

《海纳百川·藏书博览》

简装书库·自然科学总论

（自然科学史）

科学史

02

[英] W·C·丹皮尔

上海市黄浦区教育信息中心

罗马时代

在古代世界，差不多只有希腊人才具有独创的科学思想。按照自然之理，看起来好象意大利的居民成份和希腊的居民成份在性质上一定是相似的。但是，两国人民在发展和成就上却很不相同，说明种族也是不同的。罗马人虽然擅长治理国家，在军事、行政和立法方面有优异的能力，但在学术方面却没有多少创造力。当然他们也编纂了许多著作，说明他们对于自然界的对象也有很大好奇心。他们的艺术，他们的科学，甚至他们的医学，都是从希腊人那里借来的；当罗马成为世界的霸主的时候，希腊哲学家和希腊医生都退隐到台伯河（Tiber）两岸，不过，在那里，他们也并没有建立任何可以继承雅典学派的遗风而无愧色的希腊哲学学派。罗马人似乎只是为了完成医学，农业，建筑或工程方面的实际工作。才对科学关心。他们使用知识之流，而不培其源——为学术而学术的源泉——，结果，不到几代，源与流就一起枯竭了。保守的罗马人竭力反对希腊思想未来的霸权。这种情绪在监察官喀托（Cato the Censor，公元前 234—149 年）的著作中流露出来。这个喀托是另一个比较有名的喀托的祖父。老喀托在晚年写出了第一部拉丁语农业论著，附带地向我们提供了一些有关罗马医学的资料。大约在同一时候，已比伦人戴奥晋斯（Diogenes）把斯多噶派的哲学传到罗马。这个学说，后来加上波赛东尼奥学说中柏拉图主义的要素，变成了罗马所特有的哲学，历时三百年之久，在马可·奥里略皇帝（Emperor Marcus Aurelius）的著作中登峰造极。波赛东尼奥所以值得后人纪念，还因为他是一个游历家，天文学家，地理学家和人类学家。他以太阳和月亮的联合作用解释潮汐；事实上，天体对地上事物的影响似乎就是他的哲学的本质。他把宙斯放在命运之神上面；他的观点带有宗教色彩；但是他相信卜筮和占星术，在向欧洲传布这些思想方面，他所出的力或许比任何别的人都多。他注释过柏拉图的《蒂迈欧篇》；他的科学也象柏拉图的科学一样，是从他的哲学中推演出来并为他的哲学服务的。

两代以后，到公元前一世纪，罗马人就征服了全世界，但是希腊的学术也征服了罗马人。罗马法律学家和政治家西塞罗（Mar-cus Tullius Cicero，公元前 106—43 年左右），在创立拉丁语的哲学语言和普及希腊哲学方面，有很大贡献。他写过一部讨论宇宙哲学的著作《神性论》（*de Natura Deorum*），其中载有不少关于当时的科学知识的资料。他还提出一个有关人体的目的论的学说，并且多次对迷信和巫术进行有力的抨击。

希腊的科学哲学——原子论——在《物性论》（*de Rerum Natura*）长诗中得到卢克莱修（Titus Lucretius Carus，公元前 98—55 年左右）的阐释和赞美。这篇长诗，象西塞罗的某些散文一样，目的在于打倒迷信，推崇以原子哲学和机械哲学为代表的理性。从一个方面来看，卢克莱修加上伊壁鸠鲁，还不及留基伯和德谟克利特富于现代精神，因为他的元始原子不向

G.Sarton *Lsis*, No.16, 1924. p.74 里的书评。

H.A.J.Munro, *Lucretius, Text, Notes and Translation*, 3 vols. 4th ed. London, 1905—1910 并看 references for Democritus 同书第 21 页及 E.N.da CAndrade, *The scientific Significance of Lucretius*, introduction to Munro's *Lucretius*, 4th ed.1928.

四面八方运动，而是靠自己的重量，穿过有限的真空，以同等速度，向一起聚拢。卢克莱修的诗篇中没有任何新的思想，但是，它利用原子论者的见解，以富丽堂皇的词藻宣布，因果性原理支配着万物，从看不见的水蒸汽的蒸发，一直到为宇宙的发光精壁所包围的天体的庄严运动都是如此。

这个世纪的最伟大的人物是凯撒(Gaius Julius Caesar, 公元前100—44年)。我们所以主要对他感到兴趣，是因为他在索西吉斯(Sosigenes)的技术帮助下，修订了儒略历法(julian calendar)。

以 $365\frac{1}{4}$ 时天为一年。这个估计数失之过大，渐渐引起对日和季候的差异。但是，这个修订了的历法在欧洲一直流行到1582年，当时误差达到十天。到那时，教皇格雷哥里十三世(pope Gregory)才下令加以纠正。在苏格兰，1600年就加以纠正，但是，在英格兰，到1752年才加以纠正。凯撒还计划在罗马帝国全国进行测量。后来阿格里帕(Agrippa)把这个任务付诸实行，并把测量结果绘入一幅世界大地图中。

公元20年左右，旁托斯的阿玛息亚的斯特拉波(Strabo of Amasia in Pontus)用希腊语写了一部全面的地理学著作。这部著作对当代的其他科学也有所说明。罗马人东征西讨，自然使人们对地球表面的知识不断增加，描写帝国道路的旅行指南也在这时开始出现。

维特鲁维奥(Vitruvius)写了一部建筑学论著，其中详细叙述有关的物理学知识和技术知识。他已经了解声音是空气的振动，并且对建筑音乐学作了说明。这是关于建筑音乐学的已知的最早的说明。

罗马军人和工程师弗朗提努(Sextus Julius Frontinus, 公元40—103年)对流体力学提出一些有益的见解。他做过罗马导水管监察官。他谈到了罗马的给水工程，并且由实验中发现，水由管口流出时，水流的速度不但决定于管口大小，而且决定于管口在水面下的深度。

维吉尔(Virgil, 公元前30年左右)在《农事诗》(Georgics)中描写农事技术和农事的诗意。瓦罗(Varro)也写过一本关于农事的书，其中记载了观察植物生长的结果，并且暗示疾病的传染是由于肉眼看不见的微生物所致。

公元14年左右，在奥古斯都治下，罗马建立了第一所公立的希腊医学校。当代最好的医生是塞耳苏斯(Celsus)。他在提比利乌斯(Tiberius)在位时期，用拉丁语写了一部重要的内外科医学论著。这是我们关于亚历山大里亚的医学史和当代罗马医学史的知识的55主要来源。塞耳苏斯描写了很多惊人地符合现代精神的外科手术，在医学上采取了中间路线，在古代的经验学派和方法学派之间不偏不倚，既相信理论，又相信观察。他的著作在整个中古时代遗失了，后来又及时重新发现，使文艺复兴时代的医学受到影响。

在公元一世纪中叶左右，第奥斯科理德(Dioscorides)，一个植物学家和军医，写了一部关于植物学和药学的书，叙述了六百来种植物及其药性。

在公元一世纪后半叶，学术的复兴在一定程度上已经出现了。

有一位罗马公民老普林尼(Pliny, 23—79年)，尤其值得我们追念。

儒略历以 $365\frac{1}{4}$ 日为一年，较之实际长了11分钟，在东欧各国沿用至近代，曾略历和季节的差异，到现在达13日之多。——译注

《大英百科全书》Art. "Hydrosechanics", 9th ed; G.Sarton, loc cit. p.255.

