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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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，就开始了对半导体的研究。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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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。所受载荷不大，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。就应用流体动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。研究电能在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