

《自然辩证法》问题解答

梁启超

中国科协干部培训办公室印

一九八二年十月

目 录

什么是自然辩证法？恩格斯为什么要写作《自然辩证法》？	(1)
学习《自然辩证法》的意义是什么？	(4)
怎样理解“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”？	(6)
在黑暗的中世纪以后，自然科学以“神奇的速度发展起来”的原因是什么？	(9)
怎样认识近代自然科学的特点，它与古代和中世纪自然科学的区别是什么？	(12)
为什么说“自然科学当时也在普遍的革命中发展着，它本身就是彻底革命的”？	(15)
怎样理解哥白尼的太阳中心说是近代自然科学的发端？	(18)
半顿关于神臂的第一次推动的假设说明了什么问题？	(21)
十八世纪形而上学自然观是怎样形成的？	(23)
为什么说三大发现是辩证唯物主义产生的自然科学前提？	(26)
恩格斯怎样根据辩证唯物主义自然观的基本思想描绘自然界的发展？	(28)
恩格斯怎样论证自然界的无限发展，怎样批判宇宙热寂说？	(30)
怎样理解自然科学在十九世纪中叶“走进了理论的领域”？	(32)
为什么说“不管自然科学家采取什么态度，他们还是得受哲学的支配”？	(35)
《神灵世界中的自然科学》一文揭露了什么问题？	(38)
怎样理解“自然界中到处盛行的对立”“决定自然界的生活”？	(40)
什么是客观辩证法？什么是主观辩证法？二者的关系如何？	(42)
为什么说除了“非此即彼”，又要在适当地方承认“亦此亦彼”？	(44)
什么是抽象的同一性？什么是具体的同一性？	(46)
如何理解“偶然的东​​西是必然的，而必然的东西又是偶然的”？	(48)
为什么说感官的“特殊构造并不是人的认识的绝对界限”？	(51)
怎样理解“人类的活动对因果性作出验证”？	(53)
怎样理解在自然界中“每种变化都是量到质的转化”？	(55)
在思维的历史中，某种概念或概念关系的发展和它在个别辩证论者头脑中的发展是什么关系？	(58)
为什么说“运动形式变换的一般规律，比运动形式的任何个别‘具体’例证更具体得多”？	(61)
恩格斯怎样通过判断的分类说明“思维规律和自然规律，只要它们被正确地认识，必然是互相一致的”？	(63)
什么是“归纳万能论”，恩格斯是怎样批判它的？	(65)

耐格里关于无限的东西不可以认识的观点错在哪里？	(67)
为什么说“永恒的自然规律也愈来愈变成历史的规律”？	(69)
为什么说“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说”？	(71)
什么是运动，它与物质的关系是怎样的？	(74)
什么是运动形式的特殊性，低级运动形式与高级运动形式有什么关系？	(77)
怎样理解科学分类的基本原则？	(80)
什么是运动不灭原理，它与能量守恒与转化定律是什么关系？	(83)
为什么说“一切运动都存在于吸引和排斥的相互作用中”？	(86)
为什么说“力”“片面地表现了一切”？	(89)
如何理解“‘能’是被了解为排斥的”？	(92)
实践和理论以不同的方式解决热运动和机械运动的关系问题，说明了什么？	(94)
恩格斯怎样揭示了新原子论的辩证内容？	(96)
恩格斯怎样阐述了电的本质？	(98)
如何理解生命的本质？	(100)
恩格斯怎样为生命起源的研究指出了正确的方向？	(102)
为什么说“劳动创造了人本身”？	(105)
怎样理解恩格斯说的“在社会关系方面把人从其余动物中提升出来”？	(108)

什么是自然辩证法？

恩格斯为什么要写作《自然辩证法》？

自然辩证法是马克思主义哲学的一个门类。它是辩证唯物主义的自然观和科学观，又是认识自然和改造自然的方法论。自然界是辩证发展的，科学技术总是反映自然界的辩证发展规律而不断发展的。自然辩证法就是运用辩证唯物主义研究自然界和科学技术发展的辩证规律，对自然科学和技术发展进行哲学概括。学习、研究和运用自然辩证法，对于更好地认识和掌握自然界发展规律，促进科学技术发展，捍卫和发展辩证唯物主义，都有重要的意义。

伟大的革命导师马克思、恩格斯在十九世纪中叶总结了无产阶级革命斗争的经验，批判地继承了德国古典哲学的成就，创立了辩证唯物主义和历史唯物主义。辩证唯物主义和历史唯物主义是科学的、革命的世界观，它包括辩证唯物主义的自然观和历史观。马克思恩格斯为了创立辩证唯物主义的自然观，系统地总结了十九世纪中叶的自然科学成就，批判了在自然科学领域中出现的形形色色的形而上学和唯心主义观点。毛主席说，马克思恩格斯“研究了自然，研究了历史，研究了无产阶级革命，创造了辩证唯物论、历史唯物论和无产阶级革命的理论”。①