G.Sarton, Loc. cit. p. 258; Goodyear 英译本(1655); R. T.Gunther, Oxford 1934. Isis, No.65. 1936, p.261.

他写了一部《自然史》（*Naturalis Historia*），共三十七册。这是一部包罗了那个时期的全部科学以及一系列被遗忘的希腊和罗马著作家的知识和信念的百科全书。他从总的宇宙理论开始，一直讲到地球和它的内容。他认为宇宙是由天空和空间中的星体组成的，都是神的表现。然后，他就讲到地理，讲到人和人的身心特性，讲到动物，飞鸟，树木，农业，森林，园艺，酿酒，金属的性质和用途，以及美术的起源和实践。他又同样深信不疑他讲到狮子，独角兽和凤凰的自然生活史，不能把现实的东西和想象的东西，真实的事情、可信的事情和不可能的事情区别开来。他替我们保留了当时的一些迷信，诚心诚意地叙述了各种巫术的实践和功效。但是，我们必须记得，他是为了追求自然知识而贡献出自己的生命的。这是他的光荣。当维苏威火山大爆发，毁灭了庞培城（*pompeii*）和希尔姑兰城（*Herculaneum*）的时候，他正在统率罗马海军。他上岸去观察这次翻天覆地的变化，深入险地，终于为暴雨般落下的火山灰所掩埋。

我们关于希腊哲学家的知识，事实上还有关于希腊哲学的知识，很多是从《哲学家列传》（*Lives of the Philosophers*）所保存的资料中得来的。这本书是二百年后第欧根尼·拉尔修（*Diogenes Laertius*）所写的。但是，我们也从普卢塔克（50—125 年左右）的著作中，得到一些资料。他在自己的著作中谈到月球的构造，并且叙述了罗马的神话，提出了对各种宗教进行比较研究的主张。我们还必须提到当代的另外两位历史学家，即约瑟法斯（*Josephus*，37—120 年左右）和塔西陀（*Tacitus*，55—120 年）。前者写了一部犹太人的记录，后者是早期不列颠和日耳曼的政治和社会历史的重要拉丁权威。

在后来的三十年中，当天文学家托勒密在亚历山大里亚工作的时候，希腊医学在亚历山大里亚、罗马以及到这时已经成立起来的其他学校里，兴盛一时。从在这些学校里工作的医生那里，我们可以找到一条从古代世界最著名的医学家希波克拉底到卡帕多西亚的阿勒特奥斯（*Aretaeus of Cappadocia*）和他的更著名的同代人盖伦（*Calen*，或 *Galenus*）的学术上一脉相传的线索。

盖伦在公元 129 年生于小亚细亚的帕加马，在罗马等地行医直到 200 年。他把希腊解剖知识和医学知识加以系统化，并且把一些分裂的医学学派统一起来。他对动物和一些人体进行了解剖，并且在解剖学、生理学、病理学及医疗学方面，发现许多新的事实。他在活的动物身上进行实验；由此考察了心脏的作用，并且对脊髓进行了研究。据萨尔顿说，这是古代最值得注意的两个实验之一。在哲学方面，他认为一切都是由上帝决定的，人体的构造也是上帝为了一个可理解的目的形成的。盖伦的医学学说同原子论者及他们的追随者的机械观点相反，它的基础是这样一个观念，人体各部分都贯注着不同种类的元气。盖伦的成拉丁语是 *spiritus animalis*，这样就变成我们

Text ed. by L. von Jan and K. Mayhoff, 5 vols. Leipzig, 1906—1909; Eng. trans. J. Bostock and H. T. Riley, 6 vols. London, 1885—1887; H. N. Wethered, *The Mind of the Ancient World*, London, 1937; E. W. Gudge, *Isis*, 269.

Text with, Eng. trans. by B. Perrin, 6 vols. London, 1914—1918.

The Roman Questions, Eng. trans. and notes by H. J. Rose, Oxford, 1924.

G. Sarton, *loc. cit.* p. 301; Sir T. C. Allbutt, *Greek Medicine in Rome*, London, 1921.

Isis, No. 16, 1924, p. 79.

所熟悉的“ani- mal spirits”（动物元气）。这个词的意思有时或许被人误解了。盖伦所以享有盛名并影响医学界达一千五百年之久，并不是由于他的真正伟大的观察和实验，也不是由于他的医术高明，而是由于他从这些观点中用论证方法十分微妙地推出一些教条，并且权威地加以阐释。他的有神论的心理态度既能吸引基督教徒，又能吸引伊斯兰教徒，也是他的影响巨大而持久的一部分原因。

他的关于人体功能的一般理论在哈维（Harvey）发现血液循环以前，一直盛行不衰。盖伦认为，血液是食物在肝脏内变成的，然后就和“天然元气”（“natural spirits”）混合，得到富于营养的性质。一部分血液经过静脉管流入身体各部，并经过同一条道路再流回心脏，象潮汐那样涨落不已。其余的血液，经过隔膜中不可见的细管由心脏的右边流到左边，在那里和肺吸来的空气相混合。靠了心脏的热力，它带上了“生命元气”（“vital spirits”）；这种较高级的血液又通过动脉管在身体的各部分涨落，从而使各种器官能够发挥它们的生活功能。在大脑中，这种活力血液生出“动物元气”。动物元气是纯粹的，不和血液混合，它能沿着神经流动，促成运动和人体各种高级功能的实现。

这个生理学体系距离真理当然是很远的，虽然就盖伦的知识来说，它是惊人的巧妙而成功。不幸，在世人的眼中，盖伦的学说竟比他的自由的探讨精神更为重要，所以，在文艺复兴之后，他的权成才把生理学的道路堵塞了，直到哈维鼓起勇气把它抛在一边为止。

罗马人在理论科学方面成就很少，但是在实践方面却值得注意。罗马的卫生和公共保健事业部安排得很好。清洁饮水用巨大的导水管引到市区内，市内设立有公共医疗系统和医院，军队中设立有医官。

学术的衰落

医学校继续开办着，但是，从盖伦的时代起，或者从更早的时候起，古代世界的一般科学和哲学就有了最后趋于暗然无光的清晰迹象。除了公元三世后半叶亚历山大里亚的第奥放达斯（Diophantus）是希腊最伟大的代数学著作家以外，没有一个第一流的人物。在第奥放达斯的时代以前，代数题要么用几何学的方法来解，要么用言语的推理来解，到第奥放达斯才开始采用一些简单的符号，来代替不断重新出现的量和运算方法。因此，简单的方程式和二元二次方程式他都能解。他还谈到未知量的数目超过方程式的数目的不定式问题。

这项成果是代数学开始成为独立学科的标志，但是，在第奥放达斯以后，古代世界对科学知识就再没有重大贡献。在罗马帝国 58 头三百年间，罗马法的伟大成就登峰造极，但是，罗马政权还没有衰微，科学就显然已经和哲学思想的其他部门一起差不多停滞不前了。知识没有进步，人们唯一的工作只是写些注释和撮要，主要是希腊哲学家的注释和撮要。在这些注释家当中，

Sir Michael Foster, *History of Physiology*. Cambridge, 1901, p12.

Sir Thomas L. Heath, *Diophantus of Alerandria, a Study in the History of Greek Algebra*. 2nd ed. Cambridge, 1910; Paul Tannery, *Papers in his Memoirs*, 1879—1892; W.W. Rouse Ball, *History of Mathematics*. London, 1901 p.107.

