

勤思多长寿 大器当早成

倪牟翠, 王 磊, 张汉壮

(吉林大学 物理学院, 吉林 长春 130012)

摘要: 概述了物理学自古希腊时期到近代物理基本概念初步形成的 1930 年的主要成果, 及对这些成果作出重要贡献的物理学家. 通过分析这些物理学家的寿命以及他们取得重要成就时的年龄, 我们发现, 这些物理学家的平均寿命远高于他们所处时期的人类平均寿命; 而他们取得重要成就的黄金年龄往往在中年以前甚至更年轻的时期; 这一黄金年龄的平均值还在随着时代而变得更低. 这一结果对当代青年科学工作者具有很大的启发意义.

关键词: 物理学家; 平均寿命; 黄金年龄

中图分类号: O 4-1

文献标识码: A

文章编号: 1000-0712(2017) 10-0038-10

【DOI】10.16854/j.cnki.1000-0712.2017.10.011

在高等学校本科物理教学改革过程中我们发现, 在教学中加入物理学史的内容会有助于学生了解物理学的发展全貌, 激发学生的学习兴趣. 我们以本科物理课程的主要内容为主线, 考察了这些内容所涉及的年代即从古希腊时期开始到 20 世纪 30 年代期间物理学的发展, 以及对其作出重要贡献的物理学家的生平, 重点统计了他们的寿命以及取得重要的标志性研究成果的时间, 我们称其为“黄金年龄”, 统计的结果会给我们一些有意义的启发^[1-3].

1 17 世纪以前物理学发展概述及主要物理学家

17 世纪以前的自然科学尚未形成系统的研究体系. 天文观测往往混合着占星学或宗教, 对机械或力的研究成果也是零散的, 有时候是含混的. 早期对物理学产生较大影响的代表是古希腊的亚里士多德和阿基米德. 亚里士多德被认为是古希腊知识的集大成者, 他的著作《物理学》被称为古代世界学术的百科全书, 对其后近千年的历史都有很大的影响, 可以说, 在牛顿经典力学体系的大厦没有建立起来之前, 整个西方世界的自然科学都围绕亚里士多德著作的知识体系来进行; 这个体系的天文学部分后来被中世纪天文学家托勒密发展成更为完整的地心说; 直至 1543 年, 哥白尼的日心说发表, 逐渐取代了地心说; 亚里士

多德体系中的力学部分在 16 世纪末被伽利略等人的研究所取代; 阿基米德是古希腊最富传奇色彩的哲学家和科学家, 在流体静力学、机械制造、天文学、几何学等诸方面取得了开创性成果, 代表性的有浮力定律、杠杆原理、阿基米德螺旋提水机等; 中世纪的西方科学尽管成果寥寥, 但仍存在一些近代科学的先驱性工作, 如英国的罗吉尔·培根进行了许多光学和磁学的实验, 于 1250 年提出用凸凹镜片可以放大物体的原理; 以艺术家著称的达芬奇在科技史上也应享有一席之地, 他对人体解剖、光学都做过长期的研究, 还发明过诸如活动扳手、风力计等机械工具, 一般认为他在 1492 年设计了飞行器的原理.

我国由于近代封建社会重农轻工、重文轻理的风气, 难以形成系统持续的科学技术史记载. 一般认为, 我国汉代以前的自然科学发展处于当时世界领先水平, 比较有代表性的是东汉的张衡于公元 117 年制造了浑天仪, 132 年又制造了世界上最早的地动仪; 北宋时期, 沈括于大约 1086 年著《梦溪笔谈》, 总结了我国古代特别是北宋时期的科学技术成就.

表 1 列出了 17 世纪以前对物理学作出主要贡献的中外物理学家, 表 1 的最右边三列分别是他们的寿命、取得重要成果的黄金年龄及代表性物理成就, 表格最后一行给出了这些物理学家寿命及黄金年龄的平均值^[4].

收稿日期: 2017-05-16; 修回日期: 2017-05-27

基金项目: 国家自然科学基金(11474131)资助

作者简介: 倪牟翠(1968—), 女, 浙江镇海人, 吉林大学物理学院副教授、博士, 主要从事大学物理教学工作和光子学研究工作.

通讯作者: 张汉壮, Email: zhanghz@jlu.edu.cn

表 1 17 世纪以前主要物理学家的寿命和黄金年龄

序号	国家	中译名	英文名	生卒年	寿命	黄金年龄	代表性物理成就
1	古希腊	亚里士多德	Aristotélēs	前 384—前 322	62	49	约前 335 年创立逍遥学派; 著作《物理学》
2	古希腊	阿基米德	Archimedes	前 287—前 212	75	37	约前 250 年发现浮力定律、杠杆定律
3	中国	张衡	Zhang Heng	78—139	61	39	117 年制造浑天仪、132 年制造地动仪
4	古希腊	托勒密	Ptolemy	约 90—168	78	60	约 150 年出版著作《天文学大全》
5	中国	沈括	ShenKuo	1031—1095	64	55	约 1086 年完成著作《梦溪笔谈》
6	英国	培根	Roger Bacon	1219—1292	73	31	约 1250 年发明放大镜
7	意大利	达芬奇	Leonardo da Vinci	1452—1519	67	40	约 1492 年设计飞行器原理
8	波兰	哥白尼	Nicolaus Copernicus	1473—1543	70	69	1542 年出版著作《天体运行论》
平均值					68.8	47.5	

