

# 上帝掷骰子吗

量子物理史话

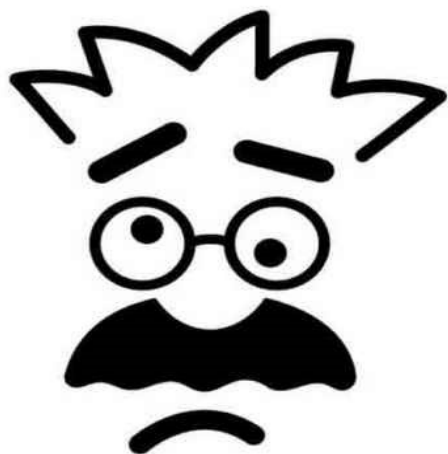
曹天元  
— 著 —

十年经典畅销  
升级版

《科学时报读书杯  
最佳科普创作奖》

《第三届  
吴大猷科普奖》

《国家图书馆  
文津图书奖》



一群人类的超强大脑，  
爱因斯坦、普朗克、薛定谔、霍金……

先颠覆自己的三观，  
再颠覆整个世界！

十年经典畅销，数百万读者惊呼  
**太过瘾了！原来物理这么燃**

书籍朋友圈分享微信Booker527

北京联合出版公司  
Beijing United Publishing Co., Ltd.

人人都能读懂的量子物理课

# 上帝掷骰子吗？

量子·物理·史话



曹天元 著



□□□□□□CIP□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□—□□□□□□□□□□□□□□□□2019.6

ISBN 978-7-5596-3061-2

I□①□... II□①□... III□①□□□□□□□□ IV□①O413-09

□□□□□□CIP□□□□□□2019□□057311□

□□□□□□□□□□□□□□□□

□ □□□□□

□□□□□□ □

□□□□□□ □

□□□□□Sheldon□□□□□□□□ □

□□□□□xtangs@foxmail.com

---

□□□□□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□83□□9□ 100088□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□410 □□ 700□□×980□□ 1/16 31□□

2019□6□□1□ 2019□6□□1□□□

ISBN 978-7-5596-3061-2

□□□ 59.80□

---

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX010-82069336

# Preface

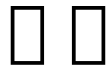
本書は、1970年代から2000年代にかけて、  
物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。本書は、  
物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。

本書は、物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。本書は、  
物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。本書は、  
物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。

本書は、物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。本書は、  
物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。本書は、  
物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。

本書は、物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。本書は、  
物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。本書は、  
物理学の発展とその応用について、  
多くの研究者が取り組んできたテーマを、  
本書を通じて紹介する。





