

方锡岩◎编著

WUJI

XUESHI
JIANGYI

物理学史讲义

经典物理学部分



WU LIXUESHI JIANGYI

物理学史讲义

(经典物理学部分)

方锡岩◎编著

图书在版编目(CIP)数据

桂林：广西师范大学出版社，2010.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第182423号

2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷

定价：19.80元



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

·桂林·

图书在版编目 (CIP) 数据

物理学史讲义. 经典物理学部分 / 方锡岩编著.
桂林: 广西师范大学出版社, 2010.9
ISBN 978-7-5495-0065-9

I. 物… II. 方… III. 物理学史 IV. O4-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 185423 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市中华路 22 号 邮政编码: 541001)
网址: <http://www.bbtpress.com>

出版人: 何林夏

全国新华书店经销

桂林中核印刷厂印刷

(广西桂林市八里街 310 小区 邮政编码: 541213)

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 10.5 字数: 249 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

定价: 19.80 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

年青的时候,读罗曼·罗兰的巨人传,很受感动,尤其对罗曼·罗兰的“向可怜的人们吹嘘勇气”印象深刻。所以,在本书中我也努力“向可怜的人们吹嘘勇气”。如果你是一个学物理的人,我希望这本书能帮助你更好地理解物理学的概念与内涵;如果你不是学物理的人,我希望这本书能帮助你了解人类文明发展的曲折历程,从中感受人类精神之伟大,获得为以后面对困境时的信心与勇气。

方锡岩

2010年3月27日于中山大学

致谢:本书出版受广东省《理论物理导论》精品课程经费支持。

45	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
46	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
47	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
48	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
49	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
50	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
51	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
52	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
53	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
54	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
55	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
56	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
57	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
58	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
59	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
60	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
61	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
62	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
63	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
64	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
65	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
66	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
67	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
68	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
69	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
70	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
71	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
72	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
73	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
74	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
75	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
76	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
77	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
78	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
79	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
80	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
81	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
82	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
83	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
84	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
85	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
86	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
87	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
88	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
89	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
90	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
91	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
92	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
93	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
94	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
95	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
96	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
97	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
98	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
99	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3
100	科学史与科学哲学讲义(第二版)	5.3.3

目 录

第一章 绪 论 >> 1

§ 1.1	科学史 ABC	1
§ 1.1.1	科学史的作用和地位	1
§ 1.1.2	研究科学史的方法	2
§ 1.2	本书的纲领或倾向	4
§ 1.2.1	情感与美和科学	5
§ 1.2.2	信心、耐心和小心(大胆)	6
§ 1.2.3	为什么只有古希腊文明才导致现代文明	8
§ 1.2.4	物理学与方法论	11
§ 1.2.5	概念的产生与发展,概念的主观性与客观性	11
§ 1.2.6	榜样与造星工程	13

第二章 古希腊时期的科学 >> 15

§ 2.1	为什么我们需要理论	15
§ 2.2	泰勒斯	17
§ 2.3	毕达哥拉斯学派	18
§ 2.4	柏拉图的问题	20
§ 2.5	亚里士多德的学说	22
§ 2.6	日心说、地心说的改进及其他	26
§ 2.7	附注:理论的结构——硬核与保护带	29

第三章 牛顿力学及机械决定论 >> 31

§ 3.1	哥白尼的日心说	33
-------	---------	----

§ 3.2	开普勒定律	34
§ 3.3	伽利略的天文学与运动学研究	36
§ 3.3.1	伽利略的生平	36
§ 3.3.2	伽利略对日心体系的贡献	37
§ 3.3.3	自由落体与抛射体的研究	39
§ 3.4	哲学思想与数学的新进展	42
§ 3.4.1	培根的实验哲学	42
§ 3.4.2	笛卡儿的宇宙图像及数学研究	43
§ 3.5	牛顿其人其事	44
§ 3.5.1	牛顿生平	44
§ 3.5.2	成就	45
§ 3.5.3	成功的原因	48
§ 3.5.4	《原理》简介及其他	49
§ 3.6	机械唯物主义	55
§ 3.7	守恒定律——天长地久的守望	56
§ 3.7.1	悠远绵长的“守恒”	56
§ 3.7.2	运动量守恒——你的运动长存于天地间	57
§ 3.7.3	角动量守恒定律——你很少用到,但地球的运动依赖它	58
§ 3.7.4	机械能守恒——能量守恒第一部曲	58
§ 3.8	分析力学的建立	58
§ 3.8.1	微分形式	60
§ 3.8.2	积分形式	62
§ 3.9	附注:关于实证主义、逻辑实证主义和操作主义	63