2 17 世纪物理学发展概述及主要物理学家

17 世纪开始,由于航海、战争和工业生产的需要,力学的研究得到了真正的发展. 钟表工业促进了匀速运动的理论; 水磨机械促进了摩擦和齿轮传动的研究; 火炮的运用推动了抛射体的研究; 航海的发展推动了对天体运行规律的研究,这又使得人们有可能排除摩擦和空气阻力的干扰得到关于机械运动规律性的认识. 到 1600 年,天文学家第谷·布拉赫以毕生精力采集了大量观测数据,为开普勒的研究做了准备; 开普勒于 1609 年和 1619 年先后提出了行星运动的三定律; 与此同时,以伽利略为代表的物理学家对力学开展了广泛研究. 伽利略的两部著作,1632 年的《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》和 1638 年《关于力学和运动两门新科学的谈话》,为力学的发展奠定了基础. 这一时期斯蒂文的落体实验、惠更斯对摆及碰撞过程的研究、胡克关于弹性力的实验等为力学形成系统的学科积累了丰富的材料. 随后牛顿把天体的运动规律和地面上的实验研究成果加以综合,进一步得到了力学的基本规律,建立了牛顿运动三定律和万有引力定律. 牛顿在 1687 年发表巨著《自然哲学的数学原理》,标志着经典力学的发展高峰.

17 世纪中后期也开始了对气体和流体的实验研究. 1643 年伽利略的学生、意大利物理学家托里拆利进行了验证大气压的“托里拆利实验”;

在他的启发下,1650 年德国居里克发明了真空泵,他通过马德堡半球实验使真空和大气压的概念深入人心; 英国的玻意耳(在 1660 年)和法国的马略特(在 1676 年)分别独立地发现了气体在等温过程中压强与体积的反比关系; 1653 年法国的帕斯卡发表流体静力学的基本原理,即帕斯卡定律.

光学及电磁学方面,1600 年英国医生吉尔伯特发表最早系统研究电磁现象的著作《论磁》,总结了当时已知的各种静电和静磁现象并论述了地球的磁性; 1621 年荷兰的斯涅耳提出了光的折射定律; 1662 年法国数学家费马提出光线传播的最小路径原理,也称费马原理,并用这一原理说明了光的直线传播、反射及折射现象; 1663 年意大利格里马第关于衍射现象的观察被发表; 1666 年牛顿用三角玻璃棱镜实验了将白光分解为颜色光,证实了白光是由折射率不同的各种颜色光组成的; 1669 年丹麦的巴托林纳斯发现了光的双折射现象; 他的学生,丹麦的罗默在 1676 年通过天文观察推算出光速的量级. 1687 年荷兰的惠更斯提出光的波动本性的“惠更斯原理”,初步解释了光的衍射现象,不过惠更斯将光和声波类比,以为光是纵波,因而他的原理无法说明光的双折射和偏振现象.

表 2 列出了对 17 世纪物理学作出主要贡献的物理学家、他们的寿命、黄金年龄及相应的代表性物理成就,表格最后一行给出了这些物理学家寿命及黄金年龄的平均值^[4,5].

表2 17世纪主要物理学家的寿命和黄金年龄

序号	国家	中译名	英文名	生卒年	寿命	黄金年龄	代表性物理成就
1	英国	吉尔伯特	William Gilbert	1544—1603	59	56	1600年出版著作《论磁》
2	丹麦	第谷	Tycho Brahe	1546—1601	55	55	积累大量精确的天文观测资料
3	荷兰	斯蒂文	Simon Stevin	1548—1620	72	38	1586年出版著作《静力学原理》
4	意大利	伽利略	Galileo Galilei	1564—1642	78	68	1632年出版著作发展哥白尼日心说、 1638年建立运动学体系
5	德国	开普勒	Johannes Kepler	1571—1630	59	48	1609年到1619年发现行星运动三定律
6	荷兰	斯涅耳	Willebrord Snellius	1580—1626	46	41	发现光的折射定律(著作去世后出版)
7	法国	费马	Pierre de Fermat	1601—1665	64	61	1662年提出光线传播的最短路程原理
8	德国	居里克	Otto von Guericke	1602—1686	84	48	1650年发明真空泵
9	意大利	托里拆利	Evangelista Torricelli	1608—1647	39	35	1643年实验验证大气压强
10	意大利	格里马第	Francesco Maria Grimaldi	1618—1663	45	45	发现光的衍射现象(著作去世后出版)
11	法国	马略特	Edme Mariotte	1620—1684	64	56	1676年发现气体膨胀的玻意耳— 马略特定律
12	法国	帕斯卡	Blaise Pascal	1623—1662	39	30	1653年发现帕斯卡定律
13	丹麦	巴托林那斯	Erasmus Bartholinus	1625—1698	73	44	1669年发现光的双折射现象
14	英国	玻意耳	Robert Boyle	1627—1691	64	33	1660年发现气体膨胀的玻意耳—马略 特定律
15	荷兰	惠更斯	Christian Huygens	1629—1695	66	39	1668年发现碰撞过程动量守恒; 1687 年提出光的波动原理
16	英国	胡克	Robert Hooke	1635—1703	68	44	1679年发现弹性定律
17	英国	牛顿	Isaac Newton	1643—1727	84	44	1687年出版著作《自然哲学的数学原 理》,建立了系统的经典力学体系
18	丹麦	罗默	Ole Christensen Roemer	1644—1710	66	32	1676年首次测量出光速
平均值					62.5	45.3	