[Preface](#) □

[1 Golden Age](#) □□□□

[2 Dark Clouds](#) □□

[3 Falling Fireball](#) □□□

[4 Into the Mist](#) □□□□

[5 The Dawn](#) □□

[6 Two Sides of One Coin](#) □□□□

[7 Uncertainty Principle](#) □□□□

[8 The Duel](#) □□

[9 At the Crossroads](#) □□

[10 Back to Eden](#) □□□□

[11 Judgement of the Inequality](#) □□□□□□

[12 New Adventures](#) □□□

[Finale](#) □□

[Encore](#) □□□ □□□□□□□□□□

[Acknowledgements](#) □□

[Bibliography](#) □□□□□□

[Index](#) □□□□□□□□□□□□



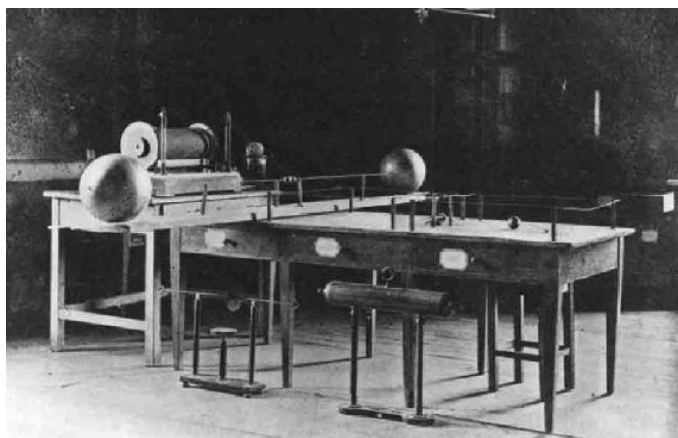


图1-1-1 Schleiermacher 1901

电磁波的产生和传播是电磁学的一个重要内容。在19世纪末，物理学家们已经知道，变化的电场会产生变化的磁场，变化的磁场又会产生变化的电场，这种变化的电场和磁场交替产生，由近及远地传播，就形成了电磁波。电磁波的传播速度等于光速，这说明光也是一种电磁波。电磁波的产生和传播可以用麦克斯韦方程组来描述。麦克斯韦方程组是电磁学的基本方程，它描述了电场和磁场的产生和传播规律。电磁波的产生和传播可以用LC振荡电路来模拟。LC振荡电路由一个电感器（L）和一个电容器（C）组成，它可以产生和传播电磁波。

电磁波的产生和传播可以用“LC”来描述。LC振荡电路由一个电感器（L）和一个电容器（C）组成，它可以产生和传播电磁波。电磁波的产生和传播可以用麦克斯韦方程组来描述。麦克斯韦方程组是电磁学的基本方程，它描述了电场和磁场的产生和传播规律。电磁波的产生和传播可以用LC振荡电路来模拟。LC振荡电路由一个电感器（L）和一个电容器（C）组成，它可以产生和传播电磁波。

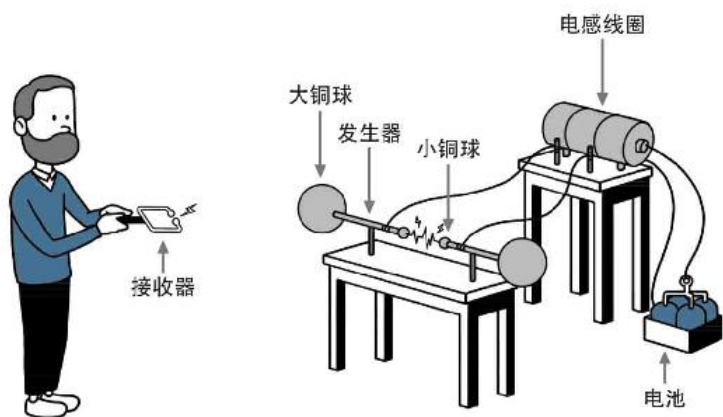


图1-1-2



[illegible]

**Michael Faraday**

30

[illegible]

1895年，意大利物理学家马可尼（Guglielmo Marconi）和俄国物理学家波波夫（Aleksandr Popov）分别独立地发明了无线电报。马可尼在1895年10月20日成功发送了第一封无线电报，而波波夫则在1895年5月7日展示了他的无线电报装置。1901年，马可尼成功实现了跨大西洋的无线电报传输，这一成就标志着无线电通信的诞生。

[illegible]

1887年10月、Gustav Robert Kirchhoffが「光のスペクトル分析」を発表した。この論文は、光のスペクトル分析の基本原理を定式化した。彼は、光のスペクトル分析が、物質の組成を決定するための重要な手段であることを示した。この論文は、物理学の発展に大きく貢献した。

光のスペクトル分析は、天文学においても重要な役割を果たしている。天体の光のスペクトルを分析することで、天体の組成や温度、密度などを推定することができる。また、光のスペクトル分析は、化学においても重要な手段となっている。物質の組成を決定するために、光のスペクトル分析が広く利用されている。

光のスペクトル分析は、物理学の発展に大きく貢献した。

## Part. 2

1887年、Gustav Robert Kirchhoffが「光のスペクトル分析」を発表した。この論文は、光のスペクトル分析の基本原理を定式化した。彼は、光のスペクトル分析が、物質の組成を決定するための重要な手段であることを示した。この論文は、物理学の発展に大きく貢献した。

光のスペクトル分析は、天文学においても重要な役割を果たしている。天体の光のスペクトルを分析することで、天体の組成や温度、密度などを推定することができる。また、光のスペクトル分析は、化学においても重要な手段となっている。物質の組成を決定するために、光のスペクトル分析が広く利用されている。

