

20世纪科技发展的 一、二、三、四

胡祥发 张发现
(昆明陆军学院 云南 650207)

20世纪已落下了帷幕,回眸100年,人类在科学发展的道路上经历了艰苦卓绝的探索研究和奋斗,以自己的理性和智慧创造出了前所未有的辉煌,科学和技术在各方面取得了惊人的成果。“一台电脑”带来信息化时代;“两大理论”从根本上改变了人类对世界的认识;以“三大工程”为代表的高新技术,显示了科学对人类生活世界的重新改造和塑造的能力;“四大模型”是以物理学革命为先导的理论自然科学的主要成就,使人类对宇宙和生命的认识更加深化。科学给人类带来物质文明和精神文明,开创了一个新时代。

一、一台电脑,带来信息化时代

电子计算机是20世纪最重大的技术成果之一,由于它有存贮数据和记忆的能力以及进行逻辑推理和判断等功能,并且运算速度快,计算精度高,因此作为一种自动、高速、精确的运算、控制和管理工具,已广泛应用于工农业生产、教育、国防和国民经济各部门,直至家庭日常生活之中。

世界上第一台电子计算机是在美国宾夕法尼亚州立大学莫尔学院由莫克莱和埃克特领导的莫尔研制小组从1942年8月开始,历时3年多的努力,花费48万美元,终于在1945年底研制成功。这台取名为“爱尼阿克”的世界首台电子计算机,重达30多吨,体积大,占地170平方米,使用了1.8万个真空电子管,为了散热还专门配置了一台重30吨的冷却装置。用今天的眼光来看,尽管存在不如人意的地方,但“爱尼阿克”仍然以自己无与伦比的优势预示了一个新时代即将来临的气息。它每秒能进行5000次数字运算,比当时最先进的机电计算机快千倍。

自第一台电子计算机问世以来,计算机就进入了工业生产阶段,显示出了它的优越性,世界各国相继投入人力、财力,研制生产自己的计算机。从此以后,电子计算机随着电子技术和电子工业、电子学和自动控制技术的迅速发展而迅速发展,迄今为止的电子计算机已经历了四代,而且平均每五年速度提高十倍,体积和成本降低十倍。我国计算机的研究

工作是从1956年开始的,1958年10月第一台电子计算机诞生。虽然起步较晚,开始发展较慢,但是,自改革开放以后,我国的计算机科学技术进入了迅猛发展的新阶段,微处理器与微型计算机的研究与应用正在全国蓬勃兴起,中、大型计算机与巨型计算机的研制取得了令人鼓舞的成就。1983年国防科技大学成功地研制出亿次的“银河”巨型计算机,使我国成为继美、日等少数国家之后,能独立设计和制造巨型机的国家。在事隔不到十年的1992年,国防科技大学又研制成功10亿次“银河-Ⅱ”巨型机,填补了我国面向大型科学工程计算和大规模处理的并行计算机空白。1997年又研制成功130亿次的“银河-Ⅲ”巨型机,系统综合技术达到国际先进水平。

电子计算机的出现使人类认识自然和改造自然的能力大大提高。由于它能模拟人脑的部分思维功能,从而解决了从前只能靠人的脑力根本无法解决的问题。它不仅在数学和科学技术研究方面发挥了智能作用,而且开辟了一个信息时代,对人类社会的政治、经济、法律、教育等领域都产生越来越大的影响。信息的传输、接收和处理过程是一个社会的基本运行方式之一,计算机在这方面具有高效能和通用性。它不仅准确迅速,而且对任何信息处理都敞开大门,科学计算、数据处理、文字处理、图像处理、声音处理、模拟科学实验以及一切能够数字化的东西的处理。现在,电子计算机正朝着网络化、多媒体化、智能化的方向发展,意味着一个信息时代的来临。