3 18世纪物理学发展概述及主要物理学家

在18世纪的力学方面,由于牛顿的辉煌成就,人们相信力学原理足以解释任何一种无论是静力学还是动力学的问题.在处理具体问题时,根据牛顿定律发展出动量、动能等概念以及动量守恒定律;由于实用机械的复杂性及天文计算的需要,数学分析的方法被引入力学.1738年瑞士的D.伯努利出版《流体力学》,创立了流体力学的系统理论,提出著名的“伯努利方程”,由此推出的伯努利效应是早期使飞机的机翼获得升力的理论基础;1743年法国的达朗贝尔出版《动力学论》,在综述了牛顿的工作之后,将牛顿定律从自由质点系推广到受约束的非自由系统,提出了解决约束系统力学问题的一般方法,即达朗贝尔原理.后来拉格朗日在此基础上提出了达朗贝尔—拉格

朗日原理,于1788年出版《分析力学》巨著,给出了动力学普遍方程,奠定了分析力学的基础.除了理论上的发展,18世纪物理实验技巧也逐步提高,出现了阿特伍德机、扭秤等十分巧妙的机械装置.1798年英国的卡文迪许通过扭秤实验验证了牛顿的万有引力定律,推算出引力常量、地球的质量以及地球的平均密度,成为“第一个称量地球的人”.

18世纪初,由于蒸汽机的出现及其在工业上的广泛应用,促使人们对热现象深入研究.计温学方面,由伽利略发明的空气温度计获得进一步研究和改进,并于1724年由荷兰的华伦海特创立了实用的水银温度计及华氏温标方法;1742年瑞典的摄尔修斯通过系列实验说明了水的凝固点与大气压和纬度无关,并定量给出了水的沸点与大气压的关系曲线,从而建立了摄氏温标,成为获得广泛认可的经验温

标,沿用至今;量热学的实验及理论工作主要是由英国物理学家布莱克完成的,他定义了热量的单位,创立了比热的概念,并发现了相变过程中的潜热现象;在布莱克的理论启发下,英国发明家瓦特在 1769 年到 1790 年间对蒸汽机进行了关键的改进,极大提高了蒸汽机的效能,使其成为第一次工业革命的标志。

在电磁学方面,18 世纪已经出现了感应起电机和储存电能量的莱顿瓶;1752 年美国的政治家、科学家富兰克林通过著名的“风筝实验”证明了雷电与地面电性质是一致的,他还明确了电荷分为正、负两种;1773 英国卡文迪许通过实验验证了电力与引力具有类似的性质,即电力的大小与电荷间距离的平方成反比;1785 年,法国物理学家库仑通过扭秤

实验总结了两个静止点电荷之间的相互作用力与它们的带电量以及距离关系的规律,即库仑定律。

牛顿在 1703 年出版了《光学》一书,综述了当时已知的和他自己做的光学实验现象,提出对光的属性探究式的思考,设想光可能是一种高速运动的微小粒子。牛顿的继承者们却不加思考地对牛顿的说法加以简单化和绝对化,宣称牛顿确信光的微粒说,否认光具有波动性质,以致整个 18 世纪光学几乎没有出现有意义的进展。

表 3 列出了对 18 世纪物理学作出主要贡献的物理学家、他们的寿命、黄金年龄及相应的代表性物理成就,最后一行给出了这些物理学家寿命及黄金年龄的平均值^[4]。

表 3 18 世纪主要物理学家的寿命和黄金年龄

序号	国家	中译名	英文名	生卒年	寿命	黄金年龄	代表性物理成就
1	英国	哈雷	Edmond Halley	1656—1742	86	39	1695 年预言哈雷彗星周期
2	德国	华伦海特	Daniel Gabriel Fahrenheit	1686—1736	50	38	1724 年创立华氏温标
3	瑞士	伯努利	Daniel Bernoulli	1700—1782	82	38	1738 年提出伯努利原理
4	瑞典	摄尔修斯	Anders Celcius	1701—1744	43	41	1742 年创立摄氏温标
5	美国	富兰克林	Benjamin Franklin	1706—1790	84	46	1752 年实验证明天地电性质相同
6	法国	达朗贝尔	Jean le Rond d'Alembert	1717—1783	66	26	1743 年提出达朗贝尔原理
7	英国	布莱克	Joseph Black	1728—1799	71	32	1760 年创立比热概念、发现潜热
8	英国	卡文迪许	Henry Cavendish	1731—1810	79	67	1798 年实验验证万有引力定律
9	意大利	拉格朗日	Joseph - Louis Lagrange	1736—1813	77	52	1788 年创立拉格朗日分析力学
10	英国	瓦特	James Watt	1736—1819	83	33	1769 年发明实用的蒸汽机
11	法国	库仑	Charles Augustin de Coulomb	1736—1806	70	49	1785 年发现库仑定律
平均值					71.9	41.9	

4 19 世纪物理学发展概述及主要物理学家

经典力学经过牛顿、拉格朗日等人的工作,已经接近成熟,因而 19 世纪的大部分时间力学经历的是趋于成熟完善的发展方式。不过到了 19 世纪末期,对参照系、与光速可比拟的运动的思考引发了新的疑难,揭示出对新的理论体系的需要。1834 年英国数学家哈密顿提出分析力学的哈密顿原理,将拉格朗日方程改写为哈密顿正则方程组,创立了哈密顿力学体系;1835 年德国数学家雅可比在哈密顿正则方程组基础上推导出哈密顿 - 雅可比方程,哈密顿原理和哈密顿正则方程组在解决复杂力学体系问题

