

GEHA 1004  
科技文明通论  
2023-2024学年  
第二学期

# 20世纪的科学

邹亚文  
上海科技大学  
人文科学研究院

# 大纲

## 第三次工业革命（也被称为第三次科学革命）

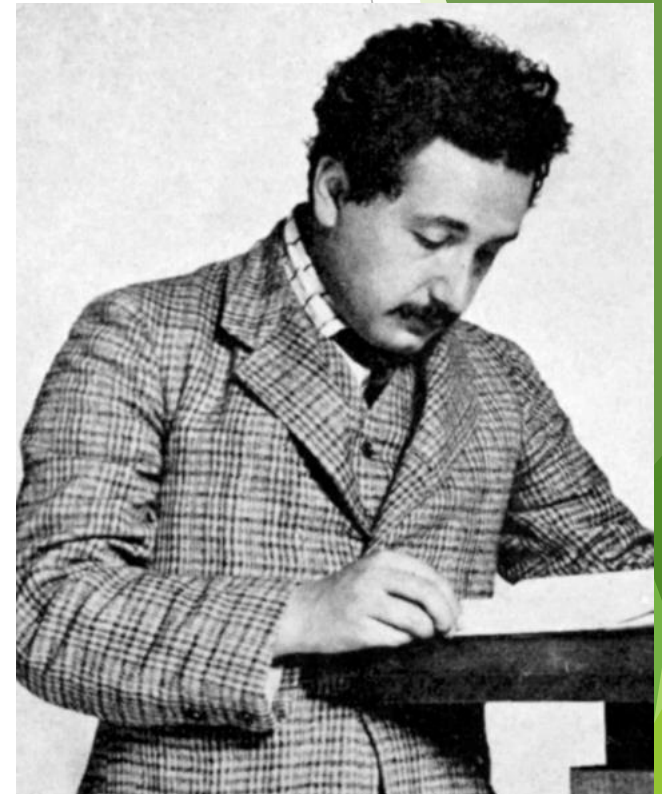
- ▶ 物理学领域：量子力学、相对论、核科学=>曼哈顿计划
- ▶ 航空航天领域：太空科学=>阿波罗计划
- ▶ 生命科学领域：DNA双螺旋的发现=>人类基因组计划
- ▶ 信息科学领域：个人电脑、互联网、WWW、硅谷的诞生

# 量子力学的关键进展

- ▶ 1900年，马克斯·普朗克提出了能量交换以离散量子的形式来实现的假设
- ▶ 1905年，爱因斯坦提出了光量子（即光子）的概念，用此成功地解释了光电效应。普朗克高度赞扬爱因斯坦的发现，指出他的工作具有划时代意义，可与哥白尼的工作相媲美。
- ▶ 1913年，尼尔斯·波尔在卢瑟福最初的核原子模型的基础上建立了原子的量子理论

# 阿尔伯特·爱因斯坦 (Albert Einstein, 1879-1955)

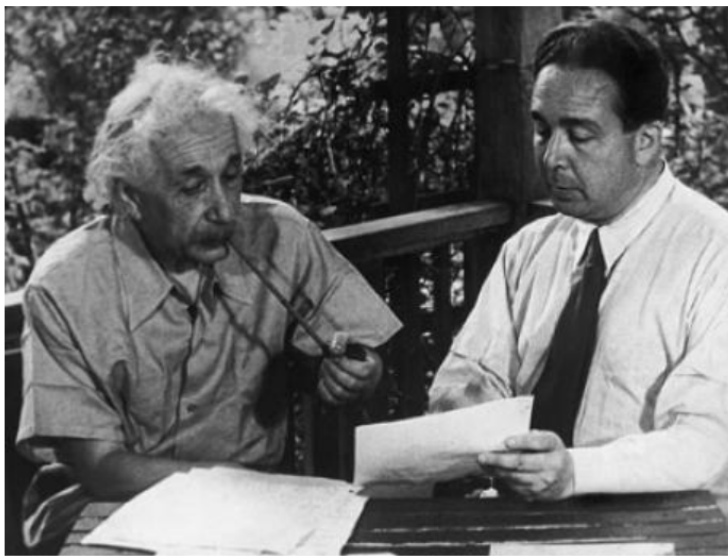
- ▶ 爱因斯坦1879年出生于德国，1900年毕业于苏黎世联邦理工学院
- ▶ 1905年是爱因斯坦的“奇迹年”：光电效应、狭义相对论和质能方程 ( $E=mc^2$ )。同年获苏黎世大学博士学位
- ▶ 他在1916年提出了广义相对论
- ▶ 他因光电效应于1921年获得诺贝尔奖



# 核科学的关键进展

- ▶ 1919年，欧内斯特·卢瑟福(1871-1937) 用阿尔法粒子轰击氮原子核，获得氧原子核，首次实现了元素的嬗变
- ▶ 1934年，居里夫妇首次使用阿尔法粒子轰击铝来生产放射性同位素
- ▶ 1938年，奥托·哈恩(1879-1968年) 发现铀可以裂变成小碎片
- ▶ 1939年，莉斯·梅特纳 (1878-1968) 发现，从技术上讲，裂变反应可以产生巨大的能量，用于制造武器。





Albert Einstein  
Old Grove Rd.  
Nassau Point  
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

F.D. Roosevelt,  
President of the United States,  
White House  
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E. Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable—through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America—that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable—though much less certain—that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

The United States has only very poor ores of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important source of uranium is Belgian Congo.