光のスペクトル分析は、物理学の発展に大きく貢献した。この論文は、光のスペクトル分析の基本原理を定式化した。彼は、光のスペクトル分析が、物質の組成を決定するための重要な手段であることを示した。この論文は、物理学の発展に大きく貢献した。光のスペクトル分析は、天文学においても重要な役割を果たしている。天体の光のスペクトルを分析することで、天体の組成や温度、密度などを推定することができる。また、光のスペクトル分析は、化学においても重要な手段となっている。物質の組成を決定するために、光のスペクトル分析が広く利用されている。

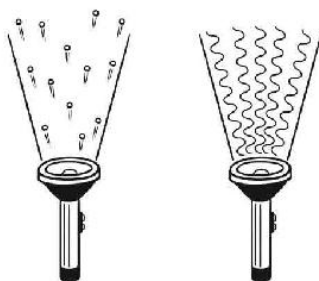
光のスペクトル分析は、物理学の発展に大きく貢献した。この論文は、光のスペクトル分析の基本原理を定式化した。彼は、光のスペクトル分析が、物質の組成を決定するための重要な手段であることを示した。この論文は、物理学の発展に大きく貢献した。光のスペクトル分析は、天文学においても重要な役割を果たしている。天体の光のスペクトルを分析することで、天体の組成や温度、密度などを推定することができる。また、光のスペクトル分析は、化学においても重要な手段となっている。物質の組成を決定するために、光のスペクトル分析が広く利用されている。



Johannes Kepler 提出的行星运动定律，Willebrord Snell 提出的  
 折射定律，1621 年，Pierre de Fermat 提出的“最短时间原理”  
 都是光学的经典理论。

1686 年，Christiaan Huygens 提出了光的波动说，认为光是一种波，  
 这一理论为光的干涉、衍射等现象提供了合理的解释。

1801 年，Thomas Young 进行了著名的双缝干涉实验，证明了光的波动性。  
 1818 年，Augustin Fresnel 进一步发展了光的波动理论，提出了光的波动方程。  
 1859 年，James Clerk Maxwell 提出了电磁理论，认为光是一种电磁波。  
 1869 年，Hermann von Helmholtz 提出了光的能量守恒定律。  
 1873 年，John William Strutt 提出了光的波动方程。  
 1890 年，Lord Kelvin 提出了光的波动方程。



光的波动性

1905 年，Albert Einstein 提出了狭义相对论，认为光速在真空中是恒定的。  
 1915 年，Albert Einstein 提出了广义相对论，认为引力是时空弯曲的结果。

René Descartes Francesco Maria Grimaldi

“ ” “ ” “ ”

Aether

17

“ ”

Ethernet e

17

“

Robert Boyle

1663

“

Robert Hooke (1635–1703) was an English naturalist, polymath, and inventor. He is best known for his work on the structure of matter, particularly his discovery of cells in 1665. His book *Micrographia* (1665) was a landmark work in the history of science, containing detailed descriptions of the microscopic world. Hooke's work laid the foundation for the development of cell theory.

Isaac Newton (1643–1726) was an English natural philosopher, mathematician, and scientist. He is best known for his work on the laws of motion and universal gravitation. His book *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687) is one of the most influential works in the history of science.

Isaac Newton (1643–1726) was an English natural philosopher, mathematician, and scientist. He is best known for his work on the laws of motion and universal gravitation. His book *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687) is one of the most influential works in the history of science. Newton's work laid the foundation for the development of classical mechanics.



John Houston 1870

Newton's work on the laws of motion and universal gravitation laid the foundation for the development of classical mechanics. His book *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687) is one of the most influential works in the history of science. Newton's work laid the foundation for the development of classical mechanics.