二、两大理论——相对论和量子论

相对论和量子论是现代物理学的奠基石,从根本上改变了人类对世界的认识,它们构成了20世纪整个科学研究的基础和方向。

20世纪之初,物理学本来十分晴朗的天空出现了两朵乌云,一朵与黑体辐射有关,另一朵与迈克尔逊的以太漂移实验有关。这是关系到物理世纪性进展的两个悬案。然而,事隔不到一年(1900年底),就从第一个悬案中诞生了量子论,紧接着(1905年)从第二个悬案中诞生了相对论。经典物理学的大厦被彻底动摇,导致了20世纪开头的30年间物理学

的大革命。

量子论是从研究绝对黑体辐射的能量分布问题开始的。1893年德国物理学家维恩发现黑体的绝对温度同所发射能量最大的波长成反比,并得到一个可用来描述能量分布曲线的辐射公式,这个公式在短波部分与实验结果很符合,但在长波部分却偏离较大。1900年6月,英国物理学家瑞利根据统计力学和电磁理论,推导出另一个辐射定律,这一定律与维恩定律恰恰相反,它在长波部分与实验结果吻合,而在短波尤其在紫外光部分则与实验结果出入甚大。这些在经典物理理论的基础上得出的定律的失败,被称为“紫外灾难”。

德国物理学家普朗克原来主要从事热力学的研究,从1894年起试图解除“紫外灾难”,转而从事黑体辐射问题的研究。他研究了维恩公式和其他的实验结果,经过猜测和应用数学技巧,推导一个一般的辐射公式,这个新公式在短波部分接近于维恩公式,长波部分接近于瑞利公式,但对该公式的理论根据尚不清楚。普朗克进而寻找对他的公式的合理解释和物理意义。

经过反复推敲,普朗克放弃了经典的能量均分原理,大胆提出了一个革命性的假说:量子假说,物质在发射辐射和吸收辐射时,能量不是连续变化的,而是以一个最小能量 ε ($\varepsilon = h\nu$, h 为普朗克常数,其值为 6.625×10^{-27} 尔格秒) 的整数倍跳跃式地变化。普朗克将最小的不可再分的能量单元称作“量子”或“量子”。这样,从量子理论出发就能满意地解释新的辐射公式,解决了“紫外灾难”的问题。1900年12月24日在德国物理学会上,普朗克宣读了题为《关于正常光谱的能量分布定律的理论》的论文中,报告了黑体辐射定律的推导和他的假说,这篇论文宣告了量子论的诞生。

普朗克提出的量子概念,是近代物理学中最重要的概念之一。在经典物理学中,能量与其他物理量一样,可以连续地取值。普朗克第一次把能量不连续的思想引入物理学后,经典物理学所碰到的许多疑难问题便迎刃而解。在量子化概念的引导下,微观物理学迅猛发展为20世纪物理学的主流。能量的变化不连续的这一变革性思想对当时很多物理学家来说,确实难以接受。真正对量子概念的发展起巨大推动作用的是爱因斯坦,第一个意识到量子论必然会引起物理学理论的根本变革,并将其运用于其他问题,1905年创立了光子论以解释光

电效应中出现的新现象,重新肯定了光的波粒二象性。

第二朵乌云指的就是迈克尔逊的以太漂移实验与光行差实验的矛盾。“以太”怎么可能既被带动又不被带动呢?解决这个难题,是爱因斯坦。1905年9月,他的一篇题为《论动体的电动力学》的论文发表在德国《物理学年鉴》上,文章从分析麦克斯韦电磁场理论应用到运动物体上所产生的矛盾入手,以新的时空观代替了旧的时空观,建立起可以与光速相比较的高速物体的运动规律,提出了他举世闻名的相对性理论即相对论。他从同时性的相对性这一点为突破口,建立了全新的时间和空间理论。相对论可分为两个主要部分,即狭义相对论和广义相对论。针对经典物理学面临的矛盾,爱因斯坦首先提出了两个基本假设,即狭义相对论的两条原理:第一,对于任何惯性系,即以匀速运动的体系,一切自然定律都同样适用,也就是相对性原理;第二,对于任何惯性系,自由空间中的光速都是相同的,也就是光速不变原理。并从相对论的基本原理和洛伦兹变换得出了狭义相对论的一系列结论:同时性的相对性;时钟延缓;长度缩短;物体的质量随速度变化, $m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$; 质能相关, $\Delta E = \Delta mc^2$ 。这使以前的一些看来似乎互相矛盾的实验事实得到了清晰简单的解释,一切自然现象在运动学方面显示出了统一性,进一步揭示了空间和时间的统一性,加深并发展了物质和运动的不可分割的原理。