十九世纪中叶是无产阶级作为独立的力量登上政治舞台而叱咤风云的时代，也是自然科学经历着伟大变革而显露出不可忽视的作用的时代。马克思恩格斯的一生全心全意地献身于无产阶级的革命斗争，同时密切地注视着自然科学的成就，系统地研究自然科学。在他们看来，“科学是一种在历史上起推动作用的、革命力量”。②“要确立辩证的同时又是唯物主义的自然观，需要具备数学和自然科学的知识”。③马克思恩格斯所以重视自然科学是因为自然科学一方面和物质生产有着直接关系，同时又和意识形态领域中的斗争、和哲学有着密切的关系。马克思在准备《资本论》第一卷第十三章《机器与大工业》的写作时，专门搜集了《机器·自然力和科学的应用》方面的材料，研究了达尔文的进化论以及关于农业化学等许多方面的科学问题；还研究了数学问题，给我们留下了宝贵的《数学手稿》。恩格斯在他的早期著作《政治经济学批判大纲》、《英国工人阶级的状况》等书中把对工人阶级历史地位的分析与蒸汽机的使用联系起来考察；以后又系统地钻研了自然科学理论，写出了概括当时自然科学成就的光辉哲学著作《反杜林论》和《自然辩证法》。

《自然辩证法》在确立辩证唯物主义自然观方面占有特殊重要的地位。恩格斯在1873年5月30日给马克思写的一封信，叙述了他写这本书的动机和构思，说明他想通过

① 毛泽东：《整顿党的作风》，《毛泽东选集》合订本，第775页。

② 恩格斯：《在马克思墓前的讲话》，《马克思恩格斯选集》第三卷，第575页。

③ 恩格斯：《反杜林论》，《马克思恩格斯选集》第三卷，第51页。

对理论自然科学成就的概括和对自然科学领域中的形而上学和唯心主义观点进行批判，系统地论述辩证唯物主义自然观。这说明恩格斯写作《自然辩证法》是和当时自然科学的发展状况、阶级斗争状况特别是思想理论斗争状况紧密相关的。

十九世纪中叶，在欧洲由于蒸汽机的使用，引起了产业革命，使资本主义生产有了一个大发展，从工场手工业过渡到机器大工业。生产力的发展推动了科学的进步，使自然科学的各个领域都出现了划时代的重大发现，例如1838年和1839年施旺、施莱登提出了细胞理论，1842年迈耳等提出了能量守恒与转化定律，1859年达尔文提出了生物进化论等等。这些划时代的发现，突破了资产阶级机械唯物主义的局限，突破了形而上学自然观的局限，有力地论证了自然界是辩证地发展着的。但是，当时的自然科学家受到阶级的局限，往往不能从这些科学成就中做出辩证唯物主义的结论，却在形而上学的束缚下出现思想混乱，并向唯心主义发生动摇。当时物理学概括了热机效率的研究提出了热力学第二定律，说明了热传递的方向性，但物理学家克劳脣斯却引申出了整个宇宙将要趋于热死的结论——“热寂论”，用科学的结论去论证宗教唯心主义。德国著名生理学家弥勒，研究神经与感官的功能，提出了“特殊能量学说”，说明外界刺激所引起的感觉受感官的生理结构的制约，这本来可以说明人或动物的感官结构是适应外界刺激的结果，是生物长期进化的产物，可以说明生物体与环境的辩证统一。但是弥勒却从生理学得出了唯心主义的认识论结论：“要想我们的感官把物质界的真相和本性披露给我们是不可能的。我们与身外自然界发生交涉时所知道的始终只是我们自己的感觉。”

关于在自然科学急剧变革时期出现的这种自然科学家向唯心主义的动摇，后来列宁在分析二十世纪初的物理学唯心主义时指出，二十世纪初的物理学唯心主义和十九世纪中叶出现的生理学唯心主义一样^①，是自然科学在发育上的一种疾病，是由于自然科学家不懂得辩证法而从形而上学走向了唯心主义。^②列宁并且强调指出，自然科学的这种动摇，在尖锐的阶级斗争环境下，一定会被反动的哲学和社会学所利用，来为资产阶级的利益作辩护。他说：“必须记住，正因为现代自然科学经历着急剧的变革，所以往往会产生一些大大小小的反动的哲学学派和流派。……爱因斯坦（用季米里亚捷夫的原话来说，爱因斯坦本人并没有对唯物主义原理进行任何积极的攻击）的学说已被各国绝大多数资产阶级知识分子所利用，其实不仅爱因斯坦一人的遭遇如此，就是十九世纪末叶以来自然科学的许多大革新家，甚至大多数的革新家的遭遇都是如此。”^③列宁的上述分析，不仅是对二十世纪初的自然科学革命引起的问题的说明，而且完全可以说明十九世纪七十年代的阶级斗争情况，说明理论斗争与自然科学的关系。巴黎公社敲响了资本主义社会的丧钟，巴黎无产阶级的英勇行动使资产阶级吓破了胆。巴黎公社失败以后，工人运动虽然一度暂时处于低潮，但是，马克思主义得到了广泛的传播，各国无产阶级政党相继成立。资产阶级走向全面反动。资产阶级不但在政治上经济上加紧了对无产阶级的压迫和剥削，同时也加紧了理论上的进攻。他们千方百计寻找各种反动的社会政治