我们必须提到阿弗洛底西亚的亚历山大 (Alexander of Aphrodisia)。他在公元 200 年左右担任吕克昂学院的院长，并且力求保存纯粹的逍遥学派的理论。在一切科学理论问题上，甚至在实际事实问题上，亚里斯多德仍旧被认为是最高权威，不过当时流行的形而上学的哲学，却是通过更神秘的新柏拉图主义学派，从柏拉图那里得来的，至少在当时居于支配地位的亚历山大里亚学派中是这样。亚历山大里亚当时成了新柏拉图主义学派的中心。大约在四世纪初，哈尔基伙 (Chalcidius) 用拉丁语为柏拉图的《蒂迈欧篇》写了一部注释。这部书差不多成了中古时期关于柏拉图的知识的主要来源，在亚里斯多德的著作被遗忘的几百年中，它给中世纪带来了一种自然哲学，当时的异想天开的见解有许多就是从那里来的。

我们说过，亚历山大里亚学派的科学工作几乎全部是由希腊人的后裔来继承的。但是，居民中间的其他成分慢慢地也开始发挥他们的作用，尤其是在比较富于形而上学性质的各哲学分支中。在这些非希腊的成分中，最重要的成份之一是犹太人。在亚历山大里亚出现了一个新的思想学派，它一方面受到希腊化文化的影响，另一方面又受到犹太和巴比伦的传统的影响。我们不要忘记，当犹太民族从巴比伦人的奴役下解放出来时，回到巴勒斯坦的犹太人为数很少，相对来说是很小的一部分，有不少人都在小亚细亚和地中海东部沿岸各城市定居下来，经营商业，在整个东方建立了一个商业、政治和文化方面的通讯网。亚历山大里亚成了散布在各处的这个民族的商业和文化中心，耶路撒冷则成为他们的宗教中心。因此，亚历山大里亚就成为希腊哲学和东方宗教，尤其是犹太教和基督教的最早的重要会合点。很多早期的希腊籍基督教神父都住在亚历山大里亚，或从那里得到他们的哲学。正是靠了他们，很多希腊哲学才保持住自己的活力，并且在犹太思想、希腊思想和基督教思想的综合中占有一席之地。这一综合后来就形成了教父神学。柏拉图的思想，在较小程度上还有亚里斯多德的思想，⁵⁰ 就这样进入了早期的基督神学中，而且早在教会人士还没有想到它们的来源之前，就已经在中古时代的欧洲流行开来了。因此，当希腊著作家的著作后来重新发现的时候，教会人士看到平常习见的基督教义的原型早就包含在这些异教哲学家的著作中，自然不免感到惊奇。

虽然早期的教父就生活在这个时期中，虽然他们的著作成为中古时代的宗教和古典哲学中比较富于形而上学色彩的要素两者之间的桥梁，我们最好还是把他们的工作及其对科学思想的影响留到下一章中再作简短而必要的叙述，原因是，他们同古代世界的数学科学或观察科学，关系不大。

第二章 中世纪

中世纪——教会神父——黑暗时期——欧洲的改造——阿拉伯学派——
——欧洲学术的复兴——十三世纪——托马斯·阿奎那——罗吉尔·培根——
经院哲学的衰落

中世纪不久以前，“中世纪”一词还是指自古代文化衰落到意大利文艺复兴一千年的整个漫长时间。但近来人们怀着新的兴趣对十三、十四世纪的历史、艺术和宗教进行研究的结果，使我们清楚认识到那时已有一仲新文明出现，因而现在人们往往把“中世纪”一词只用于指“黑暗时期”以后文艺复兴以前的四百年间。

可是，在科学历史家看来，原来的历史分期法也有它的优点。

西欧的“黑暗时期”正好与有些不久便被阿拉伯人征服的亚洲国家学术异常兴盛的开始期同时。波斯与阿拉伯学派的学说原来都是以希腊占籍的译本为依据，但后来它对于自然科学也有可观的贡献。欧洲从阿拉伯入学到不少的东西，阿拉伯的学术在公元 800 至 1100 年间达到了它为兴盛期。但那时以后科学的活动主要是在欧洲。十三世纪由于希腊古籍的完整版本，特别是亚里斯多德的著作重新发现，知识领域里有了很大的进展。不过一直要等到文艺复兴时期，西方人才开始用批判的眼光去检查希腊哲学，或用新的实验方法去寻找自己的道路。因此，1100 年以后的时期，象以前的黑暗时期一样，在科学史家看来，只是一个预备时期。这两个时期是同一整体的两个部分，不妨合拢来看，虽然在政治、文学或艺术的历史学家看来，它们是不同的而可以分开的。因此，对我们而言，“中世纪”仍有其原来的意义——由古代学术衰落到文艺复兴时期学术兴起的一千年，这是人类由希腊思想和罗马统治的高峰降落下来，再沿着现代知识的斜坡挣扎上去所经过的一个阴谷。在宗教以及政治与社会结构方面，我们和刚才脱离的中世纪还很接近，但在科学方面，反而更接近于古代。我们透过雾气迷漫的山谷去看过去，感觉远处峰峦比近处地面更加清晰。

教会神父

要明了中世纪的欧洲在自然知识方面不能有所进步的原因，我们必须探讨中世纪思想的发展。首先，我们必须了解早期神父们按照犹太经典、希腊哲学以及祭仪宗教和它们背后的原始仪式建立起来的基督教神学与伦理学的一般轮廓。其次，我们必须探索以后每一个时代里这些教义为了与异教或异端斗争而发生的种种变化。这样，我们才会了解为什么教父的基督教和中世纪早期的基督教，在精神上对于世俗学问采取仇视态度，为什么哲学成了神学的婢女，为什么自然科学不复存在于世上。

早期的希腊哲学坦率地建立在对可见世界的观察基础上面。到了苏格拉

要知中世纪思想的一般情况，可参看（1）H. F. Stewart, "Thought and Ideas", in Cambridge Mediaeval History, vol. I, ch. 20; (2) H. O. Taylor, The Mediaeval Mind, 2 vols, New York and London, 1911 and 1914. 要知史事及参考资料直到公元 1300 年，可参看 G. Sarton, Introduction to the History of Science, vols I, II, Baltimore, 1927, 1931.

