

(1) Fix the definition of a charge density.
 fields, ~~under~~ by the requirement of the gauge invariance.
 By the second purpose, e.g. a real field cannot interact with
 the photon. (But notice that a complex field that does not
 undergo a ~~transform~~ change under a gauge transformation will
 not interact with the photon either. e.g. the neutron field
 belong to this class.)
 II. We can easily formulate a "theory for meson gauge bosons" $\psi \rightarrow U \psi$ where U is a
 by requiring that $U \rightarrow U e^{i\alpha}$ where α is a
 and get a "meson charge & current" density when α is a
 constant, ($\partial_\mu =$ meson charge, the particle ψ)
 In order to fix the interaction between an arbitrary field &
 the meson field a gauge transformation of the second kind
 for the meson field is necessary. This can be done in the
 case of neutral mesons by writing
 $\mathcal{L} = -\frac{1}{2} \partial_\mu \psi \partial^\mu \psi - \frac{1}{2} \partial_\mu \psi \partial^\mu \psi + A_\mu \partial^\mu \psi + B_\mu \partial^\mu \psi$
 where A_μ is Stückelberg's potential (cf. Pauli, P. 44, P. 45)
 regarding $A_\mu + B_\mu$ as independent variables. (perhaps works too, with $\alpha =$
 For charged mesons, the theory perhaps works too, with $\alpha =$
 an operator not commutable with ψ (nonsense spin)
 III. Notice that for photon field, $\partial_\mu \psi = 0$ or 1 because all particles
 are either undercharged or have charge 2 in photon field. But too new

集光曙

十年增订版

杨振宁 著 翁帆 编译

生活·读书·新知 三联书店

曙光集

—— 十年增订版 ——

杨振宁 著 翁帆 编译

生活·讀書·新知 三联书店

Copyright © 2018 by SDX Joint Publishing Company.

All Rights Reserved.

本作品版权由生活·读书·新知三联书店所有。

未经许可，不得翻印。

图书在版编目 (CIP) 数据

曙光集 / 杨振宁著; 翁帆编译. —十年增订版. —北京:
生活·读书·新知三联书店, 2018.9
ISBN 978-7-108-06253-6

I. ①曙… II. ①杨… ②翁… III. ①杨振宁—文集
IV. ① K837.126.11-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 056956 号

责任编辑 徐国强

装帧设计 朴实康健

责任校对 曹忠苓

责任印制 徐方

出版发行 **生活·读书·新知** 三联书店

(北京市东城区美术馆东街 22 号 100010)

网 址 www.sdxjpc.com

经 销 新华书店

印 刷 河北鹏润印刷有限公司

版 次 2018 年 9 月北京第 1 版

2018 年 9 月北京第 1 次印刷

开 本 635 毫米 × 965 毫米 1/16 印张 31

字 数 336 千字 图 88 幅

印 数 0,001—8,000 册

定 价 88.00 元

(印装查询: 01064002715; 邮购查询: 01084010542)

编前言

振宁和我结婚后一直有出版他的新文集的想法，可是我们总是行程匆匆，没有做成。最近我们才挑选、整理（有些文章曾作少许字句的更改）、翻译了部分他在过去二十几年间所写的文章，包括一些采访，成为今天的《曙光集》。

关于书名，其实我们有过几个想法。振宁以前的书有《读书教学四十年》和《读书教学再十年》，那我们是不是还沿用《读书教学×××》呢？有一段日子我们一直斟酌着，直到一个早上，振宁很高兴地对我说：“我找到好名字了！就叫《曙光集》。”

这个名字给我的第一感觉是很“进步”，不过后来我觉得这个名字还不错。振宁在好些文章里，都是以一个勤于思考的人的身份去讨论一些文化及社会问题，他的感触源自于他几十年来所闻所睹的事物。我曾经说他有些思想或语言过于直率，我记得我笑说：“你何苦要写呢？过后又有些人要骂你了。”他回答：“我不怕。我讲的是真话！”编这本文集的时候我明白了一些道理：他看着一个民族与社会经历了许多变化与发展的阶段，而像我这一代人很难有一样深刻的感受，因为在我们懂事的时候，社会已经开始迅速地发展了。我从而也明白了他寄托在书里的热情与希望。《曙光集》也可以说是这二十多年间振宁的心路历程——他走过的，他思考的，他了解的，他关心的，他热爱的，以及他期望的一切。

