



苏联大百科全书选译

物 理 学

高等教育出版社

物 理 学

★
高 等 教 育 出 版 社 出 版

北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版業營業許可證出字第054号)

人民教育印刷厂印装 新华书店发行

★
开本 787×1092 1/32 印张 14/16 字数 20,000

1959年8月第1版

1959年8月北京第1次印刷

印数 0001—2,200 定价(8) 0.14

统一书号 13010·673

物理学

内 容:

- I. 物理学的对象和结构
- II. 物理学发展史上的主要阶段
- III. 现代物理学与技术及其他自然科学的关系

I. 物理学的对象和结构

希腊文 $\tauὰ φυσικά$ (起源于 $φύσις$ ——自然) 一词的意义是自然科学。在古希腊文明时代, 科学还没有分类, 它包罗了关于地上和天上的现象所已有的一切知识。在英国, 物理学至今还保留着“自然哲学”的名称。随着实际材料的积累及其科学的总结, 随着科学知识和研究方法的分化, 天文学、物理学、化学、生物学、地质学和技术科学, 就从研究一般自然现象的所谓自然哲学中分离出来了。

物理学同其他自然科学之间的界限, 向来是不清楚的。在物理学历史上的各个时期, 物理学所研究的现象的范围是在变化着的。例如, 在 18 世纪, 晶体只放在矿物学中研究; 而在 20 世纪, 晶体的结构和它的物理性质, 便成了晶体物理学的研究对象。因此, 要根据所研究的对象的分类所受的限制, 来下物理学这门科学的严格定义, 是没有成功的。不论什么样的客体, 都有一些普遍的性质(力学性质、电学性质等等), 属于物理学的研究对象。但要保留物理学的旧定义, 即把它定义为自然科学, 那也是不正确的。最接近真实的定义, 是把现代物理学定义为研究

实物和場的普遍性質和运动定律的科学。这一定义，使我們能够指明物理学跟其他自然科学的相互关系，它解釋了：为什么物理学在現代自然科学中起着那么巨大的作用。

20世紀中期的物理学，按研究对象可以分为：分子物理学、原子物理学、电子物理学（包括电磁場学說）、原子核物理学、基本粒子物理学、重力場学說；而按过程和現象可以分为：力学、声学、热学、电学和磁学、光学、原子过程和原子核过程的学說。物理学的这两种分类法有一部分重复，这是因为在对象和过程之間有一定的对应关系。讓我們着重指出：在物理学的各部分之間，也沒有清楚的界限。例如，广义的光学（作为电磁波学說）可以看作电学的一部分，通常把基本粒子物理学归入原子核物理学。

现代物理学的最一般的理論是：相对論、量子力学、統計物理学、振动和波的一般理論。人們按研究方法，把实验物理学和理論物理学区别开来。通常还按研究目的，把应用物理学划分出来。

現代物理学的分支很多，它跟別門自然科学和技术有着密切的联系，这就引起了許多边界性学科的出現。在19世紀和20世紀，在边界領域內，形成了一系列科学部門：天体物理学、地球物理学、生物物理学、农业物理学、化学物理学；發展了下列一些技术物理学：热物理学、电物理学、无綫电物理学、金属物理学、应用光学、电声学等等。

力学本来是物理学的一部分，在19世紀，这一部分成了一門独立的科学，它有了自己的独特的方法和应用范围。現代力学包括着：質点和質点系力学、彈性理論、流体动力学和气体动力学，它是机构学和建筑物稳定性和坚固性学說的基础，又是航空学和水利工程学的基础。

II. 物理学發展史上的主要阶段

物理学的前期历史。物理現象的觀察，在远古时代就已进行了。那时，还没有把积累实际知識的方法加以划分；物理的、几何的和天文的观念，沒在一起地發展着。

早在古代的埃及、中国、巴比倫和希腊，由于划分土地和測量時間在經濟上的需要，使測量空間和時間的方法得到了發展。在物理学（按照現代的这个詞的解释）建立以前，系統的积累事实以及解釋和总结事实的嘗試已經在希腊-羅馬文明时代（公元需 6 世紀—公元 2 世紀）进行得特別緊張。在这个时代，需生了实物由原子构成的原始观念（德謨謨利圖、伊壁鳩魯、琉克里細阿）；創立了宇宙的地球中心說（托勒密）；創立了太阳中心說的萌芽（薩摩斯的亞利斯他克）；出現了一些簡單的靜力学定律（杠杆定則、重心）；得到了应用光学的第一量成果（制造鏡子、需現光的反射定律、發現折射現象）；發現了最簡單的流体靜力学原理（阿基米德定律）。磁和电的最需單現象，早在远古时代就已知道了。