In view of this situation you may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way of achieving this might be for you to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an unofficial capacity. His task might comprise the following:

- a) to approach Government Departments, keep them informed of the further development, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States.
- b) to speed up the experimental work, which is at present being carried on within the limits of the budgets of University laboratories, by providing funds, if such funds be required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

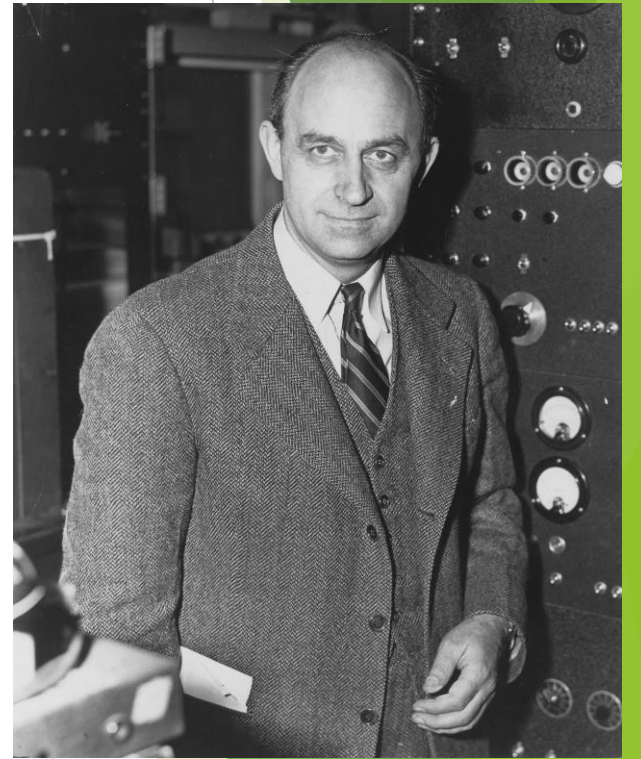
Yours very truly,

*Albert Einstein*



# 曼哈顿项目的缘起

- ▶ 物理学家利奥·齐拉德起草了爱因斯坦-齐拉德信，这封信于1939年8月2日寄给美国总统富兰克林·罗斯福
- ▶ 罗斯福政府出资资助哥伦比亚大学的费米和利奥·齐拉德的工作
- ▶ 费米后来搬到了芝加哥大学，世界上第一个人工核反应堆是在1942在芝加哥大学进行的，从而为曼哈顿项目铺平了道路



# 曼哈顿项目的实施

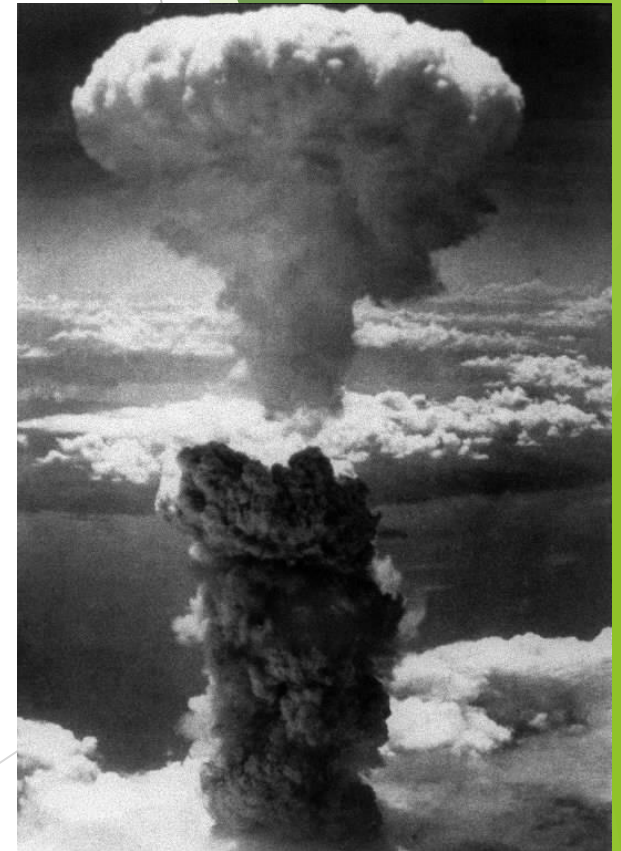
- ▶ 在1942年至1946年二战期间由美国实施了曼哈顿项目
- ▶ 该项目由美国陆军的格罗夫斯将军和核物理学家罗伯特·奥本海默领导
- ▶ 曼哈顿项目雇佣了13万多人，耗资近20亿美元（相当于2019年的约230亿美元）





# 部署核武器

- ▶ 第一次核试验是1945年7月16日在新墨西哥州进行的三一核试验
- ▶ 两个月后，美军在广岛还有长崎引爆了两个原子弹，分别造成13万人和6万人死亡
- ▶ 美国原子能委员会成立于1947年1月，规范原子弹的应用