第四章 热力学及几率统计 >> 69

§ 4.1	热现象的早期研究	70
§ 4.1.1	温度计的发明、热力学第零定律	70
§ 4.1.2	蒸汽机的发明	71
§ 4.1.3	热是什么——热质说的兴起	73
§ 4.1.4	传热学的成就	74
§ 4.2	热力学第一定律的确立——能量守恒第二部曲	74
§ 4.2.1	热是一种运动——第二部曲的开始	74
§ 4.2.2	能量转化与守恒定律——第二部曲主旋律	75
§ 4.2.3	热力学第一定律的数学形式——第二部曲终曲	77

§ 4.3	热力学第二定律——能量的品质与耗散	78
§ 4.3.1	卡诺的热机理论——热机的效率	78
§ 4.3.2	绝对温标——使规律的表达式更简单	80
§ 4.3.3	热力学第二定律——热机效率的重新研究	83
§ 4.3.4	熵增加原理、热寂说——能量的品质变坏	84
§ 4.4	气体动理论的建立	86
§ 4.4.1	原子论的复兴	86
§ 4.4.2	道尔顿的原子论、复合原子的提出	87
§ 4.4.3	气体化合体积的盖·吕萨克定律、分子概念的确立	88
§ 4.4.4	不同观点(热动、机械运动)的交叉——气体动理论的复兴	89
§ 4.5	统计物理学的建立	92
§ 4.5.1	麦克斯韦速度分布率	92
§ 4.5.2	玻尔兹曼的工作	94
§ 4.5.3	吉布斯和系综	98
§ 4.6	原子真的存在——爱因斯坦对布朗运动的研究	101
§ 4.7	附注:还原论与呈展论	103

第五章 电磁理论与新世界 >> 105

§ 5.1	库仑定律的建立	107
§ 5.2	电鳗与电池	109
§ 5.3	电流的磁效应——由电生磁	110
§ 5.3.1	奥斯特的发现	110
§ 5.3.2	安培的分子环流以及磁力规律	111
§ 5.4	法拉第的研究、磁生电	113
§ 5.4.1	磁生电	113
§ 5.4.2	力线与场	115
§ 5.5	电磁场方程、电磁波	117
§ 5.6	赫兹的判决实验	121
§ 5.7	附注:各种力中,电磁力对我们日常生活的影响最大	122

第六章 相对论革命 >> 125

§ 6.1	光的微粒说与波动说	127
-------	-----------	-----

§ 6.1.1	早期的波动说与微粒说	127
§ 6.1.2	光的干涉与衍射	128
§ 6.1.3	* 波粒二像性和量子力学	131
§ 6.2	光速的测定	135
§ 6.3	光在运动介质中的速度,以太被拖拽?	136
§ 6.3.1	斐索的流水实验	138
§ 6.3.2	迈克尔逊—莫雷实验	139
§ 6.4	收缩假说,洛伦兹变换	141
§ 6.5	狭义相对论的建立	143
§ 6.5.1	爱因斯坦的生平	143
§ 6.5.2	狭义相对论思想起源的探讨	145
§ 6.5.3	新的时空世界	147
§ 6.5.4	花絮	148
§ 6.6	广义相对论的建立	150
§ 6.7	附注:实在论与工具论	155
§ 6.8	附注:放弃硬核还是修改保护带	157

参考文献

>>> 159	参考文献	159
---------	------	-----

<<< 161	参考文献	161
<<< 162	参考文献	162
<<< 163	参考文献	163
<<< 164	参考文献	164
<<< 165	参考文献	165
<<< 166	参考文献	166
<<< 167	参考文献	167
<<< 168	参考文献	168
<<< 169	参考文献	169
<<< 170	参考文献	170
<<< 171	参考文献	171
<<< 172	参考文献	172
<<< 173	参考文献	173
<<< 174	参考文献	174
<<< 175	参考文献	175
<<< 176	参考文献	176
<<< 177	参考文献	177
<<< 178	参考文献	178
<<< 179	参考文献	179
<<< 180	参考文献	180

<<< 181	参考文献	181
---------	------	-----

第一章 绪 论

§ 1.1 科学史 ABC

§ 1.1.1 科学史的作用和地位

在《科学史读本》(文献[1])的绪论中讨论了这个问题的几种很有意思的回答:

第一种是比较省事的方法,那就是放低姿态,坦然承认科学史没有用处,只是人们“吃饱了撑的”,研究着玩玩,难道不可以吗?许多学问都是这样的……

第二种方法是“转嫁”问题。科学史不是历史学的一部分吗?那么请问:历史学有什么用?历史学有什么用,科学史就有什么用。

例如,人们常说“借鉴历史,昭示未来”;“以铜为镜,可以正衣冠;以人为镜,可以明得失;以史为镜,可以知兴替”。看起来历史学的作用巨大!是真的吗?那么,具体到当前的物理学,号称能一统世界的“万有理论”(the theory of everything)超弦可以兴吗?或者比较传统的统一场论可以兴吗?我们应该朝什么方向努力?历史学对这样具体的问题相当无能。我想这也是为什么有第一种回答的缘故。但空穴来风,自非无因,历史经验在这方面自有其价值。

