物 理 学

物理学学科体系

【物理学】 希腊文中物理学原意是“自然的科学”。但随着科学的发展，各门独立的学科陆续形成，如化学、生物、天文、地质及各种工程学科等。因此现在物理学指的是研究物质运动最一般的规律及物质基本结构的学科。物理学和数学一样，是一切自然科学的基础。它包括力学、声学、热学和分子物理学、电磁学、光学、原子和原子核物理学、固体物理学和近代物理学等。每一子学科又各自包含若干分支学科，但分类并不十分确定。随着物理学的发展及其在各方面的广泛应用，各种新的分支不断涌现，一些边缘学科陆续形成。

【经典物理】 一般指在 19 世纪末已经发展得比较完整的研究宏观物理现象的物理学部门，包括力学、声学、热学和分子物理学、电磁学和光学等。经典物理学的特征是没有考虑量子现象和相对论效应。它一般不适用于微观粒子和接近光速运动的物体的物理现

象。

【近代物理】20 世纪以来开创建立和发展的,研究微观粒子和高速物体的物理现象的物理学部门。包括相对论、量子力学、核物理、粒子物理等。

【表面物理学】研究固体表面最外几层原子、外来原子和分子吸附或粘着于固体表层时的本征特性,以及它们之间的相互作用的科学。历史上人们早就对表面张力和摩擦力等表面现象进行了研究。20 世纪 60 年代末期,光电子谱仪和俄歇电子谱仪的实用化奠定了这门学科发展的基础;70 年代由于将同步辐射源用于光电子谱分析及种类众多的表面仪器的研制成功,促进了表面物理学的蓬勃发展;80 年代以来,表面分析技术日趋完善,表面现象的研究与诊断技术和分析理论的发展交织在一起,相互促进,是这门新兴学科的显著特点。表面物理研究的内容,包括采用各种表面探针确定表面成分,表面几何结构、表面电子结构和表面原子运动等几方面基本特性,并在此基础上对各种实际问题和过程进行综合分析和探索。(1) 表面组分分析。固体中组分常呈均相分布或按一定规律掺杂,而表面上不同元素原子因受到不同于体内原子的作用力,可呈现复杂的分布特征。表面成分分布的变化与材料的组成、处理温度和外界化学环境的变化有关,且直接影响各种表面物化性质。表面组分分析方法分为两大类:一类是以原子或分子的基态能级为窗口进行的,如俄歇电子能谱、出现电势谱、X 射线光电子谱等;另一类是以离子束为探针,对激发或散射离子进行质量分析来识别表面组分的,如二次离子质谱和离子散射谱等。(2) 表面几何结构。了解表面几何结构是解释表面电子现象

和化学现象的基础，晶体表面附近的第三维对称性被破坏，作用于表面原子上的力变化后，导致表面原子偏离它们在固体内所占位置，这种表面称为再构表面。最广泛使用的分析方法是低能和高能电子衍射方法以及高分辨电子能量损失谱、扫描隧道谱、光电子衍射、X 光衍射和广延 X 射线吸收边精细结构等。(3) 表面电子结构。在不同的表面状态下，原子芯态能级可发生小的能量位移，反映了对原子有作用的化学键的静电特性，可采用各种电子谱测量分析表面发射的电子的能量和角度分布。特别采用光电子谱，即用紫外光、X 光和同步辐射中产生的能量和偏振的可调的光子，激发电子从固体表面发射出来，以确定各种表面的电子结构。(4) 表面原子运动形式。主要是表面原子的扩散、迁移和原子分子振动运动。高分辨电子能量损失谱和红外光吸收是研究表面及表面上吸附原子、分子振动模式和频率的主要方法。表面物理学是一门跨学科的综合性研究领域，在化学、冶金、生物、半导体、电子学、材料科学和高能物理等方面的研究中都涉及表面物理问题。某些晶体生长技术如分子束外延等是其研究的直接产物。在高密度集成电路设计、防腐和材料表面特性、太阳能的利用等各方面都有广泛应用。

【固体物理学】物理学的一个重要分支。固体是一种重要的物质结构形态，是当前物理学中主要的研究对象之一。固体物理学是研究固体的结构及其组成粒子（原子、离子、电子等）之间相互作用与运动的规律，并阐明其性能和用途的学科。从历史上说，固体物理学的研究经历了四个发展阶段：宏观性质，特别是宏观对称性；点阵理论和点阵模型；原子论应用于完整晶体性质；晶体缺陷理论的发展。从文艺复兴时期固体物理学的产生到 19 世纪

末，人们最感兴趣的是上述第一个课题。直到第一次世界大战前发现晶体点阵上的原子 X 射线以一种独特方式衍射之前，对于点阵理论只有比较抽象的或理论上的兴趣，从那以后，固体物理学才成为一门实用学科。原子论于 19 世纪末初步用来确定晶体的性质，直到 1925 年至 1928 年现代量子力学即波动力学发展起来以后，固体物理学才达到其全盛时期。1925 年后，开始系统研究晶体缺陷，1945 年这一研究达到顶峰。按固体的电学及光学性质，固体可分为两大类：绝缘体和导体。普通的金属都是理想的导体，而有机晶体则是最好的绝缘体的范例。事实上，在这两类材料之间没有明显的界限，尤其是在室温或较高的温度下更是如此。若干物质在接近绝对零度时是绝缘体，而在较高温度下其电导率介于绝缘体和导体之间，这类材料通常称为半导体，它们已成为专门研究的对象。一般说来，可以将它们看作是绝缘体，其中束缚电荷可因温度起伏而成为可以运动的。依据化学分析和结构性质，固体还有另一种分类方法，即金属、盐类、价键晶体和分子晶体。固体物理学的研究目标是利用原子论及原子核理论了解各种物理性质。

【金属物理学】介乎物理学与金属学之间的一门边缘科学。牵涉到许多不同的学科，如金相学、结晶学、材料力学、物理化学以及物理学中的许多分支（如热力学、弹性及范性力学、统计物理、量子力学等）。它利用了这些学科的成果，形成了以金属及其合金为对象的一门独立的综合性的物理学科。金相学及结晶学的研究揭示了金属及合金的微观的组织结构；量子力学、统计物理及弹性力学的方法帮助我们理解金属中的电子、原子以及各种晶体缺陷的逆动规律和它们之间的交互作用；热力学、物理化学以及材料

力学则可以用来阐明一些规律的宏观性。综合起来，就形成了金属物理学，其主要内容在于研究金属及合金的微观组织结构和化学成分与性能的关系，从电子、原子以及各种晶体缺陷的运动和相互作用来说明金属及合金中的各种宏观规律和转变过程。人类通过生产实践，已经制成了各种各样的合金材料，积累了大量的经验资料。金属物理学的基本任务在于将这些经验资料加以系统化，找出其中的内在规律，探明金属及合金的微观组织结构和化学成分与性能的关系，为进一步发展合金材料的工作奠定科学的基础。金属物理学作为物理学的一个分支其发展是和物理学的实验技术与基本理论的进展密切相关的。物理学的新技术和新理论，往往会在金属物理学领域中带来巨大的进展。另一方面，在金属物理学中的一些重大的成就，也往往会对物理学的其他的领域产生很大的影响。金属物理学的发展可大致分为三个阶段：1920年以前，相当于准备时期，在这个阶段中，主要是应用金相方法累积了不少资料，对于固态中的相变、结晶过程、再结晶过程等重要现象都进行了初步的研究。1920—1950年这个阶段，为金属物理学科的形成时期，在这个阶段内，金属物理学的一些主要的理论首次被建立起来，并获得了不同程度的发展。金属物理学开始形成一门独立的学科。从1950年起，又进入了一个新的发展时期，尖端技术引入了大量新型的金属材料，扩大了研究的领域，强有力的新实验方法占领了大片新的阵地；晶体缺陷的理论之研究，迅速发展成为成熟的学科，并奠定了范性形变与断裂的物理基础。60年代后，相变理论有了重大进展。另一方面，超高真空技术的进展为研究清洁金属表面的结构和能谱创造了条件。近年来由于实验资料的累积和理论的进展，表面物理学的轮廓已经建立。快速冷却技术的发展为制备金属玻璃材料提供了有效的途径，并开辟

了金属物理学的另一活跃的领域，即非晶态物理学。

【金属学】以物理、物理化学、结晶学等为基础研究金属及合金的科学。它应用金相、物理、物理化学、力学等方法，研究金属材料在加工和热处理过程中，金相组织和晶体结构变化的规律；化学成分、冶炼方法等对组织的影响；组织与性能之间的相互关系。寻求改善材料性能和测定性能的方法，创造具有优越性能的新型金属材料。

【金相学】研究金属及其合金内部组织和结构的科学。所谓组织是指构成金属或合金各组成物的直观形貌；结构是指金属或合金中原子排列的特征。然而，影响组织与结构变化的条件甚多，诸如温度、加工变形、浇铸情况及化学成分等。金相学就是研究金属材料在这些变化过程中组织和结构的变化规律及其与性能之间的关系。它与金属学有着密切的联系，可以说是金属学的一个分支。金相学是一门古老的学科，从分析技术来讲，它主要包括宏观组织分析、光学显微组织分析、电子显微分析三类。宏观分析是用肉眼或在低倍镜（ ≤ 30 倍）下观察金属的缺陷、断口以及粗大组织形貌等。其优点是方便简单，观察区域大，可纵观其全貌。但由于人眼分辨率有限，不能洞察其细节。光学显微组织分析是指在较高倍数的光学显微镜下，观察金属材料的断口及组织形态等。电子显微分析是由于电子显微镜的出现而形成，并后来形成了电子金相技术。电子金相技术可对金属材料的断口形貌、组织结构以及微区化学成分等进行综合分析与测定，因而对金属材料制件的质量控制、失效分析、新材料与新工艺的研制等，发挥着十分重要的作用。金相学是一门技术性很强的工艺。从金相试样的选

取、制备、观察一直到金相图片的摄取，以及复杂而又精细的暗室操作技术，这些都是金相学的重要内容。

【半导体物理学】研究半导体的物理现象及其内部结构的学科。自1944年第一次从物理现象上观察到了锗的放大效应，就开始了半导体的研究。现在半导体已用到各个方面，从半导体晶体管、半导体集成电路、大规模集成电路到超大规模集成电路，在短短的几十年时间里，半导体器件已发展到第五代，几乎涉及到各个领域。半导体物理研究的范围主要包括：(1) 半导体能带理论。建立在量子力学基础上研究电子在晶体中运动规律的理论。能带理论是考虑半导体各种物理现象的基本模型。围绕每个原子的电子都具有确定的能量，即能级，晶体中电子能级扩展为能带，被电子填满的最高能带称为价带，紧靠着价带的更高的能带称为导带。价带与导带之间被一个能隙隔开，称为禁带。多数半导体禁带宽度在1—3电子伏特的范围，一定条件下价带中的一部分电子被激发到导带中，价带中的空穴都可作为载流子参与导电。能带理论的研究成果促进了新器件发展和半导体器件的广泛应用。(2) 半导体性质。P型半导体、N型半导体导电原理，PN结整流原理、半导体温差效应、半导体的发光、光生伏打效应，半导体在磁场、电场以及其他外界条件作用下的运动规律等，都属于半导体性质的研究范围。目前对晶态半导体的各种物理性质已建立了系统的电子理论。对半导体性质的研究还在向纵深方向发展，许多新的分支科已经兴起。(3) 非晶态半导体。原子不再是按周期点阵排列，但仍具有与晶体中类似的键角和键长，利用这种原子混乱排列的非晶半导体，与晶体半导体有十分相似的性能。也能通过掺杂改变其导电类型和电导率，从而可制造非晶半导体器件。非晶

硅氢合金是近年来研究最多，应用最广的新型半导体材料。

【电介质物理学】以电介质为研究对象的学科。它从物理学中分离出来并成为一个独立分支，研究内容主要是揭示电介质基本特征（电极化、电导、介质损耗以及电介质击穿等）的物理本质；探讨电介质在电场作用下所发生的物理过程与电介质的结构、组成之间的关系的规律，研究以及开发电介质的根据。电介质是指在电场作用下具有极化能力并能在其中长期存在电场的一种物质，静电场中电介质内部能够存在电场这一特性有别于金属导体材料。按物理组成特性，可将电介质分为无机电介质和有机电介质两大类。按物质的聚集态则可将电介质分为气体电介质、液体电介质和固体电介质三大类。若按组成物质原子排列的有序化程度分类，可将电介质分为晶体电介质（如石英晶体）和非晶态电介质（如玻璃、塑料），前者表现为长程有序，后者只表现为短程有序。而在工程应用上，还常常按照组成电介质的分子所带电荷在空间分布的情况进行分类，即将电介质分为极性电介质和非极性（中性）电介质，电介质物理学所涉及的内容还包括对电介质其他一些特性，如压电性、光弹特性等的研究。而且已逐渐形成专门的学科分支，如“压电学”等。电介质物理是从事电子元器件生产、试制、研究领域内科学工作人员的必备基础理论，同时对电子学其他领域以及航天、航空、电力、能源工程领域内的研究工作，也是必不可少的知识。电介质物理学发展经历又综合又分化的过程，虽然已成一门独立学科，但近代明显地表现为与其他学科（如晶体学、高分子材料学等）及技术应用科学交叉发展的趋势。在这样的趋势驱动之下，电介质物理学的研究内容与范围正在日益扩大。

【磁性物理学】 固体物理学的一个重要分支。是研究凝聚态物体（固体）磁性的性质、来源及其应用的学科。固体的磁性与固体的原子结构、晶体结构、原子间的相互作用密切相关。主要包括磁性物理和磁性材料科学。磁性物理的主要内容是从固体的原子和晶体结构、原子间的相互作用说明固体磁性的性质和来源，以及它在磁场作用下的变化。固体的磁性可分为：抗磁性、顺磁性、铁磁性、反铁磁性和亚铁磁性五大类。铁磁性比较复杂，又是解亚铁磁性和反铁磁性的基础，在工业大量使用的是铁磁和亚铁磁性材料，因此，磁性物理的主要研究对象是铁磁性和亚铁磁性。磁性物理的研究应用十分广泛。硬磁材料广泛用作电动机、发电机、电流表、扬声器和磁选等方面；软磁材料则用于各种大、中、小电力变压器，脉冲变压器、磁放大器、音频变压器、微电机、电流互感器、阻流圈、电磁铁、继电器和磁头的铁蕊等，是电力设备、无线电设备和电子仪器制造等不可少的材料。另外磁记录材料、磁光存储等应用也很有发展前途。

【统计物理学】 理论物理学的一个分支。研究对象是平衡态或接近平衡状态的系统；任务是根据对物质微观结构和相互作用的认识，预言大量粒子组成的宏观物体的物理性质。大量粒子组成的物体或系统的行为由统计规律决定，这些统计规律跟宏观系统中个别粒子所服从的规律不同。从统计学的观点看，个别粒子的行为（如速度、轨道、状态变化等）并不重要，对系统性质的研究只限于求出表征系统状态的物理平均值，如温度、压力等宏观参数。描述单个质点运动的规律和统计物理之间有一定联系，用统计物理方法研究的宏观系统性质的变化取决于单个质点的运动规律。一

个看来不随时间变化的宏观状态，对应着大量微观运动状态。对宏观量进行一次物理量的测量过程中，微观状态经历了大量不同状态。统计物理学是由微观到宏观的桥梁，它为各种宏观理论提供根据，与量子力学，经典电动力学一起成为现代气体、液体、固体和等离子体理论的基础。

【超导物理学】研究各种超导体处在超导态时的结构、特性和内在机理，以及它们在常导态和超导态之间相互转变的运动规律的物理学分支。1911年荷兰物理学家昂内斯发现，水银冷却到4.2K时，其电阻急速下降到零。1933年迈斯纳实验指出，超导体处于超导态时，体内磁通密度等于零。超导体具有完全导电和完全抗磁两个独立的基本特性。为了解释绝热条件下，超导体在常导态和超导态之间转变时会吸收或放出热量，出现了超导热力学。以后有人提出二流体模型，把超导体内的公有化电子分为常导电子和超导电子两种。1950年，伦敦基于二流体模型，提出描述超导体电磁性质的所谓伦敦方程，用超导电动力学形象地解释了零电阻现象和迈斯纳效应。同年，金兹堡和朗道将朗道的二级相变理论用于超导体，发展了伦敦理论，可以处理空间不均匀问题。1957年，阿布里科索夫提出了磁通量子化概念，巴丁、库柏和施里弗建立了BCS宏观量子理论。1962年，约瑟夫逊从理论上研究了超导隧道结，从实验上证实两块超导体弱耦合时出现一系列新的物理现象，即约瑟夫逊效应。1964年雅克维克发现，在两个约瑟夫逊隧道结和超导体连成的闭合环路中，双结临界电流是环孔中的外磁通量的周期函数。随着高温超导体材料与微区超导效应的进展，高温超导理论也取得不少进展，主要有BCS宏观量子理论和声子电子强耦合理论、激子模型、电子空穴对模型、等离子机制

和非平衡效应等。

【分析力学】力学的一个分支。以牛顿运动定律为基础，着眼于功和能，用广义坐标来描述质点系，采用变分形式的普遍原理和变分的方法即数学分析的方法来研究宏观现象中的力学问题。1788年出版的拉格朗日的《分析力学》一书，为这门学科奠定了基础。分析力学不仅深刻揭示出宏观机械运动的统一规律，而且还揭示出力学规律与其他物理规律之间的统一性，在从经典物理向近代物理的过渡中起了重要作用。

【刚体力学】研究物体的整体运动时，往往可忽略物体的大小与形态的改变，认为物体具有不变的大小与不变的形态。大小与形态不变的物体称为刚体。刚体力学就是研究刚体的空间位置的变动。刚体一般运动包括平动和转动，具有6个自由度：3个平动自由度和3个转动自由度。质心运动定理确定刚体的质心运动，而动量矩定理确定刚体在空间中的取向与方位随时间的变化，因此质心运动定理和动量矩定理是研究刚体运动动力学的两个基本定理。刚体的运动有平动、定轴转动、平面平行运动、定点运动等类型。

【经典力学】力学在量子力学出现前的总称。研究宏观物体的运动规律，包括以牛顿运动定律为基础的经典理论和狭义相对论。牛顿最早提出的运动三定律和万有引力定律为经典力学奠定了基础。但以牛顿定律为基础的力学理论是有它的局限性的。欧拉、拉格朗日、哈密顿等发展了牛顿力学。当物体运动速度可与光速比拟时，对运动分析要求放弃绝对空间和时间的概念，即相对论力学。由于牛顿力学和相对论力学在描述物体行为的观点上是一致

的，因此现代的经典力学著作都把狭义相对论的知识作为经典力学的组成部分。这些著作包括牛顿力学和其重要发展体系——拉格朗日体系、哈密顿体系以及狭义相对论部分。因此，经典力学可分为非相对论经典力学和相对论经典力学。在19世纪，经典力学就已经成为物理学中一个成熟的分支学科，它包含了丰富的内容，如质点力学、刚体力学、分析力学、弹性力学、塑性力学、流体力学等，是物理学的基础，也是一切工程科学的基础。

【弹性力学】又称塑性力学。研究物体在受力状态下既有运动又有形变的力学称为变形体力学。所加载荷不大，释去载荷后，即恢复原状的变形体，称为弹性体，研究弹性体的受力状态和弹性变形的力学称为弹性力学。当变形体载荷超过某一极限时，产生永久变形，释去载荷后并不能恢复原状，这一极限称为屈服极限，这种永久变形称为塑性变形，研究变形体的塑性变形的力学称为塑性力学。这一类力学在研究高温金属制品和玻璃制品的变形中是很重要的。

【流体力学】经典力学的一个分支。研究液体、气体及等离子体的运动规律。最常见的流体是水和空气。近年来流体力学发展十分迅速。如气象研究、船舶设计、飞行器设计、叶片涡轮设计、核电站中液体、气体的循环、石油开采、水利设施的渗透问题、含沙的流水、转动机械的润滑油、人体中的血流循环、铸造中的液体金属、高温条件下的等离子体等都离不开流体力学。近年来在测试手段上，计算方法上有很大提高。研究流体力学的基础是牛顿第二定律、质量守恒定律、热力学第一定律、第二定律及物态方程等。流体力学的研究方法有两种，即拉格朗日法与欧拉法，前

者用的较少，后者用的较多。就理论流体力学而言，大致有流体静力学与流体动力学两部分。按流体介质的密度变化情况，流体动力学又可分为可压缩流体力学与不可压缩流体力学两部分。按考虑与不考虑流体的粘性，流体动力学又可分为理想流体动力学与粘性流体动力学。就应用流体力学而言分支就更多了，而且随着科学技术的发展，新的分支不断出现，如：航空问题、航海问题、气象问题、转动机械问题、化学流体力学、燃烧与爆炸、生物流体力学、等离子体、液态金属等。流体力学也是一门古老的科学。从阿基米德发现浮力定律起到牛顿为止，这一段时间内属于原始探索阶段，还没建立起系统的理论。从欧拉建立起欧拉方程起，到 1845 年纳维-斯托克斯方程的建立为理论系统初步形成阶段。从 1845 年起流体力学的发展越来越快，尤其是近 30 年更是突飞猛进。现在流体力学的基本理论已建立起来了，有了一些简化模型及方程，有了一套观测方法及一套定性与定量的分析方法。今后流体力学将有更大的发展。

【空气动力学】流体力学的一个重要分支。主要研究飞行器（如飞机、火箭、弹丸等）在空气中飞行时所受的力，即如何减少阻力，增大升力等问题。近年来，由于飞行器的飞行高度越来越高，在距地面一定高度上，已不能再将空气视为连续体，从而又产生稀薄空气动力学。

【静力学】讨论刚体在受外力作用下的平衡条件。按外力的不同，可分为共线力系、平面共点力系、空间共点力系、平面平行力系、空间平行力系、平面任意力系、力偶系及空间任意力系的平衡问题。平衡条件可归纳成外力系的主矢量与主矩为零。

【运动学】不考虑物体运动状态变化的原因，只分析物体运动时运动状态变化时彼此之间的关系及物体的位置与时间的关系的科学，是机构学的基础。

【动力学】在已知力的作用及初条件时分析物体的运动，或在已知物体的运动时分析作用于物体的力科学。

【分子运动学】以分子为最小单元，用经典力学的方法研究大量分子运动的集体行为，阐明物质的有关物理性质，尤其是热力学性质的学科。该学科认为物质是由永不停止运动的分子所组成。分子运动学也是统计力学的一部分。

【分子物理学】在物体的分子结构、构成物体粒子间的相互作用力和这些粒子热运动本质的基础上，讨论与物体的物理性质（尤其是热现象）有关的物理性质和聚集状态的科学。人们一般应用统计的方法和热力学的方法对这些问题进行理论研究，而这两种方法又是相互补充的。

【协同学】研究系统从无序转变为有序所遵守的共同规律的学科。70年代初德国物理学家哈肯在研究激光形成过程理论的基础上提出了协同学。其方法是：首先，决定由无规子系统组成的大系统演化的序参量，再根据随机理论，导出序参量随时间变化所服从的规律——主方程，从而解出序参量随时间的变化，即可分析系统的自组织情况。它是以信息论、控制论、突变理论等作基础的自组织理论。在星系形成及状态的演化、化学反应中的图样、生

物的竞争、生态学、人口学、社会学等许多方面，协同学已经取得了相当的成功。

【各态历经假说】认为孤立系从任一初态出发经过足够长的时间后将经历一切可能的状态的假说。这一假说是玻耳兹曼和麦克斯韦首先提出的。20世纪有些物理学家又引进准各态历经假说，即系统在平衡态的宏观性质是微观量的长时间平均值。这些假说的目的都是试图由力学理论来导出统计力学的基本假设。

【电学】研究电荷、电流产生的电场和磁场及其相互作用的规律，电路的导电规律，以及物质中的电磁效应的学科。电效应和磁效应在古代早有所知，但系统的研究是在中世纪以后。1600年吉伯研究了摩擦带电物体间的相互作用力以及较系统地论述过磁现象。1729年格雷发现导体。1733年迪费发现有两种电力：吸引力和排斥力。富兰克林对这些现象进行了系统分析后，用正电和负电表示两种电，并阐明了电荷守恒。1767年普里斯特利猜测电力与万有引力类似也遵从距离平方反比定律，随后被卡文迪什和库仑等用实验证实。此时动电研究才刚刚开始。1780年伽伐尼观察到，分别接触蛙腿筋腱和肌肉的两种金属相碰时，蛙腿会抽动。1792年伏打指出蛙腿抽动是对电流的灵敏反应并发现了产生持续电流的原因，于1800年制成伏打电堆。1811年泊松把拉普斯在万有引力定律基础上发展起来的势论用于静电，使静电学定律得以完善。1820年奥斯特发现电流的磁效应——磁针会受到置于近旁的电流影响，从而结束了将电和磁孤立起来研究的历史，开拓了电学研究的新纪元。稍后，通过毕奥、萨伐尔和安培的工作，发现了有关稳恒电流与磁场相互作用的定律。1827年欧姆发表了物

质的导电定律。1841年焦耳定量地研究了电流和热之间的关系。1831年法拉第发现了电磁感应现象。1864年麦克斯韦以简洁的数学概括总结出电磁场方程组——麦克斯韦方程组，并推论电磁波的存在及预言光是电磁波。随后为赫兹的实验证实。至此，经典电磁学已臻完善。此后，电磁理论的发展涉及电磁学与物质的原子结构或亚微观结构之间的关系，以及探索麦克斯韦方程组的实用和理论结果。电学的主要研究内容静电、稳恒电流、磁场、电磁场、电路等。

【电磁学】经典物理学的一个重要组成部分。研究电、磁和电磁相互作用现象及其规律和应用的学科。通常包括电学、磁学、电磁感应、电磁振荡及电磁波等。电磁学从原来两门互相独立的学科——电学和磁学发展成为物理学中一个完整的分支学科，主要基于两个重要的实验发现，即电的流动产生磁效应，而变化的磁场则产生电效应。这两个实验现象，加上麦克斯韦关于变化电场产生磁场的假设，最后总结出作为电磁现象普遍规律的麦克斯韦方程组，电磁学是电工学及无线电电子学等许多学科的理论基础。电磁学与经典电动力学密切相关，两者在内容上并没有原则的区别。一般地说，电磁学偏重于电磁现象的实验研究，并从中归纳出电磁学的基本规律；经典电动力学对电磁现象的讨论比电磁学更一般，更理论化，也可以说广义的电磁学包含了经典电动力学。

【电工学】又称电工原理或电工基础。研究电能和技术领域中应用的一门基础科学。其主要理论涉及电气设备的一般电磁现象和电磁过程两个方面，具体内容有电路、磁路和电磁场三大部分。

【电子光学】研究电子束在电场或磁场里运动规律及轨道的学科。理论和实验都可证明电子流在通过电磁场后的偏折与光线通过透镜的折射情况十分相似，因此称为电子光学。电子束的聚焦、偏转，电磁透镜、电子显微镜等都属电子光学研究的范畴。

【电动力学】研究电磁场的基本属性运动规律以及和带电粒子的相互作用的学科。以麦克斯韦方程组和洛伦兹力公式为基础。运用数学演绎方法，结合有关物质结构的知识，建立了完整的电磁场理论，阐明了各种电磁现象。电动力学同量子论结合又发展成量子电动力学。

【低温电子学】新兴的一门电子科学。它并非是低温的制冷技术加上现有的电子技术的简单机械结合。广义的低温电子学包括超导电子学的内容。低温电子学以导体动态电阻的热噪声在深冷温度下可大大降低为基础，主要研究内容有低温低噪声微波接收技术（参量放大器、微波固体量子放大器、微波场效应晶体管放大器、低温混频器等）；低温低噪声电子线路；低温电子系统制冷技术以及低温条件下的材料、元件、器件的特性。

【超导电子学】超导物理与电子技术相结合的一门科学。以超导体的约瑟夫逊效应等为基础，研究超导器件的理论、制备及其电子技术中的应用。

【磁学】研究物质磁性及其应用的学科。它以电子论和统计物理为基础来阐明物质的顺磁性、抗磁性和铁磁性。所有物质在某种程度上都具有磁性，或者在不加外磁场时就有磁矩（如永磁铁），或

者在外磁场中才获得磁矩。物质的磁化强度 M 与外加磁场 H 之比 $X=M/H$ 称为磁化率。根据磁化率 X 的大小,可以把物质的磁性分为:(1)抗磁性, $X<0$, 其绝对值(单位体积) $|X| \sim 10^{-5}$ (固体或液体)或 10^{-8} (气体)。(2)顺磁性, $X>0$, 大多数物质的 X 随温度 T 升高而减小, 遵从居里定律 $X=C/T$ 或居里—外斯定律 $X=C/(T-\theta)$, 其中 C 是居里常数, θ 是与物质有关的特征温度。当温度低于 θ 时, 不加外磁场顺磁物质也具有一定的自发磁矩。(3)铁磁性, $\vec{M}$ 和 $\vec{H}$ 之间呈现出复杂的关系以及磁滞效应。从原子观点看, 物质磁性的基本区别是:(1)组成物质的原子(或离子)无永久磁矩, 物质呈现抗磁性;(2)组成物质的一部分或全部原子具有永久磁矩, 当这些原子磁矩间无相互作用时, 物质呈现顺磁性; 当这些原子磁矩间有强的相互作用时, 它们在低于居里点的温度下会呈现有序排列。主要的磁排列有三种, 对应于物质具有铁磁性、反铁磁性和亚铁磁性。物质的磁性起源于物质内部电子和核子的运动, 而这些微观粒子的运动遵从量子规律和量子统计法, 现代磁学的研究与量子理论密切相关。

【声学】研究各种声源的振动方式和规律、控制与接收声波的原理与器件以及声波在气体、液体和固体中的传播与相互作用规律的一门学科。现代声学包括许多分支, 如电声学、建筑声学、音乐声学、生理声学、心理声学、超声学、水声学、岩体学、生物声学、分子声学、量子声学、非线性声学、噪声学、次声、特超声及声光学等。

【分子声学】研究声波(主要是超声)传播的宏观参量(如声速、声吸收等)与传声媒质本身的分子结构及分子动力学过程之间关

系的一门学科。分子声学产生于 20 世纪 40 年代，其后几十年间做了大量工作，在有关流体的分子或原子间能量转移、分子结构变化、化学反应等快速分子动力学过程研究中，分子声学发挥了重要的作用。

【心理声学】研究人的心理活动与声音环境之间关系的学科。心理声学与生理声学在研究听觉过程中相互交叉，又各自有所侧重。如果说生理声学主要是研究耳朵如何接收声音刺激并通过听觉神经把它译成电脉冲的话，那么心理声学则主要是研究脑神经对声音刺激的反应及活动规律，即听觉神经如何把译好的电脉冲传递给大脑中枢、脑神经又如何对电脉冲中载荷的声音信息进行分析、综合并对人体的各有关部分作出指令性反应的。心理声学与生理声学正共同沿着听觉渠道向生命科学的核心领域趋近。

【水声学】研究超声在海洋中的产生、传播与接收的学科。由于海洋对光波和其他电磁波有很强的吸收作用，所以光波与其他电磁波都不能用于海洋探测。超声则不然，海水对它吸收不大，它可以在海洋中传播很远距离，因此超声已广泛用于水下联系、通讯、监视潜艇和其他水下目标、勘探海底地貌和研究海洋生物等。水声学和水声工程的发展对国防、科研及国民经济建设都具有重要意义。

【电声学】研究可听声的声能与电能之间相互转换的一门介于声学与电子学之间的学科分支。实现声能转换成电能和电能转换成声能的器件称为电声换能器或电声系统。电声系统已十分广泛地应用于通讯、广播及人类社会生活的许多方面，如电话、收音机、电

视机、录音机、电影及扩音等。在它们的输入端把声信号转换为相应的电信号，在输出端又把电信号还原为相应的声信号。

【光声学】研究光声效应,即在光波作用下产生热波与声波的原理、技术及应用等的学科。光声学是 20 世纪 60 年代随着激光的出现而迅速发展起来的一个声学分支。由于在固体材料表面产生的声波有向其内部透入的能力,所以光声技术可用于检测材料的亚表面结构,如检测大规模集成电路的内部结构及缺陷。在光声效应基础上发展起来的光声显微镜成像技术及光声谱技术,已在化学、生物、医学及地矿等领域显示出良好的应用前景。

【次声学】研究频率低于 20 赫兹的声波的发生、传播、测量及应用的学科分支。次声的最大特点是在传播过程中衰减小、传播距离远。次声不能引起人耳听觉,因此它不能用于传播语言信息。但通过探测与分析由地震、火山喷发、台风、海啸以及原子弹爆炸、火炮发射等发出的次声,人们可以研究大气和地壳的结构与运动规律,可以进行气象预报、地震监测及军事侦察等。

【岩体声学】又称地声学。主要是利用频率从 0.1 万到 1 兆赫兹的声波在岩体、土体及混凝土中的传播规律,进行石油及煤田勘探和对混凝土构件、土体工程、工程地质及水文地质进行检测、评价。它在学术上有较宽的跨度,在应用上有巨大的经济效益。20 世纪 80 年代发展了全波测井技术(即从各种振动模式的声波传播中提取全部有用的信息),使声波测井的地位和作用大大增强,使它居于三大物理测井技术(核、电及声波)之首。

【非线性声学】振幅较大的声波称为有限振幅声波，这种声波在传播时引起传声媒质的声压变化与密度变化之间不再遵守线性近似关系，而必须考虑非线性项。研究有限振幅声波传播规律的声学分支称为非线性声学。随着现代声学的发展，非线性声学的研究课题已渗透到水声、噪声、生物医学超声、固体中的声传播等许多领域。

【建筑声学】研究如何根据不同的使用要求，设计出具有最佳音响效果的建筑物的学科。其主要目的是要求科学地设计建筑物，使它对外界噪声具有良好的屏蔽效果，同时又能保持室内的语言清晰度和音乐的优美音质。为此需在建筑物内的房间构形、布置、选材等方面做出最佳选择，以期取得最理想的音响效果。

【音乐声学】研究与音乐有关的各种声学问题的学科。如研究管、弦、板的振动理论，声音的频率测量及频谱分析，声音的心理感受效果等。音乐声学还与电声学及建筑声学关系密切，因为当进行室内音乐演出时，室内的声学设计质量及电声系统不可避免地要影响到演出效果。作为音乐欣赏的声波，它还具有若干特有的物理描述特性（如音色、颤音、调音等），也构成了音乐声学独特的研究内容。

【语言声学】研究人类语言信息和语言通讯的学科。它的主要研究内容包括：（1）语言的产生和感知，这是与生理声学相交叉的研究领域；（2）语言的识别与合成，目的在于最终解决用语言控制机器和用机器实现口语翻译等任务；（3）语言编码，以实现高质量、高保密度的语言通讯；（4）语言增强，以提高在强噪声背景