中,以及推广至其他非力学体系时显示出极大的优势,在近、现代物理学中占有重要的地位,而哈密顿 - 雅可比方程更是在量子力学的创立过程中起到了重要的作用;1851 年法国物理学家傅科制作出精巧的、悬点可自由转动的悬挂摆球,称“傅科摆”,通过傅科摆实验首次直接演示了地球自转效应;1852 年德国的马格努斯发现并研究了旋转物体在流体中运动时受到横向力的现象,即“马格努斯效应”,这是改善子弹运动轨迹的设计原理,也是解释乒乓球、足球的弧线运动的物理基础;1887 年,为了测量地球相对于牛顿所定义的“绝对空间”的“绝对运动速度”,或者说,地球相对于当时物理学家普

遍相信其存在的“以太”介质的运动速度,美国物理学家迈克耳孙和莫雷合作进行了著名的迈克耳孙-莫雷实验,这个实验没有得到预期的结果,显示出经典力学的局限性,以及对新理论的需要。

19世纪热学的重要进展是能量守恒定律的建立和热的分子运动理论的发展。1802年法国物理学家盖吕萨克发现气体膨胀的盖吕萨克定律,即气体的压强与温度成正比,盖吕萨克还提到了法国物理学家查理的没有发表的工作,并把“一定质量的气体压强不变时体积与温度成正比”这一定律的发现归功于查理。1811年意大利物理学家阿伏伽德罗在道尔顿的原子论基础上提出分子存在的设想,并指出同体积的气体在相同的温度和压强时,含有相同数目的分子,称阿伏伽德罗定律,这个定律对原子-分子学说的形成和原子量的准确测定都起过重要的历史作用;1824年法国的工程师卡诺在研究热机循环效率理论时提出卡诺定理,这是热力学第二定律的最早的形式;1834年法国工程师克拉珀龙在卡诺工作的基础上推导出理想气体的物态方程,即克拉珀龙方程,卡诺和克拉珀龙的工作奠定了热的动力理论的基础;1842年德国的迈尔研究了热能同电能、化学能及有机体能量的相互转换关系,首先发现并提出了能量守恒思想;迈尔的职业是医生,他阐述自己观点的方式不容易为当时物理学家们所接受,真正清晰地写出能量守恒定律的数学形式并使其获得广泛认可的是德国物理学家兼生理学家亥姆霍兹,1847年亥姆霍兹发展了迈尔、焦耳等人的工作,讨论了已知的力、热、电、化学的各种实验结果,严谨地论证了各种运动中能量守恒定律,他还明确指出永动机是不可能实现的;为能量守恒定律提供了充分的实验基础的无疑是英国的焦耳,他在1843年起的近40年时间里,不断地改进实验,测定热功当量数值,所得结果相当精确,十分令人惊叹和敬佩;1848年,英国物理学家W. 汤姆孙(即开尔文勋爵)根据卡诺的热循环理论创立了热力学温标,并提出绝对零度的概念,他还同焦耳合作,发现了著名的焦耳-汤姆孙效应,这个效应为近代低温工程提供了基础;1851年汤姆孙发表热力学第二定律的开尔文表述,指出不可能制造出单一热源的循环热机;在此前一年,德国的克劳修斯已发表论文指出热量不可能自动地从较冷的物体传递给较热的物体,后称为热力学第二定律的克劳修斯表述;1856年克劳修斯提出熵的概念及孤立系统

的熵永不减少的原理,这可以理解为热力学第二定律的一种数学形式;1857年克劳修斯首先将概率理论引入对气体热运动的研究,推导出气体压强公式,并由此提出了理想气体分子运动模型;麦克斯韦在克劳修斯工作的启发下,用概率的方法推导出了平衡态时气体分子速率分布律;1865年奥地利的洛施密特根据分子运动理论第一次计算出分子大小的确切数据,并由此计算出标准状态下 1 cm^3 理想气体所含的粒子数,现称“洛施密特数”;1868年奥地利的玻耳兹曼将麦克斯韦的速率分布律推广到系统受保守力场作用的情形,导出了平衡态有外力作用时气体分子的速率分布函数,称为麦克斯韦-玻耳兹曼分布,当考虑重力为外力时,即可得到重力场中大气分子随高度的分布,并能很好地说明大气密度和压强随高度的变化,同时玻耳兹曼还证明了分子能量中每一个平方项的平均值都大致相等,为 $kT/2$,即能量均分定理,它揭示了经典温度概念的微观本质;1872年玻耳兹曼推导出分布函数随时间演化所遵循的方程,证明了热力学过程由非平衡态向平衡态转化的不可逆性,随后玻耳兹曼提出了分子统计物理的基本假设,即分子系统的每一种微观状态都具有相同的概率;1873年荷兰物理学家范德瓦耳斯把分子运动理论运用于气、液两态,考虑了分子体积和分子间作用力的影响,建立起气体和液体共同满足的压强、体积和温度之间的关系,即著名的范德瓦耳斯方程,他因此获得了1910年的诺贝尔物理学奖。这样在19世纪末,热的宏观理论体系已经建立起来,分子运动理论也即将趋于成熟,并且统计物理的奠基性工作也由玻耳兹曼完成了。