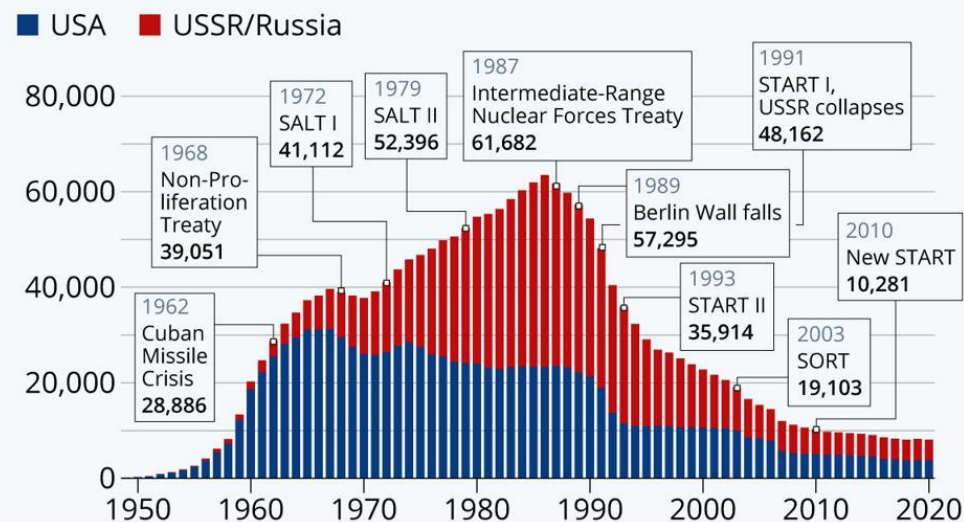


# 军备竞赛

- ▶ 1949年8月29日，苏联引爆了第一颗原子弹
- ▶ 1952年10月3日，英国引爆了第一颗原子弹
- ▶ 1952年11月1日，美国引爆了第一颗氢弹
- ▶ 1953年8月，苏联引爆了第一颗氢弹
- ▶ 1960年2月13日，法国引爆了第一颗原子弹
- ▶ 1964年10月16日，中国引爆了第一颗原子弹
- ▶ 1967年6月17日，中国引爆了第一颗氢弹
- ▶ 《防止核扩散条约》于 1968年签署

## How U.S. And Russian Nuclear Arsenals Evolved

Estimated stockpiled nuclear warhead count by year\*



\* Excludes currently deployed warheads. Refers to active/inactive warheads in military custody and earmarked for future use.

Source: Federation of American Scientists



# 核电站的发展

- ▶ 苏联在1954年建造了第一座核电站
- ▶ 1979年3月28日，美国三里岛发生核事故
- ▶ 1986年4月26日，苏联切尔诺贝利核电站（现乌克兰）发生核事故
- ▶ 1991年，中国建造了第一座核电站——浙江省秦山核电站
- ▶ 2011年3月11日，日本发生里氏9.0级地震，导致福岛核电站发生核事故



福岛核电站事故, 2011

# 美苏太空竞赛



- ▶ 现代火箭科学的先驱是俄罗斯科学家齐奥科夫斯基,他早在1903年就提出了早期空间理论
- ▶ 赫鲁晓夫在1954年上台后,俄罗斯科学家于1957年建造了第一座洲际弹道火箭
- ▶ 1957年10月4日,苏联发射了第一颗名为“卫星1号”的人造卫星,这引发了苏联和美国之间的空间竞赛
- ▶ 1961年,苏联宇航员加加林成为第一个进入太空的人

First artificial satellite	 Sputnik 1 1957-10-04	
First animal in space	 Laika 1957-11-03	
First photographs of the far side of the Moon	 Luna 3 1959-10-06	
First person in space	 Yuri Gagarin 1961-04-12	
First woman in space	 Valentina Tereshkova 1963-06-16	
First spacewalk	 Alexei Leonov 1965-03-18	
First spacecraft landing on the Moon	 Luna 9 1966-02-03	
First person on the Moon	 Neil Armstrong 1969-07-20	
First spacecraft landing on another planet (Venus)	 Venera 7 1970-12-15	
First space station	 Salyut 1 1971-04-19	
First spacecraft landing on Mars	 Mars 3 1971-12-02	



# 阿波罗计划（Appolo Project）

- ▶ 1961年5月25日，肯尼迪总统在国会演讲中宣布：“要将一个人送上月球，并将他安全返回地球。”
- ▶ 阿波罗计划由美国国家航空航天局（NASA）执行
- ▶ 1969年，尼尔·阿姆斯特朗成为第一位登上月球的宇航员



# 太空竞赛的终结

- ▶ 1986年，美国挑战者号火箭发射失败，让航天工业也蒙上了阴影
- ▶ 1991年苏联解体
- ▶ 美国和新成立的俄罗斯联邦结束了冷战竞争，并在1993年转向合作=>国际空间站项目



# 中国的空间科学

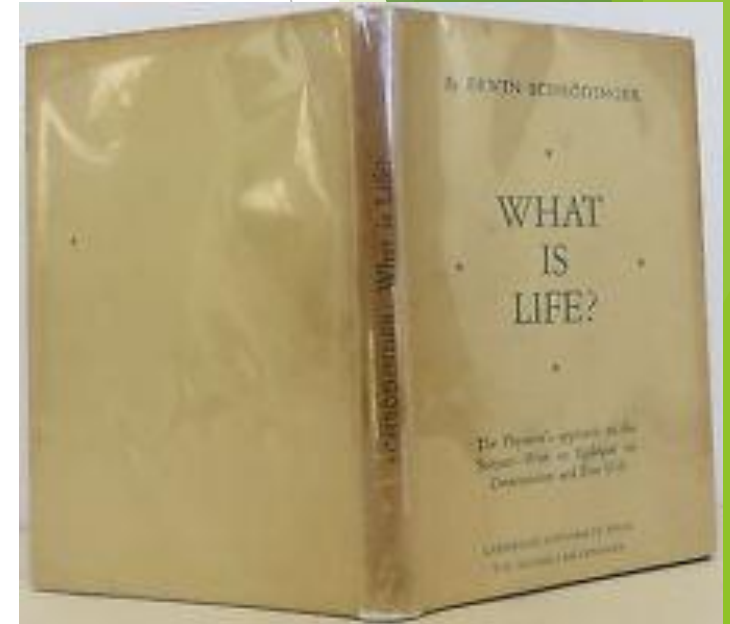
- ▶ 1970年4月24日，中国发射了第一颗人造卫星东方红一号（仅次于苏联、美国、法国和日本）
- ▶ 2003年10月15日，杨利伟成为第一位通过神舟五号进入太空的中国宇航员