① 生理学唯心主义与物理学唯心主义，是指的与自然科学有联系的唯心主义流派。这种唯心主义不是自然科学理论的本身，而是从自然科学引申出来的哲学结论。

② 参看列宁，《唯物主义与经验批判主义》第304、309、313页。

③ 列宁，《论战斗唯物主义的意义》，《列宁选集》第四卷，第603页。

思想和哲学思想，来对抗马克思主义，从精神上麻痹群众，为他们的反动统治作辩护。为此，他们歪曲自然科学的成果，利用自然科学的思想混乱，把各种反动学说贴上最新科学的标签，来论证唯心主义，反对唯物主义，论证资本主义，反对社会主义。

前面提到的生理学唯心主义就是明显的例子。新康德主义的出现就和生理学唯心主义有紧密的关联。他们利用生理学家向唯心主义的动摇，抹煞康德哲学中唯心主义与唯物主义妥协的性质，企图把康德哲学中的“实在论”的成分洗清干净，宣扬彻头彻尾的唯心主义和不可知论。而新康德主义后来就成为第二国际的官方哲学。

达尔文的进化论也是如此。生物进化论以大量的科学事实雄辩地证明了物种是可变的，现存的生物都是进化的产物，高等动物包括人在内都是从最简单的生命进化而来的，无情地驳斥了神创论和目的论，成为十九世纪中叶震撼思想界的科学理论。当时的资产阶级社会学就接过达尔文主义和进化论的口号，歪曲它的成果，把它搬到社会上来，用生存斗争来说明资本主义竞争的合理性，论证资本主义制度的永恒性，用缓慢的进化来取消社会革命。这就是反动的社会达尔文主义。恩格斯最早的一条札记（〔自然科学和哲学〕毕希纳）就是为了批判社会达尔文主义而写的。此外，十九世纪中叶，一股神秘主义的浪潮席卷了欧美各国，当时流行各种降神术、骨相学，一大批科学家被卷入，他们竟不惜用自然科学的仪器来证明神的存在。这是自然科学家在反动思潮冲击下走入歧途的典型表现。

总之，无论从阶级斗争，特别是理论斗争以及自然科学的健康发展来说，都需要正确总结十九世纪中叶的自然科学成就，需要批判自然科学领域中的形而上学的唯心主义，需要批判歪曲利用自然科学成果的反动哲学流派，需要全面论述辩证唯物主义的自然科学观。恩格斯的《自然辩证法》就是为了上述目的而写作的。恩格斯的写作从1873年开始，一直到他逝世，两次为更重要的任务（批判杜林和整理《资本论》）而中断，所以没有完成。他留给我们的是十篇论文，一百八十一篇札记和两个计划草案。这些论文和札记闪烁着辩证唯物主义的思想光辉，是以马克思主义观点概括自然科学成就、批判形而上学和唯心主义的典范，是辩证唯物主义自然科学观的不朽文献。

学习《自然辩证法》 的意义是什么？

恩格斯写作《自然辩证法》距今已经一百多年了。这部著作通过总结自然界的辩证发展规律，通过总结人类认识自然的辩证过程，阐述了马克思主义唯物辩证法的自然观。这部马克思主义的经典文献和马克思恩格斯的其他著作一样，至今仍然闪烁着辩证唯物主义的思想光辉。尽管恩格斯在书中引用的自然科学材料有些已有新的发展，但就全书的基本观点来说，仍是指导我们思想的理论武器。学习这样一本以论述自然界和自然科学问题为主的经典著作，有很重要的意义。

在本书的第一篇论文《导言》和有关札记中，恩格斯对自然科学的发展作了历史的分析。他把近代自然科学和古代的、中世纪的自然科学作了对比，对近代自然科学发展的两个阶段又进行了分析，对于各个时期的主要成就、特点及其代表人物作了简要的概括。这实际上是学习科学史的一个提要，为今天我们研究科学技术史指明了方向，为今天我们分析科学史料提供了思想武器。为了实现四个现代化，全国人民都要学习最新科学技术成就，掌握科学技术的基础知识。但是，这还不够，还要了解人类达到这些先进成果的历史过程，认真总结人类认识自然、改造自然的历史经验，总结自然界和自然科学发展的辩证规律，这样，才能避免盲目性，提高自觉性。《自然辩证法》就是我们学习科技史、总结人类认识自然、改造自然规律的必备教科书。

恩格斯在分析自然科学的历史发展时，说明了自然科学的发展与生产斗争和阶级斗争的关系。他运用古代自然科学发展的史料说明科学的发生和发展一开始就是由生产决定的，又从近代自然科学的兴起和神速进步说明资本主义大工业生产对科学的推动作用。恩格斯就哥白尼太阳中心说对宗教世界观的冲击进行了生动的描绘，对蒸汽机革命引起的社会后果作了科学的分析，说明了自然科学与阶级斗争的关系，使得人们具体认识了科学技术是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。恩格斯特别强调科学实验在近代自然科学发展中的重要意义。这一切，可以使我們学习到马克思主义关于科学技术的基本理论。

恩格斯在对科学进行历史分析时特别注意自然科学和哲学的关系。他把形而上学自然观的产生和十七、十八世纪上半叶的自然科学发展水平和状况联系起来，他用很大篇幅说明了辩证唯物主义自然观的形成是由于自然科学各个领域都提供了具体的科学事实。这就说明了哲学的发展与自然科学的发展紧密相关联，说明了研究自然现象，研究自然规律对于形成正确哲学观点的重要意义。恩格斯又强调正确的理论思维对于自然科学发展的指导作用。他着重分析了当时流行的形而上学思维方式对自然科学发展的危害，指出学习辩证法可以为自然科学提供正确的理论武器和科学方法。这一方面说明哲学工作者要注意研究自然现象、总结自然规律来丰富和发展哲学。另一方面也说明科学