底和柏拉图手中，哲学的探讨更进一层，从现象问题追究到背后的实在，从自然哲学走到一种带有唯心主义和神秘主义倾向的形而上学。“希腊人的心灵被自己的创造迷住了”。在柏拉图看来，外界的事实，无论是自然界的、人生的和历史的，只有为心灵所领会时才成为实在。这些事实的意义必然在于这些事实的与心灵的首尾一致的概念体系相吻合的那一方面，因为只有这样，事实才能为心灵所思考，也只有这样，它们才能存在。凡不能想象的，老实说也都是不可能的。

这样一种哲学，显然不能促进对于自然或历史的正确而无偏颇的观察。宇宙的结构必须与柏拉图的哲学的理念相适合；历史本质上只是增加论证的生动性和提供实例的一种工具。

亚里斯多德对于观察自然界比柏拉图感兴趣，但是即令就亚里斯多德来说，他的力量也是用在形而上学与逻辑学方面多，用在科学方面少！而在科学方面又是用在生物学方面多，用在物理学方面少。他首创逻辑学这门学科，而在生物学上无论如何表现了客观的观察方法。他的物理学不象德漠克利特的那样客观，是在原子及真空中寻找事物的终极本性。在亚里斯多德看来，用来解释自然界的概念必然是物质、本质、物体、形式、数量、质量——这些范畴都是为了按照人的心灵固有的观念去表达人们对于世界的直接的感官知觉而制订出来的。在黑暗时期开始的时候，亚里斯多德的著作的不完善的撮要，是当时可以得到的希腊资料中最科学的，他的影响虽然不小，但慢慢地也就不再具有支配力量了。到六世纪他的著作已不时行，此后七百年间，所遗留下来的，差不多只有别人给他的逻辑学所作的注释。

斯多噶派的哲学，通过马可·奥里略的著作为我们一部分人所熟知。它对于罗马人的心理特别合适，在估计教父派神学家所利用的不同的思想潮流时，对斯多噶派的哲学不能加以忽视。在斯多噶派看来，中心的实在是人的意志。形而上学和自然知识，只有在为斯多噶派的哲学服务，即作为生活与行为的指针时，才有其重要性。斯多噶主义基本上是一种伦理哲学，它使物理科学离开正确的观察，以便与道德的成见相适合。

由柏拉图创始的思想学派，到新柏拉图派，升到更加超理性的高峰。他们的哲学是后来的异教的最后产物。从亚历山大里亚的普罗提诺(Plotinus, 卒于 270 年)的时代到波菲利(Porphry, 卒于 300 年)及杨布利柯(Iamblichus, 卒于 330 年左右)，哲学越来越远离物理与实验，越来越接近神秘观念。普罗提诺纯粹生活在“为偶尔的狂喜所温暖的形而上学”的领域之中，在他看来，只有对于“绝对”的超理性的默想才是最高的善。在波菲利的著作中，尤其是在杨布利柯的著作中，这些神秘的见解进入实际的生活，而它们在实际生活中的应用又使巫术与邪术更加为人们所轻信。灵魂需要神、天使与魔鬼的帮助；神灵本质上是不可思议的，而巫术是达到神灵的途径。因此新柏拉图主义奖励而且吸收流行在一个衰颓时期的一切民间的迷信，巫术和占星术的一切发展，以及一切追求苦行的病态渴望。一位新柏拉图派传记家笔下的杨布利柯的生活里充满了奇迹，正如阿散纳修斯(Athanasius)的圣安东尼(Salrit Anthonv)传记一样。

这种神秘的哲学气氛包含有东方信仰的潮流，如祆教(Mithra-ism)与摩尼教(Manich3eism)。后者主张一种二无论，认为有善恶两种力量，注定要一再重新出现。祆教与基督教争霸于罗马帝 63 国。它是从波斯传来的一种祭仪宗教；以前我们讲过，在希腊化时代，当古典时期快结束，而奥林匹

斯神话衰退之时，这一类祭仪宗教就取代了这个美丽的信仰。关于这些祭仪宗教，我们还知道得远远不够完备。它们的教仪有奥义传授和通神等秘密仪式；它们的信仰通过每一宗派特有的神的传说来表达，这些传说一般人信以为真，有教育的人则以为不过是生死秘奥的象征。在这些教仪与传说的背后，有原始的自然崇拜——崇拜日神、崇拜月神和表演一年四季循环的戏剧，以资庆祝：在夏季，大自然生意盎然，在冬季，自然界陷于死亡状态，每年新春，自然界又欢乐地复活过来。

现代人类学进一步揭示了构成祭仪宗教基础的原始观念与其仪式的起源。这些仪式渊源于更原始的仪式，而更原始的仪式则基于这样一种观念：人们可以用交感巫术或妖术去强迫自然就范。这样的教仪及由此发展而来的仪式，比任何宗教教义的确立体系都早，而且更加持久。我们可以看出：在公元后最初几个世纪内，除在文学中出现的正式宗教和哲学之外，还有这些更原始的巫术仪式与信仰的又深又广的暗流存在。从这些仪式里可以找到奥义传授，牺牲献祭，与通神等观念，这些观念在祭仪宗教中，以及后来的某些基督教教义中、特别是天主教的弥撒仪式理论中，又以更复杂的形式出现。这些原始的仪式和较为发达的祭仪宗教对于基督教起源的影响，一向是历史家与神学家讨论的问题。这种讨论随着每一代掌握的知识而有所不同。

圣保罗（Saint Paul）拯救了基督教，使它没有变成一个注定要很快消灭的犹太教教派，并且把它当做一个世界性宗教来加以宣传。在这个宗教生长起来和传布开来的时候，它和希腊哲学发生接触，早期教会的神父们的主要工作，就是把这个哲学与基督教义结合起来。

最先从事这一工作的是沃里根（Origen，约 185—约 254 年），他公开宣布古代学术，特别是亚历山大里亚的科学，与基督信仰是一致的，在争取有教育和有知识的人信教方面，他比任何人尽力都多。当时教义尚未固定，后代人不惜抛弃生命为之奋斗的不同的见解，在他的著作中，还和平地共处着。

沃里根最根本的主张是上帝的永恒不变。这个主张牵涉到逻各斯（Logos）与世界的永恒不灭，以及灵魂的“预先存在”。这样就把基督教的历史方面的重要性减少了，从而也就可以用比较批判的态度去检查旧约和新约，而且可以采取一个比后来正统观点较为自由的观点。但是沃里根的神学越来越得不着人们的承认，终于在 553 年君士坦丁堡的宗教会议上遭到谴责。

在拉丁神父中，圣奥古斯丁（Saint Augustine，354—430 年）对基督教思想的影响最深远而且最长久；他的《忏悔录》（Confessions）和《上帝之城》（City of God）是基督教的两大最重要的经典著作。他先属摩尼教派，后来是新柏拉图派，最后才成为基督教徒。他把柏拉图哲学与保

要知简单的叙述可看 Percy Gardner, in Hastings' Encyclopaedia of Religion and Ethics and also in Modern churchman, vol xvi, 1926, p.319.

Sir J. G. Frazer, The Golden Bough, 3rd ed. 特别看 Part v, "Spirit of the Corn and wild", vol. 167. B. Malinowski, Foundations of Faith and Morals, Oxford, 1936.

本义为言语、思想、理性。是最先出现在古希腊唯物主义哲学中的哲学术语。意谓物质世界的普遍规律性。新柏拉图派转释为神或神秘的宇宙理性。基督教吸取这个意义，就把逻各斯和“圣子”等同起来。——译注

罗《使徒行传》的学说结合起来，形成基督教对知识的第一次大综合的基础；这一综合，在中世纪后期亚里斯多德与托马斯·阿奎那支配一切的时代，还作为另一派思想暗地里依然存在着。他的论争，正如圣阿散纳修斯的论争一样，说明天主教的教义是怎样由辩论而形成的，并且说明我们的信条不但是信仰的陈述，而且是“战胜异端和异教的凯歌”。正如吉朋（Gibbon）所说：“异端的名号总是安在少数派头上”。