《曙光集》仍然采用了 Selected Papers 的排序方法。数字表示写作或发表的年代，数字后的字母没有特别的意思。特别要提出的是，书里的文章由不同译者翻译，译名不尽相同，如 80b 中的“韦耳”与 85j 中的“魏尔”指的都是 H. Weyl。为了不改变原译文，我们没有将各译名做统一处理。还有，书里出现的人名，除了像“爱因斯坦”这种已达成共识的译名，其他外国人的名字在有些文章里仍保留原来的英文形式，不作翻译。

最后，我们要特别感谢黄美芳小姐在我们整理文集的时候给我们提供了很大的帮助。

翁 帆

2007 年 10 月于北京

前言

1918年钱玄同写信请鲁迅（1881—1936）为《新青年》杂志写稿，鲁迅回答说：

假如一间铁屋子，是绝无窗户而万难破毁的，里面有许多熟睡的人们，不久都要闷死了，然而是从昏睡入死灭，并不感到就死的悲哀。现在你大嚷起来，惊醒了较为清醒的几个人，使这不幸的少数者来受无可挽救的临终的苦楚，你倒以为对得起他们么？

可是后来鲁迅还是写了，写了有名的《狂人日记》，署名“鲁迅”。

那是五四年代，是提倡“赛先生”和“德先生”的年代。我正是出生于那个年代。

1927年6月2日上午王国维（1877—1927）离开清华园内西院18号住宅，坐人力车到颐和园，在鱼藻轩投水而死。遗嘱说：

五十之年，只欠一死，经此世变，义无再辱。

后来陈寅恪（1890—1969）在《王观堂先生挽词》中说：

凡一种文化值衰落之时，为此文化所化之人必感苦痛，其表现此文化之程量愈宏，则其所受之苦痛亦愈甚；迨既达极深之度，殆非出于自杀无以求一己之心安而义尽也。

1929年10月我随父母亲搬入清华园西院19号居住，那时我七

岁。后来听到王国维自杀的传闻，记得曾和同班同学熊秉明、郑士京在 18 号门前徘徊；曾到颐和园看水边的石碑：“海宁王静安先生殉国处”；也曾诵读清华园工字厅东南小土坡下的王静安先生纪念碑。

1938 年夏清华、北大及南开三校迁到昆明，成立抗战时期的西南联大。由于校舍未造好，文法学院暂迁蒙自。陈寅恪到蒙自后作了一首诗：

南湖即景

景物居然似旧京，荷花海子忆升平。
桥边鬓影还明灭，楼外歌声杂醉醒。
南渡自应思往事，北归端恐待来生。
黄河难塞黄金尽，日暮人间几万程。

那时我是联大一年级学生。

鲁迅、王国维和陈寅恪的时代是中华民族史上一个长夜。我和联大同学们就成长于此似无止尽的长夜中。

幸运地，中华民族终于走完了这个长夜，看见了曙光。我今年八十五岁，看不到天大亮了。翁帆答应替我看到，会验证冯友兰在《西南联大纪念碑碑文》中的一段话：

我国家以世界之古国，居东亚之天府，本应绍汉唐之遗烈，作并世之先进。将来建国完成，必于世界历史，居独特之地位。盖并世列强，虽新而不古；希腊、罗马，有古而无今。惟我国家，亘古亘今，亦新亦旧，斯所谓“周虽旧邦，其命维新”者也。

杨振宁

2007 年 12 月于香港中文大学

目 录

编前言	I
前言	III
61f* 物理学的未来	1
79f 建造友谊桥梁的责任	8
A80a 致朋友们的一封信	11
80b 爱因斯坦对理论物理的影响	13
82c Joseph Mayer 与统计力学	26
82e 磁通量量子化	
——一个人的回忆	31
82g 分立对称性 P , T 和 C	38
附：报告后的讨论	50
A83a 吴健雄致杨振宁的一封信	吴健雄著 62
83a 自旋	64
85j 魏尔对物理学的贡献	70
A86b 一封 Rosenbluth 致杨振宁的信	
..... Rosenbluth 著	94
86c 负一的平方根、复相位与薛定谔	96
附：伦敦给薛定谔的一封信	London 著 108