工作者要掌握正确的哲学武器，以便在研究自然现象和总结自然规律时少走弯路。

《导言》的后半部可以说是自然史的概述。在这里，恩格斯根据自然科学已经取得的成果叙述了自然界的辩证发展。但他在历史的叙述中表达了鲜明的观点：物质和运动的不断分化构成物质和运动的永恒循环，这就是自然界发展（包括思维的出现，也就是向人类社会的分化）的本质内容。这为我们认识千变万化的自然现象提供了最基本的理论武器。

为了向自然科学阐明辩证法的基本原理，恩格斯在论文《辩证法》和有关札记中完全运用自然科学各个领域的材料来说明辩证法的基本规律和范畴。恩格斯的意图是要说明辩证法是自然界的固有规律，并不是人们强加给自然界的。这也就告诉我们，掌握唯物辩证法的目的不是用哲学公式去套自然界，而是帮助人们认识自然界的固有规律。恩格斯通过对自然科学家中存在的经验论，不可知论和认识的极限论等等错误观点的分析，对认识的辩证过程进行了科学的说明。这些分析成为我们学习唯物辩证法及认识论的好教材，也对我们提出了用更新的科学材料来阐述唯物辩证法和马克思主义认识论的任务。

在论《运动的基本形式》及有关各个学科的论文和札记中，恩格斯阐述了马克思主义关于物质运动的基本观点，说明了自然界存在的基本运动形式，提出了科学分类的基本原则，并对各门科学的历史发展和辩证内容进行了科学分析。尽管各门科学已大大向前发展了。但是恩格斯提出的基本哲学观点对于专门科学工作者们有很大启发。恩格斯在全书中还直接分析了许多科学家的科学成就和他们的世界观。恩格斯在分析各门科学的发展及辩证内容时，在分析科学家的世界观时，对于形而上学和唯心主义观点进行了分析和批判。他首先是从科学本身来评价一个时期和科学史上代表人物在科学上的成就，然后又仔细分析哲学上的倾向及存在问题。这种马克思主义的分析对于我们评价历史人物，总结自然科学的发展，以至今天向外国学习先进科学技术都具有非常重要的指导意义。

《自然辩证法》虽然是一本论述自然界和自然科学的书，但是恩格斯也总结了当时人类学的成果，说明了人类的起源，说明了自然向社会的过渡。作为无产阶级革命家，恩格斯在论文《导言》和《劳动在从猿到人转变过程中的作用》中都论述了改造自然和改造社会的关系，说明自然科学只有在社会主义、共产主义社会中才能达到前所未有的灿烂前景。

总之，恩格斯的这部著作有很丰富的内容，有很高的理论价值，无论科学技术工作者或是理论工作者和实际工作者，都能从中汲取必要的思想力量。

怎样理解“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”？

自然科学是人类向自然界争取自由的武装，是生产斗争知识的结晶。恩格斯分析了欧洲古代自然科学的发展，说明“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。①

恩格斯这句话在于强调生产对科学的决定作用。生产对科学的决定作用是指生产的水平和状况决定着科学的发展水平和状况，生产的需要决定自然科学的发展顺序。为什么恩格斯把古代欧洲以希腊为代表的自然科学称为“天才的自然哲学的直觉”（第6页）？这是由于生产水平的低下，没有专门用于科学研究的工具和手段，人类对于自然的研究只限于直观观察。欧洲古代的自然科学和哲学没有分家，“最早的希腊哲学家同时也是自然科学家”（第164页）。自然科学和哲学统一为自然哲学。古希腊的自然哲学虽然包含着许多正确观点的胚胎和萌芽（参看第30页），但是也包含着许多臆测的成分，还不能形成科学的和系统的理论。

但是，随着生产的发展，最古老的科学部门出现了。生产的需要决定着这些最先出现的科学部门的发展顺序。所以恩格斯强调“必须研究自然科学各个部门的顺序的发展。”（第162页）为什么天文学是最先发展起来的科学？因为人类社会生产首先发展起来的是畜牧业、农业。农牧业生产需要考虑季节的变化，日照的强弱，月亮的盈亏，潮水的涨落。怎样才能知道这些变化的规律呢？在当时的生产水平下，这只能依靠观测天上星象位置的变化来掌握。马克思说：“计算尼罗河水的涨落期的需要，产生了埃及的天文学”。②所以，世界上所有的文明古国都有最早的天文记载。由于我国的地理位置，我国古代人民很早就注意观测北斗七星，周朝时就有这样的记载：“斗柄东指，天下皆春；斗柄南指，天下皆夏；斗柄西指，天下皆秋；斗柄北指，天下皆冬。”（《鹖冠子·环流第五》）在古埃及，人们发现天狼星的升起与尼罗河的汛期有关系。古希腊天文学的发展则与航海的需要有关，人们在实践中发现，当昴星团在早晨没入海面以后，暴风季节就要开始了。总之，由于生产的需要，人们经常观测天象，当观测资料积累多了的时候，人们就把那些相对位置不变的恒星划为一个个的星座，制订星图或星表，这就是天文学的开始。