新柏拉图主义与早期基督教神学同时成长，相互作用——事实上两方都责斥对方抄袭。基督教象新柏拉图主义一样，有一个根本假定：灵魂是宇宙的终极的实在；在教父时代，基督教更接受了新柏拉图派的超理性态度。在早期神父的著作中，最高级的超理性主义对于上帝的爱与对于复活的基督的理解，一步一步下降，最后就变成了同异教群众及新柏拉图派哲学家的信仰已经没有什么区别的最低级的迷信。早期的新柏拉图派异教徒普罗提诺和基督教神学家奥古斯丁对于占卜与巫术并不重视，拉丁神父希波利塔斯（Hippolytus）对于异教的巫术与占星术的愚蠢也加以揭发。但六十年以后，波菲利与杨布利柯，再后数百年，基督教会活动家杰罗姆（Jerome）与格雷哥里（Gregory）都热中于妖魔灵怪的事迹。

象征主义在新柏拉图主义中已经出现，神父们为了把《旧约》和《新约》加以调和，并把两者同当时流行的思想流派加以调和，又把象征主义加以推广与发展。《圣经》中的或自然界中的一切如果与每一神父所诠释的基督教义相合，就作为事实接受，凡是不合的就只承认它仅仅有象征的意义。

最后，要了解教父的心理，并由此以了解中世纪人的心理，我们必须明了基督教关于罪恶的观念所带来的压倒一切的动机，那就是对于天堂怀抱希望，对于地狱怀着恐惧，盼望通过神与人之间的中保在天堂里得救，避免地狱火焰的惩罚。

异教世界自己也已丧失信心。人类已经远远离开希腊人对于生活的乐观态度和严肃的罗马人在家庭与国家里的快乐生活。祭仪宗教把东方的思想带到欧洲。人们开始更加依赖权威；他们感觉到不安，对于他们在现世和来世的平安发生恍惚的恐惧。这种情形常出现于历史的各时期之中。甚至在基督降世以前，在巴勒斯坦与犹太教影响存在的其他地方，人人就都期待着天国和末日裁判的灾难来临。这个观念使使徒时代基督教的信仰大半成了一个来世论问题，使基督教的生活规则变成只不过是一种暂时的伦理，只不过是光荣的第二次降临前的短期的准备。也许在教父时代，世界末日已经向未来推远了一点；但最后裁判的日子仍是很近，每一个人都以为死亡是通到神秘的隔世和可怖的阴界的有效门户。暗影笼罩着古代国家的文明，更大的暗影笼罩着人类的精神，差不多使基督宣传的希望与和解的福音光辉都晦暗了。

由于有这样一种人生观和这样一种死亡的前景，无怪乎神父们都对世俗的知识本身，毫不感觉兴趣。圣安布罗斯（Saint Ambrose）说：“讨论地球的性历与位置，并不能帮助我们实现对于来世所怀的希望。”基督教思想开始敌视世俗学术，把世俗学术和基督徒决心要战胜的异教看做是一回事。亚历山大里亚图书馆的一个分馆在 390 年间被德奥菲罗斯主教加以毁灭，一般说来愚昧变成大家恭维的德性。当基督教成为人民的宗教后，这种态度变得更加残酷。有一个例子可以说明所产生的这一结果：415 年，希帕西亚（Hypatia）被杀害，她是天文学家塞翁（Theon）的女儿，也是亚历山大里亚最后一位数学家，可是竟被基督教暴徒异常残忍地加以杀害，而

这个暴行据说是西里耳 (Cyril) 教长所主谋的。

朱利安皇帝 (Emperor Julian, 331—363 年) 企图复兴异教徒的宗教与哲学, 但雅典的最后一位大哲学家是普罗克拉斯 (Proclus, 411—485 年), 他把新柏拉图主义加以最后的综合, 而且使它具有了“传给中世纪基督教和伊斯兰教时所具有的那个形式”。普罗克拉斯成了基督教与柏拉图和亚里斯多德之间的桥梁。他也部分地造成并促进了中世纪的神秘主义。

虚心地探究自然的愿望与力量渐渐地消失了。自然科学在希腊人那里消融在形而上学里, 在罗马的斯多噶派那里, 变成支持人类意志的道德所必需的条件。同样在早期基督教的气氛里, 自然知识也只有在它是一种启发的工具, 可以证明教会的教义与圣经的章节的时候, 才被重视。批判的能力不复存在, 凡是与神父们所解释的圣经不违背的, 人们都相信。当代的自然历史知识可以拿公元二世纪编纂的《生理论》(Physiologus) 或《动物论》(Bestiary) 作为代表。这些书的题材与内容公开宣布是根据教义上的考虑决定的, 最初都是借用动物世界的形象虚构的基督教寓言。例如, 书中庄重他说, 小狮出生时是死的, 到第三天它们用眼呼吸, 因而苏醒过来, 这样来象征我们的救主, 即犹太 (Judah) 之狮的复活。

按照他们对于历史和传记的看法, 异教历史学家总是随时准备改变历史记载以迁就修词, 于是教会的作者就更加变本加厉。在他们的手里, 历史成了基督教护教论的一个分支, 至于早期中世纪文学的特殊形式, 圣徒的传记, 那不过是一个启迪的工具。无论什么传说, 只要符合于作者心目中的他的题材的神圣性, 他都毫不迟疑地加以接受。

教父神学的力量, 由于得到教会组织的支持, 而愈加强大。到了帝国接受基督教时, 这个组织便依靠正在衰退但仍然占有优势的罗马传统力量, 成为不可抵御的了。罗马帝国虽然亡了, 它的灵魂仍在天主教会中活着, 后者不但继承了前者的组织结构, 并且承袭了大一统主义 (universalist) 的理想。罗马主教觉得要取得世界大主教的位置和逐渐加强统一的纪律, 比以前不知要容易多少倍, 因为就是野蛮民族也得尊仰罗马为他们的首都、他们的圣城, 并奉凯撒为他们的半神化的君主。从哲学上说, 天主教会是希腊化文明的最后成就; 从政治和组织上说, 它是专制的罗马帝国的后裔与承继者。

黑暗时期

当古代文明的夕阳斜辉消逝在第六、七世纪的黑夜中的时候, 欧洲的学术情况就是这样。后来的几个时代在新晨的微光中所回顾的理想的性质就是这样。那时, 他以为他们所回顾的是一个比较光明的日子, 这个日子的光荣的中午的顶峰就是上帝假手他的儿子而给予世人的最高启示, 这个日子的光辉的黄昏则由教会的神父们秉承神意写作的著作照亮, 无怪乎新时代的人把经过黑暗时期传到他们手中的东西都当作超自然的法典, 而不用批判的眼光去看待它。

古代学术残存于第七世纪的西方的唯一痕迹, 只有博埃修斯 (Boethius) 的著作。他出身于罗马贵族, 于 524 年被人处死。经过长期争论之后, 现在大家好象承认他是基督教徒, 甚至是殉道者。不管这些, 他的确是代表古代

Zekkermd, 在 “Neo-Platonism”, Enc. Bril. 9th ed. 里引用过。

哲学精神嫡传的最后一人。他著有亚里斯多德与柏拉图哲学的纲要和注释，并根据希腊人的著作，写成叙述所谓四学，即算术、几何、音乐、天文四个数学部门的专著。这些手册在中世纪时采用为学校教本，事实上，中世纪初期有关亚里斯多德的知识，几乎完全是由博埃修斯的注释得来的。