下的语言信息可懂度。近 20 年来，由于计算机的发展，这一研究领域发展非常迅速。

【超声学】研究超声的发生、传播、控制、接收及应用的学科。由于超声具有容易产生、传播方向性强、可传播足够远距离（特别在水中）等特点，它作为信息载体以广泛应用于定位、勘查及检测方面。此外，它又可以作为一种能量形式，一种有效的加工与处理手段。超声已在海洋、地质、工业及医学等领域获得了十分广泛的应用。

【量子声学】现代物理研究表明，描述电子、原子等微观粒子运动的某些物理量是不连续的，即取一定的分立值。研究那些与物质微观运动的量子变化有关的声学问题即构成了量子声学内容。目前它的研究工作大致包括两个部分，即研究超导体和超流体的声学性质和研究特超体声（或称高频声子）与晶体振动（或称热声子）、电子、电子自旋等相互作用。它是研究物质结构的主要手段之一。

【噪声学】通常把不需要的、令人讨厌的、影响人们身心健康和工作效率的声音统称为噪声。研究噪声的产生和传播、危害及防治的一个专门学科称为噪声学。在某些国家的一些城市，噪声（主要是交通与工业噪声）已居于社会四大公害（废气、废水、废渣及噪声）之首，因此噪声的防治就成为噪声学的主要的研究内容。

【几何光学】仅以光的直线传播性质为基础，研究光在透明介质中传播问题的光学。几何光学的理论基础是光的直线传播定律；光

的独立传播定律及光的反射和折射定律。在几何光学中，把组成物体的物点看作为几何意义上的点，把它所发出的光束看作为几何光线的集合，光线的方向代表光能的传播方向。借助于光线的概念，可以表述几何光学的上述几个基本定律。然而，由于光的直线传播性只是光的实际行为的近似，因此以它为基础的几何光学，就只能应用于有限的范围和给出近似的结果。当研究对象的几何线度远远大于所用光波的波长，此时波长可视为零，由几何光学可以得出与实际基本相符的结果。如果研究对象的几何线度与光波波长相近，则由几何光学得出的结果与实际情况有显著的差别，而必须用波动光学进行研究。几何光学是波动光学在波长趋于零时的近似。由于在实际应用中并不总需要光波场严格的解，加上几何光学在应用上的简便，使几何光学仍为研究光传播问题的有力工具。但对于涉及光的干涉及衍射的问题，就不能仅仅依靠几何光学，而必须同时应用波动理论，才能给出完满的解决。

【高斯光学】又称近轴光学。几何光学中研究共轴光学系统近轴区成像规律的一个分支。德国科学家高斯于1841年建立了研究理想光学系统的理论。高斯光学适用于任何结构的光学系统，但它所研究的光线必须满足近轴条件，即光线与系统光轴的夹角(ψ)满足。理想光学系统所成的像称为高斯像。

【微波光学】又称准光光学。联系微波理论和几何光学的一门较为新颖的边缘学科。由于数学上的困难，微波的衍射和传输问题往往很难严格地应用电磁理论来求解，因而纯粹的几何光学方法被用来近似地处理若干电磁波问题。在微波技术中研制了许多模拟光学元件的微波元件，如抛物面反射镜、媒质和金属透镜等。另

一方面，微波理论和技术也渗透到光学领域中，用严格的电磁理论来处理一系列古老的光学问题，将微波的概念和方法（如模式、耦合、匹配等）用于光学器件特别是激光器件的研制中。

【光度学】量度可见光对人眼产生的效应的光学分支。对人眼的效应由这样的一些光度量来表征：光通量、发光强度、照度、发光度和亮度。光度学的出发点是：不同光谱成分对人眼的效应不同（假定能量通量相同）。实验发现，人眼对波长 5550 埃（ $\text{\AA}$ ）的黄绿光最灵敏。定义波长 5550 $\text{\AA}$ 的能量通量与产生同样视觉效果的其他波长 λ 的能量通量之比为 K_λ ，称为视见函数。 $K_\lambda \leq 1$ ，是无量纲的量，它反映该波长光的灵敏度。能引起人眼视觉效果的能量通量称为光通量，单位为流明。5550 $\text{\AA}$ 的单色光，能量通量 1 瓦对应于光通量 683 流明，称为光功当量。其余波长的光，能量通量 1 瓦对应的光通量为 $K_\lambda \times 683$ 流明。一光源若包含各种波长的光，则总光通量为各波长通量的叠加。光源向某方向单位立体角发射的光通量称为光源在该方向的发光强度 I 。发光强度在国际单位制中是基本物理量，其单位定义随科技的进步有多次变化。原为烛光，后为坎德拉。1979 年第十六次国际计量会议上对坎德拉作了新的定义：发出 540×10^{12} 赫兹频率（即波长 5550 $\text{\AA}$ ）的单色光源在给定方向上的辐射强度为 1/683 瓦特/球面度，则该方向上的发光强度为 1 坎德拉。若光源是点源，则各方向上的发光强度相同，向全空间（ 4π 球面度）发射的光通量就等于 $4\pi I$ 。所以 1 流明 = 1 坎德拉 · 1 球面度。

【光谱学】光学的一个分支。研究各种物质光谱的产生、性质、规律及其应用的学科。光谱是电磁辐射按波长（或频率）的有序排

列。根据物质成分、结构性质以及实验条件的不同，有各种光谱形式——不同的光谱成分和谱线强度。按光谱波段分，有可见光谱、紫外光谱和红外光谱；按显现形态的不同，可分为线光谱、带光谱和连续光谱；按光谱产生的本质，分为原子光谱、分子光谱、凝聚态光谱等；按显现形态的不同，可分为发射光谱、吸收光谱、散射光谱、荧光光谱等。通过光谱的研究，可以得到原子、分子等的能级结构、能级寿命、电子组态、分子的几何形状、化学键性质等多方面的物质结构信息，还提供定性、定量光谱分析方法。随着强光光源激光的出现，发展了一系列高分辨率光谱方法，其分辨率比传统光谱有极大提高，已形成光谱学的新分支——激光光谱学。

【纤维光学】近代应用光学的一个分支。研究光学纤维的制造及传光性能。通常的光学纤维分为两层，内层以高折射率透明塑料或玻璃为芯、外包一层低折射率的媒质，做成同轴细丝，一般直径几十微米。当光从一端射入，便在纤维内两层媒质的界面上发生全反射，光便可以损耗很小地从另一端射出。另一种光学纤维的折射率是连续变化的，从中心轴线沿径向逐渐减小。这种光纤维能使光线向轴线会聚，称为“聚光纤维”。聚光纤维具有能量损耗小、分辨率高等一系列优点。实际应用时，把许多光学纤维组成一束，称为导光束；如果导光束各条纤维的排列顺序严格地一一对应，则不仅可以导光，而且可以传像，称传像束。中国目前已生产出每平方厘米横截面有数万条光学纤维的传像束。光学纤维已广泛应用于医疗内窥镜及光纤通讯中。

【红外物理学】以红外辐射为特定对象，研究其产生、传输、探测

以及与物质相互作用的规律。红外光的波长比可见光长，它是人眼所不能看见的。按波长分，红外又分成三段：0.78—3 微米为近红外；3—30 微米为中红外；30—1000 微米为远红外。红外辐射作用于物体常伴随着热效应。红外物理和应用技术联系十分广泛，如红外照相、红外探测、红外光谱、红外遥感等，因而使它成为一门活跃的学科。

【非线性光学】又称强光光学。研究强激光辐照物质过程中出现的各种非线性效应，包括对这些效应产生的原因和过程规律性的了解，以及探索它们在当前或今后科学技术发展中的各种可能应用。重要的非线性光学效应有：（1）光的自聚焦：由于物质的折射系数与光强有关而出现光线向光束中心会聚的现象。（2）光变频：如强激光产生的倍频、和频、差频等现象。（3）受激喇曼与受激布里渊散射：强度通过媒质后出现的频移现象。（4）自感透明：强光使某些不透明的物质转变为透明。

【物理光学】光学分为几何光学与物理光学。根据近代光学概念，光具有二重性：波动性和粒子性。与光的这两种性质相应的学科就是波动光学和量子光学。根据光的电磁波性质，波动光学能解释光传播中的干涉、衍射和偏振现象；还能解释光传播过程中与物质发生相互作用时的部分现象——光的吸收、色散和散射。而根据光的粒子性，还能解释光与物质相互作用时的另一些现象，如光电效应、康普顿散射以及原子光谱规律等一系列问题。以上两部分构成物理光学的研究内容。

【傅里叶光学】近代光学的一个分支。把傅里叶变换关系引入光学

系统理论，采用研究信息论和通讯理论的一套方法、概念来研究和处理光学系统的一门学科。光学的这一发展，是由于光学系统也是线性系统（在一定的条件、范围内），特别是由于通常的汇聚透镜具有进行二维傅里叶变换的性质，是一个很好的傅里叶频谱分析器。而在电学系统，则通常要用复杂而昂贵的电子频谱分析仪才能进行。第二次世界大战后，傅里叶光学得到巨大的发展，它的重大应用价值主要包括：成像和像质评价理论、光学传递函数、空间滤波和光信息处理、全息术等方面。

【薄膜光学】近代光学的一个分支。研究光在薄膜上反射、透射、偏振等特性的学科。光学薄膜通常采用真空蒸镀的方法将介质或金属涂敷在平整的介质基片上制成。膜厚通常为波长数量级。可以是单层膜，但通常是由很多层膜组成的膜系。根据多光束干涉原理，利用不同介质材料，可以设计成各种性能和用途的光学薄膜，如高反射膜、减反射膜（又称增透膜）、偏振膜、干涉滤光片、分光膜等。此外，还有很多其他特殊的膜系。目前，几乎所有近代光学系统包括光谱、红外、激光、空间光学、光学仪器等现代光学领域都离不开光学薄膜技术。

【激光光谱学】将激光技术应用于光谱学的一门新型的学科。由于激光的使用，光谱学的许多技术已被新方法所改进和完善，其分辨率比传统光谱学有极大提高，如运用饱和吸收和双光子吸收的亚多普勒技术，量子拍频光谱术，时间分辨弛豫测量术，相干拉曼散射谱等技术，使分辨率达到近 10^{10} ，比高分辨率光谱仪提高了近万倍，而且能减少甚至能消除光谱线的多普勒增宽，从而解决了传统光谱学难以解决的许多问题。

【热学】研究物质处于热状态下有关性质和规律的物理学的分支学科。热学理论分两个方面，一是宏观理论，即热力学；一是微观理论，即统计物理学。这两个方面相辅相成，构成了热学的理论基础。

【热力学】研究物质的热性质和物质热运动规律的学科。热力学主要是从能量转换的观点来研究物质的性质，它揭示能量从一种形式转换成另一形式时遵从的规律。它是总结物质的宏观现象而得到的理论，不涉及物质的微观结构和微观粒子的相互作用，具有高度的可靠性和普遍性。热力学总结出物质热性质的三定律：热力学第一定律反映了能量守恒和转换时遵从的关系，系统经过一循环又回到原来的状态时，系统吸收的热量等于系统对外做的功。热力学第二定律指出不可能把热从低温物体传到高温物体而不引起其他变化，即第二类永动机不可能制成。热力学第三定律指出用任何方法都不能使系统达到绝对零度。热力学三定律是热力学的主要内容，热力学的研究方法是从这些基本定律出发，通过引入描述系统状态的参量，经过数学推演得到系统平衡态各种性质的相互联系。热力学理论是普遍性的理论，对一切物质都适用。热力学在生产技术中有广泛的应用。

【工程热力学】热力学研究的经典内容之一，是热力学的主要研究内容。它采用宏观研究方法，介绍热力学第一、第二定律，研究常见材料的热力性质，并在此基础上分析计算实现热能和机械能相互转换的各种热力过程和热力循环，指出提高转换效率的途径的学科。它的研究内容决定着它有着最广泛的应用范围和重要研

究价值。

【传热学】研究物体之间或物体内部各部分之间因温差引起的热传递规律学科。传热学几乎在每个工业和环保部门以及在能量产生和转换的主要领域中都起着重要作用。在当代技术科学中，传热学是较活跃的主要基础工程学科之一。传热学的基本内容是研究热传递的方式、数量、速率和温度分布情况等。进入 20 世纪后传热学已越来越多地与其他科学相互渗透，形成多相传热、非牛顿流体传热、燃烧传热、等离子体传热、生物传热和数值计算传热等许多重要分支。传热学研究方法有实验方法和理论分析方法两大类。实验法有在相似分析指导下的实验方法和模拟方法，对于一些复杂的传热问题，实验法是一种有效的手段。解析法虽是建立在严格的理论基础上，但除少数简单情况外，许多实际问题很难求得解析解。数值解法是在计算数学和计算机应用基础上发展起来的一种有效的近似方法，它应用灵活、特别是在方案优化过程中可以很方便地快速改变设计参数，具有更大的灵活性。上述方法都有优缺点，研究中要根据具体情况进行选择。

【原子学说】古典原子论认为，原子是不可见的、永恒不变的、不可穿透的微粒，有一种或多种，大小各异，在虚空中运动，按照不同方式结合或分散等。宇宙间的一切事物和现象，均可用原子的性质和运动加以说明，这就是古原子论。这时期的原子只是哲学上一种直观推测的抽象观念，决不是现代科学意义上的物理概念。这种思想大约持续了 2000 年，除哲学意义之外，它对后来的科学发展有一定的启发作用。

古代中国也有这种思想。记载春秋时期管仲（？—前 645）及

其学派著述的《管子》，认为“精气”是构成万物的最小颗粒，是构成无限宇宙的实体。战国时期的哲学家惠施（约前 370—前 310）认为，物质由不可分的最小单元构成。墨家的《墨经》也有类似记载。这里的“精气”、“最小单元”与“原子”是一个意思。同时期，与此针锋相对的思想，则认为物质是无限可分的。典型代表是战国时代的公孙龙（前 325—前 250）。他认为“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”微观物理，特别是粒子物理的新成就，不断为这种观点提供有力的证据。

17 世纪，大多数学者仍然认为原子是不可分的。人们用万有引力之类的相互作用说明原子彼此间的联系，形成了机械决定论的原子学说。化学领域则认为，原子组成更大的物质单元时，只采取简单的并列方式，并且开始把原子概念与描写物质的组成和性质的实验数据联系起来，形成了化学的原子学说。这时期，笛卡尔（1596—1650，法）否认原子的不可分性。

随着自然科学跨进实验研究阶段，人们对物质可分性的认识开始走上科学的轨道。道尔顿（1766—1844，英）于 1803 年提出元素的原子概念，并于 1808 年做了进一步系统性地阐述。他认为，原子是元素的最小单元，不同元素的原子互不相同。还首次提出原子量概念，并通过实验测定了许多元素的原子量。道尔顿的原子学说已不再是哲学上的推测，而是有实验为依据的科学理论，称为近代原子论。它不仅是原子理论的开端，也是科学史上的重大成就。

19 世纪，在气体动力 [学理] 论的发展中，曾对原子的大小和质量做过估计。1811 年，阿伏伽德罗（1776—1856，意）提出分子假说，认为气体由“分子”组成，每个分子由两个或多个原子组成。1827 年布朗（1773—1858，英）发现布朗运动，它显示

分子总是处于不断运动的状态中。1883年法拉第（1791—1867，英）提出电解定律，展现了电荷的不连续性，电存在基本单元。1869年门捷列夫（1834—1907，俄）发现化学元素周期律，揭示了原子价与原子量之间的联系，预言了当时尚未发现的若干元素及其性质。

19世纪末到20世纪初的一系列重大发现，为现代原子学说的形成提供了有力的实验基础，强烈地动摇了原子不可分割的观念。从1666年牛顿（1643—1727，英）发现光谱，到1885年巴尔末（1825—1898，瑞士）发现氢原子光谱线的规律，光谱实验积累了丰富资料。1888年赫兹（1857—1894，德）发现光电效应。1895年伦琴（1845—1923，德）发现X射线。1896年贝可勒耳（1852—1908，法）发现天然放射性；进一步，1897年卢瑟福（1871—1937，英籍新西兰人）发现 α 、 β 射线；1900年维拉尔（1860—1934，法）发现 γ 射线。1897年汤姆逊（1856—1940，英）发现电子。X射线、放射性和电子的发现，揭开了近代物理的序幕。为了解决黑体辐射实验与经典理论的矛盾，普朗克（1858—1947，德）于1900年大胆突破经典理论的框架，提出能量子概念，发表了量子论。这是划时代的开创性贡献。为了解决光电效应与经典理论的矛盾，1905年爱因斯坦（1879—1955，德）发展了能量子的概念，提出光电子。这一系列的发现和理论彻底动摇了原子不可分割的观念。特别是发现电子之后，科学界很快倾向于电子是各种原子的共同组成部分，“原子”的内涵发生突破性变化，普遍认为原子并不是物质的最小单元，其内部是有结构的。于是，关于原子结构的各种模型相继问世。

电子带负电荷，原子是电中性的。据此，汤姆逊于1898年提出，原子由镶嵌在均匀分布的正电荷中的电子构成，称为汤姆逊

模型。它把当时已知的实验结果和理论分析都归纳了进去，虽然被后来的实验否定，但是它结束了 2000 年来一直认为原子是不可分割的错误观念，第一个引导人们认识原子是有结构的。

1903 年勒纳（1864—1947，德）研究阴极射线被物质吸收时，发现原子内部十分“空虚”，有效部分集中在原子体积中很小的区域内。可以认为，这是发现原子核的前奏。在此基础上，长冈半太郎（1865—1950，日）于 1904 年提出原子的行星式模型，认为原子的正电荷集中于原子中心，电子绕中心运动。可惜，他没能把这项工作继续下去。

1909 年盖革（1882—1945，德）和马斯顿（1889—1970，英）在 α 粒子散射实验中发现大角度散射。卢瑟福根据这一确凿实验事实，经严谨的理论分析和推导，终于放弃了他过去一直相信的汤姆逊模型，于 1911 年提出原子结构的核式模型。它与汤姆逊模型的主要区别是，原子的正电部分集中在原子中心非常小的范围内，这部分称为原子核。从这个模型导出的结论与其他实验结果相符，很快就被公认。卢瑟福模型使原子结构理论向前跨进一大步。

按照经典理论，做加速运动的带电粒子将不断发出连续电磁辐射。这样，卢瑟福模型应该发射连续光谱，并且瞬间出现电子撞在核上。这与事实不符。客观存在的原子是稳定的，原子光谱是离散的线状光谱。为了克服面临的尖锐矛盾，玻尔（1885—1962，丹麦）根据氢原子光谱不连续实验事实，在核式模型的基础上，把辐射场的量子论推广到原子结构，于 1913 年提出定态假设和频率条件，部分地抛弃了经典理论，从而克服了核式模型的困难，成功地解释了氢原子光谱等原子问题，是原子结构和原子光谱的一大进展。但是，玻尔理论属于半经典理论，本身存在难以解决的

内在矛盾，对稍复杂的问题，就束手无策。因此玻尔理论还只是初步的。

通常，把普朗克的量子论，爱因斯坦的光量子理论和玻尔理论等称为旧量子论。

1924年德布罗意(1892—?)，(法)提出波粒二象性假设，认为一切实物粒子都具有波动性。1925年戴维孙(1881—1958，美)和革末(1896—1971，美)从实验上获得了电子的晶体衍射现象，证实了微观粒子具有波动性。1925—1928年期间，先后由海森伯(1901—1976，德)、玻恩(1882—1970，德)、薛定谔(1887—1961，奥地利)和狄拉克(1902—1984，法)等人创立了量子力学，为原子物理学奠定了理论基础。1925年泡利(1900—1958，奥地利)提出不相容原理，解释了电子在原子中的壳层填充和元素周期律。近代原子模型基本确立。量子力学不需人为地而是自然地表述了量子条件，满意地解决了原子动力学的许多问题。原子的量子理论描述，是迄今与实际情况符合最好的最严谨、最精确的原子理论。虽然至今仍在使用“原子”，但它已经是现代科学意义上的物理概念，与使用它的初衷几乎没什么瓜葛。

至此，许多科学家认为原子问题已经基本解决。物理学的焦点转到了原子核物理和粒子物理。科学家们认为物质由若干最基本的不可分割的比原子还小的微粒组成。这些微粒称为基本粒子，如电子、质子、中子等。这仍然是物质有限可分的观念，是古原子论思想的继续。直到20世纪60年代中期，夸克理论提出后，基本粒子概念才逐渐成为历史的陈迹，并且原子物理再度复兴。

纵观原子学说的发展历程，可以说充满了两种宇宙观和两种哲学思想的斗争。原子学说就是在不断克服唯心主义、形而上学的观点中逐渐成长起来的。它为丰富和发展辩证唯物主义提供了

许多重要的科学依据。

【原子核物理学】简称核物理。研究原子核结构、原子核反应、射线束获得和探测分析技术以及同核能、核技术有关的物理问题的一门学科。通常把 1896 年贝克勒耳发现天然放射性做为核物理的开端，此后的 40 多年，人们主要从事放射性衰变和射线性质的研究。为了探测各种射线，发明了一系列的探测方法和探测仪器，其中计数器、电离室等至今仍在应用。放射性衰变研究发现了一种元素可以通过 α 衰变或 β 衰变而变成另外一种元素，而 α 衰变的产物—— α 射线又成了人们探讨物质深层结构的手段。1911 年，卢瑟福等人用 α 射线轰击原子、观察到大角度偏折，从而确定了原子的有核结构，并首次提出原子核这一名词。1919 年，卢瑟福等人又发现用 α 射线轰击氮核会放出质子，这是首次用人工实现的核反应，以后用射线轰击原子核来引起核反应的方法逐渐成为研究原子核的主要手段。在初期的核反应研究中，1932 年中子的发现和 1934 年人工放射性核素的合成是具有代表性的成果。40 年代前后，核物理进入一个大发展阶段。1939 年，哈恩和斯特拉斯曼发现核裂变现象，1942 年，费米建立了第一个链式裂变反应堆，这是人类掌握核能源的开端。此后的 30 年中，粒子加速技术得到很大发展，目前，成千上万台各种加速器服务于生产、科研和医疗领域。粒子探测手段也在不断提高，各种新型探测器的出现和计算机技术的飞速发展，从根本上改善了获取和处理实验数据的能力，极大地扩展了理论计算的范围。

核物理基础研究主要集中在两个方面：通过核现象研究粒子的性质和相互作用，特别是核子间的相互作用；核多体系统的运动形态的研究。在大量占有实验数据的基础上，通过理论分析，人

们对原子核的基本结构和变化规律有了较深入的认识，基本弄清了核子（质子和中子的统称）之间相互作用的各种性质，对稳定核素或寿命较长的放射性核素的基态和低激发态的性质已积累了较系统的实验数据，并通过理论分析，建立了各种核结构和核反应模型、如解释了核的壳层结构的核壳层模型、解释了原子核的振动、转动等集体运动的集体模型、应用于核反应分析的复合核模型、光学模型、直接反应模型等，此外还开展了高能核反应和重离子核反应的研究工作。

人们通过核反应，已经人工合成了 17 种原子序数大于 92 的超铀元素和上千种新的放射性核素，并且通过高能和超高能射线束和原子核的相互作用，发现了上百种短寿命粒子、即重子、介子、轻子和共振态粒子，对这些粒子的研究导致了一门新学科——粒子物理学的诞生。70 年代以来，核物理进入了纵深发展和广泛应用的新的更成熟的阶段，一方面发展粒子的加速技术和探测技术，扩充人们研究原子核的手段，另一方面将核技术服务于国民经济中，例如，为核能的开发利用提供更为准确的核数据；利用同位素示踪技术诊断和治疗疾病；利用射线及辐照技术保存食品、辐照育种等。核物理的发展历史表明，它是一门内容丰富、在理论上和应用上都十分重要的学科，又是一门生机勃勃，不断发展的学科。

【量子力学】当人类的实践深入到微观物质领域后，发现微观粒子（例如电子）的运动行为与经典物理理论及日常生活经验有质的差异。人们遇到一种新的自然现象——以普朗克常数 h 为度量的量子化现象。在试图用经典物理来解释这些现象时，人们遇到了不可克服的困难。为解决这一矛盾，普朗克、爱因斯坦和玻尔等提

出了一系列全新的概念和理论，逐步建立了能完善解释微观粒子运动规律的理论体系，统称为量子力学或波动力学。量子力学的基本原理由 5 个基本假定组成：（1）微观系统的状态被一个波函数完全描述；（2）力学量用厄密算符表示；（3）波函数的统计解释；（4）系统的状态波函数用薛定谔方程所决定；（5）在全同粒子所组成的体系中，两粒子相互调换，不改变系统的状态（全同性原理）。量子力学在描述静止质量不等于零和速度比光速小得多的粒子的运动规律上取得了很大的成功。但当速度接近光速以及涉及静止质量为零的光子的问题时，量子力学就无能为力了。所以在量子力学的基础上人们又发展了研究速度接近光速的粒子运动规律的相对论量子力学以及能处理多粒子体系及粒子间相互转化的量子统计和量子理论。

【凝聚态物理学】研究凝聚态物质的物理性质、微观结构、微观运动状态的相互关系的学科。包括半导体物理、表面物理、极低温度或高压强条件下的凝聚态物理等。

【量子场论】关于基本粒子及其相互作用的一种物理理论。狄拉克 1927 年首先引入量子场的概念。他把电磁场看作是光子的量子场，光子就是电磁场振动模式的激发，电磁场遵从的麦克斯韦方程量子化后就是描写光子运动的方程。以后他和汤川秀树又把量子场的概念推广到电子、正介子等其他粒子。于是，每种粒子都有一个相应的量子场。这个理论把量子力学和相对论原理结合起来，在新的基础上统一了波粒二象性。同量子力学中的几率波不同，量子场是一种物质波。粒子的产生和湮灭相应于量子场的振动和激发和消失。按照量子场论的观点，物质间的相互作用是通

过交换粒子实现的。例如电磁相互作用是通过交换光子，弱相互作用是通过交换中间玻色子实现的。这些都已得到实验的证实。

【等离子体物理学】研究等离子体的形成、性质和运动变化规律的一门学科。这门学科由 19 世纪以来对气体放电的研究开始形成，气体放电时的物质状态不同于物质的固态、液态和气态，因此，1879 年英国的克鲁克斯用了物质第四态来描述气体放电状态。1928 年美国的朗缪尔把这一物质状态称为等离子体，等离子体是宇宙间绝大部分物质所存在的一种状态，如太阳物质和一般恒星、星云，地球的电离层、极光区物质、高温等离子体在受控聚变方面的应用，低温等离子体在磁流体发电，等离子体冶炼、加工及等离子体器件的应用大大推动了等离子体物理的研究，因此等离子体物理学已成为在理论和应用方面极为重要的研究领域。由于等离子体是具有极为复杂的内部相互作用的多粒子系统，对它的理论描述采用粒子轨道理论和磁流体力学的近似方法，以及采用粒子分布函数随时间演化——等离子体动力学的统计方法。等离子体物理的实验研究包括等离子体的产生和形成的具体过程测定、描述和等离子体各种参量的测量，以便对等离子体的形成、性质和运动规律给出定量结果（参见“等离子体诊断学”）。等离子体物理学现在已发展成为物理学的一个内容丰富的新兴分支，由于等离子体种类繁多、现象复杂，而且应用广泛，对这一物质状态的研究，正从实验、理论和数值计算各方面积极推进，向深度和广度发展。

【等离子体诊断学】实验等离子体的基础学科。对表征等离子体性质和状态的各种物理参量的测定是等离子体实验研究和各种应用

的首要问题。由于构成等离子体的相互作用和成分的多样性，等离子体的运动变化极复杂。它的性质和状态要由同时测定的几个参量一起确定，因此通常把对等离子体的性质和状态的测定称为诊断。一般分为两类：（1）发射诊断，即通过对等离子体发射的电磁波和粒子的测定诊断，如各个发射频段（红外、可见、紫外、X射线、 γ 射线等）的等离子体照象，光谱分析，微波辐射测量，对扩散或引出的中性和带电粒子的分析等；（2）照射诊断，即向等离子体注入电磁波或粒子束观测它们与等离子体发生作用的信息。如激光的散射和干涉，激光荧光分析，入射粒子与等离子体的碰撞，散射、吸收和反应等。此外还有对等离子体中宏观电磁场分布的测量等。

物 理 学 史

【中国物理学史】公元前 770 年以前，至少在西周时，中国就以壶漏测时，以圭表测影以定方向、季节和定时。《诗经》所记载的管、弦以及打击乐器有 29 种之多。这时已出现了十二律和七声音阶。能制作比较复杂的车、船，以及桔槔等比较简单的机械，还制造出一种欹器，“虚则欹，中则正，满则覆”（《荀子·宥坐》），可能是一种陶罐加水后重心变化造成的。并已发明了聚集日光而点火的阳燧（凹面镜），以烽火作为军事通讯的信号，知道收藏冰来作冷藏。还对宇宙万物的本原作了最原始的探索，提出了“五行说”，认为宇宙万物是由金、木、水、火、土五种基本元素组成的；

还提出了“阴阳说”、“八卦说”等来解释自然现象的千变万化。

公元前 770—前 221 年的春秋战国时期，中国出了《墨经》和《考工记》两部代表性的科学技术著作。墨翟和他的弟子在《墨经》中记载了大量物理知识，尤其在光学方面，记述了影的生成的道理；光线与影的关系；光直线行进实验；凸面镜的反射现象。这是世界古代光学史上难得的一篇几何光学著作。《考工记》是记载中国古代手工技术规范的汇集，还阐明了一些科学道理，包括力学、声学、和热学的知识。在力学方面记载了车轮、箭杆的均匀对称检验法；皮革受力和变形的情况；最早记述了惯性现象；还记述了斜面受力的情况。冶铸方面记述了火候知识和制钟合金的比例。声学方面指出了磬发音高低与板厚的关系；钟的发音与钟壁厚及钟口形状的关系以及为调音而磨锉钟壁的方法等。

《庄子·杂篇·徐无鬼》中最早记载了弦径的共振现象。《管子·水地篇》中还记载了这个时期的物质结构思想，认为水是万物（指无机界）和诸生（有机界）的统一本原。《庄子·天下篇》中记载名家公孙龙提出“一尺之棰，日取其半，万世不竭”的论断。这说明当时已认识到物质是无限可分的。公元前 4 世纪，宋钘和尹文提出宇宙万物统一于“气”的学说，此后发展起来的无气说影响了中国古代的物质论，使物质无限可分的思想没有进一步发展下去。但中国在以后的 2000 多年历史中，对力学、光学、声学、电和磁、热学等方面都有过重大的贡献。

力学 中国的力学知识在春秋战国时的《墨经》和《考工记》以后的从秦汉到五代的 1200 年时间里又有了很大发展。张衡制造的水运浑天仪，以齿轮把浑象和表示时间的壶漏联系起来，以流水下落的力量带动齿轮，齿轮再带动浑象旋转。132 年他又制造了世界上第一个地动仪，可以测定地震的震源方向。齿轮系转动

知识到宋、元（960—1368）时期又有了新的发展，典型的成果有指南车——以车轮、平轮、玄轴等各种齿轮的复合运动使不论车如何运动车上的木人手总是指着南方；记里鼓车——利用车轮带动大小不等的一组齿轮，使车走一里时刚好有一齿轮转一圈，拨动车上木人打鼓一次；水运仪象台——其中有一套称为“天衡”的杠杆，相当于现代时钟的擒纵器，以保证记时装置的等时运行。另外，汉代的长安巧工制造的香炉支架可能是世界上最早的长平支架，2世纪毕岚发明了“渴乌”，是世界上最早发现虹吸管现象，并在中国用于取水灌概。中国古代物理学家对力学问题进行了一系列理性的探讨，如王充在《论衡·状留篇》中就对重物和运动的关系作了粗略的描述：“是故车行于陆，船行于沟，其满而重者行迟，空而轻者行疾。”“任重，其进取疾速，难矣。”这说的是重量越大的物体开始运动越难，这可能是世界上对惯性力的最早描述。宋应星的《天工开物》是17世纪世界科学技术中一部非常重要的著作，其中给了弓的弹力测量方法；船的风篷尺寸和全舟横舟的关系；船舵的大小、舵的方向对船运动方向的影响等。对流体力学的贡献也很卓著，不仅发现利用了虹吸现象，还探讨了其原理。如《关尹子》写道：“瓶有二窍（口），以水实之，倒泻；闭一则水不下，盖（气）不升则（水）不降”。唐代王冰在《内经素问注》中写道：“虚管溉满，捻上悬之，水固不泄，为无升气而（水）不能降也；空瓶小口，顿溉不入，为气不出而（水）不能入也。”宋代俞琰在《席上腐谈》中写道：“予幼时有道人见教，则剧烧纸片纳空瓶，急覆于银盆之中，水皆涌入瓶……又依法放于壮夫腹上，挈之不坠。即如铜（管）水滴，捻其窍，则水不滴，放之则滴”。当时已认识到水与气有同样的力学问题。宋代的姚宽还在《西溪丛语》中记载了识别不同盐水浓度的方法，即用三种已

知浓度的盐水为标准，比较一未知盐水对同一物体的浮力，就可知其浓度。同代的张世南还在《游宫纪闻》中讲到用一竹圈放入桐油，取起看圈上是否有薄膜来识别桐油质量好坏，这相当于现代的“张力演示仪”。另外宋僧怀丙曾于 1066 年用沉船打捞出沉入江中的万斤铁牛，这是沉浮技术的最早应用。在《尚书·考灵曜》，《关尹子》和《隋书·天文志》中还记载了水、舟是谁在运动的相对运动的探讨，明清时期王夫之的物质和运动守恒的思想，以及宋应星用比重不同来识别金、银、铜的方法。

光学 从秦汉到五代的 1200 年时间内光学也取得很大发展，已能制作出青铜镜，并已普遍用凹面镜阳燧取火；已现察到两平面镜可以无穷无境的反射现象；已能做简单潜望镜。宋末元初的赵有还做了有关小孔成像的光学实验，这是人类史上最早一次有据可查的完整实验记录。有关光学理论的成就有：（1）西汉的《淮南子》中就探讨了凹面镜的焦距问题；（2）汉朝张衡、北宋沈括已开始探讨月光只是日光的反射，张衡在《灵宪》中说：“月光生于日之所照，魄生于日之所蔽。当日则光盈，就日则光尽。当日之中，光常不合者，蔽于地也，是谓暗虚。”这是人类对月食的最早的科学解释；（3）光的色散问题最早是汉代蔡邕在《月令·章句》中对虹形成的条件进行了描述，唐代张志和在《玄真子》中也写道：“背日喷于水成虹霓之状。”晋代葛洪在《抱朴子》中还记述了五种云母片看到的色散。宋、元时期还有不少对石英的色散和露珠色散现象的记载；（4）晋代束皙还就当时争论的太阳是早晨距地面近还是中午距地面近问题在《隋书·天文志》中明确写道：“此终以人目之感，无远近也”；（5）中国明清时期发明家制造出：探照灯、望远镜、显微镜、多物镜、临画镜等多种光学仪器，清代的郑光复已提出焦距概念，并在《镜镜詵痴》中对铜