A86d*	谈谈物理学研究和教学	
	——在中国科技大学研究生院的五次谈话···	113
A86h*	几位物理学家的故事	
	——在中国科技大学研究生院的演讲·····	132
A87e	规范场·····	Mills著 166
87b	赵忠尧与正负电子对之产生和湮灭	
	····· 与李炳安合著	168
87g	一个真的故事·····	184
88d	在统计力学领域中的历程·····	187
89c	现代物理和热情的友谊·····	196
	附：黄昆与杨振宁的往来书信两封·····	200
89e	Bill Moyers 的访问记·····	202
A90d*	杨振宁谈最近中国行的印象·····	林文著 220
90e	对称和物理学·····	228
A92j	杨振宁对我的教育·····	Sutherland著 250
93b	邓稼先·····	255
93c	近代科学进入中国的回顾与前瞻·····	267
94d	丘成桐：世界级数学家·····	284
94i	《邵逸夫先生赠款项目专刊》前言·····	290
A95f	接受香港电台访问的记录·····	292
95b	施温格·····	303
95d	与 Lars Onsager 的过往·····	309
A97d	一封关于邓小平的唁电·····	313
97a	美与物理学·····	315
97c	从国耻讲起·····	331
97f	父亲和我·····	334

A99h	杨振宁	
	——保守的革命者····· Dyson著	355
A99i	荣休晚宴后的答词·····	362
A99j	惊闻 Mills 逝世·····	366
99a	从崔琦荣获诺贝尔奖谈起·····	368
00c	中国现代文学馆与鲁迅头像·····	371
01a	中兴业 需人杰·····	374
01c	读吴为山雕塑：真、纯、朴·····	376
01f	他永远脚踏实地	
	——纪念恩苕科·费米诞辰 100 周年···	379
01g	沃纳·海森堡（1901—1976）·····	384
02h	追念秉明·····	394
03b	从矢量势 $\vec{A}$ 到联络	
	——规范场中心观念的演变史	
	····· 与吴期泰合著	398
04b	归根反思·····	400
04e	《易经》对中华文化的影响·····	412
A05q	CCTV 的访问·····	422
05a	追忆陈省身先生·····	438
05b	爱因斯坦：机遇与眼光·····	444
05c	中国文化与近代科学·····	453
A06d	“三四十年后，大家一定认为这是罗曼史”	
	——杨振宁、翁帆接受台报专访·····	458
06d	我们是天作之合·····	465
	附：浪漫不浪漫？····· 平路著	466
06e	在浸会大学的一次发言·····	470

07a* 《雕塑的特性》序言 474

07b* 母亲和我 475

A07f 联合早报的一篇访问 481

编后言 487

（编按：文章序号后加*者为2018年版新增补文章）

物理学的未来

1961年4月8日在麻省理工学院百年校庆的一场小组讨论会上的发言，未发表。翻译：张美曼。

在最近的四五年里，理论物理学家将许多注意力和努力奉献在从物理可观察的经验到非物理区域的解析延拓上。特别是通过外推去研究尚未观察到的区域中的奇异性质。这种努力一开始就被重重困难所包围。然而在这个方向上工作的兴趣一直保持着。以类似的精神，今天上午我们尝试着采取一种类似的方法：通过外推，我们来看一下过去的经验以外的事情，去认识一些到目前为止尚未看到的物理学的将来的发展。在这种追索中我们不能期望得到具体的好结果，但我相信大家都会同意，这种尝试是非常有趣味的。

从各种标准来看，到目前为止20世纪物理学的成就是惊人的。在本世纪初，物质的原子的面貌作为一门新的研究科目刚刚出现，而今天在其研究范围的精细程度上我们进展了百万倍：从原子大小进入到亚核（subnuclear）大小。在能量方面的进展给人印象更深：从几个电子伏特到几十亿电子伏特。实验技术的能力和精巧程度随着物理学家探索的深