经典电磁理论在19世纪经历了更快的发展,并且把波动光学也纳入到电磁学的理论框架之内,最终形成了宏伟的理论体系;1800年意大利物理学家伏打发明了伏打电堆,使获得持续、相对稳定的电流成为可能;1801年英国的托马斯·杨首次通过实验验证了光具有干涉特性;1811年英国的布儒斯特研究了光的偏振现象,发表布儒斯特定律;1818年法国的菲涅耳发展了惠更斯原理,提出“子波干涉”的观点,并认为光波是横波而非纵波,因而解释了光的衍射及偏振现象,使光波动说逐渐获得了认可;1820年丹麦物理学家奥斯特通过实验发现了电流的磁效应,首次揭示了电现象和磁现象的内在联系;同年法国的毕奥和萨伐尔通过实验给出了电流产生磁场

的大小及方向规律;紧接着法国物理学家安培给出了两个电流元之间的相互作用公式,即安培定律,或安培力公式,安培还提出了磁场产生的微观机制,即磁效应的分子环流假说;1821 年德国物理学家塞贝克发现了温差电现象,这提供了另外一种获得持续且可定量的电流的方法;同样是德国的欧姆正是利用了这一效应产生的电流研究并总结出著名的欧姆定律;1831 年英国物理学家法拉第从实验上观察到变化的磁场产生感应电流的现象,并总结了电磁感应定律;1834 年俄国物理学家楞次给出了判断感应电流方向的一种简洁的方法,即楞次定律;1839 年德国数学家高斯研究了把力学中的势函数应用到静电学中的数学证明,得出了著名的高斯定理,高斯定理反映了静电场性质和静电场中闭合曲面的电通量之间的关系,是电磁场基本原理之一;1845 年

德国基尔霍夫基于欧姆定律、电荷守恒定律及电压环路定理提出了适用于复杂电路计算的两个定律,即著名的基尔霍夫电流定律和电压定律;1849 年法国物理学家斐索首次通过地面上的实验测量了光的传播速度;1865 年麦克斯韦系统地总结了从库仑、安培到法拉第、高斯以及他自己的研究成果,建立了电磁场基本方程组,并从中导出了电磁的波动方程,推算出波的传播速度等于光速;1888 年德国物理学家赫兹首次通过实验证实了麦克斯韦所预言的电磁波的存在,至此波动光学和经典电磁学合并成统一的理论体系,经典电磁理论到 19 世纪末期已趋于完善.

表 4 列出了对 19 世纪物理学作出主要贡献的物理学家、他们的寿命、黄金年龄及相应的代表性物理成就,最后一行给出了这些物理学家寿命及黄金年龄的平均值^[8,9].

表 4 19 世纪主要物理学家的寿命和黄金年龄

序号	国家	中译名	英文名	生卒年	寿命	黄金年龄	代表性物理成就
1	意大利	伏打	Alessandro Volta	1745—1827	82	55	1800 年发明伏打电堆
2	德国	塞贝克	Thomas Johann Seebeck	1770—1831	61	51	1821 年发现温差电效应
3	英国	托马斯·杨	Thomas Young	1773—1829	56	28	1801 年实验验证光的干涉
4	法国	毕奥	Jean Baptist Biot	1774—1862	88	46	1820 年建立毕奥 - 萨伐尔定律
5	法国	安培	André-Marie Ampère	1775—1836	61	45	1820 年提出安培定律
6	意大利	阿伏伽德罗	Amedeo Avogadro	1776—1856	80	35	1811 年提出阿伏伽德罗定律
7	丹麦	奥斯特	Hans Christian Orsted	1777—1851	74	43	1820 年发现电流的磁效应
8	德国	高斯	Johann Friedrich Gauss	1777—1855	78	62	1839 年提出电磁场的高斯定理
9	法国	盖吕萨克	Joseph Louis Gay-Lussac	1778—1850	72	24	1802 年发现气体的盖吕萨克定律
10	英国	布儒斯特	David Brewster	1781—1868	87	30	1811 年发现光偏振的布儒斯特定律
11	法国	菲涅耳	Augustin-Jean Fresnel	1788—1827	39	30	1818 年建立光的衍射及偏振的波动理论
12	德国	欧姆	Georg Simon Ohm	1789—1854	65	37	1826 年发现电路的欧姆定律
13	法国	萨伐尔	Félix Savart	1791—1841	50	29	1820 年建立毕奥 - 萨伐尔定律
14	英国	法拉第	Michael Faraday	1791—1867	76	40	1831 年发现电磁感应定律
15	法国	卡诺	Nicolas Carnot	1796—1832	36	28	1824 年提出热机循环过程的卡诺定理
16	法国	克拉珀龙	Benoit Clapeyron	1799—1864	65	35	1834 年推导出理想气体物态方程
17	德国	马格努斯	Heinrich Gustav Magnus	1802—1870	68	50	1852 年发现马格努斯效应
18	德国	雅可比	Carl Gustav Jacob Jacobi	1804—1851	47	31	1835 年推导出哈密顿 - 雅可比方程
19	俄国	楞次	Heinrich Lenz	1804—1865	61	30	1834 年发现电磁感应楞次定律
20	英国	哈密顿	William Rowan Hamilton	1805—1865	60	29	1834 年创立哈密顿分析力学
21	德国	迈尔	Julius Robert Meyer	1814—1878	64	28	1842 年提出能量守恒思想
22	英国	焦耳	James Prescott Joule	1818—1889	71	25	1843 年起精确测量热功当量

