與物體間的相互吸引力，與物體相乘的積成正比，而與其距離的平方成反比。此外，對於物質向來還有一種通性，亦很重要，就是物質的不可滅性。這個性質，在化學沒有發達之前，很難明白；後來被化學家的確確證明了。依此，則宇宙的質量，不會減少，



亦不會增多，應該是個常數。

這幾個物質的通性，在物理學上是基本的。但是重量（即引力量）與惰性，實還不能絕對分開。試觀物體在真空中下墜時，不問其重量之多寡，其速率均相同，便可知了。物理學者對於這一點，自伽利略以來早已知道。一八九〇年，匈牙利物理學者厄特味士（Eotvos）始以精確的實驗證明之。但向來亦只視為自然，從沒有加以研究，自相對論出，始大明白了。照相對論，蓋所謂引力者，實在就是惰性的一種，故重量與惰性根本上可算是一事。

能之概念，是近來從力與工作等概念上所抽象而得的。十九世紀之初，物理學上纔用這個名詞；到近來成了很普遍的很重要的概念了。普通看起來，能力是附着物質而有的，似不能獨自存在；但是近來物理學卻把能力的地位看得比物質還要重，全部物理學，差不多是能學。

物理學上有一個基本的原則屬於能的，即所謂能量不滅之原則是。依此，則宇宙間的能量，不會減少，亦不會增加，應該是個常數。當十八世紀時，人們還沒有能的普通概念，但是物理學者已知物體之位置能與運動能之和是常數；此種發見，不得不算是這個原則發展的初期，不過應用的範

圍太狹窄，祇限於簡單的力學現象方面罷了。到了十九世紀之初，能力的概念既然入了物理學，又知熱亦是一種能力，於是經邁爾（Robert Mayer）、朱爾（Joule）等之研究，這個原則就漸漸擴充了。後來擴充到物理學的全體，適用於一般能力，像電力、磁力等，而使這個原則成爲物理學的基本原則者，要推赫爾姆霍斯（Helmholtz）的功居多。

自十九世紀中葉以來，能量不滅原則不獨於物理學上據基本的地位，並且兼有統制一切自然科學之勢。與之相彷彿者，有前所說過的質量不滅定則，所以物理學上有了兩條不滅的定則。近來一元的宇宙觀較佔勝利，凡科學上有二元見解的地方，多不能十分使人滿意。能與質之不滅既有分開的說明，自然不能免一元派之懷疑。至相對論出，纔知道能質之相通，兩條原則所以也好融合了。又如前面說過，能力好像附着物質而存在的；但是據相對論呢，則可說能爲主，質爲副；這一點與普通見解似乎有些不同了。

## 第二章 物質的構造

1. 分子運動說 前章說過，時間與空間是物理學上最重要的基本概念。他們所有最顯明的性質，是連續不斷，沒有間隙。物質既然在空間佔有地位，他的現象又需時間，那末，當初物理學未發達的時候，自然對於物質，亦就說他有連續性，而爲不斷無間隙的。其後經驗漸多，觀察的現象比較複雜，於是覺得這種連續的物質觀，不足以明白物質的真相。事實上，物質由微點所合成的見解，由來很古；分子及原子論的宇宙觀，古代東方哲學家及西方哲學家中早有說過的。嗣後雖常有幾位哲學家及科學家主張分子原子的話，但科學上正式的分說成立，還不過是一百餘年前的事。十九世紀之初，道爾頓（Dalton）始於化學上用分子說解釋一切現象，稍後，有摩蘇梯（Mosotti）把分子說應用到物理學上，是爲晚近分子說之創始，後來漸漸的通行了。

分子說打破了物質連續的觀念之後，有許多現象爲從前所不能解釋的，亦多可解釋了。依分

子說，物質是由極微的分子所集合而成的，分子與分子間則有力互相吸引着，所以不會離散。此種見解，質言之，是一種完全靜的分子說，不過說明物質是微點所合成，不是無間隙的，稍勝於前之連續說罷了。拿來解釋自然現象在化學的方面，大致還好，但是在物理學上卻大感困難，例如極簡單的氣體之溫度、壓力等現象，這種靜的分子說已無從說明了。於是物理學上漸漸有人主張用動的分子說了。