在许多科学家还无法接受相对论的时候,爱因斯坦已经开始把相对论原理推广到非惯性系中去,并在1907年提出了广义相对论的基本原理,即自然定律在任何参考系中都可以表示为相同的数学形式,在一个小体积范围内的万有引力和某一加速系统中的惯性力相互等效。按照这些原理,爱因斯坦在1916年建立了广义相对论,把狭义相对论从惯性系推广到非惯性系,并把引力结合到其中,建立起引力场理论。

相对论新的时空观、运动观、物质观的形成是人类思想发展中的根本变革,对整个自然科学和哲学产生了深远的影响。从相对论诞生以后,人们不仅认识了宏观高速领域的运动,而且得以进一步去研究微观高速过程。

三、三大工程——曼哈顿工程、阿波罗工程、人类基因组工程

三大工程是20世纪高新技术的代表,显示了科
现代物理知识

学对于人类生活世界的重新改造和塑造的能力。

由于战争的需要,1941年12月6日,美国政府正式决定,实施制造原子武器计划。这项计划因其第一总部的所在地而被命名为“曼哈顿工程”。美国著名的理论物理学家奥本海默和陆军准将格罗夫斯领导了这个开辟了人类原子时代的巨大工程。格罗夫斯负责协调工程的10万名工作人员、13个州的37处设施及12所大学的实验室的工作;奥本海默负责科学上的领导,率领几千名原子科学家、高级研究人员在新墨西哥州洛斯阿莫斯附近的一个用围墙围起来的秘密基地里进行研究,制造原子弹,当时为躲避法西斯迫害而逃亡到美国并定居下来的意大利杰出核物理学家费米也加入到了“曼哈顿工程”,是他在芝加哥大学领导建造了美国第一个原子能反应堆,为原子弹的研制提供了大量有用的数据和资料;康普顿负责裂变材料的制备工作。1945年春,3颗原子弹被科学家们造出来了,1945年7月16日5时30分,在新墨西哥州洛斯阿莫斯的沙漠深处,在一声闪耀着令人眩目的光芒的猛烈爆炸声中,世界上第一颗铀原子弹成功爆炸,其爆炸威力相当于两万吨TNT炸药的实验。

“曼哈顿工程”的工作效率和水平是一流的,在不到4年的时间里就成功地研制出原子弹,一是希特勒的迫害而将一大批最有才华的科学家赶到了美国,二是美国政府迫于战争的需要而投入了巨大的人力和财力,为完成“曼哈顿工程”,政府动员了50多万人参与研制,耗资20多亿美元,占用了全国近1/3的电力。原子弹的研制成功是20世纪在科学协作方面的典型范例。第一颗原子弹的成功爆炸,预示着核能是一种强大的新能源,利用核能为人类服务,将是解决世界能源的需求不断增长的最有效办法之一,目前全世界已有400多座核电站在运行。

阿波罗登月工程,始于20世纪60年代初,到1972年12月,整个实施工程历时约10年,耗资255亿美元。1961年4月12日苏联成功地发射载有宇航员加加林的第一颗载人宇宙飞船“东方红”升空,加加林在地球空间轨道上运行100分钟后,安全返回预定地面的成功,标志着人类征服宇宙的理想开始变成了现实。就在加加林飞出地球的43天后,美国总统肯尼迪宣布:“美国要在十年内,把一个美国人送上月球,再让他安全返回。”这就是阿波罗工程。于是,美国政府加紧组织和实施规模庞大、耗资惊人