博埃修斯传的作者斯特沃特博士，给了我以下一段记载：

博埃修斯是罗马人当中的最后一人，们从他对于科学分类提供的材料看，他也是经院哲学家的最早一人。他主张将知识均匀地分配到自然科学、数学与神学中去，后来的人一致采用，最后托马斯·阿奎那不但接受而且为之辩护。他给人下的定义是“自然界里有理性的个体”，这个定义在经院哲学时期结束以前，一直为人遵奉。

在博埃修斯和比他年轻的同时人卡西多拉斯（Cassiodorus）以后，古典的精神便不存在了。柏拉图在雅典建立的哲学学校，这时教授一种神秘的、半基督教的新柏拉图主义，于 529 年为查士丁尼皇帝（Emperor Justinian）所封闭，一半由于是要毁灭异教哲学学说的最后残余，一半是要防止官立基督教学校遇到竞争。

但拜占庭帝国在西欧蛮族最猖獗的时代，维持了一个文明的背景。它的军队把意大利的哥特人赶走了，它的律师在查士丁尼学院把罗马法订为法典。建立在斯多噶学派原则基础上的罗马法提供了一个理性秩序的理想，这个理想经过混乱时期保存下来，帮助形成了罗马帝国继承者大一统主义的法典，后来并帮助形成了经院哲学的知识综合。此外，从古典时代经过拜占庭遗留下来的知识，即令在衰微的时候，也如火炬一样照耀于欧洲的黑暗中，照亮了走向西方学术复兴的道路。这一线光明还没有完全熄灭，西方学术复兴就已经开始了。

不过，在这个当儿，西方与过去的断绝是极其彻底的，并不限于作为文明力量的希腊和作为世界强国的罗马的灭亡。不但作为政治国家和社会组织的雅典与罗马毁灭了，就是艺术家和哲学家的希腊民族，法律家与行政官的罗马民族，也不复存在了。

人们把罗马衰败的开始，归咎于种种原因。一个重要而常被人忽视的原因，据历史家艾利生（Alison）研究，是由于货币缺乏，而造成的经济紊乱。西班牙与希腊的金银矿开始枯竭，罗马国库中收藏的贵金属可以造为货币的，在奥古斯都时代，估计约值三亿八千万英镑，到了查士丁尼时代已减少到八千万英镑。虽然货币时常贬值，但我们仍然可以断定国内的物价下跌不已，换言之，用货物与劳务来衡量，金钱的价值则属上升，而缩减通货时期的各种恶劣影响也就必然随之而来了。生产性的农业与工业成为无利可图的事业，捐税到了不可忍耐的程度；由不受货币紊乱影响的国家，如埃及与利比亚输入的货物大大增加，而罗马的土地遂至无人耕种，正如英国的土地在 1873 至 1900 年及 1921 至 1928 年由于同样的原因而致荒芜一样。

土地既不耕种，城乡的沟道又复失修，于是大片地带竟因疟疾猖獗而不堪居住；高尚与能干的血统的出生率的降低，加上不断的战争与外国人—

Sir Archibald History of Europe, vol. Edinburgh and London, 1853, p. 31.

A.R. Burns, Money and Monetary Policy in Early Times, London, 1927.

Angelo Celli, Malaria, eng. trans, London, 1901; W.H.S. Jones, Malaria, a Neglected Factor in the History of Greece and Rome, Cambridge, 1909.

——古罗马人中间——的管理，大概不但使每一代的许多最优秀的人死于非命，而且使优者亡而劣者存，因而使国民的平均品质降低。通常所说的明显的军事原因和其他原因无疑与灾难有很大关系，但是经济的混乱与外族的骚乱也是不可忽视的因素。我们也许可以这样说：北方民族推翻罗马，与其说是野蛮人摧毁了文明，倒不如说是把已经败灭倾颓的废墟打扫清楚，让将来的新的大厦好建筑起来。

一个新的文明须从混乱中演化出来；具有一定理想和明确特性的民族必须从信奉大一统主义的腐败帝国的多种多样的种族中发展出来；而这些民族也必须先在社会秩序的改造以及文化特质的判定和专业化方面有很大进展，然后才能成为新的科学和科学哲学萌芽和成长的适当温床。

在欧洲的某些地方，通过黑暗时期的朦胧阴影，我们可以看见知识的小草挣扎出现于阳光之中。意大利的大城市中，可能有些世俗的学校经过动荡与混乱，还继续维持着。但修道院的兴起，使人们第一次有可能过稳定安闲的生活，因而唯有在寺院中才能找到学术新生的最早的征象。

由于福音故事的性质，教会的神父们不能象蔑视或无视其他世俗知识一样蔑视医术。救治病人是基督教的义务，而医学也就成了复兴最早的一门学科。寺院医学起初是巫术，里面稍微混杂一点儿占代的科学。第六世纪时本笃会教士（Benedictines）开始研究希波克拉底与盖伦著作的纲要，他们渐渐把这些著作里的知识传播到西方去。僧侣也是实际的农夫，他们也保存了一点农业知识。

佩斯东海湾那不勒斯南面萨勒诺（Salerno）城的学校是最早的非宗教的新学术发源地。从这个中心发出了许多根据希波克拉底与盖伦的著作编纂的书籍。第九世纪时萨勒诺的医生已很有名；到十一世纪时，他们开始读阿拉伯书籍的译本；他们为学校一直兴盛到十二世纪才由普及于欧洲的阿拉伯医学所代替。由于萨勒诺先是希腊的殖民地，后来又是罗马的疗养场，而且在意大利南部希腊医学的传统始终没有完全中断，所以在这里，古代学术与现代学术的直通桥梁也可能始终没有中断。

欧洲的改造

不过，我们还应该指出，距离罗马较远的地方，也是表现出明确的新精神最早的地方。从富有诗意的爱尔兰传说开始的爱尔兰、苏格兰及英格兰北部的文学与艺术，由于吸收了基督教的教义，得到迅速的进展。靠了威利布罗德（Willibrord）与博尼费（Boniface）等传教士的热忱，这一文化连同它的一些世俗学问被传到南方。北方的这一发展在盎格鲁-萨克逊僧人贾罗的比德（Bede of Jarrow, 673—735 年）的著作中达到顶点。他把当时西欧所有的知识都收纳在他的著作之内。他的科学主要根据普林尼的《自然历史》（Natural History），可是也加了一些他自己的贡献，例如对于潮汐的观察。他处在两派之间，一边是博埃修斯、卡西多拉斯、格雷哥里及塞维尔的伊西多尔（Isidore of Seville）等。受到古典派或教父派学术直接影响的拉丁注释家，另一边是查理大帝所设立的教会学院的学者们。后一派的领袖是约克的阿尔昆（Alcuin of York）。他对于克服把世俗学术与神圣宗教对立起来的流行观念颇有贡献，并且把古典知识的传统带到中古时代。比德用拉丁语著述，主要是为僧侣著述，但 150 年后文化大大扩大，阿尔弗烈

德大帝 (Allred the Great, 849—901 年) 亲自或命人把许多拉丁书籍译成盎格鲁萨克逊的语言, 于是拉丁文学的影响就进入本地的语言中。

那时中古时代的欧洲逐渐粗具规模。罗马化的高户人与蹂躏罗马各省的强悍的条顿部落互相混合, 而逐渐形成各个民族国家。从来不曾看见罗马鹰徽的、或者罗马人撤退了的北方各地, 创造了自己的文化, 甚至自己的文学, 罗马理想与罗马文明对于它们不过是外界的和外来的影响而已。