恩格斯接着谈到了力学。他说：“随着城市和大建筑物的产生以及手工业的发展，力学也发展起来了”（第162页）。人们在劳动中，总要寻找节省气力而作功效率大的办法，于是，使用了各种杠杆，如撬棍、剪刀、弓箭等等，又使用各种斜面，如尖劈、刀、斧等等，这就要研究力学。我国公元五世纪，子贡给机械下了定义：使人用力寡而

① 恩格斯：《自然辩证法》人民出版社，一九七一年八月第一版，第162页。以下凡引此书，均只在文内注明页码。

② 马克思：《资本论》第一卷，《马克思恩格斯全集》第二十三卷，第562页注。

成功多的器械。①所以说，力学是随着工业、建筑业的发展，随着工具的制造和使用而发展起来的。

数学也是最早发展起来的科学部门。人类从很早就有计数的要求（结绳记事，刻痕记数等），随着农业的发展，要求丈量土地、计算面积。天文学发展起来以后，需要计算天球上的星星的位置，需要关于角方向、圆的知识；而天文学、力学就更需要数学的计算。这样数学就发展起来。

恩格斯说：“在整个古代，本来意义的科学研究只限于这三个部门，而作为精确的和有系统的研究则是在后古典时期才开始的”（第162页）。古希腊的后古典时期，即希腊化时期（公元前三世纪至一世纪），由于经济的发展，出现了著名的文化中心：亚力山大里亚，叙拉古，雅典等城市。自然科学在天文学、力学、数学等领域开始了精确的、有系统的研究。公元前300年左右，欧几里德等人系统地总结了那个时代数学所达到的成果，写出了《几何原本》共十三卷，使几何学真正成为系统的科学。这本书，一直流传到现代。阿基米德（公元前267—212年）研究力学，进行了一些实验，提出了浮力原理和杠杆原理的基本思想。天文学在当时已经测出了地球的周长，制订了包含一千多个恒星的星表等等。这是古希腊科学的最高成就，只有在当时古代奴隶主经济高度发展的情况下才有可能出现。

所以说，“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”，是研究以古希腊为代表的欧洲古代自然科学历史所必然得出的结论。我国古代科学的发展也说明这个问题。由于我国早已有素称发达的农业和手工业，所以有灿烂的古代科学成就。以天文学来说，我国是世界上天文观测记录保留最早最系统的国家。有世界上最早的日食记录（公元前776年）、最早的彗星记录（公元前613年）、最早的太阳黑子观测记录（公元前28年），还有世界上最早的星表（公元前四世纪石申写了《天文》一书，记载许多恒星的位置）。我国古代数学也很发达。公元前四世纪的《墨经》中就有关于点、线、方、圆等几何学基本概念的定義。东汉初期的《九章算术》提出了正负数概念和多元联立一次方程的解法。《墨经》中还有力学、声学和几何光学等方面的物理知识。而尤为突出的是早在公元前二世纪我国劳动人民就已发明用麻类植物纤维造纸。凡此种种都说明：生产斗争的需要决定科学的发展顺序，生产发展的水平决定着科学发展的水平。

恩格斯在论述欧洲在中世纪的黑暗以后出现的自然科学大发展、大跃进时，仍强调指出，这也“归功于生产”。（详见第4题）但这只是问题的一个方面。另一方面科学对生产又有推动作用。早在1843—1844年，恩格斯在批判马尔萨斯人口论时就指出：由于科学“日益使自然力服从于人类”，②由于科学的发展同前一代人遗留下的知识量成比例，所以“它的进步……是永无止境的”，③而科学应用于生产就使“人类所支配的生产力是无穷无尽的”。④这就非常明确地告诉我们，由于有科学这个因素，生产将获得无限的发展。二十世纪以来的科学和生产的发展充分说明了科学对生产的反作用。许多实验室里的发现导致新的定律和新的理论产生，而后才能有新的强大的工业生产部

① 《庄子·外篇》天地十二，参看刘仙洲：《中国机械工程发明史》第一编，第4页。

②③④ 恩格斯：《政治经济学批判大纲》，《马克思恩格斯全集》第一卷，第616、621、616页。

门出现。如电磁感应定律与电力工业部门的发展，原子核理论与原子能工业的产生等等。现代化学和生物学的最新理论的提出又预示着更新的工业部门的出现，如理论化学和分子设计与合成材料工业，分子生物学和生物性状设计与遗传工程等等。总之，科学的历史证明，科学本身愈来愈成为直接的生产力，科学对生产的推动作用绝对不容忽视。

在黑暗的中世纪以后， 自然科学以“神奇的速度 发展起来”的原因是什么？

恩格斯说：“在中世纪的黑夜之后，科学以意想不到的力量一下子重新兴起，并且以神奇的速度发展起来”，“我们要再次把这个奇迹归功于生产”（第163页）。这段话主要是说明，在资产阶级思想文化革命中诞生的近代自然科学的发展是依赖于现代资本主义生产，特别是依赖于资本主义大机器工业的发展的。可以说，没有资本主义大生产就没有近代自然科学。