亞里士多德的学說，总结了上一时期的知識。但是，亞里士多德的物理学，是以自然界合需性原則为根据的，虽然，它也包含了个别的正确原理，但同时却抛弃了前人的一些先进思想，其中，有日心天文学和原子論的思想。

教会所尊崇的亞里士多德学說，成了进一步發展科学的障碍。在千余年的中間，科学停止向前發展了，也荒廢起来了，到了 15—16 世紀，在反对亞里士多德观点的斗争中，科学才复兴起来。1543 年，哥白尼刊印了著作“論天体的运行”；这部著作的發表是一件革命性的举动，从此，“便开始了自然科学之从神

学中的解放”(恩格斯:“自然辩证法”,第6页,人民出版社1955年出版)。科学的复兴,主要是手工工场时期的生产需要所引起的。地理上的大发现,特别是美洲的发现,帮助人们积累了很多新的观察,并推翻了旧的偏见。手工业、航行和炮术的发展,刺激了科学研究。科学思想集中在建筑学、水力学和弹道学的问题上,对数学的兴趣增大了。技术的发展为实验提供了条件。雷俄那多·达·芬奇提出了一系列物理学问题,并企图用实验方法加以解决。“实验永远不会骗人,不可靠的只是我们的判断”这句话,就是他的名言。

然而,在15—16世纪,个别的物理观察和实验研究都带有偶然的性质。只是在17世纪,在物理学中才开始系统地应用实验方法,因而,从那时起,物理学开始了不断的发展。

物理学发展的第一时期开始于G.伽利略的工作。伽利略就是物理学的实验方法的创立者。伽利略的方法是这样的:他作成周密考虑过的实验,在所研究的现象中,把次要的事实和主要的事实区别开来;力求在现象的参数之间建立精确的定量关系。利用这种方法,伽利略奠定了动力学(参阅该条)的初步基础。他能够指明:对物体的外来作用,是使物体产生加速度而不是速度。伽利略在他的著作“关于……两门新科学的谈话和数学证明”(1638年出版)中,克服了表面的矛盾,对这个论断作了令人信服的论证,这是惯性定律的第一次表述。伽利略用实验证明,自由落体的加速度跟它们的质量和密度无关。伽利略考察了抛出物体的运动,因而发现了运动合成定则,并在实质上说出了力作用的独立性原理。在这“谈话”中,还讲述了关于固体坚固性的知识。

他的“关于……世界上两个最主要体系的对话”(1632年出版)一书,得到了很多的评论。在这本书中,他用力学来论证哥

白尼學說。在這時以前，只有少數人知道宇宙的太陽中心說，由於伽利略和 J. 開普勒，使太陽中心說在 17 世紀初期得到了公認。

在伽利略和 B. 帕斯卡（而更早的是荷蘭科學家斯梯芬）的工作中，流體靜力學的基本奠定了。在物理學的其他部分，也有伽利略的重要發現。他最先用實驗証實了表面張力現象，這種現象很久以後才被研究。伽利略的望遠鏡充實了應用光學，而他的溫度計，導致定量地研究熱現象。

在 17 世紀上半期，建立了氣體的物理學說，這一學說具有重大的實際意義。伽利略的學生 E. 托利拆里發現了大氣壓力，並造成了最早的气压計。O. 格里克發明了抽氣機，從而徹底推翻了亞里士多德關於“害怕真空”的斷言。R. 玻意耳和不久後的 E. 馬略特，研究了氣體的膨脹性，因而發現了以他們的名字命名的一個定律。斯涅耳（荷蘭）和 R. 笛卡兒（法國）發現了光的折射定律。顯微鏡的創造也屬於這個時期。由於觀察磁石（在航海術中）和摩擦起電，產生了靜電學和靜磁學領域內的有價值的知識。應該公認這些觀察的創始人是英國自然科學家 W. 吉柏。