镜、铜质透光、冰透镜取火等问题作了原理性论述。

声学 在春秋战国以前中国已有了十二律和七声音阶。后来对音律学又有了进一步发展。秦汉时的荀勖已能对管笛的管口校正数进行计算掌握了改变碗中水量来调音的方法。晋代张华、唐代曹绍夔掌握了消除铜钟共振的方法。宋朝沈括还对古乐钟形状对音响的效果作了精辟的分析。南宋初年的赵希鹄还认真探讨了琴等乐器的声学技术，在他著的《洞天清禄集》中还描写了制琴材料桐木的质量与声音的关系，为了扩大共振音响，他还设计了古琴音乐厅，这又比沈括发现的共振现象前进了一大步。明嘉靖九年（1530），在北京天坛建造的回音壁、三音石和圜丘都有独特的音响效应。特别是在明末，朱载堉完成了十二平均律，这在世界声学史上也是一项重大贡献。

电和磁 中国四大发明之一“指南针”，在中国有悠久的历史，汉朝的王充对古老的“司南”（指南针）有过明确的记载。明清时期指南针和罗盘已普遍被用到航海中。另外秦汉时期就发现了磁石可以吸铁和对同极性磁的排斥现象，明清时还发现用铁可以屏蔽磁。有关电的知识在中国也很早，汉初就发现用琥珀和玳瑁摩擦可以产生静电而互相吸引。张华的《博物志》中记有“令人梳头，脱著衣时，有随梳、解结有光者，亦有咤声”。陶弘景发现用布和琥珀摩擦比用手与琥珀摩擦有更大的静电吸引现象。宋朝的沈括在《梦溪笔谈》中记载了在一次雷击中，雷电通路上的金属物质（刀鞘里的宝刀）全被融化了，而皮革却依然如故。明代的都邱在《三余赘笔》中记载了一种丝绸的摩擦起电实验：“吴绫为裳，暗室中力持曳，以手摩之良久，火星星出。”

热学 早在战国时，《荀子·劝学》中就记载：“冰，水为之而寒于水。”东汉的王充在《论衡》中在描述气象中记述了物态的

变化。南北朝时《关尹子》中写道：“日寒暑温凉之变，如瓦石之类，置之火即热，置之水即寒，呵之即温，吹之即凉。特因外物有去有来，而彼瓦石实无去来。”

宋代曾公亮主编的《武经总要》中记载了世界上最早的三种火药配方，在发明火药的基础上出现了各种火药武器，以火药喷射为推进动力的火箭至少在13世纪就已在我国发明，并在战争中实际应用了。宋代的陶毅在《清异录》中第一次记载了“火寸”的制作方法。

元代的陶宗仪还亲自作过热胀冷缩实验。他把带孔窍的物体加热后，使另一个物体进入孔洞，从而这个物体如“辘轳旋转，无分毫缝罅。他明确讲，这是前一个物体“著之膨胀”的缘故。这实验记载在《南村辍耕录》中。明末欧洲传教士来华，带来了西方的科学知识，传教士不仅携有书籍，而且还有器物。有许多还以传播西方科学技术为媒介，来结交中国学者，取得朝野的信赖。万历十年（1582），意大利神父利玛窦受耶稣会的派遣来华传教，带来了一些天文仪器、自鸣钟、三棱镜等。比利时传教士金尼阁于万历三十八年（1610）和四十八年（1620）两度来华，第二次来华时受罗马教皇的馈赠，携有书籍7000余册，其中包括一些科学书籍。传教士中有的还确实具有较丰富的学识。如天启元年（1621）来华的德国传教士邓玉函就与伽利略同为意大利林赛研究院成员。中国学者非常重视西方的科学技术，陆续译著了许多书籍。在物理学方面，由邓玉函口述，王微笔录而成《远西奇器图说》，于天启七年（1627）刊行。该书第一卷“重解”是专讲力学的，包括引力、重心、比重、浮力等许多力学的基本原理，其中有不少是引自伽利略的著述，这是近代力学知识传入中国的开始。中国的一些学者也写了一些反映西方物理知识的著作，如方以智

的《物理小识》。来华欧洲人也有用中文著书在中国发行的。如天启六年（1626）德国传教士汤若望著有《远镜说》，就是一部论述望远镜的专著，那时仅在伽利略制作望远镜后十几年。望远镜也在这时传入中国。比利时传教士南怀仁于清康熙十三年（1674）著有《灵台仪象志》，这是一部天文学著作，也包含有一些物理知识。

道光十五年（1835）郑复光写成《镜镜詵痴》于道光二十六年（1846）刊行；他融会了中国原有的光学知识和西方传入的光学知识，在这部著作中详细讨论了几何光学的基本原理和许多光学仪器的理论和制作方法，是中国近代物理学史中的一部重要著作。由英国人艾约瑟口述，张福禧笔录的《光论》，全面地介绍当时西方的光学知识，是一部比较系统的光学专著。李善兰与英国人伟烈亚力合译英国天文学侯失勒（今译赫歇耳）的《天文学纲要》，定名为《谈天》，于咸丰九年（1859）刊行，其中有许多力学知识，第一次把万有引力定律介绍到中国来。艾约瑟与李善兰合译英国物理学家胡威立的《初等力学教程》，定名《重学》，于同治五年（1866）刊行，这是译成中文的第一部力学专著，在中国很有影响。在这时期，李善兰还与伟烈亚力、英国人傅兰雅合译了奈端（即牛顿）的《数理格致》（即《自然哲学的数学原理》）中的前3卷，可惜当时未能刊行。

咸丰（19世纪60年代）以后，兴起了洋务运动。主张“中学为体，西学为用”的洋务派为了培养洋务人员而引进西学，相继举办了一些以吸取西方科学知识为主的文教机构。同治元年（1862）清政府开办京师的同文馆，既是教学机构，也编译西书，后来成为影响最大的一个文教机构。同文馆成立后，各地相继仿效。同治二年（1863）上海开办广方言馆，同治三年广州开办同文馆，光绪十八年（1893）湖北开办自强学堂。洋务派为效西方

之法制造坚船利炮，开设一些制造局，这些制造局也开展翻译西方科学技术书籍的工作。如同治四年（1865）开办的上海江南制造局，同治五年开办的福建船政局等。傅兰雅口译、徐建寅等笔录的田大里（即廷德耳）著作《声学》，就是由江南制造局刊印的。中国学者徐寿与伟烈亚力、傅兰雅等人于光绪元年（1875）在上海创办格致书院，以培育人才和翻译出版西书为宗旨。还有外人开办的编译出版机构，如美国人麦都思于道光二十三年（1843）在上海开设墨海书馆，外国传教士于光绪十三年（1887）在上海建立广学会。其后，中国人开设的美华书馆、文明书局、商务印书馆也都出版了一些西方科学技术著作。据统计，自咸丰到清末期间（1853—1911），共出版了西方科学著作 468 种，其中理化类有 98 种。光绪二年到十八年（1876—1892），由傅兰雅主持，格致书院还发行过中国第一个专门介绍西方科学技术的刊物《格致汇编》（先是月刊，后改为季刊），其中包含有不少物理学的内容。中国出版的第一部物理学教科书是日本饭盛挺造编纂，藤田丰八翻译、王季烈重编的《物理学》，分上中下三篇，光绪二十六年到二十九年（1900—1903）由江南制造局先后刊行。中国第一个制造科学仪器的科学仪器馆于光绪二十七年（1901）成立于上海。

19 世纪下半叶，传入中国的西方近代物理学知识日益增多，如德国物理学家伦琴 1895 年发现了 X 射线，1899 年（光绪二十五年），傅兰雅口译、王季烈笔录的《通物电光》4 卷（当时译 X 射线为“通物电光”，此书著者为美国人莫年登，原文不详），在江南制造局出版，与发现 X 射线仅迟 4 年。不过这时期所传入的物理知识基本上是一些实用性的知识，许多是属于教科书类型。对理论部分，尤其是较新的理论内容的介绍还很少。

直至 20 世纪初，清政府被迫实行新政，兴力学堂，系统的科

学知识才正式列入教程。光绪二十九年（1903），清政府规定在小学设理化课；高等学堂分政艺两科，艺科所设课程中有力学、物性、声学、热学、光学、电学和磁学等物理学的内容。辛亥革命后，官办和私办的各级学校增多，物理学知识也得到比较广泛的传播。为了培训师资，北京、南京、武昌、广州等地的高等师范学堂先后设立数理化部，1920—1921年南京高等师范学校首先设立物理实验室，这是中国自己培养物理学工作者的开端。当时一些有识之士倡导科学教育救国，出国求学者大量增加，其中不少是专学物理的。清末最早的留学生中有何育杰、夏元璠、李耀邦、张贻惠、胡刚复、梅贻瑞、赵元任等；民国初年有叶企孙、颜任光、丁燮林（即丁西林）、李书华、饶毓泰等；以后有吴有训、严济慈、周培源等。他们大都对当时物理学前沿的基础研究有所建树。他们回国以后，大部分人以从事教学工作为主，又成为教育家。五四运动以后，中国物理学教育发展加快，中国物理学队伍逐渐形成。1918年北京大学设立物理学系，这是中国第一个大物理学系，随后南京高等师范学校（后来改为东南大学）、1925年清华大学、1928年交通大学等相继设立物理学系。颜任光、丁燮林、李书华、胡刚复、饶毓泰、叶企孙、吴有训等回国后，分别主持这几个学校物理学系的教学工作。他们充实课程内容，增设近代物理的课程，建立实验室，改革教学方法，理论和实验并重，教学质量有显著提高。这些学校的物理学系都享有盛名。

早期的物理学家又是教育家，如胡刚复先后在11所高等学校中筹建物理学系或理学院并任教，培育出像吴有训、严济慈、赵忠尧和吴健雄等实验物理学家。饶毓泰、叶企孙、吴有训、严济慈等人的教育业绩，也备受推崇。1928年6月中国创办中央研究院。同年11月在上海建立了物理研究所，丁燮林任所长，开展物

理学的研究工作。先后建立起标准室、检验室和其他几个实验室，并在南京紫金山建立地磁台。此外又设立了一所设备较好的物理仪器工厂，能够制造一些实验用的仪器设备以及中学物理教学仪器。当时开展了磁学及地磁测量、光谱学、无线电等方面的实验研究工作。1929年9月在北平建立了北平研究院，李书华创办了该院的物理研究所，由严济慈任所长，开展感光材料、光谱、水晶压电现象、水晶侵蚀图像、重力加速度与经纬度测量等研究工作。北平研究院与中法大学合作，建立了镭学研究所，由严济慈任所长，主要进行X放射性和X射线学的研究。抗日战争时期，科研机构内迁，设备和图书大量散失。两个研究院的物理研究所均迁到昆明，后来中央研究院物理研究所又迁到桂林和四川北碚。在艰难的岁月中，物理学家们仍尽力进行一些理论研究，同时注意若干应用性的工作，如制造光学仪器、显微镜，在云南进行地球物理探矿等。抗日战争胜利后，中央研究院物理所迁回上海，1948年又迁往南京，先后建立起金属物理、光学、原子核物理和无线电等实验室，还有恒温室和金工场。镭学研究所在1948年改组，分为结晶学实验室（在上海）和原子能研究所（在北平）。前者由陆学善主持，主要用X射线研究物质结构和与晶体结构有关的内容；后者由钱三强担任所长，主要开展核物理和原子物理的研究。20年代末，国家批准有条件的大学设立研究部，在教学的同时开展科学研究工作。如清华大学于1929年成立研究院，试办物理研究所。到1935年，该物理研究所扩建为理科研究所，所下面设研究部，物理学部由物理学系负责，在短期内建立了X射线、无线电、光学、磁学等研究室。吴有训的《单原子气体所散射之X射线》论文就是这时在清华大学完成的，1930年9月发表在美国《自然》周刊上，这是中国物理学家把国内的研究成果最早发表在

国外杂志上的论文之一。以后设立物理学研究部的学校还有燕京大学、中山大学、武汉大学等。抗日战争期间，西南联合大学组成后，恢复了研究部。1939年清华大学恢复了物理学研究部，还新开办了5个特种研究所，其中无线电研究所和金属研究所是和物理有关的，无线电研究所所长是任之恭，金属研究所所长是吴有训。另外中国科学社也由当时在美国康奈尔大学留学的任鸿隽、杨铨、胡达（胡刚复）、赵元任、秉志等人于1914年发起，1915年成立。以“联络同志，研究学术，共图中国科学之发达”为宗旨。经十几年的努力，中国科学社发展成为全国性的科学机构，开展学术活动，出版定期刊物《科学》和《科学画报》，还组建了明复图书馆和中国科学图书仪器公司，对中国科学事业的发展起了促进作用。还邀请了朗之万和玻尔等著名的物理学家来中国访问，《科学》月刊对当时物理学中相对论、量子论、量子力学等新成果作过介绍。1932年，因中国科学社这样的综合性组织已不能满足物理专业的特殊要求，而成立了中国物理学会，以推动物理学的发展和普及物理学知识，第一任会长为李书华。后来各届会长分别为叶企孙、吴有训、严济慈、周培元和钱三强。1932—1936共开过五次年会，即使在抗日战争和第三次国内革命战争期间（1937—1949）还开过六次年会。学会加强了中国物理界人士的联系交流，也加强了中国物理界与国际物理界人士的联系。还主办了《中国物理学报》（1933年创刊）。当时规定有英、法、德三种文字刊印，还附有中文摘要。

中华人民共和国成立以后，增设了许多高等院校，其中各综合大学和师范院校均设有物理学系，使其很快发展到有269所院校设有有一定师资实力的物理学系，还有些设有与物理有关的应用物理、技术物理、工程物理、地球物理、无线电电子学等系。中

中国科学院在中央研究院和北平研究院的基础上于 1949 年 11 月成立了。原来两院所属的四个物理方面的研究机构调整为两个研究所：应用物理研究所设在上海，由严济慈担任所长，后改为物理研究所；近代物理研究所设在北京，由吴有训担任所长，后改为原子能研究所。随着科学技术发展的需要，现在中国科学院的物理方面研究所已发展到 12 个，在北京有物理研究所、高能物理研究所、理论物理研究所、声学研究所、低温技术实验中心；上海有原子核研究所；合肥有等离子体物理研究所、固体物理研究所；长春有长春物理研究所；武汉有武汉物理研究所；兰州有近代物理研究所；乌鲁木齐有新疆物理研究所。此外还有侧重技术方面的电子研究所、半导体物理研究所、应用物理研究所等。至于光学一门又成立了一个大系统，在长春、上海、西安、四川等地建立了光学精密机械研究所。

20 世纪以来，中国物理学的主要成就有：李耀邦在 1914 年以密立根的方法利用固体球粒测定 e 值；胡刚复在 1918 年对 X 射线放射机制的研究，对推测原子结构有重要意义；叶企孙在 1921 年与人合作测定普朗克常数，得出当时最精确的数值，沿用了 16 年之久；吴有训在 1925 年对康普顿效应的系统研究，是对康普顿的发现有力的支持；周培源关于广义相对论和流体力学、特别是湍流理论的研究；王守竞于 1927 年把量子力学的概念成功地运用于研究氢分子和转动量子化的问题；赵忠尧在 20 年代末对硬 γ 射线的反常吸收的研究，发现了后来被称为湮没辐射的现象，为正电子发现作了有益的工作；钱临照关于水晶压电现象的研究；任之恭关于分子光谱的研究；吴大猷关于分子光谱的研究；王淦昌提出验证中微子存在的实验方案和任何粒子都有反粒子对应的观点；钱三强和何泽慧在 40 年代末证明铀的三分裂和四分裂现象；

张文裕在 40 年代创制了多丝火花计数器，发现了 μ 原子，并直接证明了 μ 子的弱作用，对研究原子核结构有启示。胡宁、朱洪元、周光召等关于基本粒子的研究；彭恒武对介子理论和用辐射阻尼理论对宇宙线的研究；黄昆对固体物理学，特别是点阵动力学的研究；王竹溪和张宗燧关于统计物理学的研究；葛庭燧关于金属物理，尤其是内耗实验和理论的研究。

中华人民共和国成立以后，中国物理学家在物理学的研究工作中取得了不少成就，在中国原子弹、氢弹、人造卫星、洲际导弹、重粒子加速器、正负电子对撞机、同步辐射加速器等研制中，发挥了积极作用。其成就赢得了国际学术界的推崇。中国物理学家与国际学术界的交往日益增多，有多次物理学的国际会议在中国举行，如 1980 年在广东从化举行的广州粒子物理理论讨论会，1982 年在上海举行的第三次格鲁斯曼广义相对论天体物理会议，1991 年在武汉召开的国际强子多重产生会议，1992 年在北京召开亚太地区超高能 SSC 和 LHC 会议等。中国物理学家黄昆和周光召还当选为萨拉姆所创建的第三世界科学院院士。

【古希腊罗马的原子论】原子论是古希腊罗马时代的某些自然哲学家所主张的一种学说。其主要倡导者是泰勒斯、留基伯、德谟克利特、伊壁鸠鲁和卢克莱修等人。原子论的大致内容是：宇宙间存在一种或多种微小的实体，叫做“原子”（希腊文原义有“不可分割”之义）；这些原子在虚空中运动着，并可以按照各种不同的方式互相结合或重新分散，而宇宙间的一切事物和现象，就可以通过这些原子的性质和运动来加以说明。为了说明千变万化的自然现象，古人对原子的性质和运动作出了种种不胜枚举的种种假设。在这种意义上的原子论完全没有现代科学中的原子理论。但

它对后来的化学发展和物理学中的分子运动、统计物理学等分支的发展曾经起过一定的启发作用。这种原子论是和当时的神学相对立的，它用客观存在的事物来认识自然，所以是一种符合唯物主义的思想方法，在人类文化史上起到了积极作用。

【热质说】西方热学发展史中，曾对热的本质有过一种错误理论，这就是热质说。这个学说认为热是一种自相排斥的、无重量的流质，称作热质或热素。它不生不灭，可以透入一切物体中。一个物体是“热”还是“冷”，由它所含的热质多少决定。较热的物体含有较多的热质，冷热不同的两个物体接触时，热质便从较热的物体排入较冷的物体，直到两者的温度相同为止。一个物体所减少的热质，恰好等于另一物体所增加的热质。

1714年，华伦海特改良了温度计并定出了华氏温标以后，热学才正式走上实验科学的道路。布莱克澄清了热和温度这两个混淆了的概念，他将热称为热的份量，温度称为热的强度。他认为：热质与冰结合而成为水，热质再与水结合而成为汽。热质说就作为早期解释热学实验的简单学说而为一些科学家所用。热质说在启发和解释热量学的实验方面曾起过积极的作用，它能成功地说明混合量热法的规律，即两个温度不相等的物体混合以后达到相同温度时，如果没有向周围散失热量，其中一个物体失去的热量恰好等于另一物体得到的热量。1798年，朗福德了解到钻炮膛生热而进行了摩擦产生热量的实验，发现所产生的热量同所作的功成正比，排斥了热质说。但是热质说仍被继续使用了半个世纪，直到卡诺用卡诺循环导出正确的卡诺定理时，还是依据热质说。在能量守恒和能量转换定律建立以后，确认了热是物质运动的一种形式，热质说才被彻底否定了。

【超距作用】物理学史上出现的一种观点。它认为（至少在早期）：相隔一定距离的两个物体之间存在直接的、瞬时的相互作用，不需要任何媒质传递，也不需要任何传递时间。这和当时盛行的以太论是完全对立的，以太论认为物体之间的所有作用力都是近距离作用，两个远离的物体之间的作用力必须通过某种中间媒介物质——以太来传递。1686年，牛顿发表了他根据开普勒行星运动定律得到的万有引力定律，并说明了月球和行星的运动以及潮汐现象，这是一项伟大的发现。表面看牛顿的引力定律似乎是支持超距作用的，但牛顿自己却反对超距解释。他在给本特利的信中说：“……引力对于物质是天赋的，一个固有的和根本的，因此，没有其他东西的媒介，一个物体可超越距离通过真空对另一物体作用，并凭借和通过它，作用力可以从一个物体传递到另一个物体，在我看来，这种思想荒唐之极，……”。牛顿是倾向于以太观点的，只是在细节问题上与以太论的代表人物有所不同。18世纪超距和以太论争论得十分激烈。由于引力定律说明太阳系内星体的运动获得极大的成功，而以太论确无实际证据，所以超距作用流行开来。拉格朗日、拉普拉斯和泊松等人从引力定律发展出数学上简单优美的势论，更为有力地支持了超距作用观点。使超距作用移植到早期的电磁理论。从而整个18世纪和19世纪大半，超距作用在物理学中居统治地位。

19世纪30—40年代，法拉第利用他的电磁实验结果对超距作用进行了有力地批判。他用“力线”来描述磁之间和带电体之间的相互作用，指出这些力线在空间是一些曲线而不是直线，因此电和磁的相互作用就不会是超距作用所想象的那种直接作用；1837年法拉第研究了插入电介质对带电体之间的电力强度的影

响,认为这种影响表明电力的作用不可能是超越距离的直接作用,同样的效应在磁现象中也发生;1831年他发现了电磁感应现象后指出,仅有导线的运动不足以产生电流,磁铁周围必定存在某种“状态”,导线就是在其区域内移动才产生感应电流;1845年他用偏振光振动面的磁致旋转的磁光效应的研究,使他相信光和电磁现象有某种联系,他甚至猜测磁效应的传播速度可能与光的速度有相同的量级。法拉第的上述研究对以后科学发展起了巨大的推动作用。

法拉第的“力线”思想及开尔文将电磁“力线”同流体流动所作的数学类比深深地打动了年轻的麦克斯韦。1856—1865年,他致力于全部已知的电磁现象概括为统一的理论,得到了今天的电磁学基础麦克斯韦方程组,并由此推导出以有限速度传播的电磁波,其波速就是光速。1887年,赫兹完成了观察电磁波的著名实验,确认了麦克斯韦电磁理论的正确性;1898年,李纳和维谢尔分别提出了推迟势,为电磁作用以有限速度传播找到了确切的表示。至此,超距作用观点在电磁学领域内被多数物理学家否定了。

1905年,爱因斯坦的狭义相对论确立了崭新的时空观,并指出真空中的光速是一切物理作用传播的极限,这完全排除了瞬时超距作用的可能性。1916年,爱因斯坦建立了广义相对论,把牛顿引力定律作为一种引力保留下来。根据广义相对论,物体振荡时辐射引力波,引力辐射也是以光速传播的;双致密星由于引力辐射其能量衰减(称为引力辐射阻尼),导致其转动周期变短。1979年泰勒等人报道了他们对射电脉冲双星 PSR1913±16 四年多的监视性观测,确定了它由于引力辐射阻尼引起的转动周期稳定地变短确实存在,对于引力波的存在是一个很好的支持。这给引力

的超距作用也提出了实际性的否定。

目前已认识到自然界的基本相互作用有四种：引力相互作用、电磁相互作用、弱相互作用和强相互作用。

【以太论】以太是一个古老的名词，在古希腊，以太指的是青天或上层大气。在宇宙学中，有时又用以太来表示占据天体空间的物质。17世纪时科学发展有重大影响的哲学家笛卡儿，把以太引入科学，并赋予他力学性质，认为物体之间的所有作用力都是通过中间媒介以太传播的。光波是胡克提出的，惠更斯加以发展，但惠更斯却认为光波的媒介是以太，还认为引力也是以太传播的。牛顿也认为引力甚至电、磁力是在以太中传播的。18世纪是以太的没落时期，由于法国的笛卡儿主义者反对超距作用而否定引力与距离平方成反比的牛顿引力定律，这遭到牛顿追随者的强烈反对，而且天体力学也证明了引力和距离平方成反比，而且静电、静磁的引力也与距离平方成反比，光的波动说和电磁以太的概念被抛弃了。

19世纪，以太首先从光学上获得了复兴和发展。杨用光波的干涉解释了牛顿环，并在1817年提出了光波为横波的新观点，解决了光的波动说长期不能解决的解释光的偏振现象的困难。菲涅耳又用波动说解释了光的衍射现象，提出了惠更斯-菲涅耳原理，并用其计算出衍射图样，并能解释光的直线传播。还进一步解释了光的双折射。1823年他又用光波是横波和以太论推出反射光和折射光振幅的著名公式。这使以太又复兴了。光的波动说也在物理学中超过了粒子说。当时也发现以太论有不少疑点。首先，若光波是横波，则以太应是有弹性的固体媒质，为何本体运动没有阻力呢？另外，弹性媒质中除横波外，一般还应有纵波，但实验

却表明没有纵光波。再如，由于对不同光频率的折射率 n 的值也不同，于是曳引系对于不同的频率也不同，这每种频率的光必须有自己的以太等。这些疑点基本上被法拉第、麦克斯韦和洛伦兹在电磁学中解决了。法拉第认为，作用是逐步传给对方的，他引入力线来描述电磁作用。他本来认为力线是现实存在的，充满空间，光和热可能是力线的横振动。他曾提出用力线来代替以太并认为原子可能就是聚集在某个点状中心附近的力线场。但他又无法全面否定以太，所以 1851 年又写道：“如果接受以太的存在，那么它可能是力线的荷载物。” 19 世纪 60 年代前期，麦克斯韦提出以太中的位移电流概念，并给出一组描述电磁场的麦克斯韦方程，并从中推出电磁场的扰动以波的形式在真空中速度为 3.1×10^8 米/秒。这刚好相当于当时测定的真空中光速 3.15×10^8 米/秒。他提出了：“光就是产生电磁现象的媒质（指以太）的横振动。” 1888 年，赫兹用实验证明了电磁波的存在，这样电磁理论成功地解释了光波的性质，电磁以太和光以太也因此统一起来了。19 世纪 90 年代，洛伦兹把物质的电磁性质归之于其中同原子相联系的电子的效应，物质中的以太在密度和弹性上同真空中的以太并无区别，而且物体运动时并不带动其中的以太运动。他又认为物体中的电子随物体运动时，要受到电磁场的作用力而出现电介质运动电流，运动物质中的电磁波速度与静止物质中电磁波速度不同。基于上述认识他给出了菲涅耳关于运动物质中的光速公式，解决了不同频率的光必须有不同以太的困难。这样当时以太遇到的三大困难全被解决了。

但以太论又遇到新的困难：（1）在洛伦兹的理论中，以太除了荷载电磁振动以外，已不存在任何其他的运动和变化。（2）以太是绝对参考系观点被 19 世纪 80 年代迈克耳逊等没有测到地球

相对以太在运动的结论否定了。这使相对论原理被普遍接受和推广。(3) 现在知道麦克斯韦的位移电流是真实的电流并不对, 它只有其中的一部分——极化电流是真实的, 这正是法拉第在 1838 年提出的绝缘物质放在磁场中的电荷位移。直到 20 世纪初还有很多物理学家想拯救以太论, 但在狭义相对论确立以后, 它终于被物理界所抛弃。人们认为法拉第、麦克斯韦、洛伦兹的电磁场论本身就是物质存在的一种形式, 场可以在真空中以波的形式传播, 完全不需借助于以太。这样场论代替了以太论。量子力学的建立进一步否定了以太论, 因人们发现, 微观世界中的粒子如原子、电子、质子、中子、光子等都有波、粒二重性, 波动性是物质运动的基本属性, 把波动理解为必须在某种媒介物质中的力学振动的观点是狭隘的, 也是错误的。以太论虽然被否定了, 但它毕竟对物理学发展发挥了举足轻重的促进作用。

【经典力学史】力学是最古老的科学之一, 它的发展过程也就是人类对于物体的机械运动的认识过程。远古时代, 由于农业上的需要, 人们利用水力和风力, 制造出风车, 水车等来灌溉田亩; 由于长距离运输需要制造出用于陆地的车和用于水上的船; 由于建筑上需要, 使用了杠杆、斜面和滑轮。这些生产工具的生产制造和使用, 使人类对机械运动有了初步的认识。但这些都是表面的认识。直到公元前数百年内, 经过了系统的试验与研究, 才奠定了力学理论的一部分基础。

关于力学理论的最早记述, 应是中国的墨翟, 在他所著的《墨经》里, 已对力和运动下了适当的定义, 而且对杠杆的平衡问题, 有了理论的叙述。后来, 希腊哲学家亚里士多德也提出了杠杆的平衡问题, 而阿基米德在他的两本著作里, 更用了明确而普

遍的方式，叙述了杠杆平衡学说，奠定了几何静力学和重心静力学的基础。在中世纪的漫长时间里，中国和欧洲各国都处于落后腐朽的封建制度统治下，生产和科学发展均停止不前，力学也不例外。直到文艺复兴时代，西欧封建制度转化为资本主义（从15世纪中叶到18世纪下半期），自然科学也随之发展起来。自然科学发展是从当时行会手工业生产转变成工场手工业生产分不开的。意大利人达·芬奇提出了力矩的概念；芬兰物理学家史蒂芬通过对斜力学问题的研究提出了力的合成与分解定律，即力的平行四边形原理；法国科学家法利农提出了力矩定理；斑琐提出了力偶的概念及有关理论，于是静力学的理论得到了进一步的发展。动力学的理论应该认为是从哥白尼开始，伽利略奠基，而牛顿总其成的。哥白尼的“日心”说在科学界引起了宇宙观的大革命；开卜勒根据哥白尼的学说以及别的一些天文学家的有关天文观测资料，得出了行星运动三大定律，成为牛顿万有引力的基础。伽利略观察了落体运动和物体沿斜面运动的实验，提出了落体在真空中的运动定律，并引出了加速度的概念，奠定了动力学的基础。此后惠更斯研究了摆的运动，并引用了伽利略加速度给出了一串关于离心力的定律。力学发展的新阶段是从牛顿开始的。他总结了以前无数科学家的成就，发表了著名的运动定律，创立了现代的经典力学，又与莱布尼茨同时创立了微积分，借助于这种新的数学分析方法，力学和数学都出现了新的辉煌的成就。俄国数学家欧勒提出了质点及刚体运动的一般微分方程；法国科学家达朗贝尔提出了达朗贝尔原理，使有可能把动力学问题化为平衡问题来处理；而拉格朗日建立了虚功原理的普遍形式，并与达朗贝尔原理相结合，提出了广义坐标动力学。这些贡献都使经典力学向着解析的途径发展，成为一门严密而完整的数理科学。在分析力学

方面有贡献的还有：拉普拉斯（天体力学创始人）、傅里叶、高斯、泊松、雅可比、哈密顿、亥姆霍兹、赫兹等。在19世纪以前，运动学和动力学是不分开的。后来由于研究机构与机器运动的需要，运动力学才形成理论力学中一个独立部分。进一步的研究表明，经典力学只适用于尺度远大于原子、速度远小于光速的物体，但在通常情况下是非常准确的，在日常生活和生产实践中有着十分广泛的使用价值。

【热力学史】热力学是研究物质的热性质和物质热运动的规律的科学。是从研究热和机械的相互转化问题中产生的。人类在日常生活中几乎天天都碰到热现象，自然想找到热的规律性。中国的远古时代就有燧人氏钻木取火的传说，这可能是人类最早发现和掌握了摩擦和热的关系。人类对火的利用是人类文明史的重要里程碑。但长期以来人类对热的利用和了解只停留在取暖和煮食。直到18世纪人类对热还只是粗略的了解，但在1714年，华伦海特改良了水银温度计并制定了华氏温标，使热学的实验从此走上了科学实验的道路。到18世纪中期，俄国人包尔苏诺夫和英国人瓦特先后制成了蒸汽机，第一次使热变成在生产上开始被广泛应用的机械功。但这并没有解决热的本质问题，所以当时的蒸汽机的效率很低。人类在揭示热的本质问题时曾走过不少弯路，典型的是不生不灭的热质说。俄国的罗蒙诺索夫1744年首先提出了热是分子运动的表现，并提出了绝对零度概念。1842年德国的买厄又提出了能量守恒学说，认为热能与机械能互相转化，并从空气的定压比热与定容比热之差算出了热和机械功的当量。19世纪中期，焦耳等用大量实验确定了热量和功之间的定量关系，确立了热力学第一定律：宏观机械运动的能量与内能可以互相转化并能

量守恒。但它并没解决热机效率的问题。1848—1851年开耳芬和克劳修斯根据卡诺定理提出了绝对温标和热力学第二定律：一个孤立的物理系统的熵不能随着时间的流逝而减少，只能增加或保持不变。当熵达到最大值时，物理系统就处于热平衡状态。简单的说：热量只能自动地从高温物体传向低温物体。热力学进一步发展不光解决了热和机械功相互转化的问题，还广泛用于物理学和化学中。1912年能斯脱根据许多化学实验提出热力学第三定律：绝对零度是不可能达到的。从物理上讲微观粒子总是在不停运动的，不会停止。

【统计力学史】热力学只研究物质的宏观热现象，而统计力学才揭示了物质热运动的奥秘——从物质的微观结构出发，应用组成物质的分子运动的力学定律和统计方法来研究物质的热性质。为了提高热机的效率，19世纪中期克劳修斯对热机的工作物质——气体的性质进行了广泛的研究，首先导出了用于分子运动论的玻意耳定律。麦克斯韦用统计概念研究分子运动，得到了分子运动的速度分布定律。玻尔兹曼则用统计概念很好地解释了热力学第二定律。20世纪初期，吉布斯进一步发展了上述的理论，他用系统统计法来研究大量粒子的平均行为，统计力学开始发展成为完整的理论。当时主要用平衡统计力学给出了统计分布的基本假定：对于一个具有给定能量的物理系统，各种可能的状态出现的几率是等同的。热力学中的各种物理量以及它们之间的关系都可以用这种统计分布的平均值表达。温度一方面同物体内部各分子无序运动的那部份能量有关，另一方面也决定了这种内部能量在物体内部微观运动状态之间的分布。直到20世纪中期，才认识到对宏观物理系统来说，非平衡统计力学是更为复杂的统计问题，此时系

统中无序状态的粒子数目远大于有序的数目。孤立物理系统总是从比较有序的状态趋向比较无序的状态，在热力学中就相应于熵的增加。统计力学解决了许多热力学不能解决的问题。如物质的比热理论及涨落现象等。但热力学和统计力学是相辅相成的，它们有各自的研究对象，而且都需发展完善，所以在微观领域经典力学发展成量子力学，经典统计力学发展成量子统计力学。

【经典电磁学史】在 18 世纪以前，人类对电磁的全部了解几乎仅是摩擦而带电的诸物体会相互排斥或相互吸引，磁棒分两极，同极相斥、异极相吸。只停留在静电学和永磁铁的范畴。更没有发现电和磁之间的联系。1789 年伽伐尼发现带电体通过青蛙放电时，发生肌肉收缩。1711—1765 年间，俄国的罗蒙诺索夫做了大量雷电的试验，但对天电的解释也还停留在摩擦生电范畴。俄国的爱宾诺斯（1724—1800）首先用实验得到了感应起电。1800 年伏特第一次报道了伏打电池，这极大地推动了以后电学的发展。很快发现大电池组放电时会有电弧出现。1831 年法拉第发现当把磁棒插进导线圈时，导线圈就会产生电流。在这以前 30 年时间内，奥斯特发现当电流通过一导线时，可以使在它边上悬放的磁针偏转。安培发现，这偏转作用力的方向和电流的方向以及磁针到通过电流的垂直方向相互垂直。上述实验均表明，电和磁之间存在着密切的联系。法拉第和麦克斯韦的研究，确定了电磁现象的统一性，并发现了电磁波，创立了光的电磁理论。