[illegible]

(3) — Christiaan Huygens

1669年，E. Bartholinus  
 1675年  
 “”  
 1690年  
*Traite de la Lumiere*

1. 2019 年 12 月 31 日，公司总资产为 1703 亿元，净资产为 24 亿元。

1704年，英国人《Opticks》中提出：“物体在光的作用下，其颜色会发生变化。”

[illegible]



伽利略——笛卡尔——牛顿1684年出版了《自然哲学的原理》  
伽利略和笛卡尔的著作ISL中都有涉及，但伽利略的著作更侧重于  
——伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于*De Motu* 伽利略  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于

伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于“伽利略的著作更侧重于”  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于  
Michael Nauenberg伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于



Robert Hooke 1635—1703

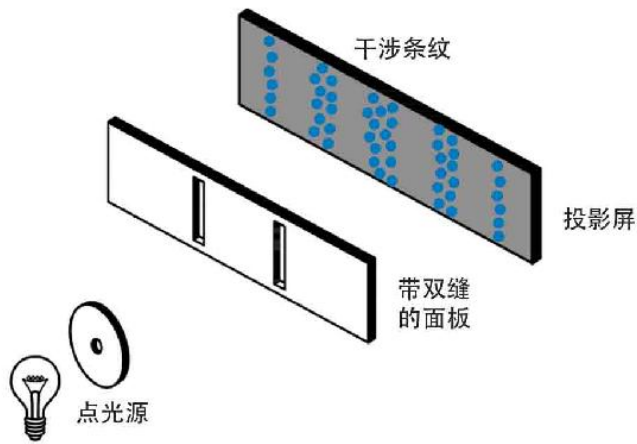
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于Mary Beale伽利略的著作更侧重于2003伽利略的著作更侧重于300  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于

伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于1666伽利略的著作更侧重于  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于30  
伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于伽利略的著作更侧重于





1. 在双缝干涉实验中，若入射光的波长为  $\lambda$ ，双缝间距为  $d$ ，双缝到投影屏的距离为  $L$ ，则干涉条纹的间距  $\Delta x$  为  $\frac{\lambda L}{d}$ 。



干涉条纹

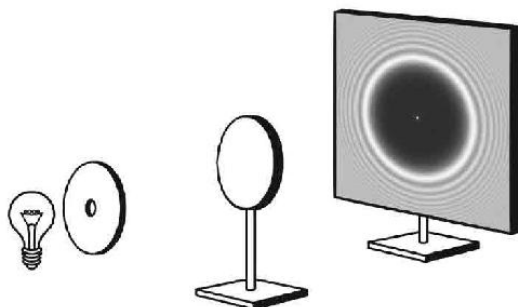
2. 在双缝干涉实验中，若入射光的波长为  $\lambda$ ，双缝间距为  $d$ ，双缝到投影屏的距离为  $L$ ，则干涉条纹的间距  $\Delta x$  为  $\frac{\lambda L}{d}$ 。

3. 在双缝干涉实验中，若入射光的波长为  $\lambda$ ，双缝间距为  $d$ ，双缝到投影屏的距离为  $L$ ，则干涉条纹的间距  $\Delta x$  为  $\frac{\lambda L}{d}$ 。



1859年，在巴黎举办的第一届Grand Prix摄影比赛中，尼埃普斯凭借其作品“从窗户看到的屋顶”（View from the Window at Le Gras）获得了第一名。这幅作品是历史上第一张永久性的照片，展示了从他的工作室窗户向外看到的屋顶景象。尼埃普斯在1821年发明了达盖尔银版摄影术，这是早期摄影技术的重要里程碑。

19世纪，随着摄影技术的不断进步，人们开始探索如何将自然界的景象永久地记录下来。这一时期的科学家们致力于改进摄影工艺，使其更加实用和普及。



早期摄影装置示意图

1819年，法国科学家约瑟夫·尼埃普斯（Joseph Nicéphore Niépce）与他的兄弟路易·尼埃普斯（Louis Nicéphore Niépce）共同发明了达盖尔银版摄影术。1850年，路易·尼埃普斯在巴黎去世，享年56岁。他的弟弟Jean-Bernard-Léon Foucault继承了他的事业，继续研究和改进摄影技术。Foucault在1855年发明了“达盖尔银版”（Daguerotype），这是一种早期的摄影技术，能够将景象永久地记录下来。Foucault在1855年3/4月，在巴黎举办了第一届达盖尔银版摄影展，吸引了超过100名观众前来参观。



熵的统计力学解释。玻尔兹曼在1877年提出了著名的H定理，证明了熵的统计力学解释。他证明了熵的统计力学解释，即熵是系统微观状态数的对数。这一理论为统计力学奠定了基础。