十五世纪下半叶到十八世纪上半叶，资本主义发展处在工场手工业阶段。在这一时期的开始，资本原始积累和扩大市场的要求推动了十五世纪末十六世纪初的地理大发现，推动了商业、航海业和陆路交通的发展。推动了以后的环球考察。恩格斯指出，“只是在这个时候才真正发现了地球”（第7页）。在世界市场的推动下，欧洲的资本主义生产迅速发展起来。欧洲资本主义工场手工业最早发展起来的是英国。英国的纺织工业受着世界市场的推动，在工具机上已经进行了一系列的革命，出现了纺纱机、织布机、染整机、梳棉机等。工具机出现以后，推动这些工具机运转的动力就成了一个尖锐的问题。格拉斯哥大学的仪器修理工瓦特，在前人一系列工作的基础上，把蒸汽机改进了最适合当时资本主义工业需要的动力机。蒸汽机一出现，就引起了连锁反应，从纺织工业开始，使一系列的工业部门都脱离了手工业生产而向机器生产过渡。这就是产业革命。产业革命使资本主义生产关系得到发展和巩固，并使资本主义生产大大发展起来，造成了比以往几个世纪加起来还要高得多的生产力。人类向生产的深度和广度进军，科学也就迅速地全面地发展了起来。

在工场手工业阶段，自然科学就开始发展。在这个时期中，以牛顿为代表，完成了经典力学、几何光学，数学也达到了初步的完成。在蒸汽机广泛应用的条件下，需要提高热机的效率，推动了热力学的发展。工业的发展要求研究各种物理现象的应用价值，电学、磁学也就应运而生。这样，到了十九世纪末叶，物理学已经形成了包括经典力学、几何光学、热力学、电磁学等领域的经典体系。在十八世纪初，化学刚刚借燃素说从炼金术下解放出来，到了十九世纪末叶，无机化学、分析化学、有机化学、物理化学等基本领域都已初步形成。地质学由于古生物学的推动从矿物学中脱颖而出成为独立的学科。生物学则发展成为包括动物学、植物学、生理学、解剖学、古生物学、细胞学等等分支学科的大基础学科。

自然科学的各个学科所以在这时期以神奇的速度发展起来，首先是因为生产发展推动了人类认识领域的扩大。自然地理学是地理大发现的直接成果。哥白尼所代表的天

文学革命的发生也是因为当时的航海事业与地理大发现揭暴了托勒密地心说的矛盾。生物学真正独立的发展也与这一时期的生产活动领域的扩大有关系。十六世纪生物学从医学中独立出来。随着实践领域的扩大，人类逐渐认识了更多动植物的品种。十八世纪中叶，瑞典植物学家林耐对生物学作了第一次的综合与概括，以动植物的外部形态为依据进行了一次系统分类，写出了《自然系统》一书。尽管由于林耐的学生遍及亚非许多国家，他们也都向林耐提供了一些欧洲未见的生物品种，但是林耐的分类仍然是以欧洲各地生物品种为主要基础进行的。到了十九世纪中叶，达尔文进行了远及南美及非洲的科学考察，在更大范围内对生物物种进行了比较，并综合生物学其他领域的成就，得出了生物进化的结论，写出了《物种起源》一书。

正是因为生产领域不断扩大，变革自然的程度不断加深，所以向科学不断提出新课题，为科学迅速积累了大量的资料。化学在各门基础学科中发展较晚，但是因为资本主义生产的许多工业部门（如印染、制药、酿造、采矿、冶金等）的发展都要求人们深入研究物质的化学组成和变化，所以，化学就很快地发展起来。有机化学的发展，首先和印染工业对于人工合成染料的需要有关系，而制药工业的发展又与染料的合成有关系。在生产中，人们发现往往只是变动一个原子的位置，染料的颜色就发生变化，而某一种染料的结构再稍一变化，就可以成为具有医疗效能的药品。染料工业、制药工业以及其他有关工业发展中提出的问题和积累的材料是有机化学形成为科学的前提。分析化学的发展首先是因为冶金工业的发展需要对金属和矿物进行系统分析。物理化学则与热力学的发展有关。在工业生产中溶液、电池、电解的应用，推动了人们用物理方法研究化学物质及其反应。至于元素的陆续发现，大量资料的积累，元素周期律的出现，使无机化学成为系统的科学。总之，正象恩格斯说的：“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”^①

更为重要的是，资本主义大工业生产为自然科学的精密的研究提供必需的工具和手段。近代自然科学与古代和中世纪的科学不同的地方，就在于它是完全建立在科学实验基础之上的。科学实验是与生产斗争紧密相关联的，但又是从生产斗争中分化出来而与生产斗争不同的社会实践形式。蒸汽机的生产为各工业部门提供可用的动力设备，而蒸汽机的研究则要改进它的结构以提高它的效率；染料的生产为印染业提供成批染料，而染料的研究则要寻找更好更多的新染料。所以，科学实验需要有与生产工具、生产设备不同的专门的仪器和工具。这些只有在资本主义工业生产所提供的物质基础上才有可能实现。由于资本主义工业生产提供了各种仪器和设备，人们就能通过科学实验，在人为控制的、与生产斗争不同的情况下，深入地变革自然，研究自然过程的某一个方面、某一种因素，这样就不仅能够回答生产斗争中提出的问题，而且能够走在生产斗争的前面，揭示生产斗争中未曾出现的问题，使人类能够更深刻地认识自然的规律和本质。最简单的例子是显微镜。没有玻璃工业和磨镜片工艺的发展就不可能有显微镜，没有显微镜就不能发现肉眼看不见的细胞和整个微生物界，也就不会有细胞学和微生物学。在现代大机器工业基础上发展起来的日趋精密的仪器和各种重型设备为科学实验提供了愈来愈多