电流的概念是 19 世纪下半叶由麦克斯韦总结了宏观电磁现象以后引进的新概念。他提出了一套偏微分方程来描述电磁现象的基本规律：变化着的电场能产生磁场；变化着的磁场也能产生电场。这套方程是麦克斯韦方程组，它是经典电磁学的基本方程，

包含着电荷、电流如何产生电场的规律；也包含着电场和磁场相互影响，导致它们在时间和空间中如何变化的规律。麦克斯韦的电磁理论预言了电磁波的存在，其传播速度等于光速，这一预言后来被赫兹的实验所证实。人们已无可非议地认识到麦克斯韦的电磁理论正确地反映了宏观电磁现象的规律，肯定了光也是一种电磁波。并由电磁场力的研究衍生出电动力学。

【经典电动力学史】人们对电磁现象的认识是从静电、静磁和似稳电流等特殊的电磁现象的带电体之间的相互作用力（库仑定律），而场是作为描述这种作用力的一种手段引进的概念，直到1864年麦克斯韦创立了他的方程组，才开始揭示电磁场及其与物质相互作用的各个特殊范围内的实验定律，并在此基础上阐明电磁现象的本质和它的一般规律，以及应用这些规律定量地处理各种电磁问题、研究各种电磁过程。

麦克斯韦方程组是在库仑定律、毕奥-萨伐尔定律（适用于稳定电流）和法拉第电磁感应定律的基础上发展起来的。根据电荷守恒定律引入位移电流，就可以导出麦克斯韦方程组。在物理上，麦克斯韦方程组其实就是电磁场的运动方程，它在电动力学中占有重要地位。

在高斯单位制中，麦克斯韦方程组为：

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\rho \quad (1)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (3)$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \mathbf{j} \quad (4)$$

式中 $\mathbf{E}$ 为电场强度， $\mathbf{B}$ 为磁感应强度， ρ 为电荷密度； $\mathbf{j}$ 为电流密

度， c 为真空中光速， ∇ 为矢量微分算符。

电动力学对社会生产力的发展起着重大的作用。如发电机无非是利用电动力学的规律，将机械能转化为电磁能；电动机无非是利用电动力学的规律将电磁能转化为机械能。又如电报、电话、无线电、电视等都是经典电磁学和经典电动力学发展的产物。

【电磁场和电磁波史】19 世纪前期，人们研究电与磁之间的关系只停留在相互作用力的范畴，并认为这种力与万有引力一样是一种超距力，就是说这种力的传递既不需要时间，也不需要媒介。但又觉得这种力又不同于万有引力，因这种力不仅存在于电与电，磁与磁之间，还存在于电磁之间。为此，法拉第引进了力线的概念，认为电流能产生围绕着导线的磁力线，电荷能向各个方向产生电力线，这样人类就逐步有了电磁场的概念。现在人们已认识到电磁场是物质存在的一种特殊形式，电荷在其周围产生电场，这个电场又可以作用于其他电荷。磁体和电流在其周围产生磁场，而这个磁场又以力作用于其他磁体和内部有电流的物体。电磁场也具有能量和动量，是传递电磁力的媒介，它弥漫于整个空间。19 世纪下半叶（1864），麦克斯韦创建了一套完美的描写变化电磁场的麦克斯韦微分方程组。用它，很好地给出了电场和磁场在时间和空间上相互变化的规律，在麦克斯韦的电磁理论中还准确地预言了电磁波的存在。1887 年，赫兹首先用实验方法证实了电磁波的存在，实验中的电磁波是用电感和电容充放电的高频振荡得到的。接收器是用开路的导线回路。他还用放大 R 的方法模拟各种光学设备，以便于将电磁波聚焦，确定其极化方向，使波发生反射、进行干涉、衍射，形成驻波，测量其波长等，这样不仅测出电磁波的存在，还得到了光和电磁波的同—性，证明了光波也是

一种电磁波。现在知道，电磁波的频率范围相当宽，工业和无线电波为 $10—10^9$ 赫，微波为 $10^9—3\times 10^{11}$ 赫，红外线为 $3\times 10^{11}—4\times 10^{14}$ 赫，可见光为 $3.84\times 10^{14}—7.69\times 10^{14}$ 赫，紫外线为 $8\times 10^{14}—3\times 10^{17}$ 赫，X 射线为 $3\times 10^{17}—5\times 10^{18}$ 赫， γ 射线为 $10^{18}—10^{22}$ 赫以上。电磁波在各个领域中已有了特别广泛的应用。

【光学史】早在公元前 300 年就有一篇光学著作记载着光的直线传播定律，后来又有了光束独立传播定律、光的反射定律，那个时代著名的光学专家有阿基米德、亚里士多德和托勒密等。大约又过了 1000 年阿拉伯的光学家阿立卡生发现了折射定律，斯奈耳和笛卡儿于 1591 年还给出了折射定律的公式。所有这些成就都为几何光学打下基础。进一步的研究发现，几何光学是有条件的。如：当一束光穿过小孔时只有小孔直径足够大，光才沿直线传播，否则会出现衍射光环，所以在 17 世纪末牛顿在用他的力学理论把光看作微粒，很好地解释了光的直进、反射同时也发生了折射解释的错误，还发现了无法解释的衍射现象——牛顿环。与牛顿同时代的惠更斯提出了与光的粒子性完全对立的观念——光的波动性，并用波动性理论很好地导出几何光学的两个基本定律——折射与反射定律。但他的理论必须人为的加进“以太”这一特殊的物质到自然界，所以在整个 18 世纪，光的微粒论一直压制着波动论，占着统治地位。直到 19 世纪初，人们发现光的源性理论有许多重大的困难，特别是它不能把光学常数和传播物质的其他参数联系起来。1846 年法拉第有两个重要发现：(1) 偏振光的偏振面在磁场中旋转。(2) 电流强度的电磁单位与静电单位之比就等于 3×10^{10} 厘米/秒 (1676 年罗麦测得的光速)。麦克斯韦根据他研究的电磁理论提出：电场和磁场在不断互相改变，并以光速向外传

播。1865 年他下了一个结论：光是一种电磁现象。

$$\frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu} = n$$

式中 c 是真空中光速， v 为在介质中传播速度， ϵ 和 μ 为传播介质的介电常数和导磁系数。 n 为介质的折射率，这使光的波动说又获得了大胜。波动说还很好地解释了光的衍射现象，即当光传播过程中的光栏上小孔小于光的波长时就会出现衍射。但上面的公式并不反映 n 和光的波长关系，它只解决了光的宏观问题。从微观看，光具有波-粒二重性。1896 年洛伦兹创立了电子论，很好地解释了物质发射光和吸收光的现象，光的色散也找到了原因，即：介电常数依赖于电磁场的频率，随波长 λ 而变。随着人类对电磁现象的深入了解，已逐步认识到光也是一种电磁波。在微观世界中，提出了光子，它既有波动性，又有粒子性，是传播电磁作用力的粒子。

【声学史】 声学是经典物理中除光学以外，又一支历史悠久，又仍在前沿的分支学科。中国早在先秦时就有人指出“情发于声、声成文谓之音”，“音和及成乐”，同时又说：“凡响曰声”，不仅区分了声、音和乐三者，还给声下了定义，直到现在对声还是如此定义的：声引起的生物感觉是响。并相同于古希腊的定义。世界上对声学的最早研究起源于中国的古音乐方面。《吕氏春秋》记载，黄帝令伶伦取竹作律，增损长短成十二律；伏羲作琴，三分损益成十三音，这是最早的声学定律。传说希腊时代，毕达哥拉斯也提出了相似的自然律（是以弦作基础）。中国在 1957 年从河南信阳挖出了一套编钟，是为纪念公元前 525 年晋国与楚国作战铸造的。其音完全符合自然律，音色清纯，可以演奏现代乐曲，这是

中国古代声学成就的实物证明。北宋时的沈括（1031—1095）还惊人地发现了声音的共振现象，这是古代中国对声学的一大贡献。另外，十二自然律经过 2000 多年的发展，明末的朱载堉于 1584 年提出平均自然律，与当代西方乐器制造中使用的乐律完全相同，但比西方早提出 300 年。对声学的系统研究是从 17 世纪初伽利略研究单摆的周期和物体振动开拓的。从那时到 19 世纪，几乎世界上所有的物理学家和数学家都对研究物体的振动和声的产生原理作过贡献。关于声音的传播几乎两千年前中国和西方就都有人将其类比于水面上的波纹。对声速的测量最早是 1635 年有人用枪声测声速，1738 年巴黎科学院改用炮声测声速，推到 0°C 时的声速为 332m/s 。关于声速的推导走了不少弯路，直到 1816 年拉普拉斯对声音传播过程中温度变化的修正后才得到正确结果。19 世纪以及以前的声学被瑞利在 1877 年的《声学原理》中进行了最后总结，这既是经典声学大成，又开创了现代声学的先河。现代声学包括：声波研究、生命声学、环保声学、建筑声学和国防声学等，研究发现，声波在气体和液体中有纵波，质点的振动方向与声波传播方向相同；在固体中除了有纵波外，还可能有横波或纵横波。声波分为三大部分，他们的频率范围是：次声 10^{-4} — 20Hz ，可听声， 20 — $20\times 10^3\text{Hz}$ ，超声 20×10^3 — 10^{14}Hz ，声学分析法已成为物理学三个重要分析法（声学法、光学法、粒子轰击法）之一。声学法和光学法有相似也有区别，相同之处为：声波与光波都是波动，分析时都用了波动过程所用的一般定律，包括量子概念（声的量子称声子）。不同处是：（1）光波是横波；声波在气体液体中是纵波，在固体中有横波、还有纵横波、表面波等。（2）一般物体（固体或气体）和材料对光波吸收很大，对声波却吸收很小，声波在不同媒质界面上几乎完全反射。对生命声学的研究已成为尖

端生物科学，如语言通信、听觉、医疗器械等，总之，现代声学已成为多学科的很有前途的科学。

【狭义相对论史】由于经典力学的伟大成就，人们错误认为一切现象都是由机械运动引起的，以致在电磁场概念出现后，就设想了一种叫“以太”的媒质，认为它弥漫于整个宇宙，渗透进所有物体中，绝对静止不动，没有质量，对物体的运动不产生任何阻力，也不受万有引力的影响。电磁场被认为是“以太”中的应力，电磁波是“以太”中的弹性波，并以各向同性传播。相对于“以太”作匀速运动的参照系都叫惯性系，如果在这样的惯性系中测光速，与光相同方向的测出光速应慢些，相反的应快些。令人惊奇的是测量结果是在不同参照系中光的速度相同。另外还发现麦克斯韦方程不能解释的运动物体的电磁感应现象和真空中的麦克斯韦方程组在伽利略变换下不能协变的问题。爱因斯坦在青年时代就思考着这些问题，终于在1905年建立了狭义相对论。这是一种全新的时空概念，否定了“以太”论。

狭义相对论的基本假设是：(1) 在一切惯性参照系中，基本物理规律都一样，都可以用一样数学方程来表达。(2) 对于任何一个光源发出来的光，在一切惯性参照系中，测出的传播速度都相同。在狭义相对论中，空间和时间是彼此联系统一体，空间距离和时间都是相对的。在相对于尺子和钟作匀速运动的惯性系中的观察者来看，尺变短了，钟变慢了。并不是一切都是相对的，如：设在空间和时间中有两点，坐标分别为 (x_1, t_1) 和 (x_2, t_2) 在任何惯性系中测量的： $(x_1 - x_2)^2 - c^2 (t_1 - t_2)^2$ (c 是光速) 都相等。空间坐标，时间坐标、动量、能量，电磁场强度等等，在不同惯性参照系中的变换关系称为洛伦兹变换，基本物理规律必

须对于洛伦兹变换具有不变性。由于经典力学对于伽利略变换具有不变性，但对于洛伦兹变换却破坏了不变性，因此必须加以修正，修正以后的力学叫相对论力学。在相对论力学中，光速是机械运动的极限，不可逾越，当物体运动速度趋近光速时，它的动量、能量、惯性质量均将趋近无穷大，这在实验中也得到了证实。相对论力学的另一个重要的结论是：一个具有质量为 m 的物体，即使是静止的，也一定具有能量 $E=mc^2$ 。假使质量是物质的量的一种量度，能量是运动的量的一种量度，能量表明不存在没有运动的物质，也不存在没有物质的运动。在核能的研究中已表明，1克物质内部所蕴藏的能量，相当于2万多吨炸药爆炸时所释放的能量，这就是能量公式的意义。

当物体的速度远小于光速时，相对论力学定律就趋近于经典力学。所以在低速研究中，经典力学仍为很好的相对真理。但他给牛顿万有引力也带来了新问题，所以爱因斯坦又在1915年又完成了广义相对论的研究。

【广义相对论史】 爱因斯坦在1905年提出狭义相对论以后，便试图在此基础上对牛顿的引力论进行改造。牛顿引力论虽然在天文学上得到广泛的支持，但它不能说明水星近日点的剩余进动，也不能对宇宙大范围的性质给出完满的描述，在理论的基本点上同狭义相对论还相互冲突。爱因斯坦在分析引力质量同惯性质量等价这一早已熟知的事实的基础上，提出了引力场同加速度场局域性等效的概念；他又把惯性运动的相对性概念推广到加速运动；提出了时间和空间的性质应当由物质运动决定这一革命性思想。这些引导他在1915年完成了广义相对论理论。这一理论的实验根据来自厄米的实验，它以很高的精确度证明：惯性质量和引力质量

相等，因此不论行星的质量有多大多小，只要在某一时刻它们的空间坐标和速度相同，那么它们的运行轨道都将永远相同。引力所决定的运行轨道和运行物体的质量无关这个结论给爱因斯坦提供了一个线索，使他设想万有引力是空间、时间弯曲的一种表现，从而提出了广义相对论。根据广义相对论，空间、时间的弯曲结构决定于物质的能量密度、动量密度在空间、时间中的分布；而空间、时间的弯曲结构又反过来决定物体的运行轨道。在引力不强，空间、时间弯曲很小的情况下，广义相对论的预言就同牛顿万有引力定律和牛顿运动定律的预言趋于一致；引力较强，空间、时间弯曲较大的情况下，就有区别。但这种区别常常很小，70年来只有4种实验检验出这种区别来。广义相对论对水星近日点的剩余进动作了精确地解释，还预言了光偏折、引力红移、引力辐射等一系列的新效应，他还对宇宙的结构进行了开创性研究，预言了1919年轰动全球的全日食。60年代以来，广义相对论在天文学中得到了广泛的应用，如中子量子理论、大爆炸宇宙论、声性理论和黑洞物理等。

【固体物理史】早在18世纪，阿维对晶体的外部的几何规律性就有了一定的认识。1850年，布拉格导出14种点阵。1890年弗奥多罗和1891年熊夫利以及1895年巴洛各自建立了晶体对称性的群理论，为固体物理的理论发展找到了基本的数学工具。1912年劳厄等发现X射线通过晶体的衍射现象，证实了晶体内部原子周期性排列的结构。建立了晶体结构分析的基础。对于磁有序晶体的对称性群理论直到50年代才由舒布尼科夫建立。第二次世界大战后发展的中子衍射技术，是磁性晶体结构分析的重要手段。70年代出现的电子显微镜点阵成像技术，对晶体结构的观察有很大

进展。

关于固体中电子的状态和行为是了解固体的物理化学性质的基础。1853年，维德曼和夫兰兹由实验确定了金属导热性和导电性之间关系的经验定律。电子发现后，1898年李开和1900年德鲁德提出金属自由电子气模型。1905年洛伦兹建立了自由电子气的经典统计理论，能够解释上述经验定律，但无法说明常温下金属电子气对比热容的贡献甚小。1927年泡利首先用量子统计成功地计算了自由电子气的顺磁性，1928年索末菲用量子统计求得电子气的比热容和输运现象，解决了经典论的困难。在绝热近似下，可以认为离子是固定在瞬时的位置上，所以是多电子问题。利用哈特里-福克自洽场方法，又简化为单电子问题，每个电子在固定的离子势场和其他电子的平均场中运动。绝对零度时，这些势场具有点阵周期性，因而简化为周期场中的单电子问题。1928年，布洛赫研究了周期场中电子运动的基本特点，为固体电子的能带理论奠定了基础。1931年，威尔逊提出金属和绝缘体相区别的能带模型，并预言介于两者之间存在着半导体。在30年代，维格纳和塞茨等用群论处理晶体中电子态问题，能带理论得到进一步发展。60年代，霍思贝格等发展了局域密度泛函理论，使能带理论有更严格基础。70年代出现的相干势近似方法将使合金理论得到新的发展。晶体能带结构的实验研究也很有成效，能带理论结合半导体锗和硅的基础研究促进微电子技术发展，导致1947—1948年巴丁、布拉顿等发明了晶体管，后又发展成集成电路，使计算机也取得日新月异的发展。

在大规模集成电路的工艺中控制杂质和缺陷是极为重要的。1929年贝特用群论方法分析晶体中杂质离子的电子能级的分裂，开辟了晶体场的新领域，为顺磁共振技术、微波激射放大器、固

体激光器的出现准备了基础。金属中的杂质对其物理性质有广泛的影响。硬铁磁体、硬超导体、高强度金属等材料，都依赖于材料中一种缺陷的运动。高分辨电子显微术、电子顺磁共振、穆斯堡尔效应、正电子湮没技术等已成为研究杂质和缺陷的有力手段。理论上借助于拓扑学和非线性方程的解，也为缺陷研究开辟了新方向。

非晶态固体的研究也取得很大进展。20年代发现，70年代发展起来的扩展X射线吸收精密结构谱(EXAFS)技术成为研究非晶态固体原子结构的重要手段。1958年，安德森探讨了无序体系中电子态局域化条件，10年之后，英脱在此基础上建立了非晶态半导体的能带模型，1924年人们掌握了在非晶硅中掺杂的技术，使非晶硅真正成为制备廉价的高效率太阳能电池的重要材料。同时，固体物理学的成就和实验手段对化学物理、催化学科、生命科学、地学等新型交叉领域提供重要的基础研究。

【量子力学和量子电动力学史】经典物理在宏观世界的各个领域都取得了辉煌的成就。但当步入微观世界时经典物理就步步难行，不是把微观现象解释得模棱两可，似是而非；就是出现根本性的错误。如：人们在研究原子结构时，1911年，卢瑟福的实验证明原子是由带正电的原子核和在核外作绕核运动的电子组成的。按经典电动力学解释，电子在改变方向时要释放能量，因而绕核的电子应不断释放能量而不断减小其运行半径，最后落进原子核。这样，原子将是不稳定的，因而物质、地球、宇宙都是不稳定的。实际情况与这个结论完全相反，不仅地球、宇宙已稳定地运行了多少亿万年，一般物质和原子也是相当稳定的。这例子已充分说明必须找到适合微观世界物性的物理理论，才能认识微观问题。

在人们认识到光具有波、粒二重性以后，人们普遍认为，这比普朗克和爱因斯坦的光的粒子性假说更完善，1923年，法国的德布罗意提出了微观粒子也有波粒二重性，这一假设很快被实验证实。这样人们着手对经典力学和经典电动力学进行了改造，用波函数来描述粒子的状态，粒子在某处存在用在这里的体积之中出现的几率表示，1926年薛定谔给出了粒子随时间变化的薛定谔方程。所有的力学量，如坐标、动量、能量、角动量等都不是单一值，而是一系列的可能值，这些值满足某一特定值的整数倍条件，即是量子化的等。所有这些改造，都是在20世纪20年代被德布罗意、海森伯、薛定谔、狄喇克、泡利等完成的。这样经典力学改造成量子力学，经典电动力学改造成量子电动力学，经典的和量子的主要差别为：(1) 物理量所取的值常常不是连续的，只有某些物理量在一定范围内是连续的。(2) 它们所反映的规律不是确定性的规律，而是统计规律。

量子力学和量子电动力学产生于原子物理学研究中，但它们所起的作用范围远远超出原子物理学，量子力学是所有微观、低速现象所遵循的普遍规律，所以也适用于分子物理、原子核物理、以及宏观物体的微观结构的研究；量子电动力学则是所有微观电磁现象所必须遵循的规律，直到现在还没有发现量子电动力学的局限性。按照上面的经验，人们把一系列的宏观物理，进行量子化改造，并都取得了可喜的成功。如：经典统计力学改造成量子统计力学，经典场论改造成量子场论，进而又改造成量子色动力学，有望把自然界的4大作用力：强作用力、电磁作用力、弱作用力、万有引力统一起来。

量子力学既来自经典力学，在一定条件下还应可以回到经典力学，这条件是当坐标值和动量值的乘积远远大于普朗克常数 h

时，量子力学结果就趋向经典力学结果，所以这两个力学仅是互为极限而已。

【分子物理史】门捷列夫的元素周期表已经对组成物质的原子和分子的结构进行了一次最原始最初步的揭示，但1930年以来，由于量子力学的出现才使分子物理取得突破性进展，很快量子力学成为研究分子的化学键本质、分子的物理性质以及分子间相互作用的基本理论，发展成量子化学。借助量子化学再配合电子计算机，可直接计算出某些分子的能级、状态波函数以及其他物理性质。

分子物理从多方面研究分子的性质。例如利用分子光谱，可研究分子中原子的相对振动、分子的转动，以及分子中电子的运动。并和量子力学的解释完全一致，成为历史上证实量子力学成功的重要依据。另外，射频和微波波谱学、原子束和分子束、激光等实验技术测出分子能谱的精细结构甚至超精细结构，都于分子光谱一致，从而可以确定核自旋、核电的极矩以及原子核质量，这时分子电磁性的研究，如分子的极化率和磁化率，分子的热学性质等都得到了进一步了解。后来又用X射线衍射、中子衍射等技术来直接研究分子结构，这使得对大分子，特别是生物分子的结构提供了有力的研究手段，这样实践又推动了分子物理的发展。现在已能对非常复杂的生命细胞内染色体中携带的遗传密码的分子结构进行详细的分析，这也极大地推动了生命科学的发展。

分子物理学中还广泛利用热力学定律和统计物理学的理论，所以它是经典物理和量子物理的综合产物。

【原子物理史】原子是除了气体晶体以外没有破坏物质宏观性质的最小单元，原子物理是人类从宏观进入微观的第一步，但这一步

确跨越了几千年。早在古代的埃及、希腊和罗马就已指出构成物质的最小单元是原子，17世纪自然界找到了几十种由不同原子组成的化学元素，原子论取得了突破性进展。因当时无法找到比原子更小的构成，产生了唯心地原子是不可分割的、永恒不变的物质最小单元论。直到19世纪末叶（1897年）汤姆逊发现从放射性原子中发射出电子，人类才否认了原子不可分割论，承认原子是由带电粒子组成的复杂结构。门捷列夫的元素周期表推动了这一理论，使当时的科学家逐步认识到电子是各种物质的原子所共有的微粒，并认清了电子的各种基本特性。原子中既有带负电的电子，它是如何与带正电的物质组成中性的原子呢？1903年也是汤姆逊提出一个错误的假定：带正电的物质均匀的分布在原子体积的球内，电子则一粒一粒地分布在球内不同位置上，并各自在平衡点附近振动发出电磁辐射，频率等于电子振动频率。这样可以推导出：假使空腔壁的温度不为零，一个有限体积的空腔内的电磁辐射的能量是无穷大的。这很快被实验否定了。相反实验中的光电效应对经典物理也提出了挑战。为此，普朗克和爱因斯坦提出了同经典物理相矛盾的假设：光是由一粒一粒光子组成的，每一粒光子能量为： $E=h\nu$ 。式中 ν 是光的频率， h 为普朗克常数，他还在1900年提出量子假说。

1911年，卢瑟福用 α 粒子打原子，发现原子内直径为 5×10^{-13} 厘米的中心才集中着带正电荷的物质，而电子分布在周围 10^{-8} 厘米的球壳上称原子核。它很像一个太阳系，只是太阳和行星之间是万有引力，原子核与电子间的作用力是电磁力。这是第一个原子核模型。

这一模型与经典电磁学产生了不可逾越的矛盾：按经典电动力学，绕核运行的电子会因加速度而辐射出电磁波使电子损失能

量,电子轨道半径不断减小,辐射电磁波频率连续地不断增加,而电子最后落入原子核,核和原子都成了不稳定的结构,但实验证明原子和核都是相当稳定的,而且原子光谱是不连续的光谱。这些都说明适用于宏观的经典理论无法适应微观的原子问题。

1916年,丹麦物理学家玻尔首次把量子概念用于原子结构,提出了氢原子理论——原子中的电子只有在经典力学所允许的所有运动中,那些电子轨道角动量为: $h = \frac{h}{2\pi}$ 的整数倍的状态才是原子结构的状态,即电子只能在核外某些特定的轨道上运动,有确定的能级。原子吸收光或放出光,能从一个能级跃迁到另一个能级,这些光的能量满足 $E = h\nu$ 公式。玻尔的氢原子理论很好地解释了氢原子结构和光谱,但无法解释氢原子及更复杂的原子结构和光谱,上述的种种学说都相当程度的留有经典物理学的痕迹,都不是完整的微观世界的基本理论。这一基本理论是由德布罗意、海森伯、薛定谔、狄喇克、泡利等在20世纪20年代的中后期创建的,它们是量子力学和量子电动力学。核的结构留给核物理。

【核物理史】人们在研究原子结构时,发现它的核也并不是简单的点物质,而是微观世界的第二层次。

早在1896—1898年间,法国的物理学家贝克勒耳就发现铀盐能发出某种人眼看不见的射线,接着居里和居里夫妇发现了具有更强放射性的镭。1919年,卢瑟福第一次用天然放射线 α 打氮原子得到了质子,1932年,查德威克又发现了中子。接着苏联的物理学家伊凡宁科和海森伯提出了原子核是由质子和中子组成的,并为世界所公认。1934年约里奥和伊伦居里夫妇发现了人工放射性和正电子的 β 衰变;劳伦斯用人工加速粒子产生了人工放射性

核；费米用中子引起了核反应。1939年，哈恩和斯特拉斯曼发现了重核的裂变；同年约里奥居里等发现了铀核分裂的链式反应，并从分裂反应中可获得很大能量。1942年费米等建成了人类第一个核反应堆。这一辉煌成就说明人类不仅基本认识了原子核，而且开始利用核能。遗憾的是这一新能源首先被第二次世界大战用来残杀人类自己，1945年发生了在日本广岛的第一个原子弹爆炸事件。核裂变发出的能量是惊人的，1000克铀裂变所放出的能量相当于约2万吨TNT炸药爆炸时所释放的能量。所以科学家们一心想让核能造福人类，终于在1954年6月苏联建成了第一座核电站。

在研究重核裂变的同时，人们还发现轻核聚变也能发出大量能量。如氢核和锂核可以聚变成氦核，两个氘核可以聚变成一个氦核等等。聚变1克氘核放出的能量相当于25吨标准煤燃烧所放出能量，比同样重的铀裂变放出能量还要大几倍。太阳几十亿年放出的大量光和热，能量都来自聚核反应，地球的海洋中有取之不尽的重氢（氘），如果人类一旦能控制聚核反应，就再不要为能源发愁了。

裂变和聚变放出的能量都来自变化过程中多余的核的结合能。大家公认的组成核的质子和中子统称为核子。它们靠结合能的作用组成核。不同的原子核中核子数不同，它们的结合能也不同。衡量一个核是否稳定，要看每个核子的平均结合能，大的稳定，小的不稳定。

核的结合能来源于核力，核子在核力的作用下，克服了质子—质子间的静电斥力，而牢固地结合在一起。这种力远大于电磁相互作用，更不可能是万有引力。则核子之间存在着第三种作用力——强相互作用力。它是一种短程力，约为 10^{-13} 厘米。所以在

宏观世界无法观察到,只能观察到长程力——万有引力和电磁力。这也是大原子核会裂变,轻原子核会聚变的直接原因。

地球上的原子核绝大部分是稳定的,聚变和裂变也是在外来影响下才能发生。但也有少数不稳定的核,能自动放出射线来,即3种射线的放射性同位素。一种是核子电磁能级跃迁放出的光子;一种是强相互作用和电磁相互作用结合变化放出的 α 粒子;第三种是放出正电子或负电子,同时放出中微子,中微子是中性的,质量可能等于零,与物质作用力非常弱,因而自然界还存在第四种作用力——弱相互作用力,第三种放射性来自核中的质子和中子的弱作用力的变化。

加速器的研制成功,使核物理也摆脱了靠天吃饭的困境,中高能核物理也随之发展起来了,特别是高能物理的研究发现,核子的半径和原子的半径都是 10^{-13} 厘米量级,这说明只有研究清楚粒子的结构,才能真正搞清核结构,也说明原子核物理还需进一步地探索和发展。

【粒子物理学发展史】粒子物理学把人类带进认识微观世界的第三个层次——等同于核子、电子等基本粒子的性质和构成。

1932年发现中子、正电子,和核的 β 衰变伴随着的中微子(1956年才被探测到),认为世界上除了质子、电子、光子外,还有中子、正电子、中微子共6种基本粒子。但1935—1954年先后从宇宙射线中发现了 $\mu^\pm$ 、 $\pi^\pm$ 、 π^0 、 $\kappa^\pm$ 、 κ_0 、 Λ 、 Σ 和 Ξ 。1955年又从高能加速器的实验中发现了反质子和反中子。一些物理学家预言粒子都是成对产生的,1960年中国的物理学家王淦昌在苏联联合核子所果然发现了反超子 $\bar{\Sigma}^-$ 。这些粒子不仅能产生,还能衰变成别的粒子,后来就把基本粒子改称为粒子,因为它们并不是永

恒不变的，包括质子和电子都能和其反粒子湮灭成别的粒子。高能加速器的使用给人类认识微观世界提供了主宰性的战斗武器，人类再不需靠天吃饭了，而可以用加速器提供的微观子弹——粒子，打进原子核的每个角落，甚至让加速后的两种粒子互相碰撞，来研究粒子本身的内部秘密。很快就发现了 200 多种寿命更短的共振态。

实验物理学家的丰硕成果，给理论物理学家建立新的理论提供了有力的依据。理论家系统地研究了这些粒子的性质和其间的相互作用，发现了这些粒子之间存在着某种有规律的内在联系，如：除万物都存在的引力相互作用以外，粒子有 3 种特有的相互作用，即：弱作用、电磁作用、强作用。这三种相互作用力之比为：1 : 100 : 100000。参与强相互作用的粒子叫做强子，强子又是由比它更小的夸克（中国在同期也提出了层子理论）组成。由两个夸克组成的叫做介子，而由三个夸克组成的叫做重子。不参加强相互作用的粒子叫做轻子。在已发现的几百种粒子中轻子只有 12 种：电子、电子中微子； μ 子、 μ 子中微子；重轻子、重轻子中微子，以及它们各自的反粒子。电子与 μ 子早在 30 年代就被发现了，而重轻子 τ 只到 1975 年才在美国加州的 SLAC 正负电子对撞机上找到。理论粒子物理学家发现这 4 种作用力必须用四种不同的理论进行描述。引力还可以用 30 年代爱因斯坦提出的广义相对论来描述。弱作用力则用 1958 年费因曼、盖尔曼等 V-A 理论描述，它很完满地解释了中子的 β 衰变过程，并且在弱衰变中有普遍的意义。到目前为止，量子电动力学（QED）来描述粒子的电磁相互作用仍是微观世界上最成功的理论，虽然它是在 20 年代就建立起来的，至今还在微观世界中大放异彩。相比之下强作用理论是经历磨难最多的理论，虽然质子、中子、介子等名词早在 30

年代就与原子核降生到人世。这主要因为种类又多，作用又复杂，需要有一个由浅入深，由表及里的过程。1935年，日本的理论物理学家汤川秀树为了解释核力（强作用力）的短程性，假设核子之间存在着某种能互相交换的介子，并估算出介子的质量约为电子的200多倍，次年，安德森在宇宙线中找到了 μ 子，因它的质量为电子的206倍，被误认为介子，直到1948年美国的鲍威尔又找到了为电子质量273倍的 π 介子，才结束这一错误，但这确也是人类认识强作用的第一次成功的尝试。后来又想通过场论、群论来认识强作用力，使人类认识强作用获得了突破性进展，大体分三个阶段：1949年费米和杨振宁提出强子是由核子和反核子组成的，成功地解释了普通强子，但无法解释奇异粒子。1956年坂田又提出强子是由中子、质子及奇异重子 Λ 组成的，并引用了SU(3)群论数学基础，成功地得到了自旋为零，宇称为负的介子八重态，但不能适用于重子。1964年盖尔曼和兹曼在1961年奈曼和盖尔曼提出的SU(3)八重态的启发下，明确提出了强子由三种更基本的粒子夸克组成，首先成功地揭示了强作用和它的内部结构的内在联系，它可以解释当时已知的几百种强子，它与门捷列夫元素周期表一样，把已知的强子有规则地排列起来，因而还预言了一些当时还没有找到的强子。正当理论界在兴高采烈地庆祝强子已被人类认识的时候，1974年11月12日丁肇中宣布在布鲁克海文质子加速器上找到了质量为3.1Gev的J粒子，第二天里克特也宣布他们在斯坦福正负电子对撞机上找到了3.1Gev的 ψ 粒子，J- ψ 实际上是同一种粒子，但它无法用三夸克模型解释，因而这个结果轰动了沉默了10年的粒子物理界，理论上必须把SU(3)对称性理论扩大到新的SU(4)，实验上应该找到一组与之对应的新粒子，即由第四种夸克参与组成的新粒子家族。很快找到

了十几种这个家族中的成员。1977年美国的雷德曼又在费米实验室找到了由第五种夸克组成的粒子—— γ 。后来又找到了一些由第五种夸克组成的新家族中的一些成员，理论家又把SU(4)推广到SU(5)，SU(6)，…但理论家按轻子和强子对称性理论预言的第六种夸克，找了10几年还是无影无踪，这也是对这几年来发展起来的理想强子理论——量子色动力学的极大冲击，但它并没有冲淡量子色动力学的光彩，因它成功地解决了普通量子场论的一些致命问题。它预言的强作用传播子——胶子已看到了一系列苗头。

值得一提的是近20几年来粒子物理界的另一巨大成果——弱电统一理论。70年来大家都公认量子电动力学在粒子物理领域是最成功的理论，但弱相互作用确只停留在维象的理论，在1967年温伯格-萨拉姆提出的弱电统一理论揭示了弱相互作用的本质，它不仅成功地证明电磁作用是靠光子传递的历史事实，还预言了弱作用是靠中间波色子 $W^\pm$ 和 Z^0 传递的。1983年西欧中心找到了 $W^\pm$ 和 Z^0 ，遗憾的是它预言的另一必须存在的粒子H粒子到现在连影子都没有。