在 17 世紀後半期，發生了更多的事件。伽利略的“談話”已經開創了力學原理的研究。曲線運動的研究（C. 惠更斯），為發現力學基本定律（力、質量和加速度之間的關係）作了準備。這關係最先由 I. 牛頓在他的“自然哲學的數學原理”（1687 年出版）一書中陳述出來。牛頓還總結過去的物體碰撞研究（C. 惠更斯），建立了系統的动力學的基本定律（作用等於反作用）。物理學的基本概念，即空間和時間的概念，第一次形成起來了。在“原理”中，牛頓根據開普勒所建立的行星運行定律，最先表述了萬有引力定律，在 17 世紀，曾有許多科學家試圖發現這個定律。

牛頓根據 17 世紀 70 年代所測定的重力加速度的數值，算出了月亮在其軌道上的加速度，從而証實了萬有引力定律。他還解釋了月亮運動的攝動和海中漲潮退潮的原因。對於牛頓的這個發現的意義，是絕不會評價過高的；這個發現，向同時代的人們指出了科學的偉大力量，並且整個地改變了舊的宇宙圖象。

1718 年，英國天文學家 E. 哈雷發現了恒星的自行，從而，徹底推翻了恒星是不動的舊觀念。

與此同時，C. 惠更斯和萊布尼茨表述了動量守恒定律（更早一些，笛卡兒不確切地說出了這個定律）和活動守恒定律。惠更斯創立了物理擺理論，並設計了裝擺的鐘。17 世紀最博學的學者之一 R. 胡克（英國），發現了以他的名字命名的彈性定律。M. 梅爾松（法國）奠定了物理聲學的基础；他研究了弦的發音，並測定了空氣中的聲速。牛頓從理論上推出了聲的速度。

在這些年代中，由於望遠鏡的應用越來越大，使幾何光學很快地發展着，並奠定了物理光學的基础。1655 年，E. 格利馬奇（意大利）發現了光的衍射。牛頓研究了自己的光的色散和干涉的學說。他提出光的微粒說。牛頓的光學研究開創了光譜學。

1672 年，O. 勒麥（丹麥）測定了光速。牛頓的同時代人惠更斯，研究了波動光學的基本原理，表述了以他的名字命名的波（光波）的傳播原理；研究並解釋了晶体中的雙折射現象。

由此可見，在 17 世紀，力學的基础已經建立起來了，並在物理學的最重要方向上，即對電學、磁學、熱學、物理光學和聲學，已開始進行研究。

在 18 世紀，進一步研究了物理學的所有各部分。牛頓力學變成了有分枝的知識體系，地上物体和天體的運動定律，都被包羅在這一體系之內。由於 J. 歐拉和法國科學家 A. 克列洛等人的工作，創立了天體力學，並由 P. 拉普拉斯把它發展到了

極其完善的地步。1846年，德國天文學家哈雷發現了新的行星——海王星，這證明了天體力學的力量。

手工工場生產和後來的機器生產的需要，大大刺激了力學的發展。A. 歐拉奠定了剛體動力學的基础，J. 達朗貝爾研究了非自由系統的动力學，D. 伯努利、L. 歐拉和 J. 拉格朗日，創立了理想液體的流體動力學的基础。C. 庫倫研究了摩擦和扭轉的定律。在拉格朗日的“解析力學”一書中，把力學方程表成了這樣廣義的形式，以致力學方程對非機械過程，例如電磁過程，也是適用的（只要相應地解釋這些方程中所含的函數）。力學在它發展以後，便成了當時的機械工程學特別是水力學的基础。