第三种是最认真、最负责的回答,那就是萨顿已经为我们准备好的:科学史是沟通“旧人文主义者同科学家之间”的唯一桥梁。这座桥梁的用处,主要体现在精神层面。而且萨顿所呼唤的这种沟通,目前极为需要,却又极为不够。

斯诺指出,文人与科技工作者之间有一道鸿沟,人文精神与科学精神之间时有冲突(文献[2])。处理同一个问题,文人与科技工作者可能非常不一样。

科技工作者认为,文人以狂妄掩盖自己的无知,以空洞、不知所云的语言掩盖自己的非理性。

文人认为,科学霸权主义者以逻辑和知识建立科技霸权,完全无视人的禀性、情感、善恶、

人伦,人的意志的力量,文化本身的起源、传承等历史因素……

在 § 3.9 中有费曼(R. P. Feynman, 1918~1988, 美国物理学家, 因发现量子力学的路径积分形式及解决量子电动力学中的发散困难而获得 1965 年诺贝尔物理奖)与文人的这种冲突的一个有意思的例子。

当今是知识爆炸的时代,知识被分门别类地肢解,固然有利于学习与速成,但也造成我们每个人知识结构上的缺陷。所以当今世界的热点问题之一就是怎样调和人文精神和科学精神。乔治·萨顿(George Sarton, 1884~1946)比斯诺更早注意到这两种精神的冲突。在《科学史和新人文主义》中写道:“在旧人文主义者同科学家之间只有一座桥梁,那就是科学史,建造这座桥梁是我们这个时代的主要文化需要。”

科学不仅仅意味着高效率的技术,不仅仅意味着逻辑与规则,科学还意味着一种文化。

原始人用巫术治病时,能够“治好”不少人;现代人运用现代科技治病时,“治死”的人也不少。那么,一个人生病时会怎么选择? 原始人当然是找巫师,现代人当然还是上医院。这就是观念的不同、文化信念的不同,导致行为的不同。

世界上的古老文明有很多种,著名的文明有古埃及文明、古巴比伦文明、古希腊文明、古印度文明、古中国文明、玛雅文明等,但只有古希腊文明才导致了现代科学文化,这很耐人寻味。环顾当今世界,新的科学与技术也是更多地始创于受文艺复兴(复兴古希腊的科学理性与文艺)思潮影响的地域(即西方世界)。原因何在? 是这些地区的人更聪明吗? 但是了解历史的人都知道,在黑暗的中世纪,同样是这些地区的这些人,并没表现出丝毫的创造力! 再比如华人,在美国拿诺贝尔奖的不少,但在中国拿诺贝尔奖的现在还没有。按理说,本土的人口基数要大很多,产生的聪明人数量上应该大得多! 因此,我们不仅要把科学作为一种技术来了解,更应该把它作为一种文化来了解。

从原始人的巫术或拜神观念到现代人的科学观念,观念的更迭与冲突此起彼伏。追踪历史上这些观念的冲突与进化、扬弃与变迁,有助于今天人文精神与科学精神的平衡、交流与理解,有助于我们了解“从何处来”的问题,也有助于明确“向何处去”。

§ 1.1.2 研究科学史的方法

历史是一种真实的客观存在,但对历史的认识(历史学)则属于主观的意识范畴。因此,总体来说对于研究历史有如下两种观点:

1. 尊重历史的客观性,追求历史的真实性

既然历史是一种客观存在,我们的研究、讨论自然应尊重、服从这种客观性。这是研究历史的正统观点。按照这种观点,理想的做法是重现历史。也就是说应该把历史书写成“实况录像”。

但是,我们不可能重现历史! 即使是一场足球比赛的实况录像,也未必就能重现赛场实况。镜头通常指向球,至于远离足球的队员怎样跑位,隐蔽的犯规等也不能显示。总之显示的画面总是有所选择的,况且解说员也会加上自己的观点,引导观众的观感与情绪。一场足