弱电统一理论引导人们去探讨更大的统一理论——引力、弱、电、强四种力的大统一理论，又称标准模型。它也解决了粒子物理中一些重大的困难，但除了t夸克和H粒子还没找到以外又带来了新的困难，即大统一理论预言重子数和轻子数都不守恒，质子可以衰变成正电子和 π^0 ，寿命为 10^{29} — 10^{33} 年，但还没有任何实验能证实这一重大的关系到宇宙命运的问题。宏观的宇宙是无穷尽的，微观的粒子也是无穷尽的，任何一种完美的理论都只能适应于特定的时间和空间，麦克斯韦方程统一了电磁理论，温伯格-萨拉姆统一了弱、电相互作用，使粒子物理获得了重要的进展，但

其中各种成功的理论都有局限性，都需不断地完善和发展。量子力学成功地反映了微观粒子的波、粒二象性，但不能解释粒子的产生与消失。经典场论能反映粒子的产生和消失，但不能反映波、粒二象性。于是物理学家借助于把经典力学改造成量子力学的经验，把经典场论改造成量子场论。量子电动力学就是最早建立起来的适用于电磁作用的量子场论，随之建立了适应于其他领域的一系列量子场论，它把各种微观粒子都用它相应的量子场来反映，时间和空间的每一点量子场均以算符来表示，这些场算符满足一定的微分方程、对易关系和反对易关系，因而它很好的描述了波、粒二重性，及它们的产生和消失，还预言了正反粒子配对的现象。

量子场论认为：真空并非是绝对的空，那里存在着虚正反粒子的产生以及随后的湮没的涨落过程。这种真空涨落过程是相互作用着的场的一种量子效应。现在则进一步认为：真空态表规范场的基态，它是简单的。目前粒子物理中观察到的许多对称性的破坏是真空这种特殊“取向”引起的。量子场论在 1954 年杨振宁和密耳斯提出非阿贝耳规范场论（物理基本规律的定域对称性），它是弱电统一理论和量子色动力学的基础。实验证明广义相对论、量子电动力学也来源于定域对称性。这样，引力、弱、电、强 4 种作用力都与定域对称性有密切关系，这可能正是发展大统一理论的前提。

【等离子体物理学史】19 世纪 30 年代以后发展起来的一门新的物理学。当时，英国的法拉第及以后的汤姆逊等人相继研究气体的放电现象，人类才开始步入等离子体世界，但直到 1928 年，美国的朗缪尔才首先引用等离子体这个名词，等离子体物理才正式问世。1929 年，美国的汤克斯和朗缪尔指出了等离子体中电子密度的

疏密波。英国的哈特里和阿普顿提出了地球上空电离层的对电磁波的折射率公式和磁化等离子体的色散方程。1941年英国的查普曼和弗拉罗认为太阳会发射出高速的带电粒子流把地磁场包围起来。随之磁流体力学和等离子体动力学逐步形成。苏联的博戈留博夫和英国的玻恩等得到不封闭的方程组系列,名为BBGKY链。由它可以导出符拉索夫方程等,这给等离子体动力论奠定了基础。

50年代以后,英、美、苏等国开始大力研究受控热核反应,促使等离子体物理的蓬勃发展。并认识到热核反应是太阳能量的来源,如人类能控制热核反应,地球就再也不会出现能源危机。所以中国也在积极开展这方面研究。

但等离子体内部存在着很多复杂的运动,并在不停地互相转化着,高温等离子体还有多种不稳定性,因此等离子体研究是非常复杂的问题。现在虽然知道了描写等离子体的数学方程,但这组方程非常难解,无法准确预言等离子体的性质和行为,还有大量的理论和实验等待探索。

【边缘学科发展史】物质的各种存在形式和运动形式之间普遍存在着联系。很多问题要想认识它需要运用两种或更多学科的知识。这样物理学于其他学科互相渗透,产生出一系列新兴的边缘学科,如:化学物理、生物物理、大气物理、海洋物理、地球物理、天体物理等。天体的结构和演化与原子核物理之间的密切关系,宇宙的结构和演化与粒子物理之间的密切关系都鲜明地告诉我们宏观与微观既有很大区别又有密切联系,它们是一互相渗透的过程,这也是宏观的万有引力为什么和微观的三大作用力有望用大统一理论来解释的依据。另外,数学对物理学的发展起了重要作用,但也不难注意到物理也促进了数学的发展,在物理学基础研究过程

中形成和发展起来的基本概念、基本理论、基本实验手段和精密的测试方法，已成为其他许多学科的重要组成部分，并产生了深远的影响，这就是为什么物理学高度发展的国家为什么天文学、化学、生物学、地学、医学、农业科学、科技生产也必然是高度发达的原因所在。当然技术和生产力的发展，也有力地推动了物理的发展。固体物理、原子核物理、等离子体物理、激光研究、现代声学等的高速发展都与当代技术的高速发展分不开的，特别是尖端的电子技术和计算机的发展对它们起到了极大的加速作用，大大缩短了研究周期和时间。

物 理 学 家

【荀勖】（？—289）音律学家。字公曾，晋代颍阴（今河南许昌）人。在晋朝任中书监。于274年提出笛管的管口校正数的计算方法。中国的古代曾以管定律，荀勖按十二律做了12根笛管（黄钟、大吕、太簇、夹钟、姑洗、仲吕、苏宾、林钟、夷则、南吕、无射、应钟。）它们粗细相同，两端开口，管上有六孔，发七音。因管口与管孔都有空气柱逸出，必须修正。荀勖认为每根笛管空气柱的实际长度为柱长减去它的律长（上口到第一个孔位距离）加上比它高四律的律长（ $\frac{64}{81}$ 律长）。此为三分损益律。荀勖的管口校正数是中国早期声学的巨大成就之一，《晋书》和《宋书》都有记载。

【何承天】（370—447）南北朝刘宋律学家、天文学家、文学家、无神论者。东海郟（今山东郟城）人。好弈算。在晋朝历任参军、浏阳令、太学博士、至御史中丞。到南朝宋又历任衡阳内史等职。创立了平均律体系的新律。荀勖的十二律管因用三分损益律无法使仲吕管反推到黄钟管，即若黄钟管律长为 9 寸，仲吕管反推到黄钟管律长为 8.8788 寸，要相差 0.1212 寸。因而先秦以来被禁用。西汉京房提出一个音阶中律的律制代替十二律。而何承天用不同的方法使仲吕管反推到黄钟管。即把黄钟管的差值平均分为 12 份，每份为 0.0101 寸，再把比值累加到十二律上，这样黄钟管律长为 9 寸，“十二绝宫、声韵无失”。虽然这不是按频率比计算出的平均律，但已十分接近。他在天文上还发现春分和秋分的日出并不在正东，日落也不在正西，而略偏北。其时刻也略早于子夜和正午的平分时刻。这是世界上最早对大气折射光的记载。

【沈括】（1031—1095）北宋科学家。字存中，钱塘人。曾任沭阳县（今江苏沭阳县）主簿。嘉祐八年（1063）中进士，不久升为太史令。熙宁年间参与王安石变法。出使过契丹，保卫过西夏进犯的绥德、永乐。元祐 3 年（1088）退居润州（今江苏镇江），约于绍圣二年病卒。他一生撰书很多，据《宋史·艺文集》载，他有 22 种 155 卷著作，但据《梦溪笔谈》和宋代诸家书目中记载，他另外还有 18 种著作。现在尚存《梦溪笔谈》26 卷、《补笔谈》3 卷、《续笔谈》1 卷、《长兴集》残本 19 卷和《江苏良方》中的一部分沈括药方。《梦溪笔谈》的科学内容丰富，对磁学、光学、声学等多方面物理知识都有精到的见解。如磁学：（1）世界上最早记载了人工磁化简单方法：“以磁石磨针锋”可做指南针；（2）详细记载了指南针 4 种装置方法：水浮、置于甲板上、置于碗沿上、

丝线悬吊；(3)世界上第一个指出地磁场存在磁偏角：“磁针所指微偏东，不合南也”。光学：(1)对战国初期就有所认识的针孔成像与球面成像作了研究概括，力图给出理性解释。他正确地描述了镜面的曲率与像的大小的关系；(2)他在“红光验尸”法中指出，红光下看尸体伤痕比在白光下看得清楚；(3)他对一铜镜反射日光时能把反面文字图案反射到墙上的现象进行了科学地解释，明确指出这不是这铜镜能透光，而是在铸造的镜面上微显了反面文字图案。声学：(1)他惊人地发现了共振现象，称之为应声。并通过实验找出其规律。他剪人放在古琴弦上，弹另一古琴相同的弦，纸人就会起舞，弹别的弦则不能。在同一琴中，如把纸人放在少宫或少商弦上，弦动比它们相应高八度的宫或商弦纸人也会应声起舞。他指出这是正常规律；(2)“虚能纳声”是沈括又一见解，他指出将牛革箭袋放在地上当枕头，就能听到数里之内的人马之声。现在看这是空腔对地球传来声波的收集放大作用。

【赵友钦】（13世纪中叶—14世纪初） 中国宋末元初的科学家。自号缘督，人称缘督先生或缘督子。饶州鄱阳（今江西波阳）人。宋室汉王第12代孙。宋亡时隐遁道家，奔走他乡。后在浙江龙游鸡鸣山定居，并在山上筑观象台，观察天象。著述很多，大都流丢，唯存《革象新书》五卷。此书以讨论天文为主，兼及光学和数学，有不少精辟论述。其中“小罅光景”记载了一个中国历史上规模大、记载最全的光学试验：在一屋中心挖两个直径4尺多的圆井，左井深八尺，井中放一高4尺的桌子，右井深4尺。各放一块直径为4尺插一千支蜡烛的木板，井口盖上中间有不同尺寸可以更换的木板，房顶对着井口各吊一块可以改变高度的水平屏幕，实验分4步，并每步只有一个条件不同：改变孔的大小和

形状；改变光源的强度；变像的距离；改变物距，即移去左边小桌。对每次实验条件的结果都有记录和讨论，对光的直进和照度与光源、物距、像距的关系都有定性的分析。

【朱载堉】（1536—1611） 中国明代律学家、历算家。字伯勤，号句曲山人，明宗室郑恭王厚烷之子。著有《律历融通》、《律学新说》、《律吕精义》、《律吕正论》、《嘉量算经》、《圣寿万年历》等书。大部分收集在《乐律全书》中。他是“十二平均律”的理论首创者，时间约在 1580 年以前。他对“十二平均律”的主要贡献是：（1）创造了以弦律为主的十二平均律。（2）采用“异径管律”方法，提出了解决管口校正的新途径。这两个贡献是 16 世纪声学的重大成就之一。概要为：设黄钟管律长为 1 尺，倍黄钟管为 2 尺 $\sqrt{2} \times 1$ 尺 = 1.4142 尺为倍蕤宾律长，它是八度音的二分之一，即倍黄钟音与正黄钟音的一半。倍蕤宾律长再开平方即倍黄钟管律长开 4 次方为： $\sqrt[4]{2} \times 1$ 尺 = 1.1892 尺为倍南吕管律长，它是八度音的四分之一，八度音的十二分之一为倍应钟管，律长为 $\sqrt[12]{2} \times 1$ 尺 = 1.0595 尺。这样，他把八度音平均为十二音阶，每音阶之间律长差 $2^{1/12}$ 倍。在计算管口校正数时，前人忽略了管径的差异，朱载堉指出，在一个八度音程中，按音高次序排列的 12 个律管的管径构成了以 $\sqrt[24]{2}$ 为比率的等比数列。这样他制造了一种定音用的弦乐器，叫“律准”，管长和管径就是按 $\sqrt[12]{2}$ 和 $\sqrt[24]{2}$ 等比数列确定的，为十二平均律打下了坚实的基础。

【方以智】（1611—1671） 明清之际的杰出学者。字密之，号浮山愚者，安徽桐城人。崇祯十三年（1640）进士，曾任翰林院检

讨。明亡弃家为僧，号无可、药地、极丸老人等，曾在江西的几个寺院为住持。他反对宋明理学，也不满西方传入的基督教。自然科学上他倡导“质测之学”，重视观测和实验。他著有一部百科全书式的《物理小识》12卷。包括天、历、风雷雨晴、地、占候、人体、医药、饮食、衣服、金石、器用、草木、鸟兽、鬼神方术和异事等15类，集中反映了当时中国人民对自然的认识。其中对力、热、声、光、磁等方面。力学方面有简单机械，虹吸现象，潮汐与月球关系，地方时与时空关系。热学有凝固、溶解、蒸发、风云雨露等。声学有声的发生、反射、共振。光学有小孔成像、光的反射折射、透镜的焦点、色散、日月食。磁学有磁针指南、磁偏角等。有的是摘录前人的，有的是他自己观点，但都表明中国当时在这些领域已有相当水平。

【黄履庄】（1656—？） 中国明清发明家。自幼勤奋好学，喜欢动手。七八岁时曾雕凿一个木人，长约一寸，手足都能活动，放在桌上能自动行走。后又学习了从西方传入的数学、力学和机械知识，制作技术更为长进。曾制一种类似现在自行车的双轮走，可用手挽轴弯曲拐行走。曾著有《虞初新志·黄履庄小传》记载数条他的奇器：（1）验器，（测量仪器），有温度计和湿度计；（2）诸镜，（光学仪器）。其中最值得注意的是“环光镜”，类似现在探照灯，“夜以一灯照之，光射数里，其用甚巨”。还有千里镜、取火镜、临画镜、显微镜、多物镜等；（3）诸画；（4）现器，有自动戏、自动驱暑扇、木人掌扇和灯耀（利用多面镜组成的复杂结构）等；（5）水法，柳枝泉（喷泉）、龙尾车（可能是多级水车）；（6）造器之器，即工具，有方圆规矩，放大规矩、缩小规矩、六角八角规矩、造诸镜规矩和造发条器等。可惜他的《奇器目略》已

经散失，使很多奇器无法考正。

【孙云球】（17世纪30—60年代） 中国明末清初光学仪器制造家。字文玉，又字泗滨。吴江人，后寓居苏州虎丘。他曾设计制造“自然器”来测定时刻。另外当时从国外传入的眼镜以玻璃为材料，非常昂贵，他用手工磨制水晶的远视和近视镜，使苏州成为当时中国制造眼镜的重要产地之一。他还用“随目对镜”的方法，使眼镜更适合每人需要。他是中国最早做出望远镜的人。此外他还创制出存目镜、多面镜、幻容镜、察微镜、放光镜和夜明镜等约70种光学仪器，被后人誉为“巧妙不可思议”。他又总结了制造各种光学仪器的经验，写成《镜史》一卷，在中国光学仪器发展史上发挥过重要作用，可惜现已丢失。

【郑复光】（1780—？） 中国清代物理学家，在光学方面，总结并发展了中国传统的光学知识。字元甫，号院春。安徽歙县人，监生出身。从小热爱科学，性好潜思，于数学，物理学都有一定成就。1842年编写的《弗隐与知录》，内容包括天文、气象、化学、物理等自然科学和日常生活中的现象。他的光学成就是通过到扬州、广东、云南、山西、陕西、北京等地对各种光学仪器观察研究，1835年编写了《镜镜詵痴》共5卷约7万余字，系统地论述了光通过凹凸透镜的成像原理及分析了光的各种反射和折射。他还总结了中国的传统光学知识，提出“顺收恨”、“顺展恨”等相当透镜焦距的概念，并用此来解释光学仪器的制造原理和使用方法，推动了当时中国光学仪器的发展。还在《镜镜詵痴》中对铜镜、对铜质透光、冰透镜取火等问题作了详细的原理性论述。它是中国19世纪上半叶一部重要的光学著作。

【李善兰】(1811—1882) 19世纪中国近代物理学启蒙式科学家。字壬叔，号秋纫，清代浙江海宁人。1852年在上海参加墨海书馆（上海最早的新式出版机构）任编辑，与英国人伟烈亚历合作翻译了欧几里得《几何原本》的后7卷，及侯失勒的《谈天》。《谈天》一书第一次把万有引力定律和天体知识介绍到中国。又与艾约瑟合译了英国力学家胡威立的《重学》，系统地把牛顿运动定律等经典力学介绍到中国。后来他又独立地翻译了牛顿的《数理格致》（即自然哲学的数学原理）一书的前3卷。他的翻译把19世纪西方的近代物理知识介绍到中国，推动了中国近代物理学的发展。特别是他从1868年起出任北京同文馆天文、数学部长等职，执教13年之久，培养出中国近代第一代科学人才。

【邹伯奇】(1819—1869) 中国清代科学家。字一鹗，又字特夫，广东南海人。一生几乎都在家乡研究自然科学和经史，精于光学、天文、数学、度量衡和测量等。1844年他就制成“摄影之器”，“以木为箱”，前装“收光”（即光圈）和“弹簧活动”（即快门），中装自制的感光底片，后面开观察窗，这就是中国第一台自制的照相机。他还制造出望远镜、显微镜、浑球仪和七政仪等仪器，现在广州市文物馆还收藏着他的七政仪、望远镜、地图和手稿。1874年出书的《格术补》是中国近代自著较早、较完善的几何光学。书中对透镜组的合焦距、眼睛和视觉光学原理、小孔成像、透镜成像原理及公式都在《墨经》、《梦溪笔谈》等有关光学基础上，进一步用几何光学方法进行了透彻地分析。他的《格术补》、《补小尔雅释度量衡》等都收藏在《邹征君遗书》中。

【何育杰】(1882—1939) 中国较早的物理学家之一。字吟寓，浙江慈溪人。1900年应科举入第，1901年入京，师大学堂师范馆学习，1903年被派往英国在曼彻斯特大学攻读物理学，1907年获学士学位，1909年回国。曾任京师大学堂预科和师范馆教习、格致科教习(1909—1911)，北京大学理科物理门教授、物理系教授(1912—1927)，主讲普通物理、数学物理、热力学、气体动力论等，编写了普通物理学中文讲义。1927—1931年又任东北大学物理系主任，主讲相对论和量子力学，翻译有《自然之机构》、《物质与量子》二书，曾任《物理学报》编委，1935—1938年任《物理学报》编委和中国物理学会物理名词审定委员会委员。他在开拓中国物理学、培养人才方面作出了重要贡献，1940年中国科学社曾设立“何育杰物理学纪念奖金”。

【夏元璪】(1884—1944) 中国较早的物理学家之一。字浮筠，浙江杭州人。早年在南洋公学(即现在的交通大学)读书，1905年赴美，先在伯克利学校学习理化实验1年，1906—1909年转入耶鲁大学，1909—1912年又转德国柏林大学就学于量子论创始人普朗克和实验物理学家鲁本斯。1913年因无经费回国，1913—1918年任北京大学理科学长，1918—1919年任物理学教授，主讲理论物理。1919—1921年第二次到柏林，认识爱因斯坦。1921—1936年曾任北京大学、同济大学等校物理学教授并兼任北京师范大学、辅仁大学、第一交通大学物理学教授，及北平大学校长和湖北省教育厅厅长，1937年起先后任湖南大学、重庆大学教务长和理学院院长。

【胡刚复】(1892—1966) 中国物理学家、教育家。江苏泗阳人。

1909年留学美国哈佛大学,1913年毕业,1918年获得哲学博士学位、同年回国,历任东南大学物理教授、物理系主任、交通大学教授、浙江大学文理和理学院院长,创建厦门大学理学院并任院长、筹建第四中山大学、任高等教育处处长、理学院院长、协助创办中央物理研究所并任研究员、又任北平研究院镭学研究所特约研究员、兼任大同大学教授、理工学院院长、校长。1946—1949年再次赴英美考察。中华人民共和国成立后,任唐山交通大学、北洋大学教授,南开大学教授,1966年在天津逝世。他培养出中国自己的一大批物理学家,如吴有训、严济慈、钱临照、赵忠尧等。他还是中国近代度量衡制的制定者,订出长度单位1尺=1/3米,质量单位1斤=1/2千克等,为中国采用公制开辟了道路。他是电位、熵等大批物理名词的最早定名者。有学术论文译文、专文、科普读物等20多种。

【李耀邦】(1884—1940) 中国早期留美学生中获物理学博士的第一人。广东番禺县人。对测定并证实基本电荷作出了贡献。1903年留学美国芝加哥大学,曾在该大学赖尔森实验室随密立根从事电子电荷的测定工作,1914年在《物理评论》(卷4)上发表了《以密立根方法利用固体球粒测定e值》的论文。同年回国。30年代任上海沪江大学董事会会长。是中国物理学会创建时期的会员。1913年,密立根以油滴实验在绝对意义下测定电子电荷 $e=4.774 \times 10^{-10}$ 静电系电量单位。密立根通过改变油滴的大小,从经验上得到了粘滞媒质中球粒下落速度的斯托克斯定律的校正项。李耀邦1914年的论文就是他1913年夏开始为期7个月的工作综述。他用紫胶球粒代替了油滴,而实验装置和计算方法与密立根完全相同,以对比固体球粒与液滴测得e值及斯托克斯定律的校正项

是否相同。他对 58 个粒子观测到 e 的平均值为 $e = 4.764 \times 10^{-10}$ 静电系电量单位，支持了密立根油滴实验的结果。

【颜任光】（1888—1968） 中国物理学家。又名颜嘉祿，广东崖县人。1918 年在芝加哥大学获得哲学博士学位，曾任芝加哥大学物理学讲师，在该校曾从事气体离子的研究，发表过《空气、氢和氮离子的迁移率》、《气体离子的迁移率》、《氢、氮、氧粘滞系数的绝对测定》等论文。1920 年回国，1920—1925 任北京大学物理系教授、系主任，对该系和物理实验室的建立作出了贡献。1925—1937 年他和物理学家丁佐成（又名佐臣）共同开办中国第一个现代科学仪器工厂——上海大华科学仪器公司，从此中国有了自己生产的物理仪器、仪表。他还历任海南岛海南大学校长，上海光华大学物理系教授、系主任、理学院院长、副校长，交通部电政司司长、建设委员会委员，资源委员会委员等职。抗日战争期间，他曾主办桂林无线电器材厂。新中国成立后，历任上海大华科学仪器公司研究室主任、工程师，上海电表厂副厂长兼总工程师。他还是中国物理学会理事。在“文革”中遭受迫害，1968 年在上海愤懑而卒。

【饶毓泰】（1891—1968） 中国物理学家。江西临川人。1913 年赴美留学，1918 年获芝加哥大学学士学位，1922 年获普林斯顿大学哲学博士学位。同年回国，应聘到南开大学创建物理学系，任系主任。1929—1932 年到德国进行研究工作，1933 年起任北京大学物理系主任，后又任理学院院长。抗日战争期间在昆明任西南联大物理系主任。1944—1946 年到美国进行研究工作。回国后继任北京大学理学院院长和物理系主任，1952 年起只任物理系教

授。1955 年受聘为中国科学院数学物理化学部学部委员。1947—1951 年曾当选为中国物理学会副理事长，后为名誉理事。他是实验物理学家，他设计的低压电弧光源是 20 年代气体导电研究的一项新成果。他的实验对量子力学、分子光谱、同位素气体分子的振动-转动光谱等领域均有特殊贡献。他还是位教育家，为中国培养出大批物理人才。

【丁西林】（1893—1974） 中国物理学家。原名丁燮林。江苏泰兴人。1914 年赴英国伯明翰大学攻读物理学、获理科硕士学位。1919 年回国，历任北京大学物理学系主任兼理预科主任，中央研究院物理研究所所长，中央研究院代理总干事。中华人民共和国成立后，历任文化部副部长、中国对外文化联络委员会副主任和中国人民对外友好协会副主任等职务。1974 年在北京逝世。他早年以热电子发射的实验直接验证了麦克斯韦速度分布定律。在任中央研究院物理研究所所长时，对重力和地磁作过多方面测试和深入研究，建立了中国自己建造的第一座地磁台，他在声学方面也有研究、曾改进了中国乐器的制作方法，在北京大学任教期间，曾大力整顿和充实了物理实验室，聘请著名科学家到北京大学任课。他还非常关怀中等学校的物理教学工作，曾主持由仪器工厂制造 600 套高中物理实验仪器和 3000 套初中物理实验仪器。他还是一位文艺家，是中国话剧的创始人之一，曾创作了不少优秀的话剧剧本。在文化部任职期间，曾兼任北京图书馆馆长和中央自然博物馆筹备委员会主任。1950 年被选为中华全国科学普及协会副主席、1958 年被选为中华人民共和国科学技术协会副主席，对科学界的团结组织工作和科学知识普及工作都有不小的贡献，他还对中国文字改革进行过长期的研究，所提出的汉字编号法经改

进后已获得国外专利权。

【吴有训】（1897—1977） 中国物理学家、教育家。生于江西高安。1920年毕业于南京高等师范学校，1921年留学美国芝加哥大学，从事物理研究，1926年获博士学位、同年回国、先后在江西大学和中央大学任教，中央大学校长，清华大学教授、物理系主任，上海交通大学教授、中国科学院近代物理研究所所长、中国科学院副院长、1955年受聘为该院数学学部委员并任主任、还曾任中国物理学会理事长、并先后担任过中华全国自然科学专门学会联合会和中华人民共和国科学技术协会副主席。被选为中国人民政治协商会议第三届全国委员会常务委员，第三、第四届全国人民代表大会常务委员会委员。1977年在北京逝世。他在物理领域中的重要成就是参与康普顿的X射线散射研究的开创工作、同时他以精湛的实验技术和卓越的理论分析、验证了康普顿效应。在这方面他发表论文多达50多篇。

【叶企孙】（1898—1977） 中国物理学家、教育家。生于江苏上海县（今上海市），1918年毕业于清华学校，同年赴美，1920年获芝加哥大学理学学士学位，1923年获哈佛大学博士学位，1924年回国，历任东南大学理学院教授，清华大学物理系教授、系主任、理学院院长、校务委员会主任委员，北京大学物理系教授，1955年被聘为中国科学院数学学部委员。他早期从事建筑声学、铁磁性等方面的研究，是中国研究磁学的第一人，他从事教育工作50多年，培养出一大批著名的物理学家，如王淦昌、彭桓武、钱伟长、钱三强、杨振宁、李政道等。

【施汝为】（1901—1983） 中国物理学家。江苏崇明人，1924年毕业于南京高等师范学校机械系，1925年毕业于东南大学物理系、同年到清华大学物理系任教。1930年赴美留学。1931年获得硕士学位、1934年获得博士学位、同年回国、历任中央研究院物理研究所研究员，广西大学教授、中国科学院物理研究所代理所长、所长、名誉所长，中国物理学会副理事长兼秘书长，1955年受聘为中国科学院数学学部委员。为中国物理学和磁学事业的发展作出了重要贡献。1983年在北京逝世。

【萨本栋】（1902—1949） 中国物理学家、电机工程学家、教育家。福建福州人。1921年在清华学校（今清华大学）毕业后赴美留学，1927年获理学博士学位，1928年回国、历任清华大学物理系教授、厦门大学校长、中央研究院总干事兼物理研究所所长，中国物理学会会计、秘书和副理事长。由于他全力献身于科学教育事业，积劳成疾、1949年在旧金山死于胃癌。他的一生是短暂的，但对社会的贡献是很大的，他提出双矢量方法用以解决电路的计算和分析。在国际上很受重视，他的英文专著《交流电机》，被美国许多大学选为教本，他的《普通物理》和《普通物理实验》共三册，是中国第一部用汉语正式出版的大学物理教材，使用了近20年之久，他的《实用微积分》、《交流电路》、《交流电机》都是重要的教材。

【龚祖同】（1904—1986） 中国光学家。江苏川沙人。1930年毕业于清华大学物理学系，后入德国柏林高等技术学校深造，1937年毕业于，获优秀毕业生荣誉和特准工程师称号。同年因抗日战争爆发，他放弃了获得博士学位的机会回国。筹建了第一个光学工

厂、任该厂设计专员和制造所主任，为抗战前线制造出中国第一批双目望远镜。中华人民共和国成立后、任中国科学院长春光学精密机械研究所副所长，在他的领导下，试制成功中国第一批光学玻璃，培养出中国第一代光学材料科技人才、并研制成功中国第一台电子显微镜和中国第一代红外夜视望远镜、随后又组织大型天文望远镜的研制工作，奠定了中国自行研制大型天文望远镜的技术基础。1962年任西安光学精密机械研究所所长、并任中国科学院西安分院副院长。此后，研制成功各种中、低速、高速照相机和变像管高速照相机、曝光时间达到皮秒量级，跨进了世界先进行列。由于他对中国的应用光学和快速摄影领域的卓越贡献，1981年荣获了美国福托-索尼克斯成就奖。同年当选为中国科学院技术科学部学部委员。还曾任中国光学学会副理事长、名誉理事长。1986年在西安逝世。著作有《铅对 α 射线的额外吸收》、《 γ 射线和原子核的相互作用》、《光学玻璃制造技术的发展》、《光学玻璃连续熔炼试验》、《2.16米天文望远镜总体考虑及装校》、《自聚焦（变折射率）纤维在高速网格摄影中的应用》。

【王守竞】（1904—1984） 中国物理学家。江苏吴县（今苏州市）人。1921年在苏州工业专科学校毕业后考取清华学校留美预备班，1924年赴美留学，1927年获得博士学位，在美工作两年后回国，先后任浙江大学物理系主任，北京大学物理系主任，抗日战争期间为国民政府资源委员会驻美代表，中华人民共和国成立后，他留居美国，在麻省理工学院任教，1984年在美国逝世。他最早用变分法求二级微扰计算类氢原子间的偶极矩-偶极矩相互作用、从而得到范德瓦耳斯作用能量的系数。他还成功地把量子力学应用于原子分子的研究。他还研究过氢分子的转动谱、钠蒸

气在和汞原子碰撞中的激发态等。他的一些研究成果在当时是重要的贡献，受到国际物理学界的重视。

【陆学善】（1905—1981） 中国物理学家。字禹言。浙江吴兴人，1928年毕业于南京中央大学物理系，1933年清华大学研究院毕业后赴英国攻读X射线晶体学、1936年获得博士学位。回国后，先后任北平研究院镭学研究所研究员、晶体学研究室主任、中国科学院物理研究所研究员兼副所长、代所长、顾问，1955年受聘为中国科学院数学学部委员、中国物理学会常务理事、秘书长，1981年在北京逝世。他是中国X射线晶体学研究主要创建人之一。筹建了物理研究所的晶体学研究室，并在此培养了一批晶体学专家，他从事X射线晶体学的研究近50年，他的研究成果的精确性和可靠性得到国际上的公认。

【张文裕】（1910—1992） 中国物理学家。福建惠安人。1933年获燕京大学硕士学位。1935年赴英，1938年获剑桥大学的博士学位。随后回国在川大和西南联大任教授。1943—1949年任美国普林斯顿大学教授，1949—1956年任普度大学教授。曾发起并成立“全美中国科学工作者协会”，曾任主席。1956年回国任原子能所研究员和室主任。1961年任苏联杜布纳联合所中国组组长。1964年任原子能所副所长。1972年组建高能物理所，任所长。1957年当选为中科院数学学部委员。是第二至六届全国人民代表大会代表，第四、五、六届全国人大常委。其主要成就：（1）在剑桥大学先后与路易斯、伯切姆、格尔德哈伯和嵯峨根等人合作进行如下实验：首先研究天然 α 引起 ^{30}P 、 ^{28}Al 、 ^{25}Mg 的共振效应，验证了玻尔液滴模型；首次研究高压倍加器产生 ^8Li 衰变过程和激发

态 ${}^8\text{B}_e^*$ 跃迁为 2α ，测得 α 连续谱，证明 ${}^8\text{B}_e^*$ 有很宽的激发态；用倍加器产生的 r 和 n 轰击出多种同位素，形成放射性同位素；首次发现 (γ, n) 和 $(n, 2n)$ 过程并发现 ${}^{16}\text{O}(n, p){}^{15}\text{N}$ 可以预防反应堆建造和运行的冷却水的 ${}^{16}\text{N}$ 变为 ${}^{15}\text{N}$ 引起的辐射危害；(2) 1943年在法国发明多丝火花计数器；(3) 在法国发现 μ 子是弱作用粒子；(4) 在法国发现 μ^- 子原子，突破卢瑟福-玻尔原子模型，开拓奇特原子研究的新领域；(5) 在美国系统研究大气贯穿簇射 Λ^0 粒子；(6) 筹建云南高山宇宙线实验室；(7) 领导发现大于质子质量10倍的粒子；(8) 在杜布纳用中子打丙烷气泡室研究核子散射和 Λ^0 超子；(9) 主持国内外调研并选择合理能区确定在北京建立正负电子对撞机；(10) 为中国培养一大批高能实验物理和加速器队伍。为了纪念他国际上把 μ^- 子原子叫“能原子”。

【王竹溪】(1911—1983) 中国物理学家、教育家。湖北公安人，1933年毕业于清华大学物理系，1935年该校研究生毕业，同年8月留学英国剑桥大学。1938年获得博士学位，同年回国，先后任西南联合大学教授、清华大学教授、物理系主任，北京大学物理系教授、理论物理教研室主任，北京大学副校长等职，1955年受聘为中国科学院数学学部委员，还曾为中国物理学会副理事长、中国计量测试学会副理事长，《中国科学》副主编，《物理学报》主编，教育部理科物理教材编审委员会主任委员，九三学社中央委员会副主席，1983年在北京逝世。他是理论物理学家、在热力学、统计物理、数学物理等方面都有很深的造诣。他著有《热力学》、《统计物理学导论》、《简明十位对数表》等。还有学术论文30多篇。从事教育40多年，培养出大批物理学家，如著名的物理学家杨振宁就是他的研究生。编有《新部首字典》1部。

【钱三强】（1913—1992） 中国物理学家。浙江吴兴人。1936年清华大学毕业。1937年去法国留学。在约里奥-居里夫妇指导下研究核物理。1940年获巴黎大学的博士学位。1944—1947年任法国国家科研中心研究员和研究导师。1948年回国，任北平原子学研究所所长，后历任中科院近代物理研究所副所长、所长，中科院计划局局长、学术秘书长。1978—1984年任院长。1955年受聘为数理化学部学部委员，1956—1978年任二机部副部长。1978年被选为政协第六届常务委员。主要成就：与约里奥-居里合作用中子打击铀和钍得到镧的同位素；从理论和实验上确定中低能电子的射程与能量关系；与布依西爱和巴什莱合作首次测出了铜的 α 射线的精细结构，并与电子内转换的 γ 谱线符合得很好；与何泽慧、沙士戴勒和微聂隆合作发现铀的三分裂和四分裂现象，他还研究出能量与角分布的关系，对三分裂现象从理论到实验作了全面论述，现已被公认；回国后为中国培养了一批原子核科技人才；建立起原子核科学基地；领导并促进了中国科学院和原子能事业的发展。