续表

序号	国家	中译名	英文名	生卒年	寿命	黄金年龄	代表性物理成就
23	法国	傅科	Jean Foucault	1819—1868	49	32	1851 年用傅科摆实验演示地球的自转
24	奥地利	洛施密特	Johann Josef Loschmidt	1821—1895	74	44	1865 年计算出分子的大小
25	德国	亥姆霍兹	Hermann von Helmholtz	1821—1894	73	26	1847 年提出能量守恒定律的严谨的数学形式
26	德国	克劳修斯	Rudolf Clausius	1822—1888	66	28	1850 年提出热力学第二定律的克劳修斯表述
27	英国	开尔文	William Thomson, 1st Baron Kelvin	1824—1907	83	24	1848 年创立热力学温标; 1851 年提出热力学第二定律发开尔文表述
28	德国	基尔霍夫	Gustav Robert Kirchhoff	1824—1887	63	21	1845 年提出复杂电路的基尔霍夫电流定律和电压定律
29	英国	麦克斯韦	James Clerk Maxwell	1831—1879	48	28	1859 年推导出气体分子速率分布律; 1865 年建立电磁场基本方程组、提出光的电磁理论
30	荷兰	范德瓦耳斯	Johannes van der Waals	1837—1923	86	36	1873 年提出范德瓦耳斯方程, 获 1910 年诺贝尔物理学奖
31	奥地利	玻耳兹曼	Ludwig Boltzmann	1844—1906	62	33	1877 年提出统计物理等概率假设
32	德国	赫兹	Heinrich Rudolf Hertz	1857—1894	37	31	1888 年实验发现电磁波
33	美国	莫雷	Edward Moeley	1838—1923	85	49	1887 年与迈克耳孙合作完成迈克耳孙 - 莫雷实验
34	美国	迈克耳孙	Albert Abrahan Michelson	1852—1931	79	55	1887 年与莫雷合作完成迈克耳孙 - 莫雷实验, 获 1907 年诺贝尔物理学奖
平均值					66.1	35.8	

5 1900 年到 1930 年物理学发展概述及主要物理学家

我们从统计物理、量子力学、相对论时空观这三个方面概述一下从 1900 年到 1930 年期间物理学的重要进展。这是一个激动人心的年代,新的实验、新的思想不断涌现,即使是前 30 年的成就已足以媲美之前 300 年物理学的成果。

统计物理学经过克劳修斯、麦克斯韦及玻耳兹曼等人的开创性工作,已具备了相当的基础,1902 年美国物理学家、物理化学创始人吉布斯出版《统计力学的基本原理》,基于等概率原理的基本假设,创立了统计系综的方法,完成了经典统计力学的建立;针对普朗克和爱因斯坦提出的光量子概念,1924 年印度物理学家玻色提出分析光子行为的统计方法,指出光子是不可区分的,由此建立的统计称为玻色统计,后经爱因斯坦进一步发展成为玻色 - 爱因斯坦统计方法;1925 年意大利物理学家费米受泡利

不相容原理启发,提出描述原子气体运动行为的统计方法,称费米统计或费米 - 狄拉克统计(因英国物理学家狄拉克也几乎同时独立地得出了这种方法),费米 - 狄拉克统计方法适用于具有半整数自旋的全同粒子系统,在原子物理及核物理领域获得了普遍的应用。

1900 年德国物理学家普朗克提出量子假说,认为物质辐射的能量是不连续的,只能是某个最小能量单元的整数倍,称这一最小能量单元为量子。量子假说的提出,不仅解决了黑体辐射实验的困难,而且开创了量子物理的新时代。1905 年爱因斯坦进一步发展了普朗克的思想,把量子概念扩充到光的产生和转化过程中,提出了光量子(光子)概念,解释了赫兹在 1888 年实验中发现的光电效应现象;1909 年爱因斯坦更加明确地指出光的本质应该是“波动论和发射论的综合”,即现在所说的波粒二象性;1916 年爱因斯坦用统计力学的方法导出了普朗克辐射公式,同时提出受激辐射的理论,预言了激光的

可能性; 1923 年美国物理学家康普顿发现并解释了 X 射线经物质散射后波长增加的现象, 称“康普顿效应”, 这一工作为光的波粒二象性假说提供了更确切的证据, 对量子力学的发展产生了重要的作用; 为了说明物质的结构, 1911 年, 英国物理学家卢瑟福根据 α 粒子散射实验的结果提出了原子的核式模型; 1913 年丹麦的玻尔进一步提出原子中的电子轨道、能级都是量子化的, 用量子跃迁假说解释了原子的线状光谱; 1924 年法国物理学家德布罗意指出质子、电子等实物粒子也具有波粒二象性, 并给出物质波的波长、频率同其动量、能量相联系的公式; 同年德国物理学家玻恩以《论量子力学》为题发表论文, 首次采用“量子力学”这一术语; 1925 年德国物理学家海森伯创立了可计算电子的量子化能级的矩阵力学, 奠定了量子力学的基础, 随后海森伯还提出了著名的“不确定原理”, 即不可能同时准确地测得微观粒子的坐标和动量; 同年, 荷兰的两名物理研究生乌伦贝克和古兹密特提出电子具有自旋的概念; 奥地利物理学家泡利提出, 系统的每一个确定的量子态中不可能存在多于一个的粒子, 称泡利不相容原理, 这一原理提供了确定系统中量子数的原则, 所有自旋为半整数的粒子即费米子均受不相容原理的限制; 1926 年奥地利物理学家薛定谔提出描述微观粒子波函数随时间演化规律的基本方程, 即薛定谔方程, 创立了波动力学, 不久薛定谔还证明了海森伯的矩阵力学和波动力学是等价的两种量子力学形式; 玻恩随后提出了波函数的概率解释, 从而建立了物质波粒二象性的物理图像; 1927 年美国物理学家戴维孙和助手革末从实验上发现了电子通过晶体衍射的现象, 证实了德布罗意的假说; 1928 年, 英国物理学家狄拉克综合已有研究成果, 阐述了量子力学不同表述的数学本质, 并进一步提出了电子的相对论性方程, 即狄拉克方程, 用以描述高速运动的电子体系, 从狄拉克方程的解中可以导出电子具有自旋、