## Part. 5

熵的统计力学解释。玻尔兹曼在1877年提出了著名的H定理，证明了熵的统计力学解释。他证明了熵的统计力学解释，即熵是系统微观状态数的对数。这一理论为统计力学奠定了基础。

熵的统计力学解释。玻尔兹曼在1877年提出了著名的H定理，证明了熵的统计力学解释。他证明了熵的统计力学解释，即熵是系统微观状态数的对数。这一理论为统计力学奠定了基础。

熵的统计力学解释。玻尔兹曼在1877年提出了著名的H定理，证明了熵的统计力学解释。他证明了熵的统计力学解释，即熵是系统微观状态数的对数。这一理论为统计力学奠定了基础。

Waals Josiah Willard Gibbs



James Clerk Maxwell 1831—1879

..... “ (9)

19

1887年，[\(10\)](#) 年，  
年，  
年

年，  
年，  
年

年，  
年，  
年

年，  
年，  
年，  
年，  
年

年，  
年，  
年

19年，  
年

1895年，Wilhelm Konrad Rontgen年X年

1896年，Antoine Herni Becquerel年

1897年，Marie Curie年·年  
年

1897年，J.J. Thomson年  
年

1899 Ernest Rutherford

The diagram consists of five horizontal rows of small, empty rectangular boxes. The first row contains 25 boxes, the second row contains 26 boxes, the third row contains 26 boxes, the fourth row contains 27 boxes, and the fifth row contains 28 boxes. This visual representation corresponds to the sequence of natural numbers from 1 to 28, where each box represents a number in the sequence.

- (1) 1882
- (2)
- (3) 1675
- (4) Query
- (5) "...my supposition is that the Attraction always is in a duplicate proportion to the Distance from the Center Reciprocal"
- (6) Koyré Inwood
- (7) Nauenberg 1994 1998 2003
- (8) " "
- (9)
- (10) 1886 1888







“”

30

## “”

“”

“”

Antoine  
Laurent Lavoisier “ ” 1774  
“ ”

1882 J.W.S. Rayleigh

William  
Ramsay Ar

1896 X  
X  
X

在19世纪末，物理学家们发现，经典物理学无法解释黑体辐射的实验结果。他们发现，黑体辐射的能量分布与频率有关，而经典理论预测的能量分布与实验结果不符。这导致了量子力学的诞生。

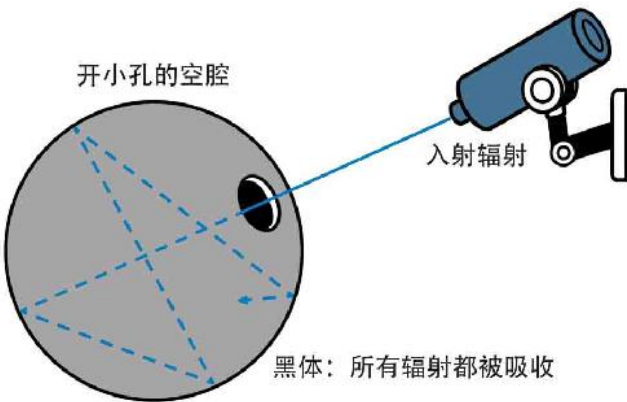
量子力学的发展使得物理学家能够更深入地理解黑体辐射的本质。他们发现，黑体辐射的能量是由离散的量子组成的，而不是连续的。这一发现彻底改变了我们对自然界的认识。

## Part. 2

在20世纪初，物理学家们提出了“量子”的概念，认为能量是由离散的量子组成的。这一理论成功地解释了黑体辐射的实验结果，并为量子力学的发展奠定了基础。

量子力学的出现标志着物理学进入了一个新的时代。它不仅解释了黑体辐射，还为原子物理学、分子物理学和固体物理学的发展提供了理论支持。量子力学已经成为现代物理学的重要组成部分。

在量子力学中，黑体被定义为一个能够吸收所有入射辐射的理想物体。它的辐射特性与温度有关，而与材料的性质无关。这一特性使得黑体成为研究量子力学的重要工具。通过研究黑体辐射，物理学家们揭示了量子世界的奥秘。