在18世紀，在物理學的其他各部分，繼續積累了實驗材料，並写出了最簡單的定律。法國科學家 C. 杜伏發現了電的兩性，富蘭克林表述了電荷守恆定律。在18世紀中期，造成了第一個電容器（荷蘭 P. 穆申布魯克的萊頓瓶），使人們能夠積聚大量電荷，以便研究電荷的相互作用定律。電荷的相互作用定律，是由 H. 卡文迪希、J. 普里斯特利（英國）和 C. 庫倫（法國）彼此獨立地發現的，它是靜電學的基础。庫倫應用扭秤不僅發現了靜止電荷的相互作用定律，而且还發現了磁極的類似定律。卡文迪希用同樣的儀器測定了重力常數。威廉（德國）發現了靜電感應，大氣電學誕生了。富蘭克林在1752年，以及 M. B. 洛蒙諾索夫和黎赫曼在較後年分，由於研究雷電的放電，証實了雷電的電的本性。在光學中，繼續改善了顯微鏡的物鏡（L. 歐拉、英國科學家 J. 多隆）。P. 布格爾（法國）和 J. 俞伯特（德國）的工作，開創了光度學。英國科學家 F. W. 格舍利和 W. 渥拉斯頓發現了紅外線，德國科學家 J. 李特爾發現了紫外線。發光現象開始受到很大注意。人們開始研究測溫法，確定溫度計的刻度。化學和冶金學的發展，刺激了熱學研究，J. 布萊克（英國）發現了冰

的溶解热，从而确定了温度和热量的区别。人们陈述了热容量的概念，并应用量热法测定了各种实物的热容量。洛蒙諾索夫預見到了绝对零度的存在。人们开始研究导热性和热辐射，研究物体的热膨胀。在这一时期，还造成了蒸汽机，并开始加以改善。

从 17 世紀开始，把实验和数学研究结合起来，成了物理学的基本方法。直观的模型，跟直接观察到的现象的类比，都起了很大的作用。对于 17—18 世紀的物理学，可以作为其特征的是，系统地利用了跟流体力学的类比，跟定量实物从一个容器倒入另一容器这个过程的类比，特别是，用这种方法解释了热现象，对于热现象，布莱克的量热实验确定：在直接的热交换下，热量是守恒的。人们假想，热是一种特殊的没有重量的流体——热质。人们用电液的假设，来说明物体为什么带了电，而用磁液的假设，来说明各种磁现象。

在 18 世紀，没有重量的流体的各种模型，在物理学的所有各部分流行着，绝大多数研究者不怀疑它们的存在。所以这样，是因为他们深信：热现象、电现象、磁现象和光现象等各种不同的物理现象彼此之间是没有联系的，是相互独立的。当时人们认为，每一种现象都有自己的“携带者”，即一种特殊的实体。只有少数先进学者，其中有欧拉和洛蒙諾索夫，否认没有重量的物质的存在，并从热现象和气体的性质中看出，有极微小的粒子在隐蔽地不断地运动着。这一观点上的不同，显出了牛顿的和笛卡儿派的两种物理学的“世界图景”的差别，这两种世界图景早在 17 世紀就已产生了。

笛卡儿的继承者们，把一切物理现象看成是同一种原始物质的各种各样的运动，原始物质只有长宽高和惯性两种性质。笛卡儿认为，动量守恒定律是运动的基本定律。他认为：由于

原始物質的各種運動和各部分的碰撞，便形成了體積不同、形態不同的實物粒子（微粒），在實物粒子間運動着的有以太（最細微的物質形態）的粒子。在以太中，發生渦流式的運動，由於這種運動，便形成了大的實物粒子，並造成各物體間的明顯的吸引和排斥。笛卡兒的繼承者們，把物理學的任务看成是創立現象的純機械模型。萬有引力、電的和磁的相互作用以及化學反應，這一切，他們全用以太中的各種渦流來加以說明；這種渦流使實物粒子相互結合或相互分離。笛卡兒派的機械的世界圖象就是這樣，它得到了許多信徒。

但是，早在 17 世紀中期，這一世界圖象就遇到了反對意見。牛頓在“原理”中最令人信服地指出了它的缺陷。牛頓證明了，笛卡兒派學者作出的萬有引力的解釋是跟事實矛盾的：按照笛卡兒的觀點，以太中的渦流連續地充滿整個太陽系中的各處，並帶動行星；但如果這樣，彗星要自由地穿過太陽系而不損失它的運動是不可能的。

笛卡兒認為不論在什麼過程中機械運動總是守恆的這樣一個基本觀念，也被牛頓駁倒了：在非彈性碰撞中，會損失一些機械能（用現代的名詞），這就與笛卡兒原理相抵觸。笛卡兒的繼承者們，想要對當時所已知的一切自然現象作出機械模型，這許多嘗試，變成了跟經驗無關的一套純粹的臆測。