球赛与历史事件相比实在简单得多,在借助现代录像技术的情况下尚且不能完全客观地重现它,更何况是人类发展史这么复杂的事。

无论是多么追求真实性的历史学家,在书写历史时必然有所取舍!即使尽可能排斥任何个人观点的一部编年史,也必须有所取舍!例如在写某个历史人物时,不可能把每一天,从早到晚,事无巨细地全写下来。不太可能写:上厕所共走了几步,梳头时掉了几根头发,一口吃了几粒饭、嚼了多少下……尽管这些都是历史上真实发生的事,但通常被认为不重要而被我们舍弃。所以即使是号称不表现个人倾向的编年史也实际上隐含有个人的偏好与选择。这就带来一个问题:究竟什么是重要的?重要事件的细节中又有哪些是重要的……

2.任何历史实际上都是当代史,是当代的人对历史的认识

人们作出取舍,不可避免会受所处时代观念、理论的影响。也就是说,人们所书写的历史,是当代的人们对历史的认识。例如,新中国成立前的历史著作和现在的一些历史著作就有相当大的差别。

科学史有内外史之争。“内史”指的是科学本身的内部发展史。最初的研究者默认科学发展有其自身的内在逻辑,注重科学发展中的逻辑展开、概念框架、思想方法、理论与实验的关系等,不考虑社会因素对科学发展的影响,这就是“内史论”。科学史的“外史”则是指社会等因素对科学发展影响的历史。“外史论”强调科学史研究应更加关注社会、文化、政治、经济、军事等环境对科学发展的影响,把科学的发展置于更复杂的背景中。20世纪30年开始出现“外史”研究,不久就引起科学史向“外史”转向。

不同的观点通常意味着不同的研究方法。文献[1]第一编的导读中有这样一段陈述:

萨顿及其追随者自然形成了一个学派,他们认为科学史的主要任务是“积累整个历史中所有科学和技术分支中所有创新者的精确知识”;李约瑟和他的学派则试图通过一个伟大文明中的科学技术发展来理解科学史;巴特菲尔德认为重要的任务是理解一个伟大时代即科学革命的历史;伦敦经济学院学派则主张科学史主要是一种为意识形态或认识论观点提供证明的工具。还有一些学派利用科学史来证明科学的进步模型,另一些学派则用相同的案例去证明不存在这样的科学进步模型……

也许每个人把自己的观点、方法发挥到极致,然后把各人所得结果融合起来,就能比较全面、客观地认识历史。但要把完全相反的观点融合是困难的,所以,还是要有某些共识,即使这种共识不那么客观。下面简述霍耳顿的纲领《理解科学史,这意味着什么?》。霍耳顿认为要理解科学史中任何一个事件 E ,可从以下九个方面进行:

①所选历史时期公众掌握的科学知识状况和对所选题题的无知状况。

②到所选历史时期为止概念的发展,即公众科学知识状态的时间轨迹。

如图1.1所示,横轴表时间,纵轴定性表示在一个科学领域中增进的理解,事件 E 在 t 时刻发生,曲线 S_2 就是公众科学知识的

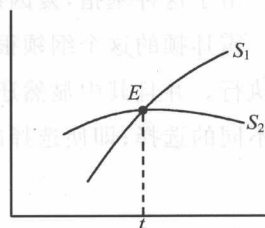


图 1.1 S_2 是公众科学知识的
时间轨迹, S_1 是个人科学活动
的时间轨迹, E 为时刻 t 发生
的某个科学事件

时间轨迹。

③“私人的”科学知识状态。

④个人科学活动的时间轨迹,这包括时间 t 左边的准备时期与右边的收获时期。

图 1.1 中的曲线 S_1 就是私人科学轨迹。设 E 代表 1905 年爱因斯坦相对论论文的发表,追踪与 E 有联系的事件。1894~1895 年,爱因斯坦写了第一篇科学论文(论以太),这用 E 左边 S_1 上一点表示;然后 16 岁时在阿劳中学的思想实验即一个人跟着光跑会怎样……

在 1905 年的奇迹之前,爱因斯坦似乎是以一种没什么前途的方式开始的。他的第一篇公开发表的论文题目“由毛细现象所得推论”(1901 年)。这个选题很奇怪,因为当时正发现电子、X 射线、放射性等,而毛细现象则是一个古老且令人厌倦的课题。但是仔细研究这篇论文,会发现某些重要的东西:这篇论文与他的下一篇论文的问题都是“分子力问题”,他感兴趣的是“关于分子力与牛顿超距作用力的关系的问题”,“认识到那些从直接的观察看来似乎是完全独立的事物的种种现象的统一性,给人以一种壮丽的感觉”(1901 年写给格罗斯曼的信)。爱因斯坦的终生兴趣即自然界各种力的统一在这里首次显露。