人也在阔步前进。物理学中的进展给其他学科——化学、天文学乃至生物学带来的影响，其重大程度实在难以形容。物理学的发展对于技术的影响、对于人类事务的影响在战后的年代是如此突出，以致没有必要再在这里做进一步的强调。

但是物理学的荣耀并不是建立在这类影响之上，物理学家最看重的也不是这些影响。甚至物理实验深入范围的不断扩大，也不是物理学家感到满意和引以为自豪的主要方面。物理学家最注重的是去形成这样一些概念的可能性，从这些概念出发，用爱因斯坦的话说^[1]，一个“完整的可用的理论物理学系统”能够被构造起来。这方面的工作，使物理学在智力的努力上极其独特和出类拔萃。这样的一个系统体现了普适的基本规律，“用这个系统，宇宙能用纯粹推导的方式建造起来”。

从这样一个极高的、极严格的判断出发，20 世纪前六十年在物理学方面的成就恰如一首英雄诗。在这六十年间，在物理学的领域里不仅有大量拓宽我们了解物理世界的重要发现，而且还证实了不是一个，不止两个，而是三个物理概念上的革命性的变化：狭义相对论、广义相对论和量子理论。由于这三个概念上的革命，形成了一个深刻的、完整的、统一的理论物理体系。获得了刚过去的这段时期所留下的卓越的遗产，那么物理学的前景是什么？

毫无疑问，在佩尔斯（R. Peierls）教授称之为物理学的基础和第一线后面的物理学这两方面，我们的知识将会继续迅速增长。

对前者，凭现有的知识，我们可以很肯定地说，在以后的几年中弱相互作用领域中的问题将得到很大的澄清。如果

运气好，我们甚至可以期望看到弱相互作用的各种表示的某种综合。

此外，我们对许多事尚未确切了解。诚然，我们已经明确地提出了若干问题，然而在目前去寻求这些答案是一件既迫切又困难的事：怎样处理一个有无穷多自由度的系统？空间、时间连续的概念是否能够被外推到 10^{-14} 厘米至 10^{-17} 厘米的空间区域？或者外推到比 10^{-17} 厘米更小的区域？电荷共轭下的不变性和同位转动下的不变性的基础是什么？与空间-时间对称性不同，已经知道这两种不变性是可以被破坏的。强相互作用、电磁相互作用和弱相互作用统一的基础是什么？与这些有关的引力场的作用是什么？这类问题可以继续罗列下去。然而当我们在这一叙述它们时，我们不能肯定这些问题是否意义深远：事实上物理学中的许多进展，是从以前问过的一些无意义问题的真正认识中发展出来的。

然而，有一件事可以肯定，我们的知识的积累会继续迅速增长。我们只需要提醒自己，在不久前物理学的发现周期是以几十年或者几年来计算。例如，迈克尔逊-莫雷实验在 1881 年首次完成，在 1887 年以更高的精确度重做了一次，为了解释否定的实验结果，在 1892 年菲茨杰拉德 (G. F. Fitzgerald) 提出了收缩假设。然后在 1902 年洛伦兹提出了洛伦兹变换，发展到顶点就导致了 1905 年爱因斯坦狭义相对论的产生。想象一下，倘若迈克尔逊的第一个实验是今天做的，情况将会是怎样？

人类对科学重要性的普遍的觉醒，以及人类思维在技术创造方面令人惊奇的智慧，确保了我们在实验科学方面进一步加速前进的步伐。

对于我们几分钟前所提到的一个“完整的可用的理论物理学系统”我们应当采取什么态度？在 20 世纪前六十年的光荣传统下，我们是否能合理地期待进一步的成功？

如果说用外推去确定函数的奇异性是困难的，那么同样地，通过推测去预言物理概念方面会发生什么样的革命性变化也是困难的。由于存在无限制地相信一个“将来的基本理论”的倾向，我想发表一些悲观的意见。在这 100 周年的庆祝会上，整个气氛充满着对过去获得的成就的自豪，充满着对未来前景的广阔展望，在这充满着激情的气氛中插入一些不和谐的旋律，也许并非完全不合适。