负能量等重要结果, 狄拉克还以他非凡的科学创见, 预言了正电子的存在, 后由美国物理学家安德森在宇宙射线中发现了正电子。

1905 年爱因斯坦发表论文《论运动物体的电动力学》, 创立了狭义相对论。爱因斯坦指出自然界中并不存在一种绝对的空间, 所有参考系都是等效的, 即物理规律在任何参考系中都相同, 这是狭义相对论的第一条基本假设; 由迈克耳孙 - 莫雷光速实验结果, 爱因斯坦引入了另外一条假设: 真空中光速不变原理。由这两条假设出发, 麦克斯韦电磁理论中的不自洽问题就都迎刃而解了。狭义相对论是对时间、空间及其关系的新的理解, 在处理高速运动问题时比牛顿力学更具优势; 1907 年爱因斯坦提出有必要把狭义相对性理论从匀速运动推广到加速运动, 经过 8 年的探索, 于 1915 年建立起广义相对论体系, 把时空、物质及引力联系起来, 物质的分布导致时空的弯曲, 弯曲的时空又反过来影响物质的运动, 这使人们对时空及引力的认识更深入一步, 对后续物理学的发展产生了深远的影响。1916 年, 爱因斯坦提出了广义相对论的 3 个可通过天文观测验证的推论, 即水星轨道近日点的进动问题、光谱线在强引力场中的红移、光线在近日引力场中的偏折。当时的多数科学家对爱因斯坦的理论持怀疑甚至否定的态度, 而英国天文学家爱丁顿研究之后充分地理解了相对论的理论, 并且意识到其重要性。爱丁顿热情地向英国科学界的同事宣传爱因斯坦的理论, 并于 1919 年 5 月发生日全食时进行天文观测, 验证了光线在近日引力场中偏折的预言。这次观测使爱因斯坦及其理论在世界范围内引起了关注。

表 5 列出了 20 世纪前 30 年对物理学作出主要贡献的物理学家、他们的寿命、黄金年龄及相应的代表性成就, 最后一行给出了这些物理学家寿命及黄金年龄的平均值^[6,7-9]。

表 5 1900 年到 1930 年主要物理学家的寿命和黄金年龄

序号	国家	中译名	英文名	生卒年	寿命	黄金年龄	代表性物理成就
1	美国	吉布斯	Josiah Willard Gibbs	1839—1903	64	63	1902 年著作《统计力学基本原理》
2	德国	普朗克	Max Karl Ernst Ludwig Planck	1858—1947	89	42	1900 年提出量子假说, 获 1918 年诺贝尔物理学奖
3	英国	卢瑟福	Ernest Rutherford	1871—1937	66	40	1911 年提出原子核式结构模型
4	德国	爱因斯坦	Albert Einstein	1879—1955	76	26	1905 年创立狭义相对论; 1915 年创立广义相对论; 提出光电效应方程, 获 1921 年诺贝尔物理学奖

							续表
序号	国家	中译名	英文名	生卒年	寿命	黄金年龄	代表性物理成就
5	美国	戴维孙	Clinton Joseph Davisson	1881—1958	77	46	19 27 年实验证实电子的波动性, 获 1929 年诺贝尔物理学奖
6	德国	玻恩	Max Born	1882—1970	88	44	19 26 年提出波函数的统计解释, 获 1954 年诺贝尔物理学奖
7	英国	爱丁顿	Arthur Stanley Eddington	1882—1944	62	37	19 19 年天文考察验证了广义相对论的光线引力偏折效应
8	丹麦	玻尔	Niels Henrik David Bohr	1885—1962	77	28	19 13 年提出原子结构的量子模型, 获 1922 年诺贝尔物理学奖
9	奥地利	薛定谔	Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger	1887—1961	74	39	19 26 年创立量子力学的波动力学理论, 获 1933 年诺贝尔物理学奖
10	英国	汤姆孙	George Paget Thomson	1892—1975	83	35	19 27 年实验证实电子的波动性, 获 1937 年诺贝尔物理学奖
11	法国	德布罗意	Louis Victor de Broglie	1892—1987	95	32	19 24 年发现电子的波动性, 获 1929 年诺贝尔物理学奖
12	印度	玻色	Satyendra Nath Bose	1894—1974	80	30	1924 年提出光子的玻色统计方法
13	美国	革末	Lester Halbert Germer	1896—1971	75	31	19 27 年协助戴维孙完成电子波动性实验
14	奥地利	泡利	Wolfgang Ernst Pauli	1900—1958	58	25	19 25 年提出泡利不相容原理, 获 1945 年诺贝尔物理学奖
15	意大利	费米	Enrico Fermi	1901—1954	53	24	19 25 年提出费米统计方法; 因证明了可由中子辐照而产生的新放射性元素的存在, 以及有关慢中子引发的核反应的发现, 获 1938 年诺贝尔物理学奖
16	德国	海森伯	Werner Heisenberg	1901—1976	75	24	19 25 年创立量子力学的矩阵力学理论, 获 1932 年诺贝尔物理学奖
17	英国	狄拉克	Paul Adrien Maurice Dirac	1902—1984	82	26	19 28 年提出电子的相对论性方程, 获 1933 年诺贝尔物理学奖
平均值					75.0	34.8	

6 启发与思考

以上我们考察了自古希腊时期起到近代物理初步形成的 1930 年止对物理学发展作出重要贡献的物理学家的寿命以及他们取得重要标志性成果的黄金年龄, 把这些平均值按年代排列起来, 会发现一些有意思的趋势. 表 6 给出了 17 世纪以前、17 世纪、18 世纪、19 世纪以及 20 世纪前 30 年的主要物理学家的平均寿命和黄金年龄的平均值, 作为参考, 给出了对应时期典型地区的人群预期平均寿命值, 其中 17 世纪以前的是古罗马地区的数值, 而其他时期是英格兰地区的^[14].