【马仕俊】（1913—1962） 中国理论物理学家。北京人。1935年毕业于北京大学，后留学英国剑桥大学，1941年获得博士学位，回国后任教于西南联合大学。1945年赴美国普林斯顿高级研究院工作，1947年起先后在都柏林高等研究院、芝加哥大学物理研究所和加拿大国家研究院工作。1953年去澳大利亚、在悉尼大学理论物理系工作。1962年逝世。他主要从事于量子动力学和介子场论方面的研究，对量子动力学中的真空极化、S矩阵理论、辐射场量子理论的相对论不变性以及么正算符的幂级数展开等方面都作

出了重大贡献，他对核力介子场论、相互作用表象和束缚态理论等也作过深刻的探讨。

【张宗燧】(1915—1969) 中国理论物理学家。浙江杭州人，1934年毕业于清华大学物理系。1936年留学英国剑桥大学。1938年获得博士学位，后去丹麦哥本哈根大学研究量子场论。1939年春去瑞士继续研究量子场论。回国后，1940年春在重庆中央大学任物理系教授。1945年以英国文化协会高级研究员身份再次到剑桥大学工作，1947年到美国普林斯顿高级研究院工作，1948年在美国费城卡内基工业大学任教。同年冬回国，仍在中央大学任教，后历任北京大学教授，北京师范大学教授、理论物理教研室主任，中国科学院数学研究所研究员、理论物理室主任，并在中国科技大学任教，1957年受聘为中国科学院数学学部委员。1969年6月30日，在“文化大革命”中遭迫害而去世。1978年平反昭雪。他在国外从事的统计物理学方面的研究工作，在合作现象、固溶体的统计物理理论等方面作出了有价值的贡献，受到国际上的重视。张宗燧早期从事的量子场论研究，量子场论的形式体系的建立，高阶微商、高自旋粒子的量子场论方面的研究，有很多工作都达到了国际上的先进水平、并很有创见，共发表了学术论文50多篇，专著2本：《电动力学和狭义相对论》、《色散关系引论》（上，下）。

【朱洪元】(1917—1992) 中国物理学家。江苏宜兴人。1939年毕业于同济大学，1945年留学英国，1948年获曼彻斯特大学的哲学博士。同年任该校研究员，1950年回国，为原子能所和高能所研究员。任室立任、副所长。1981年被选为中科院学部委员，曾

任中国物理学会副秘书长。主要成就：(1) 1947 年在英国时首先得到了同步辐射的能谱、角分布和极化状态的表达式、得到广泛应用；(2) 1960 年利用色散关系发现当时流行的角动量分波展开法引进有很大错误；(3) 1962—1964 年研究光子、电子、中子和原子核在高温高密度系统的输运、反应和流体力学过程。是中国研究这一领域的开端；(4) 1965 年在建立和发展关于强子结构的“层子模型”工作中作出了重要贡献。他同合作者引进了强子内部波函数以及波函数的重叠积分，对研究一系列介子和重子的电磁性质、电磁过程和弱作用过程提供了统一的解释，从而揭示了繁杂的强子现象之间内在的有机联系。得到强子有规则的、一目了然的排列形式；(5) 为中国培养了一大批优秀的高能物理理论人才。

【亚里士多德】（前 384—前 322） 古希腊哲学家，形式逻辑的创始人。对自然哲学，科学分类学均有贡献，他的著作对后来西方哲学和科学思想的发展产生巨大的影响。公元前 384 年生于希腊北部的斯塔吉拉，曾为亚历山大少年时的导师。公元前 335 年在雅典创立吕克昂学园，其中建有图书室、自然陈列馆等。著作与物理有关的书是：《物理学》、《天论》、《起源与衰灭》、《气象学》等，很多著作经其弟子整理成为西方古代的百科全书。他首先提出了自然科学中的一些基本理论问题，如物质、空间、时间、运动等。他主张应当用严格的数学来证明科学理论。他还对虹、视觉、管长与乐音的关系等进行初步观察和解释，还从月食和星座的变迁推证出地球是圆形的等。他在物理上的错误有 3 条：过于强调推理；力图用机体来解释一切无生命的物质运动而被宗教利用；落体时间于重量成反比。

【阿基米德】(约前 287—前 212) 古希腊物理学家和数学家,静力学和流体静力学的奠基人。公元前 287 年生于西西里岛的叙拉古(今意大利的锡拉库萨)。学生时就对数学、天文学、力学有浓厚兴趣,发明了用水力推动的星球仪,并用它模拟太阳、行星和月亮的运行及表演日食和月食。公元前 240 年当上国卫亥厄洛顾问,传说他曾发明作战机械把入侵罗马兵阻止于叙拉古土城外二三年及用多面凹面镜聚日光烧毁罗马的木制战舰。他的主要科学贡献:(1)总结并证明了杠杆定律和重心是杠杆平衡点。他曾说:“如果能给我一个支点,我就能(用杠杆)推动地球。”(2)总结出阿基米德原理:“放在液体中的物体受到向上的浮力大小等于它所排开的液体重量。”(3)发明了“穷竭法”(类似现代微积分)来计算各种几何图形的表面积和体积,给出圆的周长与直径比在 $3\frac{1}{7}$ — $3\frac{16}{71}$ 之间。流传下来的著作有:《论抛物线形的求积法》、《论球和圆柱》、《螺线》、《论锥体和球体》、《沙的计算》等。丢失的有《天球仪的制造》、《论杠杆》、《支持》、《原理》、《反射光学》等。1670 年,英国牛津出版了《阿基米德遗著全集》收集了他的全部保留下来的著作。他的学术特点是注意严密性、准确性、可用性,开创理论研究和实际应用相结合的好学风。

【希罗】(约 62—150) 古希腊科学家和发明家。亚历山大里亚人。他在著作中描写了许多实验仪器和机械装置,如虹吸管、测温器、希罗喷泉、水钟、绳索弹力投石机等。在其《气体装置论》中描写了七八种用空气和蒸汽为工质的装置,其中希罗球是蒸汽轮机的雏形:一个空心球架在两根垂直导管上,当下面容器加热时,蒸

汽沿两导管注入球，再由球上对称于导管的两个喷口分别向前后喷出，球就会在喷气的反作用力下转动起来。另一种相当于蒸汽机的祖先：对一个加满水的球形容器加热，球内空气受热就把水通过一管子压进一小桶，小桶变重下降就自动把一阀门打开，火停后，球中空气体积减小，小桶中水又自动进入球中，小桶重量减轻上升把阀门自动关上。希罗还著有：《度量》、《几何》、《测地术》、《体积求法》、《经纬仪》等。技术著作有：《机械学》、《投石机》、《度量法》、《制造自动机的技术》等。

【伊本·海赛木】（约 965—约 1039） 曾简译海桑，又译阿尔哈曾。阿拉伯学者，在光学、天文和数学方面都有杰出贡献。约 965 年生于两河流域的巴士抗。11 世纪初，他受聘到开罗天文中心工作。他曾通过自己的实验，仔细研究了人的视觉，出了些光学著作。1572 年，由里斯内在瑞士巴塞尔用拉丁文出版他的《光学定鉴》。此书主要内容有：（1）提出物体发出光线锥进入眼睛产生视觉；（2）人眼是由 4 层薄膜隔开的 3 种透明媒质——水状液、水晶液和玻璃液（这三种名称一直用到今天）所组成的球状体，两眼视觉是两眼把接受到的图像传到一条视神经上；（3）明确了光的反射定律，认为入射光线和反射光线在同一平面内；（4）地平线上太阳比天顶上的大是因有地平线上物体衬托的幻觉，还对大气的高度作了合理的推测；（5）讨论了光通过不同媒质界面的折射。著作有 80 多卷，大多散失。《光学定鉴》中保存下一部分。1834 年在巴黎国家图书馆发现了他的几何方面的著作；英国牛津博德安图书馆和荷兰莱顿图书馆都保存有他的一些手稿。

【达·芬奇】（1452—1519） 意大利文艺复兴中期美术家、科学

家和工程师，1452 年生于托斯卡纳的芬奇附近。1482 年应聘到米兰，后在贵族宫廷中进行创作和研究活动。1513 年起漂泊于罗马和佛罗伦萨等地。1516—1519 年侨居法国。他与米开朗琪罗、拉斐尔并称复兴三杰。尤以《最后的晚餐》和《蒙娜·丽莎》等画驰名。他以多才著称，在数学、力学、光学、植物学、动物学、人体生理学、天文学、地质学、气象学，以及机械设计、土木建筑、水利工程等方面都有不少创见或发明。在神学统治一切的时代，他提出实验是认识真理的重要途径。认为“如果不通过物质的证实，任何人的研究不可能称为真正的科学”。他也重视数学的作用，他将科学定义为：“对自然界中终极原理的理智分析，否则就不能成为科学的一部分。”还认为：“力学是数理科学的乐园。”他的科学思想在文艺复兴运动中产生过重要的影响，对近代科学的诞生和发展，起了促进作用。他的笔记和手稿现已发现了约 7000 页，其中有大量草图。19 世纪中期开始，根据在伦敦、巴黎、米兰等图书馆的手稿出版了他的遗著，如《绘画论》、《莱奥纳多·达·芬奇手稿》、《马德里手稿》等。他在力学领域有许多重要的发现和预见。在分析鸟类飞行时他曾用平行四边形描述合力。他将把沿斜面运动的重物分解成两个分量。在类似于水压机的实验中，仅观察到左管中活塞的压重与右管中高于左管水面的水柱重量之比等于活塞所压的面积与右管截面积之比。他断定河流或血管中的流速与通道的大小成反比。他从模仿鸟类飞行着手研究飞行原理，设计过多种飞行器。他还确信用任何普通机械工具作永恒运动是不可能的。他指出黑和白不是真正的颜色。他设想光的传播如同投石击水引起的水波和空气中的声波一样。他通过针孔成像推出光是直进的等许多科学的论断。

【吉伯】（1544—1603）英国物理学家和自然哲学家，近代磁学和电学的先驱者。1558年入剑桥圣约翰学院，先后获得文学学士、硕士和医学博士。他最初研究化学，后来长期研究电学和磁学；蔑视经院哲学，重视实验。他通过磁石球实验证明地球为一大磁体，磁针指南北是由于地球是磁体。他发现多种摩擦起电的材料，并首先提出“电”、“电力”、“电吸引”等概念。在CGS电磁系单位制中以吉伯作磁通势单位，是为了纪念他在磁学上的贡献。他的主要著作有《论磁性，磁体和巨大地磁体》、和《我们地上世界的新哲学》1651年出版，其中有天然磁石的吸引力与琥珀的吸引力的区别；磁针的指南性；地磁场的变化（磁偏角）；地磁倾角；磁致转动及其与地球和天体运动的关系。还讨论了彗星、银河、云、风、虹等问题。

【伽利略】（1564—1642）意大利物理学家和天文学家，科学革命的先驱。历史上他首先在科学实验的基础上融会贯通了数学、物理学和天文学三门知识，扩大、加深并改变了人类对物质运动和宇宙的认识。为了证实和传播哥白尼的日心说，伽利略献出了毕生精力。因此晚年受到教会的迫害，并被终身监禁。他以系统的实验和观察推翻了以亚里士多德为代表的、纯属虚构的传统的自然观，开创了以实验事实为根据开具有严密逻辑体系的近代科学，因此被称为“当代科学之父”。他的工作为牛顿的理论体系的建立奠定了基础。他1564年生于比萨。17岁进比萨大学学医，而在课外听世界著名学者里奇讲欧几里得几何和阿基米德静力学。1583年确证了摆动的等时性及摆长对周期的影响。1586年发明了浮力天平，并写出论文《小天平》。1589年他发现了摆线。后又发现惯性原理，研制了望远镜和温度计。1609年参议院决定他为帕多瓦

大学的终身教授。1610年他又将望远镜提高到33倍。用来观察日月星辰，新发现很多，如月亮表面高低不平，月亮和其他行星的光都是太阳的反射，水星有4颗卫星，银河原是无数发光体的总汇，土星有多变的椭圆外形等。并出版了《星空信使》一书，震撼全欧，后又发现金星盈亏与大小变化，这对日心说是一强有力的支持。1611年，发现太阳黑子和太阳自转。教会肯定了他的天文成就但反对他的日心说。1616年教皇保罗五世下达禁令，禁止他口头的或文字的形式保持、传授或捍卫日心说。1624年他研制一台显微镜“可将苍蝇放成母鸡一般”。此后6年间他写了《关于托勒密和哥白尼两种世界体系的对话》，在1632年发表。全书笔调诙谐，在意大利文学史上列为文学名著。但书出版后6个月就被罗马教廷勒令停售，并对伽利略严刑审判，主审官宣布对他终身监禁；焚烧《对话》；禁止出版或重印他的其他著作。后来他又被改为在家软禁，1636年又写成了材料力学和动力学为内容的《关于两门新科学的对话与数学证明对话集》，由于教会反对，直到1638年才被秘密带到荷兰发表。1637年伽利略双目失明，1642年病逝。伽利略的成就：（1）惯性原理和力与加速度的关系。这对牛顿第一和第二定律是巨大贡献；（2）运动独立性原理和运动的合成、分解定律。运动独立性指水平与垂直两方向运动互不干涉；（3）第一次提出惯性参照系概念，因而是狭义相对论的先导；（4）发现单摆周期性。周期与单摆摆长平方成反比，这为机械时钟打下了设计基础；（5）光速有限及其测量；（6）研制出浮力天平、温度计、望远镜；（7）彻底推翻了亚里士多德的物质观，否定了物质都是由气、火、水、土4种元素组成的观点。伽利略天文成就打破了“天尊地卑”的观点，认为天体、地球以及地球上的万物在物质结构上都是统一的。特别是真空也可以存在和产生。

从而在根本上动摇了封建神权思想。1979年，梵蒂冈教皇保罗二世代表罗马教廷为伽利略公开平反昭雪，这样教廷也承认了伽利略的伟大科学功绩，成了人类公认的“现代科学之父”。主要著作有：《音乐对话》、《神秘的宇宙》、《水中浮体对话集》、《关于托勒密和哥白尼两种世界体系对话》、《关于两门新科学的对话与数学证明对话集》等。

【笛卡儿】（1596—1650）伟大的法国哲学家、数学家、物理学家和生理学家。文艺复兴后，他的机械自然观曾统治自然科学两个世纪。主要成就有：（1）物质（包括原子）可以无限分割；（2）物质的多样性来自运动；（3）以唯理论为根据，从自明的直观公理出发，运用数学的逻辑演绎，推出结论。这方法和培根的实验归纳法结合起来，经惠更斯和牛顿等人综合利用，成为物理学特别是理论物理学的重要方法；（4）确立了坐标几何学，这是解析几何学的基础。恩格斯把它作为数学的转折点，它把运动和辩证法带进数学，才必须建立微、积分，物理中才有图解法和实验曲线；（5）成功地用盛水玻璃球来模拟、解释虹霓现象；（6）明确了惯性运动直线性；（7）第一次明确运动量守恒定律；（8）用“网球”模型第一次对光的折射进行理论解释（假定条件有毛病，得出一些错误结论）。（9）第一次用力学解释了天体、太阳、行星、卫星、彗星等的形成过程。著作有《方法论》、《几何学》、《屈光学》、《气象学》、《形而上学的沉思》、《哲学原理》、《论光》等。也有一些错误观点：（1）机械运动功能被扩大；（2）经常停留在直观定性阶段导致后来成为牛顿主要对立面；（3）提出“普遍怀疑”的错误观点；（4）真空不存在等。

【盖利克】（1602—1686） 德国物理学家。主要成果：（1）1650年发明了空气泵；（2）做了大量的，轰动一时的真空试验，证明了真空存在并可以产生；（3）发现真空不能传声，蜡烛不能燃烧，生物不能生存等；（4）发明了水柱气压表；（5）曾利用气压计预报天气变化。他的成功鼓励了惠更斯和玻意耳的进一步研究。著作有《关于虚空的新实验》。

【帕斯卡】（1623—1662） 法国数学家、物理学家、哲学家。科技成就：（1）提出投影几何中的帕斯卡定律；（2）1644年设计并创制了历史上第一架机械计算机；（3）提出二项式展开的系数的三角形排列法——帕斯卡三角形；（4）和费马共同奠定了概率论基础；（5）受意大利的科学家托里拆利用水银柱做实验证实了大气压强的启发，做了大量不同高度的气压实验，证实了大气压强随高度增加而减小；（6）提出著名的帕斯卡定律：加在封闭液体任何一部分上的压强，必然按照其原来的大小由液体向各个方向传递；（7）提出连通器原理和水压机的最初设想；（8）提出器壁上压强由液体重量产生，因而仅与深度有关；（9）用实验并从理论上解释了液体静力学的洋濯现象。为纪念他，压强单位定为帕斯卡。主要著作：《关于真空的新实验》、《液体平衡的大量实验之报道》、《论液体的平衡和空气的重量》，哲学方面有《思想录》等。

【玻意耳】（1627—1691） 英国物理学家、化学家。积极参加皇家协会筹建，1680年被选为皇家学会会长。主要成就：（1）在胡克协助下改进盖利克空气泵，观察到稀薄空气中水的沸腾，真空中的虹吸失效及无细管效应；（2）发现气体体积与压强成反比，称为玻意耳-马略特定律。这是力学以外的第一个自然定律；（3）主

张热是分子的运动；(4) 首先出色光是白光的变种；(5) 观察到静电感应现象；(6) 指出化学发光现象是冷光；(7) 近代化学开拓者之一，反对炼金术，主张物质微粒说，提出了接近化学元素的概念。区分化合物和混合物。主要著作：《涉及空气弹性及其效果的新物理——力学实验》、《关于空气的弹性与重量学的答辩》等。

【惠更斯】(1629—1695) 荷兰物理学家、天文学家、数学家。主要成就：(1) 提出弹性碰撞中同一方向上的动量不变。并首次提出动量守恒；(2) 首次用相对性原理得出守恒定律；(3) 首先把摆引入时钟；(4) 在力学上第一次求解在已知力的作用下受约束的质点系问题；(5) 用摆求出重力加速度的准确值；(6) 提出有关离心力的若干重要结论。如：向心加速度和公式，这有助于牛顿得出万有引力定律；(7) 提出简谐运动及弹簧运动，并用游丝代替挂摆，设计出多种钟表等的结构；(8) 多重物的机械系在重力作用下运动时系统重心不可能超过原来高度这一机械能守恒原理的最初表述；(9) 改进望远镜发现土星光环和土星6、猎户星座6等；(10) 发明惠更斯目镜至今通用；(11) 发明焦长63米物镜色差小的望远镜在天文中几乎用了1世纪；(12) 引入子波概念，解释了光的反射、折射定律；(13) 与胡克合作把沸点和冰点定为在常压下的温标固定点；(14) 推证地球为椭球形；(15) 第一个提出利用火药、蒸汽、风力等为动力的各种机器雏形，后来他的学生研制出实用蒸汽机。他重实验，更重推理，善于在数学理论的基础上把自然现象归结为机械原理。主要著作：《摆钟》、《摆式时钟或用于时钟上的摆的运动的几何证明》、《光论》等。

【牛顿】(1643—1727) 英格兰科学家,经典物理学的建立者。1661年入剑桥大学。主要成就:(1) 改进了望远镜: 镜长 6 英寸, 直径 1 英寸, 放大率 30—40 倍;(2) 提出牛顿光色原理: “白光本身是由折射程度不同的各种彩色光所组成的非均匀的混合体。”(3) 完善光的微粒说。提出了光学中一些启发性问题;(4) 提出向心力和质量概念;(5) 根据开普勒三定律和伽利略的自由落体定律于 1687 年牛顿提出万有引力定律;(6) 根据万有引力算出行星绕日轨道是椭圆;(7) 把重力和天体运动的引力统一起来;(8) 提出牛顿运动三定律: 牛顿第一定律又称伽利略(惯性)定律: 任何物体都保持静止或均匀直线运动状态, 直到其他物体迫使它改变这种状态为止; 牛顿第二定律(或称运动基本定律) 物体的动量对时间的变化率同该物体所受的力成正比, 并和力的方向相同。牛顿第三定律(或称作用和反作用定律): 一物体对另一物体的作用同时引起另一物体对此物体的大小相等、方向相反的反作用, 而且这两个作用在一条直线上; 即两物体间的一对相互作用, 永远等值反向, 且在同一直线上;(9) 从第三定律可以推出动量守恒定律, 这是物理学的基本定律;(10) 用牛顿环看到光的干涉现象;(11) 创造了微积分;(12) 牛顿三定律实现了天地人间的统一。主要著作:《光学》、《运动学》、《自然哲学的数学原理》等。牛顿是完整的物理因果关系的创始人; 而因果关系正是经典物理学的基石。

【伯努利】(1700—1782) 瑞士物理学家、数学家、医学家。是著名的伯努利家族中最杰出的一位。主要成就:(1) 提出流体力学概念;(2) 给出流体力学基本方程——伯努利方程;(3) 提出了“流速增加、压强降低”的伯努利原理;(4) 提出气压是气体

分子对容器壁表面撞击的效应，建立了分子运动论和热学基本概念；（5）提出压强和分子运动随温度增高而增加；（6）测量地球引力、潮汐、磁学、洋流、船体航行的稳定性、土星和木星的不规则运动和振动理论。主要著作：与欧拉通信 40 年，重要的是 1734—1750 年，通信录成为他科研成果的记录。

【富兰克林】（1706—1790） 美国杰出的科学家和发明家，著名的政治家和社会活动家。1731 年在费城创办了北美第一个图书馆。1751 年创办了费城学院。是美利坚合众国的创始人之一，参加起草《独立宣言》。主要成果：（1）创造很多电学名词：正电、负电、导体、电池、充电、放电等；（2）认为电是物质中固有的，摩擦生电只是一种电从一个物体转到另一物体；（3）总电量不变，后发展成电荷守恒定律——自然界最基本守恒定律之一；（4）电的单流质假说；（5）用风筝把雷电收集到莱顿瓶，证明闪电和静电相同；（6）阐明电容原理；（7）提出避雷针；（8）提出热传导理论、蒸发得低温、近代通风法、各种植物的移植、墨西哥湾流速温度测量及北美风暴运动方向等。主要著作：《电的实验与观测》、《对于导电物质的性质与效应的见解和推测》、《在美国费城所进行的关于电的实验与观测》、《论闪电与静电的同一性》等。

【欧拉】（1707—1783） 瑞士数学家、力学家、物理学家。不到 14 岁即进入巴塞尔大学，16 岁获硕士学位。1727 年迁圣彼得堡，1733 年任俄罗斯数学部主任，1735 年一目失明，1766 年双目失明。主要成就：（1）开辟了“变分法”数学分支；（2）提出力学中最小作用量原理；（3）发展了牛顿的质点和刚体力学，开创了

分析力学和刚体力学两个物理学分支；(4) 建立了理想流体运动的基本方程——欧拉方程，奠定了流体动力学基础；(5) 研究了音乐的数学理论、乐器理论和声的传播理论；(6) 是 18 世纪唯一赞成光的波动说的著名物理学家，并第一个用解析法处理光的振动；(7) 是最早把热看成是分子运动的物理学家之一。主要著作：《寻求具有某种极大和极小性质的曲线的技巧》、《力学或科学分析法》等。每年有 800 页独创性文章，双目失明后还写了 400 多篇论文。

【卡文迪什】(1731—1810) 英国物理学家和化学家。生于法国尼斯，父亲是一实验科学家。1749 年进圣彼得堡学院。是英国牛顿后的又一位大物理学家，是精微测量技术的先师。主要成就：(1) 他用一台灵敏度很高的扭秤，从摆动周期算出扭秤上两铅球的引力，并推算出地球质量和密度为水的 5.481 倍，(比现在的 $5.517\text{g}/\text{cm}^3$ 略小)，还推出引力系数 G ，使万有引力变成可以确定地球上一切物体的定律；(2) 独自发现一对电荷之间的作用力与它们距离平方成反比(在库仑定律前)；(3) 在法拉第前发现电容取决于电容器两极之间的介质；(4) 最早建立了电势的概念：导体表面上各点相对与大地的电势相等，导体两端电势与通过它的电流成正比，并用人体作测量仪器测电流(当时还没有电流器)；(5) 与布莱克分别发现“比热”和“潜热”。由麦克斯韦从他留下资料用 5 年整理出了《亨利·卡文迪什电学研究》一书。为纪念他，1874 年剑桥大学建立了卡文迪什实验室。

【拉格朗日】(1736—1813) 意大利数学家、力学家。主要成就：(1) 发展了达朗伯与欧拉等人成果，首先引入势和等势的概念。提

出了运用于静力学和动力学的普遍方程——拉格朗日方程，并把广义坐标概念引进此方程。把牛顿的运动力学方程的力为基本概念变为以能为基本概念的分析力学形式，奠定了分析力学的基础；(2) 把力学理论推广到物理学的其他领域；(3) 给出刚体在重力作用下绕旋转对称轴上的定点转动（拉格朗日陀螺）的欧拉动力学方程的解；(4) 对三体问题的求解有重要贡献；(5) 提出了描述流体运动的拉格朗日方法。著作有《分析力学》。

【库仑】（1736—1806） 法国工程师和物理学家。1781 年被选为法国科学院院士。被认为是 18 世纪欧洲伟大工程师之一。主要成就：(1) 在应用力学：结构力学、梁的断裂、砖石建筑、土力学、摩擦理论、扭力、人类工程学等做了很多工作；(2) 改进支点式指南针为头发丝或蚕丝悬挂式；(3) 发现扭力与磁针偏转角度成正比，从而能计算磁力大小；(4) 给出转矩公式： $M = \frac{md^4\theta}{l}$ ，式中 M 为转矩， m 为扭转系数， θ 为扭转角， d 和 l 分别为丝的直径和长度；(5) 精确测量了静电率和静磁力，并总结出著名的库仑定律：静电或磁的吸引力或排斥力都与距离二次方成反比；(6) 提出带电物体因漏电而损失电量的衰减公式；(7) 提出分子极化模型，是后来安培的分子电流的重要思想基础。

为纪念他的成就把电量单位定义为库仑。

【伏打】（1745—1827） 意大利物理学家。1791 年英国皇家学会聘为国外会员，1803 年当选为巴黎科学院国外院士。主要成就：(1) 发明了静电起电机；(2) 提出电的张力相当于电位差概念；(3) 建立了电容 C 、电荷 Q 、张力 T 之间关系式： $Q = CT$ ；(4) 发

明了灵敏的麦秸静电计；(5) 否定了伽伐尼的“动物电”，提出闻名的电的接触学；(6) 发现电可以影响视觉和味觉神经；(7) 发明了使伽伐尼电倍增的用两类导体组合的伏打电堆；(8) 用一组装盐水或稀酸玻璃杯做成第一个伏打电池组。用来产生电流，开拓了电学的研究领域；(9) 发现了沼气；(10) 发明了气体燃化计；(11) 测定空气膨胀系数 $\alpha = 1/216$ 。为了纪念他，将电动势和电位差的单位定为伏特。著作有《论电的吸引》等。

【克拉尼】 (1756—1827) 德国物理学家。1782 年来比锡大学毕业。他对声学的基础理论做了开创性研究，被称为“现代声学之父”。主要成就：(1) 最早用数学方法分析声波；(2) 用小提琴弦带动金属板振动，从板上细沙花纹研究声波；(3) 首次测出不同气体中的声速；(4) 确认陨石是从天外未知星体飞来的。

【杨】 (1773—1829) 英国物理学家、考古学家、医生。光的波动说奠基人之一。学术成就：(1) 发现眼睛中晶状体的聚焦作用和散光原因；(2) 把光通过两孔（后改为两缝）发明现在重迭处出现明暗相同的条纹。他首先引入光波的干涉概念并论证了波动说。又用波动说解释了牛顿环的成因；(3) 第一个测出了 7 种颜色的波长。并从菲涅耳和阿喇戈的偏振光干涉实验提出光是横波；(4) 提出光的红、黄、蓝三原色理论，这是现代彩画、彩印、彩电、彩照等技术的基本原理；(5) 首先提出运动物体的能量来代替活力；(6) 研究古埃及石碑，为考古作出贡献。著作有《关于声和光的实验与研究提纲》等。为了纪念他，把描述材料弹性的模量定义为杨氏模量。

【安培】（1775—1836） 法国物理学家，对数学和化学也有贡献。他受父亲信奉的卢梭的教育思想影响，读大量图书，走自学成才的路。主要成就：（1）受奥斯特的电流磁效应的启发，发现通电线圈与磁铁相似；两根平行载流导线电流方向相同时相吸，相反时相斥；两个通电线圈之间也有斥力和引力；（2）认识到磁是由运动的电产生的。并用来说明地磁的成因和物质的磁性；（3）受菲涅耳启示提出分子电流假说。现在已成为认识物质磁性的依据。主要著作：《电动力学现象的数学理论》这是电磁学史上一部重要的经典论著。为了纪念他在电学上的杰出贡献，电流的单位被定义为安培。

【阿伏伽德罗】（1776—1856） 意大利自然科学家。1796年得法学博士，1800年开始自学数学和物理学。致力于化学和物理学中原子论工作。主要成就：1811年提出阿伏伽德罗定律：在相同的温度和相同的压力条件下，相同体积中的任何气体总具有相同的分子个数。他的思想是从盖-吕萨克定律中得到启发的。但由于当时不能区分原子和分子，有的分子又产生离解，这个对近代科学有深远影响的假说直到1860年在意大利化学家坎尼扎罗的努力下，才被普遍接受。

【高斯】（1777—1855） 德国数学家和物理学家。主要成就：（1）与韦伯共同建立地磁观测台，组织磁学学会；（2）发明（日光）回照器；（3）发明光度计；（4）发明电报；（5）发明磁强计；（6）提出静电学中的高斯定理：电场强度在任意面上的面积分为电场强度对流面积的通量，它正比于该封闭曲面内电荷的代数和；（7）温差电和摩擦电研究；（8）利用绝对单位法测量非力学量以

及地磁场分布；(9) 建立高斯光学——利用几何知识研究光学；(10) 小行星轨道和地球大小及形状的理论研究；(11) 发展了概率统计理论和强差理论——发明最小二乘法,引入高斯强差曲线；(12) 数学上的二项式定理、散度定理等。主要著作：共发表 323 篇著作,提出 404 项科学创见,完成 4 项重大发明。为纪念他把 CGS 电磁系单位制中的磁感应强度单位定为高斯。

【奥斯特】(1777—1851) 丹麦物理学家,1794 年入哥本哈根大学。电流磁效应的发现者。主要成就：(1) 发现电流磁效应——观察到通电导线扰动磁针现象,肯定了电磁有共同根源。导致发现毕奥-萨伐尔定律和电磁铁的广泛应用；(2) 最早提炼出铝；(3) 抗磁体的研究,导致法拉第用磁导率和磁力线来解释磁性和抗磁性。主要著作有《奥斯特科学论文》。为纪念他,命令 CGS 单位制中的磁场强度单位为奥斯特。

【夫琅和费】(1787—1826) 德国物理学家。父亲是玻璃工匠。幼年当学徒,后来自学了数学和光学。主要成就：(1) 改进了分光系统,发现并研究了太阳光谱中的若干条暗线(现称为夫琅和费线),并用衍射原理测出它们的波长,将 576 条暗线列成表；(2) 测量了各种光学玻璃的折射率达前所未有精度,解决了大块高质量光学玻璃制造的难题；(3) 用几何光学研制了消色差透镜以取代盲目试验方法；(4) 首创利用牛顿环方法检查光学表面加工精度及透镜形状；(5) 制造了大型折射望远镜；(6) 第一个定量地研究了衍射光栅,制造了 260 条平行线组成的光栅来测量光的波长。1823 年又用金刚石刀刻制了玻璃光栅(3200 条/巴黎寸),成为今天通用光栅。他集工艺家与理论家于一身,把丰富的实践经

验与理论结合起来，对光学和光谱学作出了贡献。

【欧姆】（1781—1854）德国物理学家。1787年毕业于埃朗根大学并取得博士学位。他建立了电路定律。主要成就：（1）测出几种金属的相对电导率；（2）发现导线的长度和横截面成正比时，电导率相同；（3）设计了利用电流通过导线的磁效应引起的磁针偏转而显示电流大小的仪器得到现在闻名的欧姆定律： $I=V/R$ 。 I 为导线上电流， V 为导线两端压差， R 为导线阻值。主要著作：《伽伐尼电路：数学研究》为了纪念他把电阻的单位定为欧姆。

【贝可勒耳】（1852—1908）法国物理学家。其祖父贝可勒耳曾用自制伏打电池从矿物中提取各种物质晶体，被推广到工业上应用，并坚信热、光、化学之间有着密切联系。父亲贝可勒耳在电、磁、光学等方面都有重要成果。发明了磷光计，认为磷光来自某些频率的入射光源。贝可勒耳开始研究光学，后来成为放射性的发现者。主要成就：（1）研究法拉第发现的磁场对平面偏振光的旋转作用；（2）红外光谱研究；（3）晶体对光吸收研究；（4）在研究荧光和X射线关系时，用钾铀酰硫酸盐与照相底板包在黑纸里发现对底片有感光；（5）发现纯铀穿透性辐射强度比钾铀酰硫酸盐高三四倍。并发现这射线不同于X射线，能在磁场中偏转。后经居里夫妇努力发现钍、钋、镭都放射这种射线，叫放射性；（6）断定镭放出的是 β 粒子；（7）发现放射性衰变。发现天然放射性标志着原子核物理开始，因此他和居里夫妇1903年得诺贝尔物理奖。

【菲涅耳】（1788—1827）法国物理学家。1806年毕业于巴黎工

艺学院。主要成就：(1) 一些重要的衍射实验和衍射理论并获法国科学院奖；(2) 以惠更斯原理和干涉原理为基础解释衍射，用定量形式建立了惠更斯-菲涅耳原理；(3) 研制了很多光学实验仪器：双面镜干涉、波带片、菲涅耳透镜、圆孔衍射等；(4) 与阿喇戈一起研究了偏振光的干涉，肯定了光是横波；(5) 发现了圆偏振光和椭圆偏振光，用波动说解释了偏振面；(6) 推出定量的反射定律和折射定律，即菲涅耳公式；(7) 解释了马吕斯的反射光偏振现象和双折射现象，从而建立了晶体光学的基础。

【法拉第】(1791—1867) 英国物理学家、化学家。13岁在一书店当学徒，工余自学化学和电学。并动手做实验，自学成才。他发现电磁感应现象、法拉第电解定律、磁致旋光效应、提出力线和场的概念，主张自然界各种力相互有关，反对超距作用，为麦克斯韦电磁场论打下基础。主要成就：(1) 首创全相分析法；(2) 在奥斯特发现电流能使磁针偏转后他进一步发现通电流的导线能绕磁铁旋转；(3) 发现氯气和其他气体的液化方法；(4) 发现苯，为芳香族化合物的研究和应用开辟了道路；(5) 发现软铁环两边绕两组线圈，一组通电或切断瞬间另一组上产生感应电流，这孕育着变压器的诞生；(6) 发现磁铁和闭合回路导线有相对运动的回路会产生感生电流，这预告了发电机的诞生；(7) 提出磁铁周围有力线的场而向超距作用挑战；(8) 提出两条法拉第电解定律，指出电荷具有最小单位；(9) 用冰桶实验证明电荷守恒原理；(10) 发现电和磁对偏振光有影响，称为磁致旋光效应或法拉第效应。这是人类第一次看到电磁能影响光；(11) “……把辐射看作在力线中所作的一种高级振动……我的观点是排除以太，但并不排除振动”。这是他对于光的振动想法；(12) 发现大多数物