的阿波罗登月计划工程,开始设计阿波罗宇宙飞船和卫星-V火箭,参与实施计划工程的研制工作的公司和科研机构有2万多家、大学100多所、科技人员45万多人。

1969年7月16日在美国佛罗里达州肯尼迪宇宙中心,阿波罗11号载人飞船踏上了通往月球的漫长旅程。阿姆斯特朗、奥尔德林和柯林斯3名美国宇航员在经历了3小时飞行航程后,飞船进入环绕月球的轨道。奥尔德林、阿姆斯特朗两人于7月21日乘坐飞船登月舱“飞鹰”号降落在月球表面,两人踏上了月球,指令长柯林斯则留在环绕月球轨道飞行的指令舱内。7月25日3名宇航员带着从月球上采集到的各种标本,驾驶阿波罗11号安全返回地球,在夏威夷以南约1600公里的太平洋上降落。

阿波罗11号宇宙飞船载人登月成功,人类梦寐以求的理想终于实现了,使人类把自己的活动与生存空间从地球扩展到了整个宇宙这是人类文明史上的奇迹,闪烁着人类理想和智慧的光辉,标志着一个人类文明新纪元的到来。

人类基因组工程计划是由美国科学家在1985年首先提出的。1988年美国全国卫生协会和能源部开始组织、实施这项计划,预计是1990年10月正式启动,耗资30亿美元。

人类只有一个基因组,大约有5万~10万个基因,30亿个碱基对。人类基因组工程计划最初的目标是:通过国际合作,用15年时间构建详细的人类基因组遗传图和物理图,排出人类基因组30亿个碱基对的系列;发现所有人类基因,并期望通过分析每个人类基因的功能和基因在染色体上的位置,使医学专家们了解所有疾病的分子结构,从而在根本上获得治疗的方法;进而破译人类全部遗传信息,使人类第一次在分子水平上全面地认识自我,最终解开人类生命的奥秘。

人类基因组工程是人类生命科学史上最伟大的工程,它是一项希望解开人类生老病死的奥秘,并彻底破解控制各种疾病的基因密码的巨大的国际科学研究工程,是人类历史上第一次由全世界各国科学家共同执行的科研项目,美国、德国、日本、英国、法国和中国六个国家的科学家正式加入了这项计划。因而有人把人类基因组工程和制造原子弹的“曼哈顿工程”、阿波罗(登月)工程列为同等重要的地位。到目前为止,科学家们已经完成了人类基因组“工程草图”,而精确的人体基因组图谱的诞生也指日可

待。当这项工程计划完成后将能绘出一幅最标准的基因范本,而参照此基因范本实施的基因治疗,将是具有革命性的新医学。

四、四大模型

粒子物理学的夸克模型、宇宙学中的大爆炸宇宙模型、分子生物学的 DNA 双螺旋结构模型和地质学中的板块模型,被认为是 20 世纪理论科学中最重要的四大模型,代表了各自学科领域里的一场理论革命。

20 世纪 60 年代以后随着高能加速器的改进和发展,几乎每年都有新的基本粒子被科学家发现,目前发现比较稳定、寿命较长的粒子有 30 多个,而那些不稳定、寿命比较短的粒子已达 400 多。这么多的基本粒子的出现,如何标记它们,物理学家常想起根据门捷列夫发现的周期律而诞生的化学元素周期表。如果能给这些基本粒子也排出一个类似的序列表,那岂不是更加有助于人们对这些基本粒子的认识。1961 年,美国物理学家盖尔曼等人排出了一张基本粒子的“周期表”,这一张表揭示了基本粒子众多特性中的对称性,所以是一张对称图。有意义的是,科学家依据对称图对有关基本粒子空位做出的预言,在 1964 年被实验证明是成立的。

1964 年,盖尔曼正式提出了基本粒子结构的“夸克模型”,他从建立模型的需要出发,引入了夸克概念作为模型的物理基础。在这一模型中,假定用不同的“味”来区分 3 种不同的夸克(上夸克 u 、下夸克 d 和奇异夸克 s) 及其反夸克。其中基本粒子中所有介子都可表示为由一对正夸克和反夸克组成,所有重子都是 3 个夸克组成,上、下夸克组成质子和中子,奇异夸克作为各种寿命极短的亚原子粒子的组合存在。