⑤科学家的心理传记(非科学的)发展。

⑥社会学环境。

⑦科学以外的文化发展,以及影响科学家工作的意识形态或政治事件。

这显然也属外史范畴,例如苏联的李森科事件。李森科(1898~1976)出于自己的理论需要否定基因存在,把西方遗传学家称为苏维埃的敌人。这得到斯大林的支持,使苏联遗传学遭到浩劫。再如德国纳粹上台,对科学家进行迫害(例如爱因斯坦),导致盛极一时的德国科学衰落。

⑧科学家的哲学世界观。

⑨科学家的基旨假定基指,指一位科学家采纳的常常未被明确承认的假定,或深深隐藏着的基本想法。

例如,爱因斯坦始终不相信量子世界几率的基本性,指导他一生理论建设的基指有:“形式(而不是唯物主义)解释的首要性;宇宙学尺度上的统一或统一化;简单性;因果性;完备性;连续性;当然还有守恒性与不变性。”这种基指既不是实验资料,也不是流行理论所强迫采纳的。由于这种基指,爱因斯坦后半生都没有参与到主流的量子物理研究中。

霍耳顿的这个纲领很全面,包括了内史与外史各个方面。但可能太全面,单靠个人很难执行。并且其中显然还是有人为因素,例如,什么才是值得研究的事件 E ? 不同的人可能有不同的选择;即使选择的事件 E 相同,但是选择的曲线 S_1 与 S_2 也可能不同。

§ 1.2 本书的纲领或倾向

虽然本书也提出了某些新观点,但本书的主旨是教学,因此不可能按照霍耳顿的纲领去写。下面介绍本书的纲领或倾向。

本书的主要目的:

- (1)通过学习,增强我们对科学的理解。
 - (2)学习物理学家分析问题,构造概念、模型的各种方法。
 - (3)以史为鉴,在错综复杂的局面下判别正确的前进方向。
 - (4)了解人类文明发展的曲折过程,感受人类精神的伟大,获取开拓未来的信心与勇气。
- 相对于以上目的,追求历史的真实性应该说只是一个次要目标。下面我们就具体来讲一下取舍的倾向或侧重。

§ 1.2.1 情感与美和科学

在一般人的印象中,美是文学艺术的事,而科学是有关客观世界规律的,与情感或美没有关系。但是,科学理论是人创造的,而人是有情感与审美的。李政道说:“没有情感的因素和促进,我们的智慧能够开创新的道路吗?而没有智慧的情感能够达到完善的意境吗?”

开普勒在发表其行星运动第三定律的《宇宙的和谐》一书中写道:

“……和谐! 22年前当我已发现天体轨道与五个(正)多面体具有相同的数目,就曾预言过,远在我看到托勒密有关这方面的论著以前,我就充分相信过,在16岁以前我就以本书这一命名的名义,向我的朋友许诺过;我坚持要把它作为探索的一个目标……为了它,我把我的毕生用于天文计算事业,终于我发现了光辉……让一切都不要约束我吧;我要纵情享受我的神圣的狂喜。”

领悟大自然复杂混乱表象下的和谐,这是科学的最高目标。一旦自然的秩序和韵律为我们所领悟,原来百思不得其解的种种神秘和混乱就转化为简单和统一。一种为之战栗、为之陶醉的审美情感就油然而生。

美不仅仅是目标,也是我们前进的向导。海森伯(德国物理学家,1901~1976,建立量子力学的矩阵力学形式,提出“测不准原理”等,1933年获诺贝尔物理学奖)说:“美是真理的光辉,其意义也可以理解为,探索者最初是借助于这种光辉,借助于它的照耀来认识真理的。”“现代科学就其本身的客观性而言,丝毫不存在目的或目标,但科学家本人可能在某种程度上陶醉于非理性的预想之中。”(文献[7])

美不仅是前进的向导,同时也激发我们前进的动力,激励出热情与坚韧。在未知的领域里,迷雾重重,艰难困苦只是小事一桩,最令人绝望的是看不到希望、看不到目标。没有人能指引你(如果有人能指引你,那就不是未知,而是已知的领域),只有“热爱”!“热爱”是最好的老师,“热爱”是最好的引路人!热爱到偏执,这就是美的力量。

其实不仅在未知的领域中探险是如此,即使在平时的学习中,“热爱”也是最好的老师!但是很遗憾,通常的物理或技术课程教学中,基本排斥情感方面的教育。科学给人冷冰冰的印象,非常理性。但是人都会有负面或正面的情绪,会苦恼、抑郁,或者兴奋,坚定、一往无前!在学习或研究中,人们处于什么样的情绪或心理状态,对他的决断有举足轻重的影响。所以,这并不是可有可无的。同时,关注情感或心理显然也有助于在人文精神与科学精神之间架起桥梁。