以分子運動解釋氣體方面的現象，十八世紀之初已經有人提出過，但是沒有多大效果，因之未幾也就消滅遺忘了。到十九世紀的中葉，學者又向這方面研究，纔把他成爲極完全的理論。開其端者，有克羅尼（Kronig）及克勞修司（Clausius）兩氏；而對此最有貢獻者，則有馬克斯維爾（Maxwell），羅斯密特（Loschmidt），博爾茲曼（Boltzmann）等。分子運動說，主張氣體的各分子不是靜着不動的，是以極大的速度向各方作迅速的運動，他們的軌道本來是直線的，不過有時分子與分子相撞擊，纔改變方向。凡關於氣體的壓力等現象，都能用他去解釋，而所謂熱與溫度，也是分子運動所生的現象。

分子運動說成立之後，不僅因為他解釋現象的結果，在物理學上大見成效，並且他所用的方法亦在物理學裏別開了一條新途徑。向來理論物理學所藉的算學工具，不外普通微分方程之一途；現在知道微積分有不能應付的地方，須得用統計法方可。不過這學說的理論雖精，然事屬杳冥，學者每欲求實際上的證明，卒以分子過於微小，肉眼既不可見，最好的顯微鏡也不可見。一八二七年時，植物學者布朗 (Brown)，用顯微鏡窺得數種液體裏極細的粒塊，作極無秩序而不間斷的運動，其速度則視粒塊的大小而異，愈小則愈速。布氏發見以後，曾經許多學者研究，起初大家均不注意，以為是外界空氣或其他影響所致。到了十九世紀之末，經學者重復詳細研究，纔知這種粒塊的運動，與外界之影響完全沒有關係，因為兩個極相近的粒塊，其運動狀況每全然不相同。於是疑惑這種運動由於液體裏面力之作用所成，就是液體的分子運動時撞着這些粒塊，因而并使粒塊也運動了。照分子運動說，原來液體亦是由運動的分子所組成，不過他們的速度比較氣體的小，亦視液體溫度的高下而定；溫度高的快，低的慢。事實上，這種塊粒運動的速率，亦是如此在溫度較高的液體裏快，較低的裏邊慢。這種粒塊的運動，不但是容易解釋，並且與所期望的結果多很符合。十年

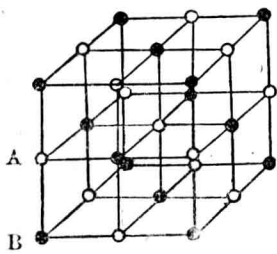
前經愛因斯坦 (Einstein 即倡相對論者)、柏欒 (J. Perrin) 等人在理論事實兩方面精密研究，這種粒塊運動的原由，講得格外透澈。於是分子運動說雖直接沒有實在證明，而間接用肉眼藉顯微鏡之力反能窺得一些了。

分子運動說爲晚近物理學上極大的成績，吾人對於物質的觀念，因此大有變更，如前所述，不過是其大略而已。

2. 結晶 物質有三種狀態，就是固體的，液體的，及氣體的狀態。拿水來作個例，尋常在液體的狀態，遇冷即成冰，那是固體，遇熱化作氣，所以物質的狀態無定，隨溫度而異。氣體的分子運動最快，亦最自由；液體的分子運動遠不若氣體，因爲分子凝聚較密；至固體分子的運動極有限制，分子與分子互相牽制，差不多無運動之可言了。熱也是一種運動，所以物質的狀態，與溫度有關係的。

氣體與液體，總稱流體，性質亦多相似處，與固體極易識別。液體固無定形，與氣體同，但不若氣體之并大小而無定的。若把液體置於器中，那末，他所佔的地位有一定，不隨器之大小而變。氣體則不然，無論器之大小若何，他總佈滿其中。至固體之構造，須得提出來約略說一說。