# 《生命是什么：活细胞的物理方面》（1944）

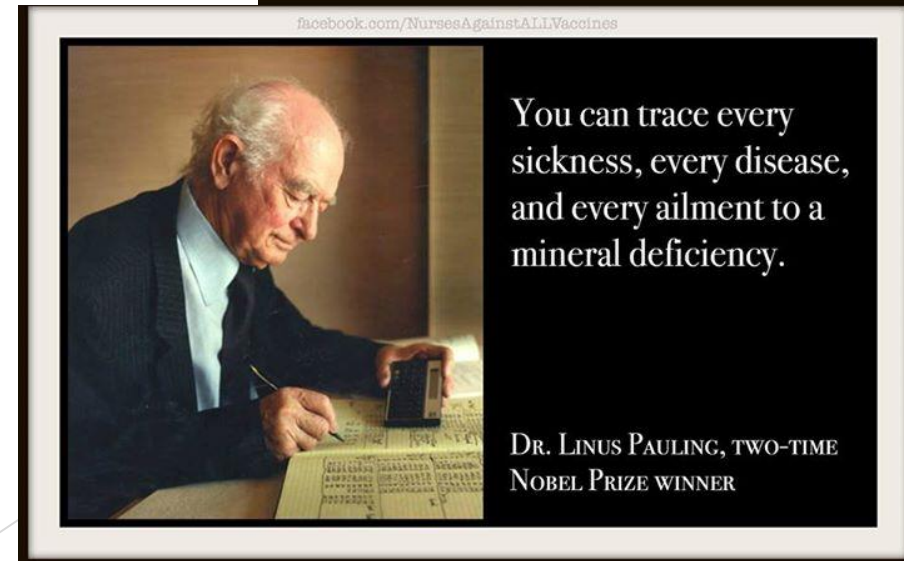
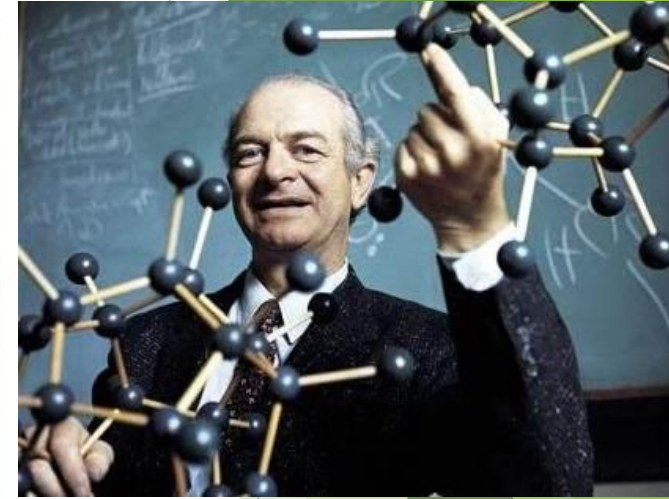
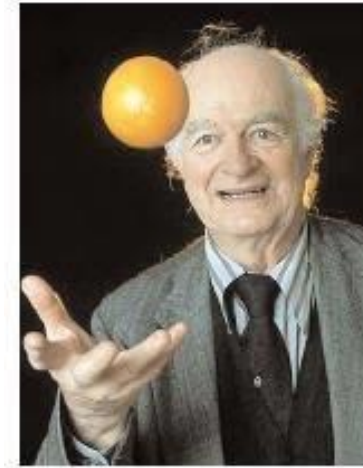


- 这本书的作者是薛定谔, 他在量子理论方面的贡献最为著名
- 薛定谔方程=>1933年诺贝尔奖
- 关于遗传物质是“非周期晶体”的猜测：不重复自身的分子
- 使用像莫尔斯电码这样的分子密码



# 20世纪生物学领域的巨大未解难题

- ▶ 基因是蛋白质还是DNA?
- ▶ 莱纳斯·鲍林：氨基酸链的 $\alpha$ 螺旋（1951）
- ▶ 当时，大多数科学家认为基因是蛋白质
- ▶ 为什么DNA是遗传物质？遗传的准则是什么？
- ▶ 双螺旋结构可以解释这一点（沃森和克里克于1953年提出）



# 破解DNA秘密的赛跑

- ▶ Hershey-Chase 实验: DNA确实是遗传物质 (1953年) => 1969年诺贝尔奖。
- ▶ 沃森和克里克, 威尔金斯, 富兰克林的三篇论文于1953年共同发表