牛頓的世界圖象，是以原子觀念為根據的；各個原子之間是真空，它們以引力或斥力通過真空即時地相互作用（超距作用）。根據牛頓，力是第一性的，是任何形態的粒子的原始性質；象萬有引力那種力，就是一切實物粒子所固有的。和笛卡兒派的學者們不同，牛頓認為，自然界的機械運動是可以不守恆的。牛頓把發現物體之間的相互作用力，看作物理學的主要任務。他也不否認以太的存在，但把它當作是稀薄的有彈性的氣體；這種

气体充滿着物体的空隙，并与实物相互作用。

牛頓的思想和笛卡兒派的思想几乎斗争了两个世紀。这两方面的拥护者們，用不同的見解来解釋同一个自然規律。在18世紀，牛頓的各种观点在物理学中得到了胜利，并深刻地影响了物理学以后的發展。这些观点，促使数学方法应用到物理学中来，并巩固了超距作用的思想达100年之久。在19世紀后半期，建立了光的波动說、發現了电磁場和能量守恒定律之后，笛卡兒派的趋向曾重新复活起来。

物理学历史上的第二时期开始于19世紀初年。在19世紀，完成了最重要的發現和理論的总结，因而，使物理学成为一門統一的完整的科学。能量守恒定律表現出了不同物理过程的統一性。發現电流，研究电流的多种多样的作用，研究热和机械功的相互轉化，对于从实验上准备能量守恒定律的建立，起了决定性的作用。

工业革命(參閱該条)后技术的多种需要，强有力地刺激了这一时期之初物理学的发展。在这个发展阶段，物理学和技术的相互影响，比起上一时期来是大大增强了。蒸汽技术的发展，向物理学提出了許多問題。对于机械能和热相互轉化的物理学研究，結果創立了热力学，这些研究便成了改进热机的基础。發現电流和电流定律之后，电工学(參閱該条)就开始發展了(發明电报、电鍍和發电机)，而电工学也帮助了电动力学的发展。研究蒸汽的彈性和密度(J. 道尔頓、J. 盖呂薩克)，研究蒸發、热容量(P. 拉普拉斯)和导热性(J. 富里叶)，对于蒸汽机的改进具有重要的技术意义。

在化学中，在18世紀末發現了許多元素，并確立了質量守恒定律(洛蒙諾索夫，后来的A. 拉瓦錫)，在19世紀初創立了科学的原子論(J. 道尔頓)。化学的进步对物理学产生了巨大的影

响。像化学亲和力的本质，像化学力和电力的关系这些问题，在物理学中也引起了很大的兴趣。

在 19 世纪上半期，没有重量的实体这种观念崩溃了。这个过程完成得很慢，并消耗了大量劳动。在那时占统治地位的物理学世界观，被光的波动说（英国科学家 T. 杨，法国科学家 O. 夫累涅耳和 D. 阿拉哥）打开了第一个缺口。对于光的干涉、衍射和偏振这些现象，特别是偏振光的干涉现象，用微粒的观点就无法从理论上加以解释，而同时，在波动说中却作出了完整的解释。根据光的波动说，光是在媒质（以太）中传播的横波。定量地确定从一种媒质转入另一种媒质时折射光波强度和反射光波强度的定律，以及各向异性（晶体）媒质中光波的传播定律，都是夫累涅耳发现的。后来，法国科学家 L. 傅科和 L. 斐索测定光速的实验表明，水中的光速比空气中的小，这就直接证实了波动说。由此可见，早在 19 世纪 20 年代，光质（光液）就被否定了。

然而，对于物理学上的新时代说来，意义最大的是电流的发现（L. 伽伐尼、A. 伏打）。用伽伐尼电池组造成的强电源（B. B. 彼德罗夫、H. 戴维），使人们有可能发现电流的多种多样的作用，并定量地加以研究。