夸克模型提出后,很快吸引了理论物理学家的注意,认为是统一基本粒子的一个卓有成效的方向,夸克模型因此成为 20 世纪科学领域最著名的模型之一。但是,随着人类探索物质微观世界的手段不断增多,能力不断提高和对其认识的不断加深,新的实验结论层出不穷,1970 年美国物理学家格拉肖提出第四种夸克“粲夸克”,1977 年科学家们又提出第五种夸克“底夸克”和第六种夸克“顶夸克”的存在,使盖尔曼的夸克模型得到了不断修正和完善。

大爆炸宇宙模型是俄裔美籍物理学家伽莫夫和他的学生阿尔夫尔于 1948 年提出的,他俩在勒梅特宇宙膨胀理论的基础上完整地提出大爆炸宇

宙模型:宇宙起源于一个高温、高密度的“原始火球”,初始温度达几十亿度,后来降到十亿度,然后火球爆炸了。原始火球内充满了辐射和基本粒子,基本粒子发生核聚变反应是爆炸的起因,火球因爆炸而向外膨胀,辐射温度和物质密度迅速下降,核反应于是停止。其间所产生的各种元素就形成了今天宇宙中的各种物质。在膨胀过程中,辐射物质逐渐凝聚成星云,进而演化为今天的各种天体,宇宙开始变得透明,进而以物质为主的原子时代。之后,才进入逐步生成各类天体以及化学元素的星系时代、恒星时代。

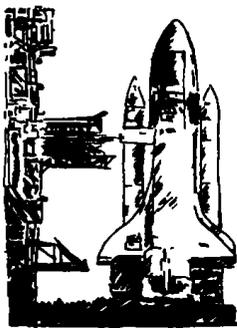
从 1869 年瑞士生物学家米歇尔发现核酸,1907 年俄裔美国化学家莱文研究发现核酸有两种:一种是核糖核酸(RNA),另一种是脱氧核糖核酸(DNA)。而染色体的主要成分是由蛋白质和核酸组成的,那么,哪一种成分是遗传的物质基础呢?直到 1944 年,美国细菌学家艾弗里领导的研究小组花了 10 年时间,用实验结果证明 DNA 确实是遗传信息的载体。由于受莱文模型的束缚和影响,艾弗里的研究成果没有马上得到公认,直到 1952 年,奥地利生物学家查哥夫通过精密测定,证实莱文提出的四种碱基的含量并不相等,这才彻底动摇了束缚了人们数十年的莱文模型,脱氧核糖核酸(DNA)是遗传物质的载体才得到了公认。在这数十年间许多科学家锲而不舍的研究工作为搞清楚什么是遗传物质?DNA 的化学结构以及它在蛋白质中产生什么的作用,打下了坚实的理论基础和实验基础。

但是,最终完成这一伟大研究工作的是美国生物学家沃森和英国生物学家克里克,俩人是 1951 年 11 月在剑桥大学的卡文迪许实验室相遇,在相互交流中发现彼此都对 DNA 的分子结构极感兴趣。于是,俩人开始了现代生物历史上最富有成果和最激动人心的合作。沃森和克里克抓紧时间研究查哥夫、维尔金斯、弗兰克等人研究已获得的数据和最新成果,不断修正自己的研究思路。终于在 1953 年 4 月将他们新提出的 DNA 分子结构模型在英国《自然》杂志上公之于世。新的 DNA 分子结构模型是由两条右旋但反向的链绕同一个轴盘而成,活象一个螺旋形的梯子,生命的遗传密码就刻在梯子的横档上。这是一个成功的 DNA 双螺旋结构模型,是生物学史上划时代的事件,它宣告了生物学研究进入分子水平,标志着分子生物学的诞生,并以此开端,生物学各个领域发生了巨大的变化。

载人飞船的基本物理知识

张永梅

(南京航空航天大学应用物理系 南京 210016)