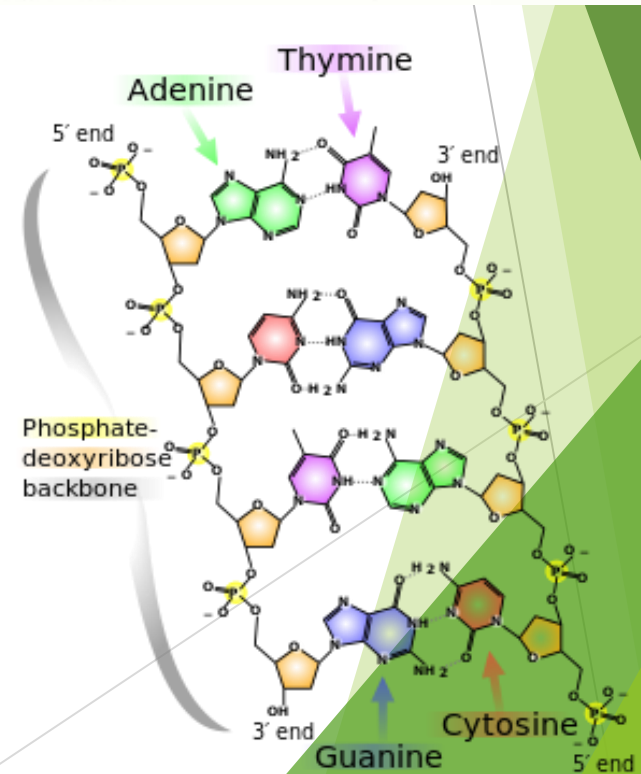
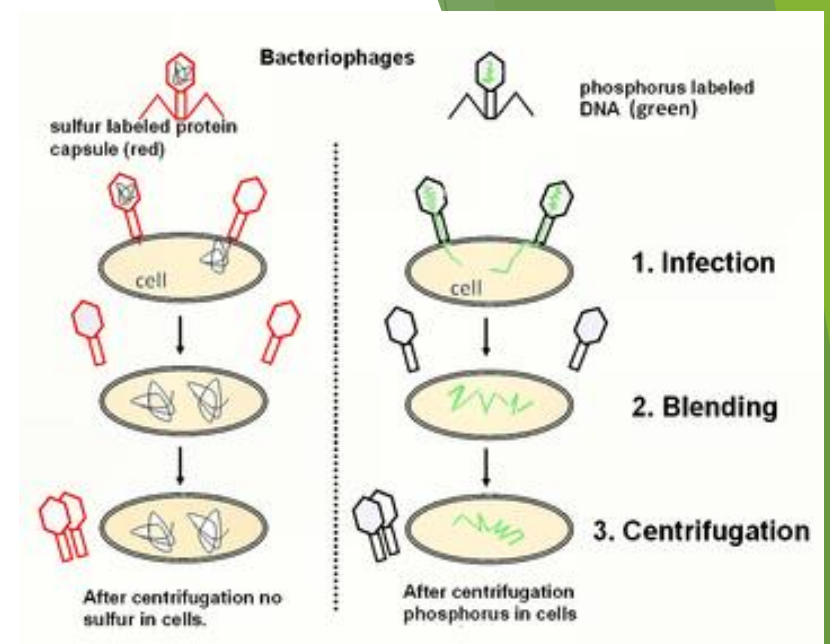
Francis Harry  
Compton Crick  
(1916-2004)



James Dewey  
Watson  
(1928 - )



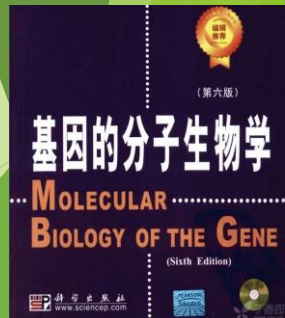
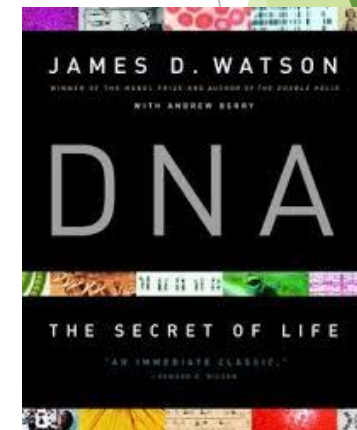
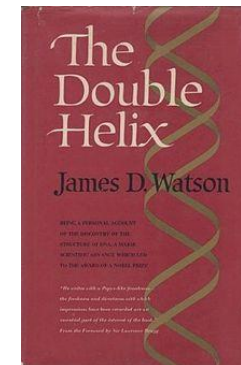
Maurice Hugh  
Frederick Wilkins  
(1916-2004)





# 詹姆斯·沃森（1928年至今）

- DNA螺旋结构的共同发现者
- 1947年获得动物学学士学位（19岁），1950年获得动物学博士学位（22岁）
- 1953年在《自然》杂志上发表著名论文（25岁）
- 1962年与弗朗西斯·克里克一起获得诺贝尔生理学或医学奖（34岁）
- 1968年起担任冷泉港实验室主任（40岁），使其成为世界上最好的分子实验室之一。
- 《双螺旋》畅销书作者，推广关于DNA结构的讨论。



# 罗莎琳德·富兰克林

## ( Rosalind Franklin, 1920-1958 )



- 出生在一个富裕的犹太家庭
- 晶体衍射学家
- 死于卵巢癌，享年37岁。在她生前，她对发现DNA结构的贡献基本上被忽略了。
- 照片51由富兰克林的博士生雷蒙德·戈斯林拍摄，未经富兰克林批准就由威尔金斯向沃森展示
- DNA是螺旋结构的重要证据
- 引发后世巨大伦理争议



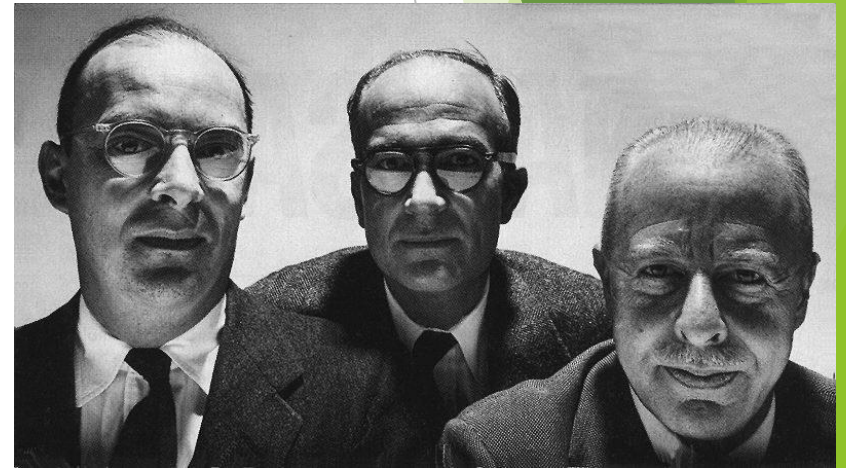


# 人类基因组计划

- ▶ 人类基因组计划 (Human Genome Project) 一直是世界上最大的生物合作项目
- ▶ 该项目于1990年启动, 2003年4月14日完成
- ▶ 许多国家参与了该项目, 包括美国、英国、日本、法国、德国、印度和中国
- ▶ 人类基因组计划绘制了人类单倍体基因组中超过30亿个核苷酸的图谱