阿拉伯学派

当欧洲学术处在极低潮的时候, 在君士坦丁 71 堡东罗马帝国宫廷中, 在叙利亚至波斯海湾的国家中, 却保存了不少来源于希腊、罗马与犹太的混合文化。最早的一个中心是荣迪沙帕尔 (Jundi-shapur) 的波斯学校, 它在 489 年成了景教派基督徒的避难所, 在 529 年柏拉图学园被封、新柏拉图派离开雅典后又成为新柏拉图派的避难所。在这里翻译了希腊的书籍, 尤其是柏拉图与亚里斯多德的著作, 使希腊哲学与印度、叙利亚、波斯的哲学相接触, 还促进了一个医学学派的成长。虽然处在比较孤立的状况中, 这个学派还是一直存在到第十世纪。

在 620 至 650 年间, 在穆罕默德的鼓舞下, 阿拉伯人征服了阿拉伯、叙利亚、波斯、埃及等地。一百五十年后, 最著名的阿拔斯王朝哈里发何伦-阿尔-拉西德 (Harun-al-Rashid) 奖励翻译希腊作家的著作, 因而帮助促成了阿拉伯学术大时代的开始。起初进步很迟缓, 因为必须创立一些适于表达哲学和科学思想的新名词与文章结构, 使之融合在叙利亚与阿拉伯的语言之中。阿拉伯人和处在阿拉伯人势力下的民族的任务, 与中世纪后期欧洲学术复兴时代一样, 第一是要发现隐藏起来且被忘记的希腊知识的宝藏; 第二要把他们所发现的宝藏融合在他们自己的语言与文化里面, 最后再加上他们自己的贡献。

穆罕默德死后两百年内, 伊斯兰教的神学活动极为活跃。伊壁鸠鲁的原子体系和芝诺的疑难所引起的时间空间问题, 刺激了穆斯林人的思想, 而印度佛教的原子论对他们也不无影响。

根据可兰经, 安拉 (Allah) 创造而且主持世界, 在安拉的绝对存在中, 世界只有第二性的存在。这个正统的观点, 后来被新柏拉图派和亚里斯多德派的希腊哲学及另一伊斯兰思想学派所修改。后者把新柏拉图派的无尽的存在环链及亚里斯多德的宇宙观念。加入到穆罕默德原来的片面泛神论之中。于是得到一个补充的观点, 即反过来, 宇宙便是神。第三伊斯兰思想学派用正统的穆罕默德的术语解释自然, 得到一个时间的理论, 这个时间理论即使不是从印度佛教的原子哲学得来的, 也和它类似。宇宙由完全相同的原子构成, 安拉则随时重新加以创造。空间也是原子的结构, 时间由不可分的无数“此时”所组成。物性是偶有性, 属于原子, 原子为安拉所创造与重新创造。如果安拉不时重新创造, 宇宙将如梦一样消逝。物质仅由安拉的连续的意志而存在, 人不过是动画般的自动器。这样, 伊壁鸠鲁的貌似无神的体系,

特别看 G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, vols . . . Baltimore, 1927-1931。

讷斯特尔 (Nestor) 的教派的信徒, 被称为邪教徒。

见本书一章 8 页; 又看 D.B. Macdonald, in *Isis*, No. 30, 1927, P.327. arts. “Atomic theory (Indian), by H. Jacobi, and “Muhammadan”, by De Boer, in *Hastings, Encyclopaedia of Religion and Ethics*。

就一变而为高度的一神教。

在这些具有神学意义的题材之外，显然人们还有一种好奇心，想研究神学家认为不具有永恒性或实在性的大自然。当基督教国家的科学正在衰落时，伊斯兰教国家的科学却蓬勃发展起来，至八世纪后半期时，领导的地位已确定地由欧洲移到近东了。到了九世纪时，阿拉伯的医学学校因为研究盖伦著作的译本而得到进步，在炼金术所依据的原始化学方面有了显著的新成就。

最早的实用化学，一方面与生活技术（如冶金）有关，另一方面也与制药有关。古典时代，希腊人关于物质本性的见解，以及关于原子和基本元素的概念，离开观察与实验太远，无法归入化学之中。一世纪亚历山大里亚的炼金家可以说是最早认识到和探讨化学问题的人。但那时以后，工作就陷于停顿，六百年后阿拉伯人才重新拾起他们的工作。

由于误解亚历山大里亚的技术的起源，后来的炼金家为自己树立了两大目标，而这两个目标都是不能实现的——一是要把贱金属变为黄金，一是要炼成能医一切疾病的“仙丹”。他们的钻研当然非失败不可，不过他们却因此得到许多可靠的化学知识，并发现了许多有用的药品。

阿拉伯的炼金家从两个来源得到他们的初步知识，一是上面说过的波斯学派，一是亚历山大里亚希腊人的著作，一半经过叙科亚人的传授，一半得自直接的翻译。说阿拉伯话的民族研究炼金术有七百年的历史，他们的工作中心先在伊拉克，后在西班牙。在他们的手里炼金术发展成为化学，又由他们那里发展成为中世纪后期的欧洲化学，主要是经过西班牙的摩尔人。在有些阿拉伯著作家和他的欧洲门徒由炼金术进步到化学的时候，另外一些人由于不能了解亚历山大里亚炼金家的专门知识和哲学观点不能吸取比较新颖、比较科学的观点，便在自己的工作中堕落到贪得无厌地追求黄金和玩弄或自欺欺人的巫术的地步。

最著名的阿拉伯炼金家及化学家是阿布-穆萨-札比尔-伊本-哈扬（Abu-Musa-Jabir-ibn-Haiyan）他约在 776 年间享有盛名。后来有许多著作以拉丁语出版，据说是一位名叫“杰伯尔”（Geber）的时代不明、身世不明的人所写的。有人认为“杰伯尔”也就是札比尔。不过，这些著作的起源问题至今还没有解决。拜特洛（Berthelot）于 1893 年，研究了一些阿拉伯原稿的新译本之后，断定札比尔的成就比杰伯尔要少得多。但霍姆亚德（Holmyard）与萨尔顿说，从还没有翻译过来的阿拉伯著作看来，札比尔是一位比拜特洛设想的要高明得多的化学家。他好象制造过（用现代术语讲）碳酸铅，并且由砷和锑的硫化物中分析出砷与锑；他叙述了金属的提炼，钢的制造，布与皮的染色，以及蒸馏醋而得到醋酸的方法。他认为当时所知的六种金属所以不同是由于所含的硫和汞的比例不同。但是，在对他的全部阿拉伯语著作加以批判的研究，并与拉丁语的“杰伯尔”著作加以比较之前，札比尔在历史上的地位是不易确定的。

The Arabic Works Jabir-ibn-Haiyan, ed.by E.J.Holmyard,I,Faris, 1928; The Works of Geber, R. Russell, 1678 , ed . by E.J . Holmyard , London,1928.

La Chimie au Moyen Age, Paris, 1893.

E.J.Holmyard , in Isis , No , 19 , 1924 , p. 479.

Introduction to the History of Science, Vol1 . I,p.532.