2003年10月15日、16日,中国首次载人航天飞行取得了圆满成功,中华民族探索太空的千年梦想终于实现了。

“神五”载人飞船的成功发射,是我国航天史上的一件具有里程碑意义的大事,它标志着我国在高科技发展上迈出了具有重大历史意义的一步。它不仅振奋民族精神,激励广大学生发奋学习,勇攀高峰,也是对青少年进行科普教育的良好契机。

飞船的发射和运行,涉及了许多基本的物理知识,而一般的物理课本中对此阐述不够,或内容比较分散。本文就相关知识点做整理和概括,并进行适当地阐述,以激发学生的学习兴趣。

火箭飞行原理——动量守恒定律

火箭是宇宙航行的运载工具。火箭飞行时,燃料在燃烧室中燃烧,向火箭飞行的相反方向不断喷

出速度很大的气体,使火箭获得很大的动量,从而获得巨大的前进速度。

为简单起见,设火箭在自由空间飞行,即它不受引力及空气阻力等任何外力的影响,则火箭系统是满足动量守恒的。因为火箭是变质量系统,不能仅从始末状态来考虑,而要从 t 到 $t+dt$ 时刻的元过程来分析。把某时刻 t 时的火箭(包括火箭体和尚存的燃料等)作为研究对象。设 t 时刻,火箭质量为 m ,速度为 v 。经过 dt 时间,火箭体的质量变为 $m+dm$ (dm 为负值),火箭体的速度变为 $v+dv$,喷出气体的质量为 $-dm$,其喷出时相对于火箭体的速度为 u ,根据动量守恒,有

$$mv = (m + dm)(v + dv) + (-dm)(v - u)$$

展开此等式,略去二阶小量,得: $dv = -u dm/m$

设火箭点火时质量为 M_0 ,初速度为 v_0 。燃料燃烧完后,火箭质量为 M_f ,速度为 v_f ,对上式积分,

20世纪地质学上“活动论”与“固定论”之争,揭开这场论战序幕的是德国地球物理学家魏格纳的大陆漂移说的提出。魏格纳在1915年出版的《海陆的起源》一书中对大陆漂移学说作了系统的论述,首次提出了大陆运动的思想,即在地球的全部演化史上,大陆并不是永恒地固定在现在所处的位置上,在历史上的某一个时期,它们曾聚集在地球的两极。但是,漂移理论一提出,立刻引起强烈的反响,许多地质学家、地球物理学家对这一学说都持否定态度。直到50年后,美国普林斯顿大学地质学家赫斯提出海底扩张说,有力地支持了大陆漂移说。同时,观测和探测技术迅速发展,如回声测深技术、深海钻探技术、人造地球卫星、精密地震测量以及古地磁学、海洋地质学、地震学的兴起和发展,对地球科学革命起了重大的推动作用,板块构造也就随着应运而生。

板块(构造理论)模型是在1968~1969年间由美国普林斯顿大学的摩根、拉蒙特地质研究所的法国地质学家勒比雄和英国剑桥大学的麦肯齐提出的。他们在前人研究的基础上,把整个地球岩石圈划分为六大板块(欧亚板块、非洲板块、美洲板块、澳

洲板块、南极板块和太平洋板块)和若干小块,板块是位于软流层上的刚体块体,它的运动方向与转换断层平行。板块的边界处是构造运动最活跃之处,板块之间的相对运动是全球构造运动的基本原因。板块的边界按应力状态可分为三种情况:拉开,两侧板块相背离去,如全球裂谷系;挤压,两侧板块相对运动,如海沟;剪切,两侧板块互相滑过,如转换断层。

在大陆漂移、海底扩张基础上建立起来的板块构造模型,是一个全新的地壳运动模型,解决了魏格纳生前一直未解决的漂移动力问题,使人们对地球构造运动机制有了更深刻的认识,是一场名副其实的地质学革命。

作者简介

胡祥发,男(1947—)湖南祁东县人,昆明陆军学院副教授,主要从事物理和物理实验教学及教学研究。

张发现,男(1973—)云南祥云县人,昆明陆军学院助教,主要从事物理和物理实验教学及教学管理。