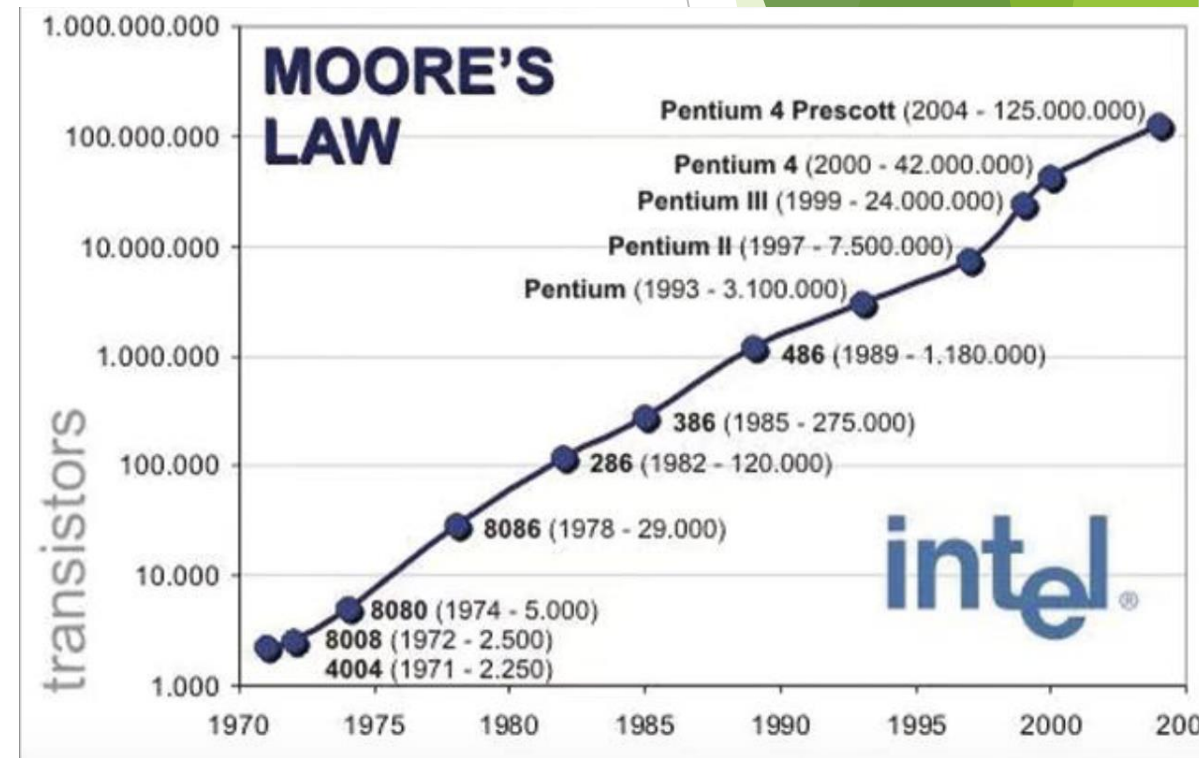
# 信息技术革命时间线

- ▶ 1936年：艾伦·图灵提出了通用机器的概念，能够计算任何可计算的东西
- ▶ 1945年底，美国宾夕法尼亚大学成功研制了一台名为ENIAC的第一台电子计算机，它有18000个真空管（电子管）
- ▶ 1947年，贝尔实验室的J.Bardeen、W.H.Brattain和W.B.Shockley发明了晶体管=》1956年诺贝尔奖
- ▶ 1956年，麻省理工学院开发了第一台晶体管计算机
- ▶ 1959年，IBM推出了商用晶体管计算机



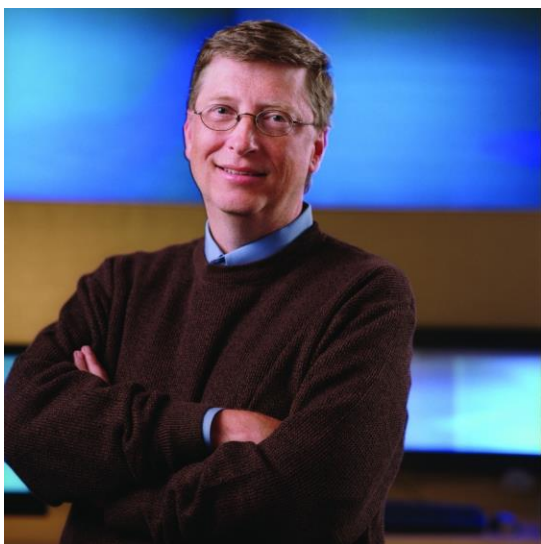
# 信息技术革命时间线（cont.）

- ▶ 1958年，杰克·基尔比和罗伯特·诺伊斯发明了集成电路（IC），被称为计算机芯片，2000年获得诺贝尔物理学奖
- ▶ 1959年，德州仪器和FAIRCHILD半导体公司开发了用于商业用途的集成电路
- ▶ 1964年，IBM推出了集成电路计算机
- ▶ 1965年，戈登·摩尔提出了“摩尔定律”