^① 《恩格斯致瓦·博尔吉乌斯》，《马克思恩格斯选集》第四卷，第505页。

的工具和手段。这就大大加强了人类认识自然和变革自然的能力。在这些强大的认识工具面前，自然界的奥秘不断被揭露。可以说，生产对科学的推动作用，正是通过科学实验而表现出来的。所以，恩格斯说：“从十字军远征以来，工业有了巨大的发展，并产生了很多力学上的（纺织、钟表制造、磨坊）、化学上的（染色、冶金、酿酒）、以及物理学上的（眼镜）新事实，这些事实不但提供了大量可供观察的材料，而且自身也提供了和已往完全不同的实验手段，并使新的工具的制造成为可能。可以说，真正有系统的实验科学，这时候才第一次成为可能。”（第163页）

从上面这段话我们可以看到，资本主义的大工业生产对于科学技术发展的推动作用，不仅是因为生产的迅速发展和生产规模的扩大扩大了人们的认识领域、提出了许多新的研究课题、积累了无比丰富的经验材料，而且主要是因为大工业生产提供了前所未有的仪器和设备，使科学实验发展成为独立的、能在生产斗争所不能达到的深度和广度上变革自然的社会实践形式。这就是自然科学的神速发展起来的原因。

怎样认识近代自然科学的特点， 它与古代和中世纪自然科学 的区别是什么？

恩格斯在论文《导言》的第一句话中，把近代自然科学与古代和中世纪的科学作了对比。他指出，古代人的科学只是“天才的自然哲学的直觉”（第6页），中世纪阿拉伯人对自然科学的贡献是“非常重要的”，但也是“零散的并且大部分已经无结果地消失了”；只有近代自然科学才是“唯一地达到了科学的、系统的和全面的发展”（第6页）。这句话十分明白地说明了近代自然科学的特点，说明了近代自然科学与古代和中世纪自然科学的区别。

欧洲古代文明，以古希腊为代表。在古代希腊，因为生产水平的限制，除了简单的生产工具，还没有特殊的认识工具和手段，人们对自然现象的认识以直观观察为主，只是一种直觉。人们对自然的知识，没有形成在科学实验基础上的科学体系，而是与朴素的哲学观点结合在一起。自然科学还没有从哲学中分离出来，“最早的希腊哲学家同时也是自然科学家”（第164页）。自然科学也就是自然哲学。但是，古希腊的自然哲学家们提出了许多重要的思想。如阿那克西曼德说：“人是由鱼变成，是从水中到陆地上来的”（参看第165页）。这是关于进化问题的天才猜测。后来科学的进化论证明，陆生脊椎动物是由两栖类进化而来，两栖类确是由鱼类——总鳍鱼登陆进化来的。阿利斯塔克早在公元前270年就提出了太阳中心的思想，这个思想后来启发了哥白尼，使他以批判的态度对待托勒密的地心说，并进行了长时期的天文观测，提出了科学的日心说。但在古代，这些天才的思想只是一种猜测，并没有科学的依据作为论证，后来就为物种不变和地心学说所代替。古希腊的自然哲学在思想史上是非常重要的。恩格斯说：“在希腊哲学的多种多样的形式中，差不多可以找到以后各种观点的胚胎、萌芽。”（第30页）所以，恩格斯称它为“天才的自然哲学的直觉”。古希腊的自然科学虽然在后古典时期即希腊化时期（公元前3至一世纪），由于经济的发展，在个别领域开始了一些较精确的、系统的研究（如欧几里得几何学、阿基米得的静力学）。但总的说来，古希腊的自然哲学因为没有精确的科学实验为依据，“虽然正确地把握了现象的总画面的一般性质，却不足以说明构成这幅总画面的各个细节”。①相反地，一涉及细节，就有许多臆测和不科学的东西。这就是欧洲古代自然科学的状况。

中世纪的欧洲，由于天主教会的残酷统治，自然科学的发展受到了窒息，所以恩格斯说：“基督教的中世纪什么也没留下”（第9页）。他提出，作为这一个时期的代表

① 恩格斯：《反杜林论》，《马克思恩格斯选集》第三卷，第60页。

是阿拉伯人的科学。阿拉伯文化，是多民族的文化，以阿拉伯语和伊斯兰教为联系的环节，还吸收了印度、中国、古希腊、拜占庭的文明加以发展。阿拉伯人在世界科学史上有特殊的地位，他们继承了欧洲古代希腊罗马的文明，许多古代希腊罗马的文明，许多古代著作经过阿拉伯人才流传下来。在此基础上，他们融合了欧、亚、非三洲的古代文明，对于近代欧洲科学的发展起了非常重要的作用。恩格斯指出：“阿拉伯人留传下十进制制、代数学的发端、现代的数字和炼金术”（第9页）。以现代阿拉伯数字和十进制来说，最早的来源是印度（其中“0”的使用，巴比伦较印度更早），公元八世纪传入阿拉伯国家，经过多年演变成为现代形态，十三世纪以后为欧洲普遍采用。阿拉伯人吸收了古代希腊和东方的炼金术成就，开始了在炼金术形态下出现的初步的化学研究。十一世纪著名的阿拉伯医生阿维森纳（伊本西拿）写了一个百万字的《医典》，一直到十七世纪欧洲各大学还做为教材。但是，由于当时生产发展水平的限制，他们科学成就的绝大部分仍然是零散的，并没有系统化。而且由于印刷术尚未普及和战争的破坏等历史条件的限制，相当大部分的成就都是“无结果地消失了”。（第6页）我国古代有素称发达的工业和农业，有灿烂的古代科学成就。其中许多成就，如造纸、印刷术、指南针、火药等重要发明经过阿拉伯人介绍到欧洲，对欧洲的近代发展作用很大。但总的说来，由于生产规模的限制，没有达到近代科学的水平。