首先让我们再一次强调，纯粹的知识积累尽管是有趣的、对人类有益的，但与基本物理的目标十分不同。

其次，亚核物理的内容与人类直接感觉的经验已经相距很遥远，而当我们探究的空间变得更小时，这种遥远性肯定还会增加。随着加速器、探测器、计算机和实验室的规模越来越大，我们不难找到这一点的生动证明。

今天实验由精良的设备和精确的运行构成。欲使一个实验的结果有意义，必须把概念建筑在我们直接感受的经验和实验安排之间的每一个层次上。这里存在一个固有的困难，概念的每一个层次与前一个层次是有关联的，是建筑在前一个层次上的。当不恰当之处表现出来时，必须更深入地检验先前概念的整个综合情况。随着对问题考虑的深入，这个任务的困难程度急剧发散开来。这很像下棋，随着棋艺的提高，在下棋时总是检验前一步，这在实践时困难会越来越大。

按照维格纳的计算^[2]，要达到现在场论的研究水平，至

少必须贯穿四个不同层次的概念。这个计算的细节可以讨论，但无可否认，我们所设想的、比较深入和比较完整的理论体系的结构，表现了概念的至少多于一个层次的贯穿。在这方面，物理学家面对这样一个不利条件，即理论物理的最终判断是在现实中。与数学家和艺术家不同，物理学家不能全凭自由的想象去创造新的概念，构造新的理论。

第三，爱丁顿（A. S. Eddington）曾经讲过一位海洋生物学家的例子^[3]，这位生物学家用的渔网网眼为6英寸，经过长时间的仔细研究，他得出了一个定律，即所有的鱼比6英寸长。这个假想的例子十分荒谬，然而在现代物理学中我们很容易找到这种例子。由于实验的复杂性和间接性，出现了这样的情况，人们没有认识自己所做实验的选择性质。选择是建立在概念上的，而这个概念也许是不合适的。

第四，在物理学家的日常工作中很自然地隐含着这样的信念，即人类智力的威力是无限的，而自然现象的深度是有限的。这种信念是有益的，或像人们有时说的是健康的，因为从这样的信念中可以得到勇气。但是，相信自然现象的深度是有限的想法是不合逻辑的，相信人类智力的威力是无限的信念也是不正确的。一个重要而必须考虑的事实是，每个人的创造力的生理局限性和社会局限性可能比自然的局限性更为严重。

在说了这些告诫性的意见后我们必然会问，它们是否与物理学的发展有关，譬如是否与此世纪余下的四十年中的物理学的发展有关，现在我们不知道这个问题的答案，我们希望答案是否定的。

注释：

[1] A. Einstein, *Essays in Science* (New York: Philosophical Library, 1934).

[2] E. P. Wigner, *Proc. Amer. Phil. Soc.* **94**, 422 (1950).

[3] A. S. Eddington, *The Philosophy of Science* (New York: MacMillan, 1939).

后记（杨振宁）

1961 年 4 月是麻省理工学院百年校庆的日子，时值美国物理学界对未来有着前所未有的自满和乐观的展望。许多人内心有一种期望：所有的基本问题在短时间内都可以解决。或者有一种假设：物理学家可以征服任何困难。有了 20 世纪 40 年代和 50 年代科学和技术惊人的进步，这样的感觉也就不令人惊奇了。（似乎为了印证这种乐观的气氛，在麻省理工学院校庆过后没有几天，苏联就成功地发射了一颗载人的人造卫星进入绕地球飞行的轨道。）

作为百年校庆的一部分，学校组织了一个关于物理学未来的小组讨论会，费曼、考克饶夫特（J. D. Cockcroft）、佩尔斯和我是小组委员会成员。我决定在我的简短讲话中插入一些“不同的意见”，这就是【61f】。

二十年过去了，不幸的是我在 1961 年演讲中提出的警告并没有错。当然，过去的二十年无论是实验物理或者是理论物理都取得了令人兴奋的进展。但是我感到今日物理学所遇到的困难有增无减。一方面，现代的物理实验越来越复杂、费用越来越高，其中每一项实验都需要好几年去准备和执行。现在高能物理实验需要的周期很长，而且不幸的是，以后还会变得越来越长。另一方面，高能物理理论也越来越复杂，理论物理学家之间，以及理论物理学家与实验物理学家之间越来越充满隔膜。