质具有抗磁性；(13) 借助力线概念，对电磁感应现象进行定量研究，归纳出著名的电磁感应定律：确定闭合回路中由于磁通的变化而产生感应电动势的定律。主要著作：《电学实验研究》、《化学和物理实验研究》、《日记》等。法拉第是 19 世纪最伟大的实验物理学家和理论物理学家。他预言了很多后来被证明是正确的物理设想。为了纪念他的成就，在静电学方面定义电容的实用单位为法拉，把电磁感应定律取名为法拉第电磁感应定律。还有法拉第电解定律和法拉第效应等。

【亨利】 (1797—1878) 美国物理学家和科学组织者。13 岁时辍学，曾学演戏、当学徒，并刻苦自学，后进入奥尔巴尼学院。1867 年任美国国家科学院院长。主要成就：(1) 独立地观测到电磁感应现象；(2) 独立地揭示了欧姆定律的意义；(3) 首先发现了自感现象；(4) 发明了电动机、模型电报机和断电器；(5) 发明了无感应线圈；(6) 指导莫尔斯发明第一架实用电报机；(7) 提倡系统地记录全国各地的气象和天气预报；(8) 鼓动科技界支持林肯所领导的正义斗争。为纪念他，电感的实用单位定义为亨利。

【楞次】 (1804—1865) 俄国物理学家和地球物理学家。主要成就：(1) 发现感生电动势阻止产生这一感应的磁铁或线圈的运动，后称楞次定律；(2) 独立于焦耳并更为精确地建立了电流与其所产生热量的关系，后被称为焦耳-楞次定律；(3) 研究比较了不同金属的电阻率，确定了电阻率与温度的关系；(4) 建立了电磁铁吸引力与磁化电流二次方成正比定律；(5) 导出包含电动势和电阻的归一并联电路中电流分布定律，后来基尔霍夫获得更完善定律；(6) 发现并正确解释了大西洋和太平洋赤道南北的海水中含

盐较高，且大西洋比太平洋的高，而印度洋含盐最低。

【哈密顿】（1805—1865） 英国数学家、物理学家。1837—1845年任爱尔兰皇家科学院院长。主要成就：（1）预言光在双轴晶体中传播时将产生锥形折射现象；（2）发展了由达朗伯和拉格朗日等人建立的分析力学；（3）他用具有动力学意义的正则变量（广义动量和广义坐标）代替只有运动学意义的广义速度和广义坐标，将拉格朗日函数和拉格朗日方程变换为哈密顿函数和哈密顿正则方程；（4）提出了最小作用量原理，（哈密顿原理），由它可以导出力学所有的基本定理和运动方程，不仅适用于完整、保守体系，而且可推广到非保守系和非完整系。经典力学理论的哈密顿形式在物理学的其他领域中应用极为广泛，是经典力学向量子力学过渡桥梁；（5）在正则方程基础上建立起哈密顿-雅可比方程，曾是量子力学建立前研究原子力学的主要方法；（6）指出力学和几何光学的运动方程有相似的数学结构，据此后来建立了粒子波动力学。

【迈尔】（1814—1878） 德国物理学家。能量守恒的发现者之一，是热力学和生物物理学的前驱。主要成就：（1）论证了自然力（能量）是不灭的；（2）论证落体力（势能）可以转化为运动（动能）。运动一消失就转化为热，而蒸汽机则把热转化为运动；（3）历史上第一个提出能量守恒定律并计算出热功当量的人；（4）把物理能分为5种：重力势能、动能、热、磁电、化学能；（5）指出太阳能是地球上取之不尽的物理能来源，植物吸收了太阳能转化为化学能。动物摄取植物，通过氧化，把化学能转化为热与机械能。肌肉只是转化能量的工具，它本身在运动中并没有消耗。他

把能量转化概念应用于生物；(6) 认为运动神经起着控制作用。主要著作：《论无机界的力》、《论有机体的运动及它们与新陈代谢关系》。他的观点当时都不被重视，加之孩子夭折，曾跳楼自杀，晚年被肯定，多次得奖。

【焦耳】 (1818—1889) 英国物理学家。提出导体通过电流产生热量定律——焦耳-楞次定律。主要成就：(1) 不论固体或液体，摩擦所生的热量总是与所耗的力的大小成比例；(2) 要产生使一磅水（在真空中称量，其温度在 50—60 华氏度之间）增加 1 华氏度的热量，需要耗用 772 磅重物下降 1 英尺的机械功。这为热运动与其他运动的相互转换，运动守恒等问题，提供了无可置疑的证据；(3) 和汤姆逊发现气体自由膨胀时温度下降现象，被称为焦耳-汤姆逊效应，这效应在低温和气体液化方面有广泛应用；(4) 对蒸汽机的发展作了不少有价值的工作，还第一次算了有关气体分子速度。主要著作：《关于电磁的热效应和热的功值》等。为纪念他将能量或功的单位命名为焦耳。

【傅科】 (1819—1868) 法国实验物理学家，早年学医，后转实验物理学研究。主要成果：(1) 发现光速在空气中比在水中大。但 8 年后才给数值；(2) 用傅科摆测出了地球的自转；(3) 改善了照相术，并用于天文；(4) 实现了惠更斯的锥摆钟——傅科钟，重测了地球转动；(5) 发现日光通过含钠盐碳弧焰的光谱中，在钠光的两条黄线处出现两条黑线，提出弧焰能吸收它发出的光；(6) 发现在磁场中运动圆盘因电磁感应能产生涡电流——傅科电流；(7) 设计了光度计；(8) 创制了偏振仪器；(9) 设计了反射式望远镜的椭球面镜；(10) 创制了定日镜的跟踪装置。1855 年得

英国皇家学会的科普利奖章。1862 年被授予法国荣誉骑士二级勋章。

【斐索】（1819—1896） 法国实验物理学家。曾在法兰西学院攻读光学。1878 年任法国物理学科副主席。主要成就：（1）利用旋转齿轮结构在实验室中测定了光速为 $3.15 \times 10^8 \text{m/s}$ 。这是第一次在地球上测得比较正确的光速数值；（2）用同样装置测得光在水中数值，证实水中光速比空气中小，这在当时对光的波动说本性确定及其战胜微粒说起到判决性作用；（3）测量了运动媒质中的光速，证实了菲涅耳的部分曳引公式；（4）和傅科合作开创了天文照相术，1845 年第一次清晰地摄得了太阳表面像；（5）用分光仪观察了天体光谱，用偏振器独立地发现光的多普勒效应，用其可测定天体的视向速度，因此又称多普勒-斐索效应；（6）预言了光是横波，但因设备不足没得到令人信服的结果；（7）和傅科合作发现太阳红外的不可见辐射并和可见光规律相同；（8）曾测过星体的运行速度和直径。

【亥姆霍兹】（1821—1894） 德国物理学家、生物学家。中学毕业后由于经济困难未能上大学，以服役 8 年的条件公费进了柏林的王家医学科学院，自修拉普拉斯、毕奥、伯努利的数学。1842 年获医学博士。提出世界是物质的，而物质必定守恒观点，在医学、生理学、物理学等学科均有重大贡献。主要成就：（1）第一次以数学方式给出大家已理解的能量守恒定律。主要论点：一切科学都可归结到力学；证明了牛顿力学和拉格朗日力学在数学上是等价的，可以用力所传递的能量或它所作的功来量度力；所有这种能量是守恒的；（2）发展了迈尔和焦耳的工作，讨论了当时

已知的力学的、热的、电学的、化学的各种成果，严谨地论证了各种运动中能量的守恒定律；（3）论证了生理力学和生理光学的关系；（4）发明了至今仍在使用的检眼镜；（5）研究流体力学和涡流，发明亥姆霍兹共鸣器来分离并加强声音的谐音，指出同一频率和同一音强的声音由于倍频的不同而具有不同音色；（6）在解剖学基础上研究了人耳的听觉；（7）由于他的宣传，麦克斯韦的电磁理论才在欧洲引起注意，并导致他的学生赫兹在电磁波研究中的成就；（8）把化学反应中的把只能转化为热的能量叫“束缚能”，把转化为其他形式的能量叫“自由能”。从克劳修斯方程导出早于吉布斯方程——吉布斯、亥姆霍兹方程。主要著作：《力之守恒》、《生理学手册》、《音调的生理基础》、《化学过程的热力学》等。他还一直致力于哲学研究，所以他在哲学、数学、物理学和生物学都获得巨大成就的人。但他受历史条件限制，在哲学上是机械唯物论者。

【克劳修斯】（1822—1888） 德国物理学家，热力学的奠基人之一。1840年入柏林大学。1847年在哈雷大学得数学和物理学的哲学博士。主要成就：（1）首先从焦耳的热功当量出发，提出一个基本定理：在一切只有热产生功的情况下，必有和所产生的功成正比的热量被消耗掉，反之也成立；（2）批判了热质说的两个错误的基本思想。把宇宙中热量是守恒的改为能量是守恒的；把物质内部的热量是物质的状态函数改为与分子组态有关的内功是物质的状态函数；（3）给出理想气体的热力学第一定律表达式；（4）提出热力学第二定律的正确说法：热不能自发地从低温物体向高温物体转移——克劳修斯说法；（5）引进了熵的状态参量，并提出宇宙中熵趋于一最大值；（6）解决了分子速度和气体扩散速

度的矛盾,引入了单位时间的分子碰撞数和平均自由程两概念。主要著作:《力学的热理论的第二定律的另一形式》、《力学的热理论的主要方程之便于应用的形式》等。他不仅开创了热力学,还假定分子有相同的速率还开辟了研究气体的输运现象的道路。

【基尔霍夫】(1824—1887) 德国物理学家。在电学理论上作出了重要贡献。主要成就:阐明了电路中两点间电势差和静电学的电势在物理量纲和单位上的一致性。给出了计算恒流电路网络中电流、电压、电阻关系的两条定律:汇于节点的各支路代数和等于零;沿任一回路环绕一周回到出发点,电势的代数和等于回路各支路电阻(包括电源的内阻)上的电压的代数和。这就是基尔霍夫电路定律;(2)与本生合作创立了光谱分析法,发现了铯和铷;(3)提出了热辐射的基尔霍夫定律:任何物体的发射和吸收本领的比值与物体特性无关,是波长和温度的普通函数;(4)论断太阳光谱中的黑线是大气中元素的吸收结果。天体物理由于光谱分析进入了新阶段;(5)提出热辐射定律和绝对黑体概念是开辟 20 世纪物理学新纪元的关键之一。主要著作:《数学物理学讲义》对德国理论物理学发展有重大影响。

【开尔文】(1824—1907) 19 世纪英国物理学家。原名汤姆孙,由于架设大西洋海底电缆有功,英政府 1866 年封他为爵士后又封为开尔文勋爵。是热力学的主要奠基人之一。在工程应用上有重大贡献。主要成就:(1)发明电像法来解决电学问题;(2)发展了热力学第二定律:“不可能从单一热源取热使之完全变为有用的功而不产生其他影响。”即能量耗散是普遍的趋势;(3)预言温差电效应——汤姆孙效应;(4)焦耳-汤姆孙效应:气体通过各孔塞后

降温，后来成为液化空气工业的重要方法；（5）装设大西洋海底电缆。得到电缆长度平方正比于其中信号减慢速度；（6）发明很多电工仪器：镜式电流计、虹吸计录器可自动计录电报信号。绝对静电计、开尔文电桥、圈转电流计；（7）潮汐分析仪和预报器；（8）对以太提出怀疑；（9）用地面散热预测地球年龄为1亿年；（10）提倡工业、教育、科研结合。主要著作：主要为讲演稿。

【麦克斯韦】（1831—1879）英国物理学家。15岁就发表过数学论文、对电磁场论建立起决定性作用。主要成果：（1）在法拉第电磁感应基础上建立了电磁波理论；（2）建立了完整的电磁场的动力学理论——麦克斯韦方程组，即经典电动力学；（3）把光学和电磁学统一于一体。这是19世纪科学史上最伟大的综合之一；（4）否定超距作用；（5）首次用统计方法得出气体分子的速度分布定律——麦克斯韦速度分布律，并推算出气体的平均自由程；（6）创立了定量色度学；（7）发明了混色陀螺；（8）对电磁学实验方面的贡献。主要著作：《论物理的力线》、《电磁场的动力学理论》、《电磁理论》等。麦克斯韦是运用数学工具来分析物理问题的大师。他的《电磁理论》以简单的数学形式来解答复杂的物理问题，被认为和牛顿的《自然哲学的数学原理》先后映辉。

【马赫】（1838—1916）奥地利物理学家、心理学家、科学哲学家。在维也纳大学学数学、物理和哲学。1860年毕业获博士学位。发现激波，研究超音速。主要成就：（1）发现了物体在空气中高速运动时会发出激波；（2）确定物速和声速的比值——马赫数。后来空气动力学中广泛应用马赫效应、马赫波、马赫角；（3）不仅是实验物理学家还是理论物理学家，他的《力学史评》几乎传遍

世界，对物理学发展产生深刻影响；(4) 他的思想对爱因斯坦建立相对论起到积极作用；(5) 在听觉、视觉和运动感觉方面也获得成功，发现了“马赫带”；(6) 他的科学认识论发展成哲学流派——马赫主义，影响了一些有名的物理学家。主要著作：《功守恒的历史和根源》、《热学原理》、《物理光学》、《力学史评》、《大学生物理学教程》、《中学低年级自然科学教本》等，发表过 100 多篇论文和报告汇编成《通俗科学讲座》。

【吉布斯】(1839—1903) 美国物理学家。19 岁毕业于耶鲁大学。对物理学和数学均有广泛研究，为热力学和统计物理学作出了很大贡献，对统计力学给出了适用于任何宏观物体的最彻底、最完善的数学形式。主要成就：(1) 从对熵这个重要概念理解出发，用系统参数变化表示了系统内能变化，得出了热力学基本方程，把熵也作为热力学坐标，在工业上被广泛应用。后来又把坐标改为 3 个：内能、体积和熵更便于说明热力学平衡；(2) 几乎完全用分析方法，充分发挥了能量和熵在热力学平衡中的作用，并提出化学势概念；(3) 提出了非均匀复相系处于相平衡时的相平衡定律，建立了粒子数可变系统的热力学基本方程；(4) 把热力学扩展到化学、引力和表面张力；(5) 化学势概念和相律导出发展了物理化学，在冶金学、采矿学、岩石学及理论化学中也广泛应用。使许多化工生产提高了效率；(6) 创立了统计系统方法建立起经典平衡态统计力学的系统理论；(7) 采用了正则系综，从正则系综函数可以导出各种势力学函数；(8) 他的统计力学最容易向量子统计过渡。主要著作：《流体热力学的图示法》、《借助曲面描述热力学性质的几何方法》、《论非均匀物质的平衡》、《论统计力学的基本原理》等。他的文章抽象、简练令人难懂，他又性格内向不

善交往，他的工作没受到美国当代人重视，到 20 世纪他的成就的深远意义才显示出来。

【阿贝】（1840—1905） 德国物理学家。靠别人资助上中学、大学。1861 年在耶拿大学获博士学位。主要成就：（1）发现几何光学的“正弦条件”，确定了可见光波段上显微镜分辨本领的极限，现在还是光学设计的基本依据之一；（2）提出波动光学的显微镜二次衍射成像理论，把物面视为复合的衍射光栅，在相干照明下，由物面二次衍射成像。这是激光的光学变换理论中的基础理论之一；（3）制成测焦计；（4）制成阿贝折射计；（5）制成快速测定玻璃色散的分光仪、数值孔径计、高度计和比表仪等；（6）与肖托合作制成整个可见光区的复消色差镜头；（7）改进了一些天文光学仪器。

【瑞利】（1842—1919） 英国物理学家。原名斯特拉特，幼年体弱多病，20 岁入剑桥大学，研究工作几乎遍及经典物理各个领域。1905—1908 年任皇家学会会长。主要成就：（1）他的《声学原理》为近代声学奠定了基础；（2）导出分子散射公式——瑞利散射定律来解释天空为什么是兰色的；（3）第一个给光学仪器的分辨率给出明确定义，对光谱学的研究起了重要作用；（4）重新确定欧姆、安培和伏特三个量；（5）发现声表面波——瑞利波，即声波在弹性固体中传播时有一种弹性波集中于表面附近；（6）发现空气中含有氦气。为此和欧拉齐得 1904 年诺贝尔物理学奖；（7）给出热辐射公式——瑞利—金斯公式。为量子论出现准备了条件；（8）对声光相互作用、机械运动模式、非线性振动及整个物理学发展都有影响。主要著作：《声学原理》等 400 多篇。

【玻耳兹曼】(1844—1906) 奥地利物理学家，统计物理学的奠基人之一。1863年入维也纳大学。1866年获博士学位。主要成就：(1) 发展了麦克斯韦的分子运动论，证明了在有势的力场中处于热平衡态的分子速度分布定律——麦克斯韦—玻耳兹曼分布定律；(2) 给出气体从不平衡到平衡的过程表达式——玻耳兹曼表达式；(3) 提出在趋向平衡的过程中熵的增加只是最可几的，而不是绝对的。并指出在一定的宏观条件下，可以从不同分布的相对数目计算出它们的几率。此后不久他给出了熵 S 同宏观态所对应的可能的微观态数目 W 的关系： $S = K \ln w$ ， K 为玻耳兹曼常数。；(4) 用热力学第二定律证明出： $\mu = \sigma T^4$ 。式中 μ 为空腔辐射的辐射密度， σ 为普通常数， T 为绝对温度。对普朗克的黑体辐射有很大启发；(5) 用实验证明了麦克斯韦的“物质的折射率是它的相对介电常数和磁导率乘积的二次方根。并证实了在各向异性介质中不同方向的光速是不同的；(6) 由于他的研究使人们认识到不可逆性和具有时间反演不变性的牛顿力学有不可调和的矛盾。

【伦琴】(1845—1923) 德国实验物理学家。1869年获苏黎世大学博士学位。发现 X 射线而获得巨大荣誉。主要成就：(1) 在物理学许多领域进行实验研究：电介质在充电的电容器中运动时的磁效应、气体的比热容、晶体的导热性、热释电和压电现象、光的偏振而在气体中的旋转、光与电的关系、物质的弹性、毛细现象等；(2) 发现 X 射线——伦琴射线。在进行阴极射线的实验时，注意到放在射线管附近的氰亚铂酸钡小屏上发出微光，他深入研究，确定这微光是由于射线管中发出某种不知道的射线所致。后来他

用这种光拍摄了他夫人手骨的照片，证明这种光有穿透性，也是人类发现的第一种所谓穿透性射线。1901年诺贝尔奖第一次颁发，伦琴获得物理学奖。

【迈克耳逊】(1852—1931) 美国物理学家。1923—1927年担任美国科学院院长。主要成就：(1) 测得光速为 $299,798 \pm 4 \text{ km/s}$ ；(2) 用他研制的迈克耳逊干涉仪来测地球相对于以太的运动，精度达 2.5×10^{-10} ，实验结果是一个重大的否定，动摇了经典物理中的以太论，促进爱因斯坦建立狭义相对论；(3) 首先倡导用光波波长作为长度基准。1893年他用镉的红线 $6438.4694 \text{ \AA}$ 为标准校准米尺，这个基准一直用到1960年；(4) 他用自己干涉仪测量了恒星参宿四的直径为太阳的300倍。这是人类第一次测量恒星的尺寸。1907年他获得了诺贝尔物理学奖。

【卡曼林—昂尼斯】(1853—1923) 荷兰物理学家。1879年获格罗宁根大学博士学位。主要成就：(1) 液化氢气成功；(2) 液化了永久是气体的氦气；(3) 发现纯水银在 $4.22\text{—}4.27 \text{ K}$ 时电阻消失，接着又发现一些金属也有这样现象，他把这现象叫超导电阻，开辟了一个新的物理领域；(4) 发现超导的临界电流和临界磁场；(5) 希望研制超导强磁场。由于低温物理的杰出贡献，1913年获诺贝尔物理奖。

【洛伦兹】(1853—1928) 荷兰物理学家。1875年获莱顿大学的博士学位。1911—1927年任索尔维物理学会议的固定主席。他在物理上最突出贡献是电子论。主要成就：(1) 在博士论文中就把光的电磁理论与物质的分子理论结合起来，这是他后来电子论的

根源；(2) 提出普通物质的分子都含有带电的谐振子，导出了分子折射率的公式——洛伦兹—洛伦茨公式；(3) 提出电子论，认为一切物质的分子都含有电子，阴极射线的粒子就是电子，电子是很小的有质量的刚球；(4) 提出了著名的洛伦兹公式：在运动方向上长度收缩因子为 $\sqrt{1-V^2/C^2}$ 。 V^2 为物质运动速度， C 为光速；(5) 解释了塞曼效应（用电子论作定量解释）；(6) 给出了著名的洛伦兹变换公式，即狭义相对论中两个相对作匀速运动的惯性系之的坐标变换。1902 年和塞曼一起得诺贝尔物理奖。

【汤姆逊】（1856—1940） 英国物理学家，电子的发现者。父去世早，靠奖学金维持学业。主要成就：(1) 发现了电子。他测量了阴极射线管的“微粒”速度比光速小 2 个数量级，荷质比要比氢离子的荷质比大 2000 倍，而且不受管中气体种类和阴极材料种类的影响，他指出这种带负电的粒子是一切原子的基本成员之一，后人叫电子；(2) 后来他发现用紫外线照时发出的光电子、碳丝受热发出的热电子荷质比也相同，更坚信了上述认识；(3) 发明了质谱仪，可区别氦放电管中的 20 和 22 两种氦离子。电子是人类所认识的第一种基本粒子，它把我们带进了认识物质结构的新层次，打破了原子不可分说，揭示了原子还有结构，这就是汤姆逊的伟大贡献。他还是一个好教育家，他的学生有七人获诺贝尔奖金，22 人获英国皇家学会会员资格。他的儿子汤姆逊（1892—1975）受他的熏陶下，也成为一位著名的物理学家。1922 年他把杨的光干涉实验与他的电子被原子散射实验结合起来，先后发现电子被赛璐璐和几种金属箔单晶衍射现象，他从衍射环直径计算出波长，发现电子的动量与波长间的关系与德布罗意物质波理论预言的一致。证实了电子波动性，为此 1937 年与美国戴维森共同

获诺贝尔物理奖。

【赫兹】（1857—1894）德国物理学家。1880年获柏林大学博士学位。主要成就：（1）在研究电磁理论时证明麦克斯韦方程组同所有电动力学的物理假设一致；（2）证实了电磁波的存在。在一次放电实验中，他发现近旁的一未闭合线圈出现火花，引起他的注意，于是在一黑屋中，他用一个未闭合的感应线圈的电路在闭合时产生电振荡，再用一未闭合的线圈作探测器，每当闭合振荡器后，他就看到探测器气隙中有电火花。他指出这是因探测器接受到振荡器的电磁；（3）他把探测器移到教室的不同位置，测出了电磁波的波长。他用波长算出振荡器的频率，又算出电磁波的速度，后来测定波速等于光速；（4）发现了光电效应把光与电联系起来；（5）实验证明电磁波与光波一样有折射、偏振、衍射、干涉、可聚焦、导电障碍物后有阴影，等相同性质。主要著作：《旋转导体电磁感应》、《力学原理》等。为纪念他把频率单位命名为赫兹。

【普朗克】（1858—1947）近代德国物理学家，量子论的奠基人。1879年获慕尼黑大学博士学位。主要成就：（1）认为深入研究熵将会掌握物理和化学平衡的一切规律；（2）首先提出了量子论，在此基础上用普朗克公式解决了19世纪末经典统计物理学在研究黑体辐射时遇到的巨大困难，突破经典物理，开创了量子物理新纪元；（3）提出普朗克假设；（4）是首先支持爱因斯坦的物理学家。主要著作：《热辐射理论》、《理论物理学导论》、《讲演与回忆》、《论文和演讲集》。1918年因量子论获诺贝尔物理奖。

【居里, P.】(1859—1906) 16岁进巴黎大学。主要成就: (1) 与其兄 J. 居里发现晶体的压电现象; (2) 研制了一台十分精密的居里-谢诺佛扭秤; (3) 提出居里定律: 顺磁体的磁化率正比于其绝对温度; (4) 与夫人 M. 居里一起发现了钋和镭两种放射性元素。1903年因发现钋和镭与 M. 居里和贝可勒耳共享诺贝尔物理奖。为纪念他后人把铁磁性转变为顺磁性的温度定义为居里点。

【居里夫人, M.】(1867—1934) 1891年进巴黎大学学习。1903年获博士学位。是第一位两次获诺贝尔奖的人。主要成就: (1) 同她丈夫 P. 居里一起用化学分离与分析法发现了放射性元素钋和镭。此方法奠定了放射性化学的基础; (2) 提炼出纯镭; (3) 第一次世界大战期间与女儿一起用 X 射线为伤兵做医疗诊断; (4) 创建了一个核物理和放射性化学主要研究所。由于她长期从事放射性工作, 得了恶性贫血 (白血病) 为科学而献身。当她发现第一种放射性时就以祖国波兰的第一音节命名为钋, 体现了爱国主义精神。1903年因发现钋和镭与居里及贝可勒耳共同获得诺贝尔物理奖。1911年又因发现钋、镭和提炼出纯镭得诺贝尔化学奖。

【约里奥-居里夫妇】P. 居里和 M. 居里的女婿 (I. 约里奥-居里, 1897—1956) 和女儿 (F. 约里奥-居里, 1899—1958)。最主要成就是发现了人工放射性。主要成就: (1) 他们用钋的 α 打击铝箔, 发现移去钋后, 铝箔仍有随时间指数衰变的放射性。后者是 α 打铝箔中的铝⁽²⁷⁾放出一中子变成磷⁽³⁰⁾, 磷⁽³⁰⁾又放出一正电子形成的放射性; (2) 他们还发现其他一些由 α 粒子轰击产生的人工放射性同位素, 开创了人工生产同位素的新领域, 推动了近代物理的高速发展; (3) 对中子的发现和核裂变现象的发现都作出了积极的贡

献；(4) 是反法西斯的战士；(5) 战后为法国的原子能事业和原子能研究中心建立作出贡献。约里奥-居里是法国共产党中央委员会委员。约里奥-居里和她母亲一样由于放射性工作引起白血病献生于科技事业。1935 年夫妻一起获诺贝尔化学奖。

【勒纳】(1862—1947) 德国实验物理学家。1886 年获海德堡大学的博士学位。主要成就：(1) 在赫兹影响下从事阴极射线的研究。制成带有铝箔窗的阴极射线管；(2) 根据阴极射线被物质吸收的事实，提出原子的有效质量集中在中心的很小部分的结论，这和后来卢瑟福的有核原子模型一致；(3) 发现光电效应的重要性质：光电子数目随光的强度而增加，可是光电子和动能只与光的频率有关，与光的强度无关。这在爱因斯坦的光量子后才得到解释。1905 年因阴极射线的研究成果得诺贝尔物理奖。勒纳是个种族主义者和排犹主义者，1924 年就追随希特勒，后成为纳粹在物理界代理人，鼓吹“德意志物理学”。

【布拉格父子】W. H. 布拉格 (1862—1942)，W. L. 布拉格 (1890—1971)。英国物理学家，主要贡献在 X 射线晶体学方面，并将 X 衍射理论和技术应用到无机化学、有机化学、土壤学、金属学、生物学等。1915 年父子共同获得诺贝尔物理奖。他们从理论到实验证明了晶体结构的周期性与几何对称性，奠定了 X 射线谱学和 X 射线作结构分析的基础，从而为深入研究物质内部结构开辟了可靠途径，并推动了生物学、金属学、土壤学的发展。

【威耳逊】(1869—1959) 英国物理学家。1896 年获剑桥大学博士学位。主要成就：(1) 发现带电粒子穿过云室在其电离的轨迹

上会生成一个个小水滴；(2)用云室拍下了 α 和 β 粒子穿过的径迹照片；(3)把云室推广到全球，在宇宙线研究中取得重要成果。主要著作：《雷云电的理论》。1927年因云室工作得诺贝尔物理奖。

【卢瑟福】(1871—1937) 英国物理学家。1925年当选为英国皇家学会主席，1931年受封为纳尔逊男爵。学术成就：(1)早年研究电磁波的发射和接收；(2)发现铀中有穿透力弱的 α 和穿透力强的 β 两种辐射；(3)和索迪合作提出放射性原子可以通过放出 α 或 β 变成另一种元素的原子。这一重元素自发蜕变理论立即轰动全世界；(4)提出用放射性估算地球年龄；(5)从 α 的荷质比得出它是氦离子；(6)从 α 大角散射认识到原子质量集中在半径为 10^{-12} 米的核上，核带正电，周围是带负电的电子；(7)用天然 α 粒子从氮原子核中打出质子，这是人类第一次实现改变化学元素的人工核反应；(8)预言重氢子和中子存在。主要著作：《放射性的原因和本质》、《放射性变化》、《从放射性物质发出的辐射》。1908年因放射性成果得诺贝尔化学奖。因原子核型模的成功被称为原子物理之父，人工核反应打开了原子核物理的大门。

【迈特纳】(1878—1968) 奥地利和瑞典的物理学家，1906年获维也纳大学博士学位。主要成就（都是与放射化学家哈思合作的）：(1)发现放射性同位素铋和镭；(2)研究 β 衰变导致泡利提出中微子；(3)发现铀的核裂变，并预言一个铀核可裂变成一个钡核和一个氪核同时释放出200兆电子伏能量，比普通物质燃烧放出的化学能要大几百万倍。核裂变和随后的链式反应的发现，为核能的发现开辟了道路，开辟了人类利用原子能的时代。

【爱因斯坦】（1879—1955） 美国物理学家。20 世纪最伟大的自然科学家，物理学革命的旗手。1901 年取得瑞士国籍，并在专利局当技术员，利用业余时间开展科研。1905 年获苏黎世大学的博士学位。主要成就：（1）1905 年的半年中用 8 小时外业余时间在这 3 个领域作出 4 个有划时代意义的贡献：光量子论（把普朗克的量子概念扩充到光在空间中的传播），提出光的波粒二重性，这是整个微观世界的最基本特性。用光量子概念轻而易举地解释了光电效应；分子运动论；创新纪元的狭义相对论：否定了经典物理中的绝对时间、绝对空间和以太论，利用伽利略力学运动相对性和光速不变性加上洛伦兹的不同惯性系之间的变换把力学和电磁学在运动学基础上统一起来；质能相当性；（2）量子论的进一步发展：把量子论扩展到物体内部振动上；把光量子应用于光化学；辐射的吸收和发射过程的统计理论是激光技术的理论基础；单原子分子的量子统计理论；（3）广义相对论：普遍协变的引力场方程；（4）提出引力波的存在，并在 1974 年发现的射电脉冲双星 PSR1913+16 的周期变化的 4 年连续测量，证实了引力波存在；（5）用广义相对论的结果来研究整个宇宙的时空结构。开创了宇宙学；（6）提出统一场论的设想把引力场和电磁场统一起来而且要把相对论和量子论统一起来；（7）反对军国主义，反对使用原子弹。主要著作：《分子大小的新测定法》、《关于光的产生和转化的一个推测性的观点》、《关于辐射的量子理论》、《引力场的方程》、《狭义与广义相对论浅说》、《广义相对论的基础》。1921 年由于他的光电效应定律发现获得诺贝尔物理奖。人们认为他是近代科学的领袖和旗手。

【约非】（1880—1960） 原苏联物理学家。1905 年获慕尼黑大学

博士学位。毕生从事固体物理研究。主要成就：(1) 电解质的导电机制和晶体强度方面工作；(2) 指出半导体材料是电子技术的新材料；(3) 他的有关半导体中的两种载流子和它们的迁移率的研究开辟了人们对 N 型和 P 型半导体研究方向；(4) 研究半导体的光电转换以及半导体的致冷。主要著作：《晶体物理学》、《电子半导体》、《近代物理中的半导体》等。

【夫兰克】(1882—1964) 德国物理学家。1907 年获柏林大学博士学位。1933 年为反对希特勒移居美国。主要成就：(1) 最早用实验证实玻尔的原子定态假设；(2) 和赫兹一起用电场加速由热阴极发出的电子并与管中汞蒸汽原子碰撞，观察到汞原子的跃迁发射谱线。并发明电子失去能量只能是一系列分立值，证明原子的能级是分立的，说明了原子的量子理论；(3) 阐明了分子间力与分子光谱的关系，提出分子中的电子跃迁远比分子振动迅速；由此导出夫兰克-康登原理。1925 年与夫兰克和赫兹同获诺贝尔物理奖。

【玻尔】(1885—1962) 丹麦物理学家。1911 年获哥本哈根大学博士学位。主要成就：(1) 提出了原子定态、量子跃迁等概念，推动量子力学的形成；(2) 提出了“对应原理”是从经典理论通向量子理论的桥梁，后来成了海森伯矩阵力学的前奏，并可很好解释各种元素的光谱和 X 射线谱、光谱线的塞曼效应和塔斯克效应、原子中电子分组和元素周期表，甚至分子的形成；(3) 认为微观客体的“粒子性”和“波动性”是又互斥又互补的两个方面；(4) 提出原子核的液滴模型和复合模型，至今还在应用；(5) 对重核裂变给出更详细的看法，预言由慢中子引起的裂变是铀—235

而不是铀—238。主要著作：《论原子结构和分子结构》等 1922 年由于他的“对应原理”获得诺贝尔物理奖。他的四子 A. 玻尔，1922 年生，由于发现原子核中集体运动和个体粒子的联系，发展了核结构理论，与莫特森、雷恩沃特共同获得 1975 年诺贝尔物理奖。

【薛定谔】（1887—1961）奥地利理论物理学家。1910 年获维也纳大学博士学位。是波动力学的创始人。主要成就：（1）写出有关气体和反应动力学、振动、点阵振动的力学和统计力学方面论文；（2）解释了色盲问题；（3）提出了对应于波动光学的波动力学方程，奠定了波动力学基础；（4）给出非相对论性波动方程——薛定谔方程来处理电子，结果和氢原子光谱的精细结构相符；（5）研究波动力学的应用及统计诠释，新统计力学的数学特征以及它与通常的统计力学的关系等；（6）对波场作相对论处理；（7）分子生物学先驱。他给出了量子力学的基本方程，反映了微观系统的状态随时间的变化。薛定谔方程只要给出状态的初始条件，就可以求出微观系统的状态波函数。主要著作：《波动力学论文集》、《生命是什么？——活细胞的物理面貌》等。1933 年同狄拉克共同获得诺贝尔物理奖。