在欧洲，自然科学的发展到了十五世纪下半叶，就发生了质的变化。恩格斯强调说它是“唯一地达到了科学的、系统的和全面的发展”（第6页）。近代化自然科学的特点首先就在于它是真正科学的。什么是真正科学的？这就是指近代自然科学，由于有资本主义工业生产提供的物质手段，所以能以精确的严格的科学实验为依据，排除了任何主观臆想的成分。恩格斯说：“只有这样一个本质的差别：在希腊人那里是天才的直觉的东西，在我们这里是严格科学的以实验为依据的研究的结果，因而也就具有确定得多和明白得多的形式。”（第16页）只有科学实验才能提供确凿和精细的依据，才能使自然科学真正成为反映自然本质和规律的系统知识。这主要是因为科学实验在变革与认识自然现象方面有其特殊作用。科学实验是生产斗争发展到一定阶段和水平才能迅速发展的社会实践形式。只有不断发展的大机器工业生产才能为科学实验提供日益强大、日益精密、日益多样的仪器、工具设备。正是因为如此，科学实验就成为一种独立的社会实践形式，就有生产斗争所不能代替的作用。生产斗争是变革自然的斗争。在生产斗争中，人们运用已知的自然规律指导实践，解决人类物质生活的需要，为人类增加物质财富，而不是探索未知的自然规律。生产斗争往往提出一系列的问题，推动人们去更深入地认识自然，但是由于受着生产任务、规模、设备条件的限制，人们在生产斗争中又不可能解决这些问题。只有在科学实验中，人们可以依靠专供实验用的仪器设备和工具，有目的、有计划地控制和选择条件，撇开偶然和次要的因素，更细致更深入地变革自然；运用分解分析的方法，抽取自然过程的某一方面或某一阶段，进行精细的研究和观察，才能达到规律性的认识。马克思说：“物理学家是在自然过程表现得最确实、最少受干扰的地方考察自然过程的，或者，如有可能，是在保证过程以其纯粹形态进行的条件下从事实验的。”①近代自然科学发展的历史说明，生产斗争中提出的尖锐的问题，

①马克思：《资本论》第一卷，《马克思恩格斯全集》第二十三卷，第8页。

往往需要设计专门的实验，依靠特殊的仪器和工具来探求规律性的认识；只有经过反复的实验，才能找到准确的答案。科学实验虽与生产有紧密联系，但它本身有相对的独立性。科学实验的课题，不仅来自生产斗争，也来自理论的探讨和前人的实验。实验室里有许多与生产没有直接联系的重大发现，深入地揭示了自然现象的本质，对于自然科学理论的形成有极大的意义，对于生产有巨大的推动作用。如，电磁感应现象、电子、放射性元素等都是在实验室里首先发现的，这些发现导致了电磁感应定律，原子结构理论以及核结构理论的建立和发展，导致了现代电力工业及原子能工业的诞生。恩格斯在《英国状况十八世纪》一文说：“18世纪以前根本没有科学，对自然的认识只是在18世纪（某些部门或者早几年）才取得了科学的形式。”^①就是强调的这一点，就是告诉我们：没有科学实验，就没有近代自然科学。这就是近代自然科学的根本特点。这个特点是与资本主义大工业生产提供的可能直接相联系的。

近代自然科学发展的基础是科学实验。在生产斗争的推动下，在科学实验的基础上，近代自然科学发展为系统的和全面的，这是说明自然科学发展的状况和水平。系统的，是指在一个领域内，由于生产斗争和科学实验提供了丰富的经验材料，经过人们理论思维的加工，形成理论体系。全面的，是指的广度，就学科来说，近代自然科学不只是限于天文学、力学和数学，物理学、化学、生物学、地质学等也相继发展为独立的基础学科，不仅如此，从每个大学科来说，又分为若干分支，也都形成系统的理论。

自然科学发展到二十世纪中叶以后，由于大工业发展的推动，认识手段的强大，科学实验从个人的、少数人的活动已发展为国家规模的成千上万人的活动。科学实验的发展推动了理论的飞跃。自然科学研究不断向新的纵深方向发展，探索了自然界的许多新领域，发现了物质运动的新形式和物质结构的新层次，因而产生许多新学科、新分支。而各门基础学科之间，基础学科与应用学科之间，又互相渗透，互相影响，形成许多新兴边缘科学。新的研究层次和新的边缘科学形成新的生长点，孕育着重大的理论突破。这就是现代自然科学的特点。

^① 恩格斯：《英国状况十八世纪》《马克思恩格斯全集》第一卷，第457页。