李政道:尽管自然现象不依赖于科学家而存在,但对自然现象的抽象和总结是一种人为

的、并属于人类的智慧的结晶,这和艺术家的创造是一样的。

但是科学中的美与一般的艺术的美还是有所区别的。物理学中,美与理性是高度统一的!彭加勒(法国数学家,1854~1912)说:科学家并不是因为大自然有用才去研究它;他研究大自然是因为他对它感到乐趣,而他对大自然感到乐趣是因为它的美丽。如果大自然不美,那它就不值得认识,如果大自然不值得认识,就不值得活下去。当然,我这里并不是谈那打动感官的美、性质的美和现象的美;不是我低估这类美,远不是这样,而是它们与科学毫不相干;我的意思是那更深邃的美,它来自各部分和谐의 次序,而且它能为一种纯粹的智慧所掌握。正是它给实体,也就是给结构以五彩缤纷的现象,从而使我们的感官感到欢愉;没有这种支持,这些梦幻易逝的美就是不完美的,因为它是朦胧的而且总是瞬时的。恰恰相反,理性的美对自身来说是充分的,与其说为了人类的美好未来,倒不如说或许正是为了理性本身,科学家才献身于漫长而艰苦的劳动。(彭加勒,《科学和方法》)

§ 1.2.2 信心、耐心和小心(大胆)

从教科书的学习中我们得到这样一个印象:似乎科学家都是超人,超级聪明,是天上的星宿下凡。想人所未想,能人所不能。面对他们,我们只能仰望,只能自卑。之所以出现这种情况,是因为展现在教科书中的内容都是无比成功、逻辑上无懈可击的。但偏听则暗,兼听则明,在科学史的学习中,我们会看到科学家无数不成功的尝试。

《费曼的彩虹》(Leonard Mlodinow 著)第 51 页:

费曼说别担心,科学家本就没什么特别的。

第 49 页:

科学家的工作跟一般人的正常活动一样,只不过是以前非常夸张的方式……并且一连思考多年!我所做的事,就是普通人经常做的事,只不过我做的次数太过频繁,以致看起来很疯狂!但这样也等于在寻找身为人类的潜力极限。例如,你和我的手臂都不像一些不可思议的家伙一样肌肉贲张。对我们来说,要有那样的臂肌是不可能的。但这些人一再地锻炼,甚至可能达到过度锻炼的地步。这些肌肉可以锻炼到多大?怎么让胸膛看起来更棒?他们会设法找出极限。因此他们也是以异常的密集频率在做一件事。这并不代表我们永远不举重,只不过他们举重的次数比较多。但是他们跟我们一样,也是针对特定的方向,寻找人类活动的最大潜力。

上面的文字清楚地表明,科学家们在智力上并不是我们想象中的怪物。“动物是从哪儿来的?”这种问题不只达尔文提出,很多其他人也提出过!只是其他人面对困难和挫折,很快就放弃了。

“世界上任何奇迹都是耐心的杰作”!进入研究领域的人,都足够聪明,都通过了足够多的审查、考试,但只有少数人才获得了成功。为什么?因为在这个领域,失败是经常的事,只有很少一部分人,在无数的失败之后,还有勇气站起来。在这里,聪明只是勇气或坚韧的代名词。以爱迪生发明电灯为例:早在 19 世纪初,英国一位化学家用 2 000 节电池和两根炭棒,制成了世界上第一盏弧光灯。但这不实用。1878 年 9 月,爱迪生决心制造出价廉、耐用且方便

的电灯。他最初用炭丝做发光灯丝,然后是其他耐热材料。他把能想到的各种耐热材料都写下来,共1 600种之多,然后分门别类开始试验。发现最好的是白金做的灯丝,但也就是两小时的寿命。失败,失败……一般人面对这种状况相信都会放弃。即使是爱迪生,也是非常苦恼。“一个寒冷的冬天,爱迪生在炉火旁闲坐着,看着炽烈的炭火,口中不禁自言自语道:‘炭炭……’可用木炭做的炭条已经试过,该怎么办呢?爱迪生感到浑身燥热,顺手把脖子上的围巾扯下,看到这用棉纱织成的围脖,爱迪生脑海突然萌发了一个念头:对!棉纱的纤维比木材的好,能不能用这种材料?”(引自:www. pep. com. cn/gzls/xszx/lsgs/sjsxwqn)转了一圈又回到炭材料,但这是更好的碳纤维。灯泡的寿命一下子达到45 h。棉纱纤维的成功启示爱迪生从植物纤维这方面寻找更好的材料,于是又是一波马拉松式的试验,最后找到竹子,制作的灯泡竟然连续不断亮了1 200 h!电灯由此成为一种方便廉价的日用品。

爱迪生未必比别人更聪明,上面的故事表明电灯的主意并非首先出自爱迪生,别人早就想到,还做了一些不错的工作。但他比别人更坚持,更痴迷。试试这个,又试试那个,不断地想,不断地尝试。在这里甚至信心也不是我们想象中的那样重要!没完没了的失败之后,如果说谁还能信心十足,那可有点自欺欺人。这时只有耐心和勇气才使科学家们再一次站起来——再试一次!看看费曼坚持战斗的技巧(《费曼的彩虹》):

或者以我现在正在研究的问题为例……我们有一个称为“量子色动力学”的数学理论,它应该可以解释质子和中子等的性质?