【拉曼】（1888—1970）印度物理学家。1934 年创建了印度科学院。由于声学方面成就被选英国皇家学会会员。主要成就：（1）弦的振动和乐器理论研究；（2）用爱因斯坦-斯莫卢霍夫斯基的涨落理论解释海水为什么是蓝色；（3）在他领导下雷马内森在观察液体散射光时，发现有强度很弱的相对于激光谱线有位移的二次辐射，经验证肯定当单色光定向地通过透明物质时散射的光中还含有一些弱光，其谱线位移是一恒量。称为拉曼效应。这谱线位移

反映了散射分子所吸收的能量，证实了斯梅卡尔的理论预言；(4) 液体中超声波对光的散射；(5) 金刚石受紫外线激励而发光，并非由于杂质和缺陷；(6) 还研究过视觉生理问题。1930 年因发现拉曼散射获诺贝尔物理奖。

【查德威克】(1891—1974) 英国实验物理学家。1911 年毕业于曼彻斯特大学。1927 年当选为英国皇家学会会员，1945 年被封为爵士。主要从事原子核物理的实验研究，是卢瑟福的学生和密友。主要成就：(1) 学生时就首先发现 β 射线谱是连续的；(2) 用铂、银和铜核对 α 散射，直接测出原子核的电荷，证实了卢瑟福的核结构理论及核电荷数与原子序数相等结论；(3) 最大贡献是发现了中子。1930 年博特用氦核轰击铍靶观察到一种穿透力很强的射线(当时叫铍射线)；其后居里夫妇用这种射线打石蜡和其他含氢物质能得到强质子流，虽认为这射线是 γ ，但不知为什么能得到强质子流；查德威克也在做铍辐射研究，敏锐地认识到这种射线是卢瑟福 1920 年预言的中子辐射，最终证实是中子。1935 年为发现中子获诺贝尔物理奖。中子的发现进一步肯定了核结构，还找到改变核的子弹，促进了核裂变研究和原子能利用。

【德布罗意】(1892—1987) 法国物理学家。1924 年获巴黎物理学博士学位。1942—1962 年任法国科学院院长任秘书长。主要成就：(1) 受光是电磁波并能能量是量子化的启发，提出具有动量 P 和能量 E 的物质客体如电子等，都有波动性： $V = E/h$ ， $\lambda = h/P$ ，式中 V 为波的频率、 λ 为波长、 h 为普朗克常数。这两个假设建立了波动力学基础。粒子的波动性被汤姆孙和戴维证实。1929 年因他的粒子波动性获诺贝尔物理奖。波、粒二重性是微观世界的普遍规

律，是量子力学的基础。

【康普顿】（1892—1962） 美国物理学家。1916年获普林顿大学的博士学位。主要贡献：（1）用实验确定 X 射线的强度与散射角度关系，给出电子半径为 $1.85 \times 10^{-10} \text{cm}$ ；（2）预料铁磁性起源于电子的内禀磁矩并被学生证实；（3）发现 X 射线被晶体散射后出现比原波长增大的波——康普顿效应。并用光子和自由电子碰撞理论解释了这效应；（4）在宇宙线实验中又发现反康普顿效应，即高能电子碰到低能光子产生高能光子，光的波长变短。这在天体物理中有重要意义，它是宇宙 X 射线来源。1927 年因康普顿效应和威尔逊同获诺贝尔物理奖。主要著作：《X 射线和电子》、《X 射线的理论和实验》等。康普顿实验不仅证实了光的波粒二重性，也证实微观世界中动量和能量守恒原理。

【玻色】（1894—1974） 印度物理学家。1915年毕业于加尔各答大学。1949—1950 年任印度国家科学院主席，1958 年当选为英国皇家学会会员。主要成就：主要贡献是建立了一种量子统计——玻色统计。证明普朗克公式可以从爱因斯坦量子学模型导出。受到爱因斯坦高度重视，把玻色统计推广到静止质量不为零、粒子数不变的系统上，建立了量子统计中二种统计方法之一的玻色-爱因斯坦统计。服从这种统计的粒子自旋等于整数，如光子、介子等。主要著作：《普朗克准则和光量子假说》。后来为了纪念他，把整数自旋的粒子叫玻色子（ $\frac{1}{2}$ 整数倍自旋的叫费米子）。玻色子组成的系统的波函数是对称的。

【卡皮查】(1894—1984) 原苏联物理学家。1918年毕业于彼得堡工学院, 1921—1934年在英国剑桥大学。主要成就: (1) 发明了脉冲强磁场技术; (2) 活塞膨胀机型氦液化机; (3) 发现大多数金属电阻随磁场强度线性上升——卡皮察线性定律; (4) 发现液态氦的超流动性——低于 2.17K 后液氦流速与压力和摩擦力无关; (5) 发现当热流经过固体与超流氦的界面时有一个不连续的跃变——卡皮察热阻; (6) 发明两种高功率微波发生器。

【塔姆】(1895—1971) 原苏联物理学家。1918年毕业于莫斯科大学。主要成就: (1) 先后建立了固体中光散射的量子理论和光被电子散射理论, 金属中的光电效应理论; (2) 在理论上证明了晶体表面存在着电子特征状态的可能性——塔姆能级。可用来解释晶体中的不同表面效应; (3) 与夫兰克解释了切伦科夫辐射; (4) 提出了处理核子相互作用的近似法。著作有《电学原理》(1929—1966年共印行8版)。1958年和夫兰克分享诺贝尔物理奖。

【布莱克特】(1897—1974) 英国物理学家。1921年毕业于剑桥大学。1965—1970年任英国皇家学会主席。被封为终身贵族。主要成就: (1) 改进威耳逊云室和摄像技术, 拍下 α 粒子轰击氮核后被俘获, 氮-14 变成了氧-17, 验证了卢瑟福发现的人工轻核嬗变现象; (2) 用创制的自动计数器控制云室发现了正负电子成对产生过程, 证实了安德森发现正电子, 推动核物理和宇宙线物理; (3) 创建了射电天文学。对雷达技术发展和运用发挥了重要作用; (4) 反潜艇工作的贡献; (5) 古磁学的研究, 为地质学上的大陆漂移理论提供了新的证据; (6) 对管理科学、对科学与技术 and 工

业的密切联系在理论上与实践上都作出贡献。1948年因改进云室获诺贝尔物理奖。

【西拉德】(1898—1964) 美国物理学家, 1922年获柏林大学博士学位。1933年因犹太血统被希特勒迫害去英国, 1938年又去美国。主要成就: (1) 1934年同查耳默斯共同发现西拉德—查耳默斯效应, 提出分离同位素的新方法; (2) 1934年具备了链式反应概念; (3) 20世纪末和爱因斯坦一起作出很多重要发明。他设计的比较先进的加速器参与核裂变研究, 1945年和费密共同建造第一座原子反应堆, 获专利权; (4) 1946年后改搞生物物理和放射性生物学; (5) 和爱因斯坦等人一起反对使用原子弹。主要著作: 《西拉德文集: 科学论文》。

【伦敦】(1900—1954) 1900年3月7日生于波兰弗罗茨瓦夫。1921年慕尼黑大学哲学博士。后跟索末菲学习理论物理。以后又随玻色、薛定谔学习。主要成就: (1) 光谱学和化学键的量子力学理论, 后来海特勒发表氢分子共价键的量子力学解释就用海特勒-伦敦方法。这标志着近代量子化学的开始, 是量子多体理论中的基本方法; (2) 1933年和弟弟H. 伦敦被纳粹排犹而逃往英国, 兄弟俩建立的超导体的电动力学方程, 成功地解释了超导体一系列的奇特的电磁性质; (3) 他们还研究了超导体的表面能, 提出了判别第一类和第二类超导体的根据; (4) 他们对液态氦的相变等问题也作出过贡献; (5) 弟弟H. 伦敦还提出 ^3He - ^4He 稀释致冷机的原理, 使这种致冷机的温度达4.5—60mK, 是目前广泛使用能获得最低温度的一种致冷机。为纪念他们兄弟贡献, 历界国际低温会议都颁发伦敦奖。并把他们的方程命名为伦敦方程。

【泡利】（1900—1958） 瑞士籍奥地利物理学家。1921年获慕尼黑大学博士学位。1935年为躲避法西斯迫害逃往美国。主要贡献：（1）提出微观世界普遍遵守的不相容原理——泡利不相容原理：对于完全确定的量子态来说，每一个量子态中不可能存在多于一个粒子；（2）利用量子力学理论处理了 $h/2$ 自旋问题，引入了二分量波函数的概念和著名的泡利自旋矩阵；（3）认识到只有自旋为半整数的粒子（费米子）才受不相容原理的限制，确立了自旋统计关系；（4）指出了自然规律的洛伦兹协变性必然导致 CPT 不变性的成立；（5）和海森伯一起提出关于场的正则量子化方法；（6）提出中微子概念是一历史性功绩。解决了 β 衰变中角动量和能量不守恒问题。特别在弱衰变中显出中微子作用。主要著作：《数学科学百科全书》、《波动力学的普遍原理》等。他在近代物理很多领域中做了开创性工作。

【费米】（1901—1954） 美籍意大利物理学家。1922年获比萨大学博士学位。对统计物理、原子物理、原子核物理、粒子物理、中子物理都有重要贡献。在他领导下建成了世界上第一座原子核链式反应堆。主要成就：（1）根据泡利不相容原理，提出电子、质子、中子都服从这原理，这对认识物质结构有重要意义。后称为费米-狄拉克全同粒子的统计法；（2）提出原子的结构模型，称为托马斯-费米模型；（3）提出了 β 衰变理论，成功地解释 β 衰变的许多特点。70年代发展成为电弱统一理论。把费米看成是开创人；（4）发现中子核反应并用中子轰击原子核得到 60 多种新人工同位素，并发现许多元素用慢中子更有效；（5）1942年12月2日在芝加哥大学建成第一个反应堆。后参加原子弹研制；（6）发现第一

个核子共振态。1938年因中子核反应得诺贝尔物理奖。是20世纪少有在几个领域都有重大贡献的物理学家。

【海森伯】（1901—1976） 德国物理学家。量子力学矩阵力学创始人。1923年获慕尼黑大学博士学位。主要成就：（1）提出量子力学的第一种表达式：矩阵力学；（2）提出测不准关系，它和波色的波函数几率解释一起奠定了量子力学诠释的物理基础；（3）利用量子力学解释原子光谱、分子光谱及铁磁现象；（4）和泡利一道为量子场论的建立打下基础；（5）发现中子后提出原子核由质子和中子组成，它们是同一粒子的两种不同状态，这正是粒子同位旋理论的先驱；（6）从宇宙线和加速器发现的粒子中总结出：“它们不过是同一物质层次的不同特殊状态。”1932年因量子力学获诺贝尔物理奖。主要著作：《量子论的物理原理》、《原子核物理》、《严密自然科学基础的变化》、《物理学和哲学》、《部分与整体》等。

【狄拉克】（1902—1984） 英国理论物理学家。1926年获剑桥大学博士学位。1930年被选为英国皇家学会会员。主要成就：（1）在研究生时就提出了量子力学的一种数学形式，成为量子力学创始人之一；（2）发现用反对称函数表示全同粒子系统的量子统计法则：费米-狄拉克统计；（3）首先提出二次量子化理论，为建立量子场论找到一个出发点；（4）提出电子相对论运动方程——狄拉克方程。很自然解释电子和自旋为 $\hbar/2$ ，论证了电子磁矩存在。深远影响是赋予真空以新的物理意义并预示了正电子存在并预言了正负电子对的湮没和产生（他认为电子“空穴”相当于一个正电子）此后物质真空的研究成了量子场论的重要课题之一；（5）提

出量子力学的变换理论——表象理论；(6) 从电子电荷量子化预言磁单极子存在,但至今没找到。主要著作:《量子力学原理》。1933年因量子力学获诺贝尔物理奖。

【库尔查托夫】(1903—1960) 原苏联物理学家。1934年获物理学博士。主要成果:(1) 研究电介质物理学。对晶体的电特性研究作出重大贡献;(2) 领导建造苏联加速器;(3) 发现人工核素的同质异能现象;(4) 研究重核裂变和链式反应;(5) 研制出一种反磁性水雷装置;(6) 建成欧洲第一个原子反应堆;(7) 成功研制出苏联第一颗原子弹、氢弹;(8) 指导设计世界第一个核电站。

【鲍威尔】(1903—1969) 英国物理学家。1927年获剑桥大学博士学位。1949年当选为英国皇家学会会员。主要成就:(1) 研制出高灵敏度的乳胶片;(2) 在2800米山顶用宇宙线在此乳胶片看到 $\pi^\pm$;(3) 看到 π 介子衰变成 μ 和中微子;(4) 用上方法发现K衰变。主要著作:《照片中的核物理》、《用照相法研究基本粒子》、《鲍威尔论文选》等。1950年因发现 π 介子获诺贝尔物理奖。

【伽莫夫】(1904—1968) 美籍苏联物理学家。1934年去美国。主要成就:(1) 提出核 α 衰变理论;(2) 建立 β 衰变中的伽莫夫-泰勒选择定则;(3) 首先提出发展化学元素的天体起源的基本思想;(4) 提出热大爆炸学说,预言宇宙中存在着微波背景辐射,为标准的大爆炸宇宙论打下基础;(5) 提出生物学中遗传密码的重要概念。

【奥本海默】(1904—1967) 美国理论物理学家和科学组织家。第一颗原子弹的负责人、称之为“原子弹之父”。1927年获格丁根大学博士学位。主要成就：(1) 在原子核理论、量子场论等方面都有贡献；(2) 指出过狄拉克电子理论中的“空穴”不是质子而是与电子相同带正电的新粒子；(3) 预言中子星的质量上限——奥本海默极限；(4) 根据广义相对论提出黑洞理论；(5) 领导研究、设计美国首批原子弹。后反对美国制造氢弹，主张和平利用原子能。

【莫脱】(1905—) 英国物理学家。1927年获剑桥大学硕士学位、1936年选为英国皇家学会会员。主要成就：(1) 在金属导体、离子晶体、半导体等方面做出很多有影响的工作；(2) 以鲜明的物理图像，从理论上阐明固体物理现象，对现代固体物理发展有重要影响；(3) 作重研究晶体缺陷及其对力学性质的影响；(4) 发展无序体系及非晶态物质的电子论，有力地推动了非晶态物质研究。1977年同安德森、范扶累克共同获诺贝尔物理奖。主要著作：《原子碰撞理论》、《金属与合金性质的理论》、《离子晶体中的电子过程》、《非晶态物质的电子过程》等。

【朝永振一郎】(1906—1979) 日本理论物理学家。1937年留学德国，在海森伯领导下研究原子核理论和量子理论。1939年回国接受东京大学的博士学位。主要成就：(1) 研究雷达技术中的磁控管理论；(2) 重要贡献是以他的超多时理论为基础，提出著名的重正化方法，可以成功地解释兰姆移位和电子反常磁矩，开辟了量子电动力学中发散困难，对以后理论发展产生了深远影响；(3) 提出了高密度极限的多费米子体系的一维模型。1965年因重

正化方法与施温格、费因曼共同获得诺贝尔物理奖。主要著作：《分割阳极磁电管理论》、参加编著《理论物理进展》等。

【贝特】(1906—) 美籍德国物理学家。1928年获慕尼黑大学博士学位,1935年转去美国。1954年选为美国物理学会会长。主要成就:(1)电子衍射理论(博士论文),至今仍有重大价值;(2)晶体中能级劈裂,指出对称电场对能级的影响;(3)澄清了核力理论、核结构理论及核反应理论中的一些问题;(4)最大贡献是提出太阳能源可能来自它内部的氢核聚变成氦核的热核反应;(5)最早用重正化理论计算了兰姆位移;(6)提出了贝特-萨耳波特方程,在轻核理论、介子理论和合金的有序和无序态理论等方面也有贡献;(7)参加美国原子弹设计;(8)反对使用原子弹;(9)计算中子星内有质量分布,给出其最大质量为太阳的2倍。主要著作:《原子核物理学》等。1967年因太阳能源可能来自氢核聚变获诺贝尔物理奖。

【汤川秀树】(1907—1981) 日本物理学家。1929年毕业于京都大学。主要成就:(1)核力的介子场理论,预言作为核力及 β 衰变媒介存在新的粒子——介子;(2)提出核力场方程和核力势——汤川势表达式。质子和中子通过交换介子互相转换,核力量是一种交换介子的相互作用,后来鲍威尔在宇宙线中找到了 π 介子;(3)非定域场理论。1949年因预言介子存在获诺贝尔物理奖。喜欢中国的《庄子》。有些思想来自《庄子》。

【朗道】(1908—1968) 原苏联理论物理学家。14岁进巴库大学,18岁发表双原子光谱理论,19岁获博士学位。21岁出国深造:德

国、瑞士、英国、丹麦。1931年回国。主要成就：(1) 引入量子力学的密度矩阵概念；(2) 金属抗磁性的量子理论；(3) 二级相变理论；(4) 铁磁体的磁畴结构和反磁性的解释；(5) 超导电性混合态理论；(6) 原子核的统计理论；(7) 液态氦 II 超流动性的量子理论；(8) 真空对电荷的屏蔽效应理论；(9) 费米液体的量子理论；(10) 弱相互作用的复合反演理论；(11) 推测恒星坍缩的质量；(12) 理论上预言等离子体静电振荡中不是由于碰撞引起的耗散机制——朗道阻尼。1962年由于创立凝聚态理论特别是液态氦理论获诺贝尔物理奖。

【巴丁】 (1908—) 美国理论物理学家。1936年获普林顿大学博士学位。主要成就：(1) 提出原子核能级的理论计算；(2) 提出半导体表面态理论，并与布拉顿一起发现晶体管效应。导致他们发明半导体三极管；(3) 提出低温超导电现象的电子对量子理论，成为后人研究超导电现象的理论基础；(4) 对整个近代物理的发展提出明确的见解。主要著作：《物质结构的概念统一》等。1956年因发明晶体管与布拉顿和肖克莱共享诺贝尔物理奖。1972年因超导电现象理论与库伯和施里弗共获诺贝尔物理奖。在同一领域得两个诺贝尔奖的巴丁是历史上第一人。

【阿尔文】 (1908—) 瑞士物理学家。1934年获乌普萨拉大学博士学位。当代著名的等离子体物理和理论天体物理学家之一。主要成就：(1) 为建立宇宙物理学的重要领域——电磁流体力学做出了贡献：发现磁流体中的阿尔文波（在研究太阳黑子理论中发现处在磁场中的导电流体，在一定条件下可以使磁力线像振动的弦那样运动，出现一种磁流体波）。后来在液态金属和等离子体中

被发现。因而在天体物理、等离子体物理、受控热核反应中都有重要应用；(2) 提出用“导向中心”近似法可简捷地求出带电粒子在磁场中的运动规律；(3) 提出以电流为主要对象的宇宙电动力学研究方法，在等离子体理论研究中有效地把天体现象与实验室测量结果结合起来，取得卓越成就。主要著作：《宇宙动力学》、《太阳系的起源》、《太阳系的进化》等。1970年获诺贝尔物理奖。

【坂田昌一】(1911—1970) 日本理论物理学家。1941年获京都帝国大学博士学位。主要成就：(1) 预言新介子 π 和新中微子 ν_μ ；(2) 为盖耳-曼-西岛法则做出解释；(3) 提出强相互作用的复合模型——坂田模型，为基本粒子对称性和基本粒子模型打开了大门。主要著作：《物理学和方法》、《科学家与社会》等。

【袁家骝】(1912—) 美籍华裔物理学家。河南安阳人。1934年获燕京大学硕士学位，1940年获加利福尼亚理工学院博士学位。1954年入美国籍。主要成就：(1) 通过对宇宙线中的中子高度分析，第一个证明地球上空中中子不是来自太空，而是初级宇宙线在大气中产生的次级粒子；(2) 研制了第一个特殊高频系统用于高能质子加速器；(3) 利用 π -p 散射第一个证明 π 介子和质子有共振现象；(4) 测定了 k -p 和 $\bar{P}$ -P 反应截面和能量的关系；(5) 是最早把电子学用于高能粒子探测器的物理学家之一，如用闪烁遥控仪和自动计数等；(6) 证实了任何带电粒子穿过不同介质介面时产生 X 射线总能量与带电粒子能量成正比的穿越辐射效应；(7) 改进穿越辐射探测器用于研究超低温金属粒（过热超导颗粒）的穿越辐射产生和探测。主要著作：《物质的本性；高级物理学的目的》、和吴健雄合著《实验物理学方法·原子核物理》。

【吴健雄】(1912—) 美籍华裔女物理学家。出生于上海。1934年毕业于南京中央大学,1940年获加利福尼亚大学博士学位。1942年与袁家骝结婚。1958年当选为美国科学院院士,1975年任美国物理学会第一个女性会长。主要成就:(1)用 β 衰变证明了在弱相互作用中的宇称不守恒,证实了李政道、杨振宁提出的理论,对整个物理学产生了深远影响;(2)1963年证明了核的 β 衰变中矢量流守恒定律,物理学史上第一次由实验证实弱、电两相互作用有密切关系,对电弱统一理论提出起了重大作用;(3)制造了Ge(L:)探测器研究 μ 原子的X射线谱。解释了原子核结构模型;(4)强子原子的实验;(5)把穆斯堡尔光谱法用于研究生物大分子结构;(6)测量无中微子的双 β 衰变来知道轻子数守恒情况,结论是大于 10^{21} 年;(7)证明正负电子的宇称相反。1975年获美国总统授予的国家科学勋章。1978年获国际沃尔夫基金会首次奖。

【范绪筠】(1912—) 物理学家。出生于上海。1932年毕业于哈尔滨工业学院,1937年获麻省理工学院博士学位。同年回国在清华和西南联大工作。1947年去美国探亲,因普渡大学对他的1942年的两篇半导体文章有兴趣请他留下工作。1957年加入美国籍。主要成就:(1)1942年在中国《物理学评论》上发表“固体间电接触理论”和“金属间以及金属半导体间的接触”对半导体的广泛应用起了十分重要的作用;(2)在美国研究半导体的吸收限,并证实锗和硅有吸收限,用半导体的性质证明半导体有禁带;(3)半导体缺陷研究。主要著作:发表有关半导体晶体文章100多篇。

【费因曼】(1918—) 美国物理学家。1942年获普林顿大学哲学博士学位。主要成就：(1) 发展了用路径积分表达量子振幅方法；(2) 提出量子电动力学的重正化方法，避免了量子电动力学的发散困难，目前量子场论中的“费因曼图”、“费因曼振幅”、“费因曼传播子”、“费因曼规则”等都以他的姓氏命名；(3) 和盖耳-曼合作提出了弱相互作用的矢量-赝矢量模型理论，这是经 20 几年找到的弱相互作用的正确唯象理论。为以后的电弱统一理论开辟了道路；(4) 提出过强子的部分子模型。主要著作：《量子电动力学》、《费因曼的物理学讲义》、《量子力学和路径积分》、和希布斯合著《光子强子相互作用》等。1958 年因解决量子电动力学的发散困难和施温格、朝永振一郎共获诺贝尔物理奖。

【斯坦伯格】(1921—) 美籍德国物理学家。1934 年他哥哥带全家去美国芝加哥。他靠勤工俭学上中学和上芝加哥大学，1942 年得了化学学士学位，他又去当兵，并被送到麻省理工学院的放射实验室并遇到很多杰出的物理学家使他对物理产生兴趣，第二次世界大战后他又去芝加哥大学学物理。主要成就：(1) 为在宇宙线实验中发现的 μ ，提出它与物质作用中有一种是引力、强作用力、电磁作用力以外的弱作用力；(2) 1949 年研究介子的衰变；(3) 在布鲁克海文、费米和西欧中心三个实验室都修建了中微子实验束，研究弱作用，并发现了两种中微子；(4) 领导包括中国的合作组在西欧中心 LEP 上用 ALEPH 谱仪验证了 $W^\pm$ 和 E^0 的存在，但没找到黑格斯粒子 (H) 和第六种夸克 (t)。1988 年与雷德曼和斯克瓦兹共享诺贝尔物理奖。

【雷德曼】(1922—) 美国物理学家。1951 年获哥伦比亚大学

博士学位。1979—1988 年任费米实验室所长。主要成就：(1) 与斯克瓦兹和斯坦伯格一起提出并建立中微子实验束用来研究弱作用，开辟了高能实验物理的新领域，可直接研究只参加弱作用的中微子各种物理特性，1962 年发现两种中微子，促进弱作用的物理研究；(2) 在 J/ψ 发现以前在质子束固定靶实验上用双臂 $\mu^+\mu^-$ 谱仪在 $3.1 \times 10^9 \text{tv}$ 处发现一个肩膀，因探测器精度不够没能确认是 J/ψ 粒子，但是 J/ψ 粒子发现的先兆。(3) 用质子束固定靶和改进了的 $\mu^+\mu^-$ 双肩谱仪发现了质量为 $9.1 \times 10^9 \text{eV}$ 的新粒子 Υ ，它是由第 5 种 b 夸克组成的，从而打开了由 b 夸克组成的介子和重子家族的大门。1988 年因提出和建成第一条中微子束与斯克瓦兹和斯坦伯格共享诺贝尔物理奖。

【杨振宁】(1922—) 美籍华裔，理论物理学家。生于合肥，1942 年在西南联合大学获学士。1945 年赴美。1948 年获芝加哥大学的博士学位。杨振宁对物理学方面的贡献很广，如基本粒子、统计力学、凝聚态物理学等。主要成就：(1) 最杰出的贡献是 1954 年与密耳斯共同提出杨-密耳斯场理论，开辟了非阿贝耳规范场的新领域，为现代规范场理论：电弱统一理论、量子色动力学、大统一理论、引力场的规范理论等打下了基础。最近又被数学家唐纳森引用，获得了拓扑学上的重大突破；(2) 另一杰出贡献是与李政道合作，在 1956 年提出在弱相互作用中很可能宇称不守恒：K 介子有衰变成奇和偶两种宇称不同方式，如果宇称守恒，必定是两种宇称态的 K 介子，他们发现以前从未证明过弱相互作用中宇称守恒，提出几种实验途径验证宇称问题，第二年吴健雄就证明了宇称在弱作用中破坏的结论；(3) 提出费米-杨模型；(4) 与李政道合作的二分量中微子理论；(5) 与李政道、奥赫梅合作的关

于 t (电荷共轭变换) 和 T (时间反演变换) 不守恒的分析; (6) 与李政道合作的高能中微子的实验分析和关于中间玻色子 W 的研究; (7) 与吴大峻合作的 CP (宇称) 不守恒分析; (8) 规范场的积分理论; (9) 与吴大峻合作的规范场与纤维丛的关系; (10) 与邹视德合作的高能碰撞理论; (11) 统计力学方面: 二维伊辛模型的自发磁化强度; 与李政道合作的关于相变理论; 与杨振平合作的关于数种模型的严格解; (12) 凝聚态物理方面: 与拜尔斯合作的对磁通量子化的解释, 非对角长程序的概念。主要著作: 发表过约 200 篇科学论文和报告。1957 年因弱作用中宇称不守恒与李政道共享诺贝尔物理学奖。1985 年美国授予国家科学技术奖章。杨振宁 1971 年夏作为第一个美籍知名华裔学者访问中华人民共和国, 对促进中美建交、两国人民相互了解、和科技合作起了很大作用。

【萨拉姆】(1926—) 巴基斯坦物理学家。1952 年获剑桥大学博士学位。主要贡献: (1) 在重整化理论方面提出消除理论中出现的某些发散的方法; (2) 1968 年独立提出通过黑格斯 (H) 机制使中间玻色子 $M^\pm$ 和 E^0 获得静止质量的电弱统一规范理论——温伯格-萨拉姆理论。预言的三种中间玻色子都被西欧中心在 1983 年找到; (3) 1973 年提出统一描述夸克和轻子的帕提-萨拉姆模型, 预言了质子衰变, 为大统一理论开了一个头。1979 年因电弱统一理论与温伯格和格拉肖共享诺贝尔物理学奖。他把所获诺贝尔奖金捐作培养发展中国物理学家费用。并建成在意大利的里雅斯特国际理论物理中心。

【李政道】(1926—) 美籍华裔理论物理学家。生于上海。1943—

1944年在浙江大学,1945年转学到西南联大,1946年受吴大猷推荐得国家奖学金去芝加哥深造,1950年获博士学位。是美国科学院院士。主要成就:(1)1956年与杨振宁合作提出在弱相互作用中很可能宇称不守恒:K介子有衰变成奇和偶两种宇称不同方式,如果宇称守恒,必定是两种宇称态的K介子,发现以前从未证明过弱相互作用中宇称守恒,提出几种实验途径验证宇称问题,第二年吴健雄就证明了宇称在弱作用中破坏的结论;(2)与罗森布拉斯和杨振宁合作提出普适费米弱作用和中间玻色子的存在;(3)提出水力学中二维空间没有湍流;(4)与派尼斯合作研究固体物理理论中的极化子的结构;(5)与杨振宁合作提出统计物理中关于相变的杨振宁-李政道定理和李-杨单圆定理;(6)发表了量子场论中著名的“李模型”理论;(7)与奥赫梅和杨振宁合作提出CP不守恒和时间不反演的可能性;(8)同杨振宁合作提出二分量中微子理论;(9)与杨振宁合作研究了硬球玻色气体的分子运动论,对研究氦II的超流动性作出了贡献;(10)与杨振宁合作分析高能中微子的作用,定出了此后20多年这方面大量的实验和理论研究方向;(11)与璠恩伯合作研究了无(静止)质量的粒子所参与的过程中,红外发散可以全部抵消问题;(12)提出了场代数理论;(13)研究了CP自发破缺问题;(14)发现和研究了非拓性孤立子,并建立了强子结构的孤立子袋模型理论;(15)就色禁闭现象提出了真空的“色公常数”的概念;(16)建立了离散力学的基础。1957年与杨振宁因弱作用中宇称不守恒共享诺贝尔物理学奖。发表过约200多篇科学论文和报告。李政道关心中国的物理学发展,协助中科院高能所建成正负电子对撞机,1980年后发起组织几十所主要大学招收中国研究生,并在中国建立国际理论中心。

【盖耳-曼, M】(1929—) 美国理论物理学家。1951年麻省理工学院哲学博士学位。主要成就：(1) 1953年独立地提出奇异量小数的概念,成功地解决了1947年发现奇异粒子的大产生截面长衰变寿命的困难,并为以后强子分类奠定了基础；(2) 1958年与费因曼合作提出弱相互作用的矢量-赝矢量模型理论,找到了历经20年才发展起来的弱相互作用唯象理论。为电弱统一理论开辟了道路；(3) 1961年提出强子分类八重态法,解释了大量共振态粒子,并预言和发现了 Ω^- ；(4) 1964年在强子八重态基础上又发展了坂田昌一的强子结构思想,提出强子结构的夸克模型,把200多种强子分类排队,可与门捷列夫元素周期表作用媲美。1969年因夸克模型获诺贝尔物理奖。

【格拉肖】(1932—) 美国物理学家。1958年获哈佛大学博士学位。主要成就：(1) 60年代初,就在规范场理论的基础上讨论过电弱统一问题,预言中性弱流的存在,但没有从理论上得到有静止质量的中间玻色子；(2) 1975年他又在温伯格-萨拉姆模型、电弱统一理论、量子色动力学基础上把弱、电、强三种相互作用统一起来的大统一理论。对基本粒子和场论的研究,以及宇宙线的研究都有较大影响。1979年因大统一理论与温伯格、萨拉姆共享诺贝尔物理奖。

【温伯格】(1933—) 美国物理学家,1957年获普林顿大学的博士学位。主要成就：(1) 1967年引入对称性自发破缺机制(黑格斯机制),解释了光和中间玻色子的质量差异,在规范场论的基础上建立了电弱统一理论:温伯格-萨拉姆理论。这个理论预言的

三种中间玻色子 $W^\pm$ 和 E^0 在 1983 年被西欧核子中心找到；(2) 对宇宙学也有贡献。主要著作：《引力和宇宙论-广义相对论的原理和应用》、《最初三分种》等。1979 年因电弱统一理论与萨拉姆共享诺贝尔物理奖。

【丁肇中】(1936—) 美籍华裔物理学家。1936 年生于美国。3 个月后随父母回中国。1956 年到美国密歇根大学学物理和数学，获博士学位。是美国科学院院士。研究方向是高能实验物理，包括量子电动力学、电弱统一理论、量子色动力学等。主要成就：(1) 1955 年起，他领导一实验组在汉堡的 $7.5 \times 10^9 \text{eV}$ 的电子束上量子电动力学和矢量介子：光生矢量介子的相位测量和 ρ, ω 介子的干涉参数精密测量；(2) 1972 年利用美国 $33 \times 10^9 \text{v}$ 的质子束打靶用 e^+e^- 双臂谱仪找 $(1.5-5.5) \times 10^9 \text{eV}$ 之间的长寿命中性粒子；(3) 1974 年发现一个质量约为质子 3 倍 ($3.1 \times 10^9 \text{eV}$) 的长寿命中性粒子，取名和“丁”字相形的“J”粒子，寓意是中国人发现的。同时 B. 里希特也发现了这种粒子，取名 ψ 粒子，以后合称为 J/ψ 粒子，其寿命比预计值大 5000 倍，当时已知的 3 味夸克组态中无法找到它的位置，必须引进第四种夸克，大大推动了粒子物理的发展，并很快找到一大批由这种夸克参与的介子和重子；(4) 1979 年发现了三喷现象，为胶子的存在和量子色动力学提供了实验根据。还进行了高能下量子电动力学的检验和用电磁作用与弱作用的干涉效应来验证弱电统一理论；(5) 1981 年起领导包括中国的国际合作组—— L_3 组在西欧中心 LEP 上找质心系能量为 $100 \times 10^9 \text{eV}$ 能区的新粒子，现已验证了 $W^\pm$ 和 E^0 三种中间玻色子存在。1976 年因发现 J/ψ 粒子与里希特共享诺贝尔物理奖。他在培养中国高能物理学人才方面也做出大量工作。

【卢比亚】(1936—) 意大利物理学家。约 1957 年毕业于比萨大学，获哈佛大学博士学位，1988 年任西欧核子中心所长。主要成就：(1) 在美国费米实验室做中微子实验，研究弱相互作用；(2) 1976 年提出将西欧中心的质子加速器改为质心系能量为 $240 \times 10^9 \text{eV}$ 的质子反质子对撞机，寻找黑格斯粒子 (H)、中间波色子 $W^\pm$ 、 E^0 和第六种夸克 t；(3) 1983 年在他领导的国际合作组的 UAI 谱仪上找到了 $W^\pm$ 和 E^0 ，首先验证了弱电统一理论，但没找到黑格斯粒子和 t 夸克。1984 年因发现 $W^\pm$ 、 E^0 获诺贝尔物理奖。