表 6 主要物理学家的平均寿命和平均黄金年龄

时间	物理学家 平均寿命	物理学家 平均黄金年龄	同时期预期 平均寿命
17 世纪以前	68.8	47.5	24.0
17 世纪	62.5	45.3	37.7
18 世纪	71.9	41.9	34.6
19 世纪	66.1	35.8	40.8
1900— 1930 年	75.0	34.8	50.0

从表 6 可以看出, 在各个年代, 物理学家的平均寿命都远远高于当时的人群预期平均寿命; 而物理学家

取得重大标志性成果的黄金年龄则往往在他们中年以前。更有意思的是,这个平均年龄随着年代明显呈现越来越年轻化的趋势。图 1 呈现了物理学家们的平均寿命、平均黄金年龄随年代变化的趋势。我们认为,物理学家或其他自然科学工作者往往都勤于思考,对世界具有强烈的好奇心,有很多人还经常动手进行实验工作,这些都十分有益于一个人的身心健康,这是物理学家们大多长寿的原因;随着年代的进步,人类已经积累了大量的科学研究成果,新一代的科学家们可以通过学习前人的成果而缩短科学探索所需要的时间,因而有可能在更加年轻的时期就取得重要的、创造性的成果,从这一角度来说,今后的科学家多数都会大器早成的。

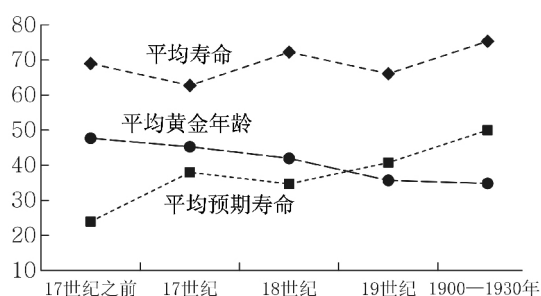


图 1 主要物理学家的平均寿命和平均黄金年龄随年代变化的趋势

参考文献:

- [1] 申先甲,李艳平,刘书勇,等. 谈谈物理学史在素质教育中的作用 [J]. 大学物理,2000,19(11):36-40.
- [2] 张汉壮,倪牟翠. 物理学导论 [M]. 北京:高等教育出版社,2016.
- [3] 张汉壮. 物理的逻辑与历史 [J]. 大学物理,2016,35(5):27-37;35(6):41-48.
- [4] 申先甲. 物理学史简编 [M]. 济南:山东教育出版社,1985.
- [5] 赵诗华,宋彦琦,程涛,等. 浅谈万有引力定律的发现与创新思维 [J]. 大学物理,2013,32(4):35-37.
- [6] 陈熙谋,陈秉乾. Maxwell 电磁场理论的建立和它的启迪 [J]. 大学物理,1986,5(10):33-39;5(11):27-34.
- [7] 赵凯华. 创立量子力学的睿智才思 [J]. 大学物理,2006,25(9):1-9;25(10):1-10.
- [8] 赵峥. 爱因斯坦与狭义相对论的诞生 [J]. 大学物理,2015,34(8):4-8.
- [9] 赵峥. 爱因斯坦与广义相对论的诞生——纪念广义相对论发表 100 周年 [J]. 大学物理,2015,34(11):1-5.
- [10] A. 麦迪森. 世界经济千年史 [M]. 伍晓鹰,等,译. 北京:北京大学出版社,2003:17-48.

A thinker lives longer and a great scientist successes early

NI Mu-cui, WANG Lei, ZHANG Han-zhuang

(College of Physics, Jilin University, Changchun, Jilin 130012, China)

Abstract: The important achievements of physics and physicists who had made critical contributions to these achievements from the time of ancient Greek to the 1930's was overviewed in this paper. By analyzing the lives of these physicists, we have found that the average life-span of these physicists was much higher than the human life expectancy during their time, and the golden ages when they made the achievements were often before their middle ages or even younger. What's more, the average of these golden ages was still getting lower with time. Our conclusion is instructive to young scientific workers today.

Key words: physicist; average life-span; golden age

(上接 10 页)

An empirical study on the difference formula of gas heat capacities

SHAO Yun

(School of Electronic Engineering, Nanjing Xiaozhuang College, Nanjing, Jiangsu 211171, China)

Abstract: By using the experimental data of air, hydrogen, nitrogen, oxygen and carbon dioxide in the standard state in Handbook of Physical Chemistry and combining with error analysis, we verify partially the correctness of the thermodynamic formula of $C_p - C_v = pTV\alpha\beta$ in pVT system. Accordingly, the reliability of the related thermodynamics theory and mathematical reasoning process are confirmed.

Key words: constant pressure heat capacity; constant volume heat capacity; standard condition; data; error