最先研究的是电流的化学作用（戴维、M. 法拉第）。彼德罗夫和以后的戴维得到了电弧。1820 年，H. C. 奥斯特（丹麦）发现了电流对磁针的作用，1821 年，T. 塞贝克（德国）记述了这样的实验：不同导体组成的闭合回路，当它的各个接触点之间存在着温度差时，就会对磁针产生作用。第一个发现发展成了电磁学，第二个发现发展成了温差电学。

奥斯特的实验推动了 A. 安培、D. 阿拉哥等人的研究。安培所发现的两电流的相互作用定律，成了电动力学的基础，在他研究者的积极参加下，安培在短时间内查明了磁现象与电现象

象的关系:归根到底,磁性的原因是电流的作用。因而,磁質(磁液)的观念就被推翻了。

1831年,法拉第发现了电磁感应,因此实现了他的愿望:“把磁转化为电”。后来, G. X. 楞次和德国科学家 F. 韦曼研究了感应电律。电磁感应被发现的意义是难以估计的;这一发现开创了电磁场学说,没有这学说,电工学是不可想象的。接着,法拉第发现了光的偏振平面的磁致旋转。

更早一些,发现了光的热效应和化学效应,特别是红外辐射的热效应和紫外线的化学作用。

比起光質性和磁液,热質观念是更富有活动力的。B. 伦福德实验证明了依靠机械功可以取得无限的热量,虽然,这一实验明显地与热是特殊实体的观念相矛盾,但直到这个世纪的中期,热質观念还存在着;似乎只有利用这个观念才能解释熔解热或蒸发热。创立动力论的功绩属于英国科学家 J. 焦耳、W. 汤姆孙(J. 耳芬)和德国科学家 R. 克劳修斯,而动力论的萌芽,早在洛蒙诺索夫和 D. 伯努利的时代就已产生了。

就是这样,由于多方面的长期的实验以及对旧观念的艰巨斗争,证实了不同物理过程的相互转化性;因而,证实了当时所知的一切物理现象的统一性。对于证明这个最重要的物理学观念, M. 法拉第有着卓越的功绩。

直接证明任何的物理变化和化学变化中能量的守恒,主要是在 R. J. 迈耳(德国)、J. 焦耳和 H. 亥姆霍兹的工作中作出的。他们确定了,不同形式的能量的当量是恒定的;系统从一种状态转化到另一种状态时,系统能量的改变与转化途径是无关的。能量守恒定律在它得到公認(在 19 世纪 50 年代)后,便成了近代自然科学的基石。这个物理定律产生了很大的启发性作用。

能量守恒定律和熵的变化原理(R. 克劳修斯、W. 湯姆孙(开耳芬)组成了热力学的基础; 通常就把它們称为热力学第一定律和第二定律。在历史上, 法国科学家 S. 卡諾的論文“关于火的动力和能够产生这种力的机械的研究”(1824 年)为第二原理作了准备。盖吕薩克的研究对于准备热力学的建立, 也起了重要的作用。根据他的研究, 推出了理想气体的物态方程(法国工程师 B. 克拉珀龙), 这个方程, 后来由 Д. И. 門捷列夫作了推广。起初, 热力学用来研究不同聚集态的平衡条件。后来热力学的应用范围不断扩大, 几乎包括了物理学和物理化学中的所有各部分。

在 19 世紀后半期, 一切物理过程的統一性的观念, 引导人們徹底改造了整个物理学, 并把物理学的两大部分結合起来了, 这两大部分就是实物的物理学和場的物理学, 前者的基础是分子运动論, 后者的基础是电磁場学說。

由于証实了热和功的等效性, 也就証实了这样的观点: 热是原子和分子的不規則运动。在电子、光子和其他粒子被發現以后, 人們就把任何物質基元的不規則运动也归入了热現象学說的范围。由于焦耳、克劳修斯、麦克斯韋、玻耳茲曼等人的工作, 創立了气体分子运动論。早在这理論發展的初期, 就已經成功地揭露了溫度和压力这些热力学量的运动学意义, 那时, 分子还被当作有彈性的剛球。气体分子的运动圖象主要是麦克斯韋研究出来的, 麦克斯韋并由此推出了分子按速度的分布定律, 这个定律得到了廣泛的証明。气体分子运动論, 使人們能够算出分子的平均自由路程、分子的大小和單位体积內的分子数目。