……拿这个例子来讲,我只是什么都试,花了两年时间,试试这个,又试试那个。也许我的做法就是尽量试出那些没有用的,一旦知道这个没用,就再试其他方法。但是等我试过所有没用的方法后,我才了解到,原来我的方法没一个有用。

……

这当中也牵涉一些心理层面的问题。首先,我后来都只研究最困难的问题……我觉得我已经有一个职位,而且是永久教职,所以我不必担心攻克某个长期课题要耗费多少时间……

另一个心理层面是我必须告诉自己,我在这个问题上处于有利地位,也就是说,我有一种其他人没法运用的才能,或一种看待问题的特别方式,而别人都蠢得没发现这种美妙的方式。我得告诉自己,我的机会就是比其他人多。我心知肚明这可能只是在骗我自己……我骗自己相信我的机会比别人大……

这么做的原因在于当你要研究的问题很困难时,你必须研究很久,还要能坚持。为了让自己坚持下去,你必须说服自己相信这么努力是值得的,你一定会有成果……

在我研究的最后这个问题上,我真的骗了自己。我什么成果都还没得到……当这个问题终于被解决时,那将全是想象力的功劳。然后,产生这一结论的伟大方法又会造成轰动。其实这一切很简单,靠的全是想象力和坚持。

这个故事的结尾不是大团圆式的,费曼生前都没能解决量子色动力学的问题。至今也没人解开它,现在的唯一成果是用越来越强大的计算机来对方程数值求解或模拟。

夜晚的星空令人深深迷醉,圣洁的真理令人无限向往,对美的陶醉、对真理的神往可能激发人们的热情,但对真理的追求更需要勤奋和坚持,坚持固然需要耐心和意志力,需要有美的

激励,但更需要技巧。通过费曼的这段自述我们可以总结出这种技巧:

(1)自我催眠,自我欺骗。说服自己我是最棒的,我的方法是最好的。由此产生一种自豪感。

(2)大胆假设,小心求证;或者说是“想象力和坚持”。“大胆假设,小心求证”是胡适的名言,这里引用是因为这个说法很凝练,并且我觉得它的意思与费曼所讲的“想象力和坚持”意思是差不多的。碰到一个难题,一个人一下子可能没什么想法,束手无策。如果老这样那就坚持不下去了!无论这个人多么坚强、多么执著。因为如果没有想法,就不知道怎么动手,就不可能有尝试的行动。

在我们教科书的学习中有这样的经验:碰到难题,没有什么想法时只能干瞪眼。随便做一个什么假定——无论看起来多么的不合理,看起来很疯狂都行——这就是“大胆假设”,有假设才可试着往下做。通常作出假设需要我们充分发挥想象力,所以费曼在上面才反复强调“想象力”。假设可以是针对任何方面的,条件(例如爱迪生电灯研究中的材料)、方法、求解技巧,甚至也可以是针对问题本身。这种假设既然是天马行空地提出,当然就必须小心求证一番。小心求证的过程是运用所学知识的过程,同时也是对问题熟悉、获取经验的过程,这两方面相互促进,就能提出更妙的假设、更巧的想法(熟能生巧),从而进行下一轮的“大胆假设,小心求证”。这样一步步推进——试试这个,又试试那个。

在这里,失败是正常的,成功才是异常、才是幸运、是奇迹!拥有一颗平常心,不要对每次的尝试抱太大的期望!那么,每次失败带来的伤害就可小到忽略。如果拥有这种心态,甚至也不需要“自我催眠,自我欺骗”。所以“大胆假设,小心求证”才是坚持战斗的终极技巧。

成功者与失败者相比,只不过有胆量再次站起来而已。

§ 1.2.3 为什么只有古希腊文明才导致现代文明

这样一个问题似乎有点偏离“物理学史”的主旨,但我们希望把科学作为一种文化来理解,这里将显示科学作为一种文化的某种显著特性,而这种特性是中国传统文化所没有的。

在中国,人们可能更感兴趣的是:为什么近代科学不是在中国兴起?这是一个相似的问题,但是放在一个更加特定的文化背景中。我认为这样提问将更加难以找到普遍答案。因为经验告诉我们,很难从某一个特定对象中归纳出普遍结论,科学归纳法在使用时,要求面对的对象多种多样,具有不同特色。因此下面的讨论不会局限于中国的传统文明,也将涉及其他古老文明,但更多的会用我们熟悉的古代中国文明作为例子。