在化学史上，把硫（即火）与汞（即水）看做是基本元素的观念是十分重要的。这一观念似乎是由于发现硫与汞化合而成鲜明的红色硫化物而产生的。由于银是白色的，金是黄色的，红色必定是用比金更贵重、更根本的东西制成的。硫与汞之外，后来又加上食盐来代表土或固体。食盐、硫与汞为物体的基本元素的学说，代替恩培多克勒和亚里斯多德的四元素说。一直流行到波义耳在 1661 年发表《怀疑的化学家》（Sceptical Chymist）一书的时候。

科学性的化学的重要性日益增长，这表现在九世纪开始的一场关于炼金术的真正价值的辩论上。那时欧几里得的《几何原理》（Elements）与托勒密的天文著作，也翻译成阿拉伯语了，后者的巨著，因而得到《至大论》（Almagest）这个阿拉伯名称。希腊的几何学与天文学于是传到穆斯林世界。印度的数字也许是先由希腊人发明，然后传入印度，再以早期的形式传给阿拉伯人，他们又修改为所谓古巴尔（Ghubar）字体，与我们现今所用的字体更为相近。当时穆斯林人贸易很广，因此这些方便的数字，被世界认为是阿拉伯数字，经过几个世纪之后便代替了累赘的罗马数字。在拉丁语中最早使用这个新数字体系的例子，似乎是 976 年间在西班牙写成的一部手稿，但零位记号的普遍使用是更往后的事情。

当时，有些阿拉伯著作家为了推广自己的著作，就把自己的著作假托是希腊人的著作。譬如阿拉伯人或叙利亚人编纂的一部关于民间传说与巫术的文集，名叫《秘密的秘密》（Secretum secretorum），在中世纪的欧洲十分流行，当时就伪称是亚里斯多德著作的译本。817 年左右，埃德萨的约布（Job of Edessa）根据在巴格达讲授的材料，写了一部关于哲学与自然科学的百科词典。这部词典的叙利亚语的版本最近由明加纳（Mingana）加以编辑并翻译过来。

托勒密著作的翻译也推动了穆斯林天文学家。穆罕默德·阿尔-巴塔尼（Muhammad al-Batani，约 850 年）在安提沃奇（Antioch）天文台，重新计算了春秋二分点的岁差，并制成一套新的天文表。他的工作由不像他那样有名的学者们继续下去。在公元 1000 年左右，三角学有了进步。伊本·荣尼斯（Ibn Junis）或尤纳斯（Yunus）在开罗对日月食进行观测，并加以记录。他可算是最大的穆斯林天文学家。他的工作得到埃及国王阿尔-哈金（al-Hakim）的鼓励。阿尔-哈金还在开罗设立学院。

阿拉伯科学的古典时期可以说在第十世纪，从波斯人阿布·巴克·阿尔-腊济（Abu Bakr al-Razi）的工作开始的。此人在欧洲也被称为布巴卡尔（Bubachar）或腊泽斯（Rhazes）。他在巴格达行过医，编辑过许多百科全书性的教科书，其中有一本著名的著作讨论麻疹与天花。他被认为是伊斯兰最伟大的医生，事实上也是中世纪全世界的最伟大的医生。他把化学应用到医学上来，并使用了流体静力天秤来测量物体的比重。

最杰出的穆斯林物理学家是伊本-阿尔-黑森（Ibn al-Haitham，965—1020 年）。他在埃及阿尔-哈金统治下工作过。他的主要工作是在光学方面，在实验方法上有很大的改进。他使用球面和抛物面反光镜，并研究了球面象差，透镜的放大率与大气的折射。他增进了有关眼球和视觉过程的知识，

S.Gandz, Isis, No. 1931, No.49, P. 393.

Cambridge, 1935; Isis, No. 69, 1936, p. 141.

并用有力的数学方法解决了几何光学的问题。他的著作的拉丁语译本，通过罗吉尔·培根与刻卜勒，对于西方科学的发展有很大的影响。同时有一位医学家和哲学家名叫伊本·西那（Ibn Sina）即阿维森纳（Avicenna，980—1037年）。他是布哈拉（Bokhara）城人，访问过中央亚细亚各国的宫廷，希望得到一个安定的位置，来发展他的天才，并进行他的文学与科学的工作，但没有成功。他对当时所知的科学都有著述。据萨尔顿说，他不相信炼金术可使金属突变，他以为这种变化有其根本的原因，不是改变颜色所能成功的。他的《医典》（Canon）或医学纲要是“古代和穆斯林全部知识的总汇”，是阿拉伯文化的最高成就之一。后来这部书成了欧洲各大学的医学教科书，直到1650年，卢万（Louvain）与蒙特佩里耶（Montpellier）的学校还在用它，而且据说至今仍是穆斯林国家的主要医学典籍。

他的一位同代人阿尔-比路尼（al-Biruni），名声没有他大，但智慧并不比他小。他是哲学家、天文学家及地理学家，生于973至1048年间。他进行过大地测量，他所测定的经纬度达到相当准确程度。他测量过一些宝石的比重，用水在通路中自求其水平的原理来解释天然泉及喷水井。他对于印度的某些部分和人民有极清楚的叙述，并且写了一篇中世纪最好的关于印度数字的论著。

这时阿拉伯语已经公认为研究学术的经典语言，所以凡是用阿拉伯语写成的东西都是权威的，正如早期（和后来）时代的希腊语著作一样。最初把阿拉伯书籍有系统地翻译成拉丁语的是非洲人康斯坦太因（Constantine）。他在蒙特卡西诺寺（Monte Cassino）工作，从1060年直到1087年死去之时。他游历过萨勒诺，他的工作对于萨勒诺学校有很大影响，在这里和其他地方，由于他的鼓舞，拉丁国家才吸收了阿拉伯人的学术。

可是这时阿拉伯学术的最高潮已经过去了。第十一世纪时，出现了波斯诗人莪默·伽亚谟（Omar Khayyam）的重要代数著作，和阿-尔-加扎利（al-Ghazzali）的神学著作。他为伊斯兰教所做的哲学与综合工作，正如托马斯·阿奎那为基督教所做的哲学和综合工作一样。但在这个世纪将近结束时，阿拉伯与穆斯林的学术就开始衰退，此后科学活动便主要是在欧洲了。

从政治方面看，由于伊斯兰王公将领的内争，由于原来出过很多总督、军人及行政官员的有才干的阿拉伯高贵世家渐次解体与毁灭，因而不可能再有安定的阿拉伯帝国出现。辽远的省份一个一个地脱离这个软弱、衰老、多种族的帝国，而恢复原有的民族性和政治独立。

穆罕默德征服的最远的省份是西班牙，阿拉伯文明、犹太文明与基督教文明交流的最好的成果正是在那里表现出来。在418至711年的三个世纪之间，一个西哥特国在西班牙建立起来，并由其京城土鲁斯（Toulouse）维持法律与秩序。原来在狄托（Titus）治下由巴勒斯坦放逐到西班牙的那些塞法迪姆犹太人（Sephardim）保序了亚历山大里亚学术的传统，聚集财富，并保持与东方交通畅通无阻。在711年伊斯兰教征服西班牙后情况仍然是如此。只要他们的优越地位不受反对，阿拉伯人对于思想是宽容的，因此许多学校得以成立，可是这不是由于一般人民的拥护，而是由于有自由思想或心胸宽大的统治者的偶然的和反覆无常的眷顾。

西班牙-阿拉伯哲学发展的过程，与一百年后基督教学校所走的过程大致相同。他们同样想把本国的神圣文献与希腊哲学的学说加以调和；神学家们亦复有类似的派别竞争，一派依靠理性与理性的结论，一派信赖神的启示或