# 硅谷的诞生

- ▶ 1939年，硅谷就产生了HP等创业公司
- ▶ 1968年，摩尔等人建立了“Integrated Circuits”，即“英特尔”
- ▶ 1974年，盖茨创立了微软
- ▶ 1976年，史蒂夫·乔布斯创立了苹果公司



# 互联网的发展

- ▶ 1969年，美国开始开发ARPANET
- ▶ 1973年美国制定了TCP/IP协议
- ▶ 1975年，ARPANET交给了国防通讯署管理
- ▶ 1982年建立了互联网(Internet)
- ▶ 1991年，伯纳斯·李发明了HTML和WWW

1987年9月，CANET在北京计算机应用技术研究所内正式建成中国第一个国际互联网电子邮件节点，并于9月14日发出了中国第一封电子邮件：“Across the Great Wall we can reach every corner in the world.（越过长城，走向世界）”，揭开了中国人使用互联网的序幕。

(Message # 50: 1532 bytes, KEEP, Forwarded)  
Received: from unika1 by iraui1.germany.csnet id aa21216; 20 Sep 87 17:36 MET  
Received: from Peking by unika1; Sun, 20 Sep 87 16:55 (MET dst)  
Date: Mon, 14 Sep 87 21:07 China Time  
From: Mail Administration for China <MAIL@ze1>  
To: Zorn@germany, Rotert@germany, Wacker@germany, Finken@unika1  
CC: lhl@parmesan.wisc.edu, farber@udel.edu,  
jennings%irlean.bitnet@germany, cic%relay.cs.net@germany, Wang@ze1,  
RZLI@ze1  
Subject: First Electronic Mail from China to Germany

"Ueber die Grosse Mauer erreichen wie alle Ecken der Welt"  
"Across the Great Wall we can reach every corner in the world"  
Dies ist die erste ELECTRONIC MAIL, die von China aus ueber Rechnerkopplung  
in die internationalen Wissenschaftsnetze geschickt wird.  
This is the first ELECTRONIC MAIL supposed to be sent from China into the  
international scientific networks via computer interconnection between  
Beijing and Karlsruhe, West Germany (using CSNET/PMDF BS2000 Version).  
University of Karlsruhe      Institute for Computer Application of  
-Informatik Rechnerabteilung-      State Commission of Machine Industry  
(IRA)      (ICA)  
Prof. Werner Zorn      Prof. Wang Yuen Fung  
Michael Finken      Dr. Li Cheng Chiung  
Stefan Paulisch      Qiu Lei Nan  
Michael Rotert      Ruan Ren Cheng  
Gerhard Wacker      Wei Bao Xian  
Hans Lackner      Zhu Jiang  
                                 Zhao Li Hua

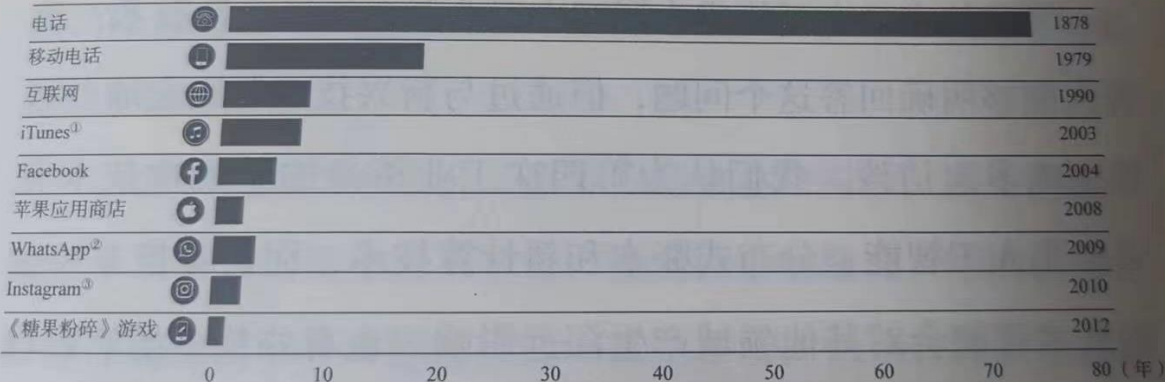
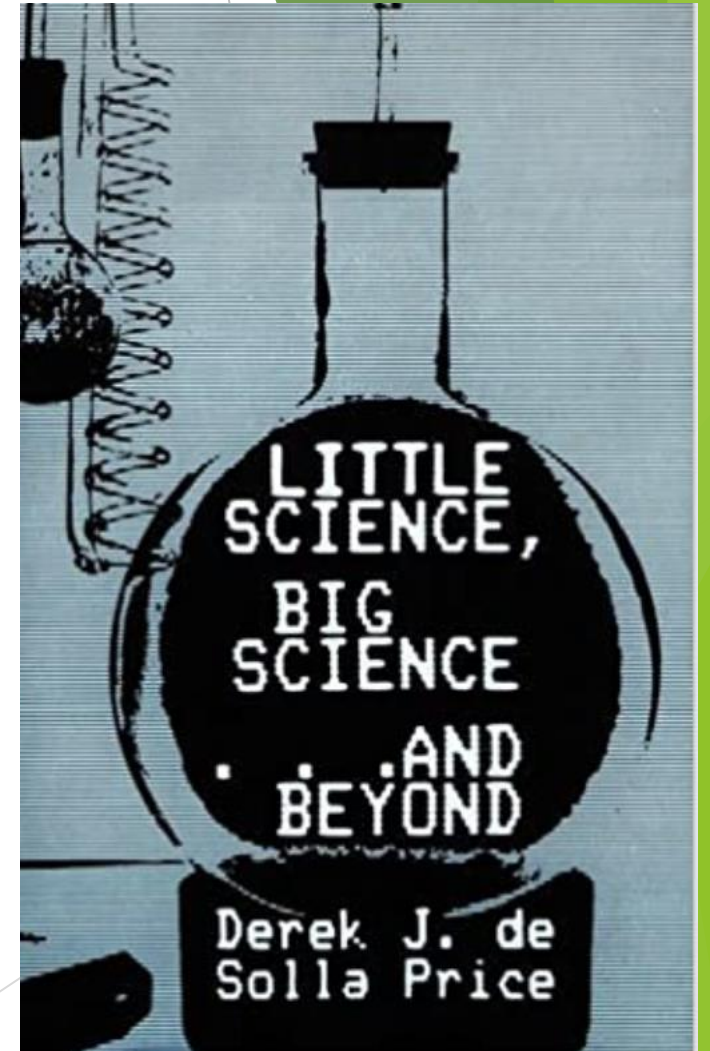