首先要搞清楚的一点是:什么定义或刻画了一个文明?一般认为,政治、经济、文化这三者足以刻画一个文明。所以我们的比较、归纳、讨论也从这三个方面着手。许多人从政治、经济的角度讨论为什么近代科学不是在中国兴起的问题,但似乎并没有什么令人信服结论。例如:

从政治的角度,有人认为中国极端的封建专制对创造性思想的压制是中国不能产生近代科学的原因。但西方就不曾有过专制极权吗?西方宽松的政治环境是一代又一代的文人志士抗争得来的,想一下文艺复兴的发源地意大利吧,布鲁诺被烧死,伽利略被审判。所以,与

其说是西方宽松的政治环境导致了科学在西方的兴起,不如说科学的兴起才造就了神权、皇权在西方的衰落。也有人认为古希腊的城邦经济、自由的思想文化宗教是古希腊灿烂文明产生的根源。不错,产生这样的文化需要有相对宽松的环境,但相对宽松的环境不一定非得产生这样一种文化。例如中国的春秋战国时代,也差不多是一种城邦政治,也是人才辈出、百家争鸣的时代,奴隶制被废除。中国的传统文明就是在这时期奠定的,但这是一种与古希腊文化完全不同的文明。也许有人说,当时中国的各诸侯国之间战争频频,在古希腊也是如此。当时希腊的雅典主张民主政治,而斯巴达却坚持专制,彼此争斗不休。除此之外还有外敌入侵。

有人认为中国的经济条件、环境阻碍了科学的兴起。因为中国一贯实行“重农抑商”、“闭关锁国”的小农经济,小农经济的分散和狭隘使得民众对科学技术没有迫切要求。世界上古老文明很多,但只有古希腊文明才导致现代科学,那么其他的文明都是这样“重农抑商”(例如阿拉伯世界)?况且科学的发展真的都是源于实际需要吗?牛顿或者爱因斯坦,他们是否也是由于感受到生产实际的需要,才发展牛顿力学或相对论?

化学与生物这种实用性学科的发展很大程度是由于生产的需要(但分子水平上的发展主要是由于物理学基础的突破,例如量子化学是由于量子力学建立后被用于化学的结果),对于数学和物理,则并非如此。当然不是说生产的需要在这里不起作用,生产的需要会起推动作用!比如由于计数及丈量土地的需要而发展出简单的算术与几何,这在很多较高级的古老文明中都多少可见,这是共同的!但这种需要最多就达到《九章算术》的水平而已,《九章算术》已足以满足这种需要!古希腊的杰作《几何原本》中的数学已远远超出这种生产的需要!所以一定有另外一种因素在这里起推动作用!这就是人的精神上的需要(对美、和谐、自然奥秘等的追求),我们的教育往往只强调生产的推动作用而忽视美育等精神方面的修养,这太实用主义、功利主义了。所以现在很多知识份子只想赚钱,没有对知识本身的尊敬与追求,更没有对美的膜拜、对真理的推崇。

如果科学完全是由生产实际的需要来推动,那么世界上科技水平最多只能发展到中国封建社会的水平!人类遭遇的困难归结起来就是天灾人祸,中国封建社会的科技水平已足以抗击天灾,养活人类了。至于人祸,这不是科学技术本身能解决得了的。并不是科技水平越高就越能减少人祸,恰恰相反,科技水平越高,人祸的危害也越大!利用现在的科技足以毁灭整个地球!而利用中国封建社会的科技,再怎么制造人祸,也不大可能对生态造成根本影响。

当然,这不是说我们应该拒绝现代化,而选择倒退回去。既然已经走上了这条路就没法倒退!进化是不可逆的!文明的进化发展类似于物种的进化,有人认为它们具有相同的进化规律。例如《自私的基因》一书的作者汤因比就认为某种文化的基元(中文译本称之为“觅母”),就像某物种的基因,在合适的环境下就可以生存、壮大,亦即所谓的“适者生存”。

如上所述,中国古代文明与西方文明走的是完全不同的路,那么,这里究竟有何不同?

从文化的角度来看,大自然就是一本打开的书,每个人、每个民族去读,得出各不相同的结论,构成文化基元。各种类型或特点的文化基元结合导致各种不同“范式”(“范式”是科学哲学家库恩发明出来,用以描写某一时期,具有某种规范的哲学思想、研究方法、概念体系、科