分子运动論逐漸轉到了較复杂的分子模型; 这种模型考虑了分子的內部自由度、分子內原子的相对轉动和振动。在光譜分析(德国科学家 G. 基尔霍夫和 R. 本生)發現以后, 就清楚

地看出了分子內部發生的过程的复杂性。广义分布定律被發現了,并由此推出了能量按自由度的均分定律,即証明了每个自由度的平均能量正比于绝对温度 [比例系数等于 $\frac{K}{2}$, 这里, K 是玻耳茲曼常数(參閱該条)], 这个定律对整个經典物理学有巨大的实际意义。后来,在 20 世紀,研究了高真空条件下發生的特殊現象(丹麦科学家 M. 克努特孙等)。

分子运动論要运用平均值,因而,它最先把概率論方殊带进了物理学,并且,它成了統計物理学的出發点。統計物理学是最普遍的物理学理論之一,早在 20 世紀前夕,美国科学家 J. 吉布斯就把它的基础系統化了。更早一些,玻耳茲曼确立了熵和几率的关系:熵正比于系統状态的热力学几率的对数。由此推出,在物理-化学系統中,若变化是不可逆的,則熵的增大,就意味着系統在轉到几率更大的状态。

統計的解釋要求考虑漲落,即考虑平衡态的系統参数对平均值的偏差;这种偏差是由于粒子的热运动而产生的。早在 20 世紀初, M. 斯莫魯霍夫斯基(波兰)和 A. 爱因斯坦就作出了布朗运动的解釋;法国科学家 J. 佩藍的實驗直接証实了分子的热运动,这些都是原子論的胜利。在 19 世紀末,由于实物由原子构成的观念在电学领域中傳播,导致了电子論的产生。

發現电磁場和电磁場的規律,同样具有基本的意义。安培、德国科学家 F. 牛曼和 W. 韋伯,企圖根据旧的牛頓的超距作用观念来建立电动力学相互作用理論,結果,对于任意地运动的两电荷的电动力,推出了非常复杂的表达式;發現电动力不仅与带电粒子間的距离有关,而且也与它們的相对速度和相对加速度有关,这种力不滿足牛頓第三定律——作用等于反作用。因为牛頓的超距作用观念在科学家的心中还非常牢固,以致直到 19 世紀 10 年代,才产生了电磁場的观念。

M. 法拉第是电磁场学说的创立者。他发现了电介质对静电的相互作用的影响(1837年),并且最先提出了这样的思想:一个电荷对另一个电荷的电作用和磁作用,不是直接转移的,而是通过中间媒质传播过去的。在60年代,麦克斯韦从数学上探讨了法拉第对于场的观点。麦克斯韦发现了位移电流,即证明了如同传导电流那样,电场强度的变化也产生磁场,只在这以后,电磁场理论才成为连贯的理论。之后,就能够建立起完整的电磁场方程组。场论有了牛顿力学那样的连贯性。

根据电磁场理论,麦克斯韦提出了电磁作用以有限速度传播的观念(更早,法拉第曾预见到这一点)。这一观念,使麦克斯韦能够预言电磁波的存在。麦克斯韦还作出了关于光的电磁本性的论断。由于光的电磁说,电磁学和光学就结合在一起了。

关于在任何媒质(包括场在内)中能量移动的原理,是在乌莫夫的著作中表述出来的;英国科学家坡印廷发现了电磁场中能流的表达式。德国科学家G. 赫兹用实验发现了电磁波,并证明了电磁波和光波一样,遵循相同的折射、反射和衍射的定律。只是在这以后,电磁场理论才得到了公认。最后,在20世纪前夕,И. H. 列别捷夫用实验证实了光压的存在,这也是麦克斯韦在他的场论中所预言过的。

在19世纪末,物理学的所有各部分组成了统一的彼此有联系的知識体系。在力学中,创立了弹性理论、理想液体和粘滞液体的流体力学。在声学中,建立了弹性振动和波的理论[亥姆霍兹、端利(J. 斯特列特)]。在这个时期内,只有万有引力理论没有受到新思想的影响。

在19世纪后半期,物理学对技术的作用大大增强了,除了通讯工具(电报、电话)外,传递和传播能量的方法以及照明的光