图3 技术和应用覆盖用户数达到1亿所需的时间



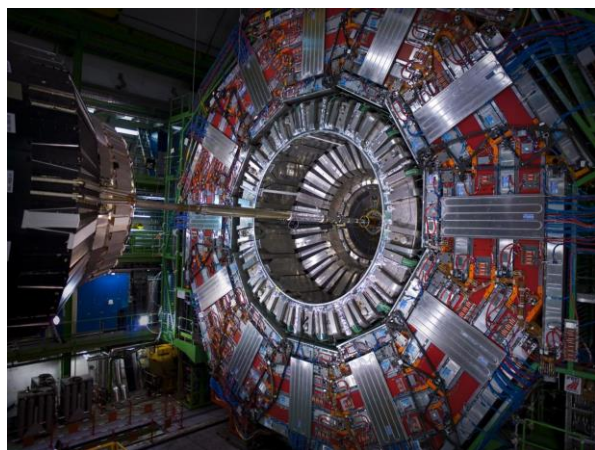
# 大科学

- ▶ 德里克·约翰·德索拉·普莱斯 (Derek John deSolla Price, 1922-1983) 在1962年6月发表了题为“小科学，大科学”的著名演讲，提出了“大科学”的概念
  - ▶ 科学家个体之间的合作、研究机构或大学之间的合作、政府间的合作
  - ▶ 需要巨额投资的大规模科学研究
  - ▶ 需要跨学科合作的研究，如人类基因组计划和气候变化研究

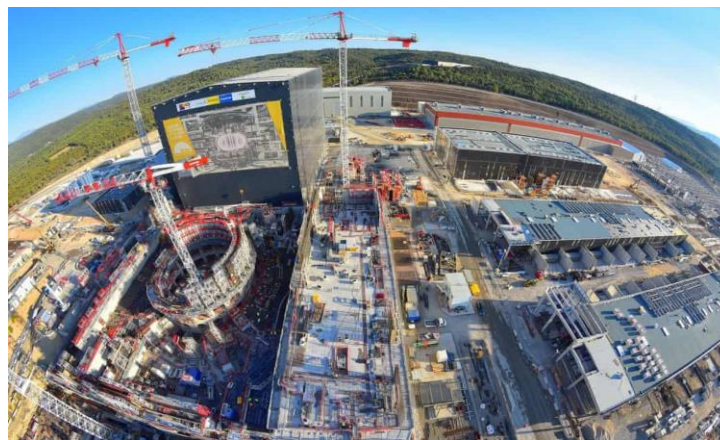




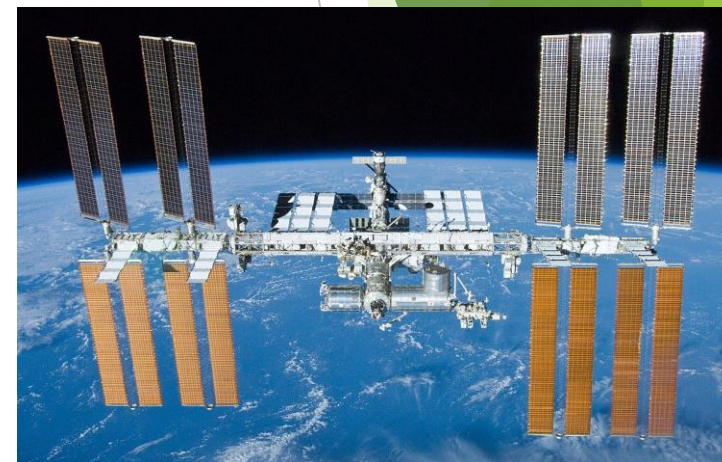
# 大科学的例子（空间科学，高能物理等）



大型强子对撞机（Large Hadron Collider Program）



国际热核聚变实验堆（ITER）



国际空间站

# 20世纪科学的特点

- ▶ 1：科学给了人们一个完全无法想象的世界观。
- ▶ 2：科学技术结合更加紧密。
- ▶ 3：政府在科技发展中扮演了更重要的角色。
- ▶ 4：科学技术的发展速度加快，科学竞争性变大。
- ▶ 5：同时，对于科学的反思也逐渐变多。

# 最年长的诺贝尔奖获得者在什么年龄得奖？



2019 Nobel Prize Winner: 锂电池之父 John Goodenough (1922-2023)