十八世紀的末葉，有位阿羽伊 (Hauy) 氏對於結晶學作過一番詳細的研究。到了十九世紀的中葉，佛來根哈姆 (Frankenheim) 及布拉番 (Bravais) 兩氏始創立方格子說 (Raumgittertheorie) 以解釋結晶，這學說現在倒很發達。他說結晶是由於物質的原子遵一定的規則分布於一立方格子的各角及節所成（參觀後圖），其相稱性則半為固有，半為這立方格子所賦與。採用這學說去解釋結晶，也還有許多困難，各原子配合的複雜情形，須得用很精密的方法去測定之。自十九世紀末葉以來，經許多學者的研究，已漸有頭緒；不過還不能算完全解決。十幾年前，物理學者勞 (Laue) 氏，因欲研究羅琴線 (Röntgenstrahlen 即 X 線) 之波動性質，想把他透過極小的格子，但既不能用人工構造出這種極微細的格子，於是即試用一個結晶體供試驗，結果不獨成功其試驗，且藉此證實向來的立方格子說。經勞 氏這樣的試驗之後，菲特烈 (Friedrich)，克尼賓 (Knipping)，布刺格 (Bragg) 等均起而於理論實驗兩方面詳細研究之，所得的結果很好。現在關於這方面的材料已搜羅得頗不少了。這個圖是食鹽結晶的



食鹽結晶之構造

模型，表示他怎樣構造的；立方格子各角及節之黑白點，係原子，黑的是鈉之原子，白的是氫之原子。一氫原子與鈉原子間之距離，如圖中之B A，長約 $2.8 \times 10^{-10}$ 。厘米。不過這是結晶構造的特別簡單者，普通多要比較複雜一些。但是結晶構造之複雜與否，與物體之化學的成分，亦無多大關係；例如金剛石純係炭素，其化學成分最簡單也沒有了，但是炭原子在立方格子上之分配，卻極複雜。

對於結晶之研究，近來仍極有進步。固體物之構造，因之得以明白。這豈不是近代物理學的成  
功麼？

3. 電子 前兩節裏已經把分子運動說及結晶原子的構造略略說過；但卻未曾說明分子與原子是不同的。原來照晚近物理學及化學研究的結果，知道前面所說的分子并非是最小的物質單位，而其自身亦是由更微小的物質所集成成的。這種合成分子的小質點，叫作原子。就是化學元素的分子，大都也由多個原子所合成的。但如汞的分子與原子可沒有分別，因為汞的分子，是由一個原子所成。分子所含原子的數目，於物理學上極為重要；例如各種氣體比熱之不同，其原因亦在這點。原子雖然這樣重要，但是還不算物質的最小單位，因為原子自身亦是由更小的質點所組成。



這種合成原子的質點，普通稱爲電子。於是物質的單位，愈求愈精，初則止於分子，繼由分子到原子，今更由原子小至電子了。

一千八百年時，李戴爾 (Ritter)，卡來兒 (Carlisle) 及尼科爾孫 (Nicholson) 等同時研究電解作用：即將電流通過一種液體或融體時，會有分解的現象發生。若把食鹽（化學成分爲氯化鈉）的溶液通以電流，就可見極顯明的分解現象，氫與鈉經電流分開之後，各趨向一邊了。本來電流通過金屬線的時候，祇能使之發熱，沒有別的看得見的現象；但是通過大多數無機化合物之溶液的時候，往往能把組成這種化合物的元素分解開來，使一種趨向一邊，他種又趨向他邊。且所分解元素的多寡，與所通過電流之多寡成比例，內中一定有很可研究的原理了。

首先研究並以理論去解釋這個現象的人爲葛樂多 (Grothius) 氏。他以爲化學元素的分，係由原子集合而成；這種原子各帶有電，或帶陽電，或帶陰電。當原子合成分子時，陰電與陽電適相等以成中和。及至通以電流，則因陽極與陰極之吸引，又把這種原子分開，各向其吸引之極進行運動，所以電流能分解分子了。葛氏的學說，經後來學者的研究，雖略有修正，大體上講得很對。不過