19世紀後半、物理学の分野で、光の性質を研究する中で、光が粒子としての性質を持つことが明らかになった。これは、光の粒子性を示す重要な証拠の一つである。光の粒子性を示す実験の一つとして、光電効果の実験が挙げられる。この実験は、光が金属の表面に当たると、金属から電子が飛び出すことが観察された。この現象は、光が粒子としての性質を持つことを示している。光電効果の実験結果は、光のエネルギーが光子のエネルギーと等しいことを示している。光子のエネルギーは、光の波長に反比例する。この関係は、 $E = h\nu$  と表される。ここで、 $E$  は光子のエネルギー、 $h$  はプランク定数、 $\nu$  は光の振動数である。

光電効果の実験結果は、光の粒子性を示す重要な証拠の一つである。

光電効果の実験結果は、光の粒子性を示す重要な証拠の一つである。この実験は、光が金属の表面に当たると、金属から電子が飛び出すことが観察された。この現象は、光が粒子としての性質を持つことを示している。光電効果の実験結果は、光のエネルギーが光子のエネルギーと等しいことを示している。光子のエネルギーは、光の波長に反比例する。この関係は、 $E = h\nu$  と表される。ここで、 $E$  は光子のエネルギー、 $h$  はプランク定数、 $\nu$  は光の振動数である。光電効果の実験結果は、光の粒子性を示す重要な証拠の一つである。

1864年1月13日、物理学者のウィルヘルム・ヴィーンが、光の放射の法則を導出した。この法則は、黒体放射の法則として知られている。この法則は、黒体の放射強度が、温度と波長の関数であることが示された。この法則は、 $\rho = b\lambda^{-5}e^{-\frac{a}{\lambda T}}$  と表される。ここで、 $\rho$  は放射強度、 $\lambda$  は波長、 $T$  は温度、 $a$  と  $b$  は定数である。この法則は、光の粒子性を示す重要な証拠の一つである。

光電効果の実験結果は、光の粒子性を示す重要な証拠の一つである。1894年、物理学者のウィルヘルム・ヴィーンが、光の放射の法則を導出した。

$$\rho = b\lambda^{-5}e^{-\frac{a}{\lambda T}}$$

ここで、 $\rho$  は放射強度、 $\lambda$  は波長、 $T$  は温度、 $a$  と  $b$  は定数である。この法則は、光の粒子性を示す重要な証拠の一つである。

1900年，德国物理学家弗里德里希·帕申（Friedrich Paschen）在研究氢原子光谱时，发现了一些新的谱线，这些谱线位于红外区域，后来被称为帕申系。

1901年，德国物理学家奥托·理查德·卢默（Otto Richard Lummer）和 Ernst Pringsheim 在研究黑体辐射时，发现了一些新的现象，这些现象后来被称为普朗克辐射定律。

1902年，德国物理学家普朗克（PTR）和 Otto Richard Lummer 以及 Ernst Pringsheim 在 1899 年发现，在 1000 K 时，黑体辐射的强度与普朗克辐射定律的预测相符。普朗克辐射定律是由 Heinrich Rubens 和 Ferdinand Kurlbaum 在 1900 年提出的。1901 年，普朗克提出了普朗克辐射定律，该定律描述了黑体辐射的强度与温度的关系。普朗克辐射定律的公式为：

普朗克辐射定律的公式为：
$$\rho = \frac{8\pi v^2}{c^3} kT$$
其中， $\rho$  是辐射强度， $v$  是频率， $c$  是光速， $k$  是玻尔兹曼常数， $T$  是温度。James H. Jeans 在 1904 年提出了 Jeans 辐射定律，该定律描述了黑体辐射的强度与温度的关系。

$$\rho = \frac{8\pi v^2}{c^3} kT$$

普朗克辐射定律的公式为：
$$\rho = \frac{8\pi v^2}{c^3} kT$$
其中， $\rho$  是辐射强度， $v$  是频率， $c$  是光速， $k$  是玻尔兹曼常数， $T$  是温度。

普朗克辐射定律的公式为：
$$\rho = \frac{8\pi v^2}{c^3} kT$$
其中， $\rho$  是辐射强度， $v$  是频率， $c$  是光速， $k$  是玻尔兹曼常数， $T$  是温度。普朗克辐射定律的公式为：
$$\rho = \frac{8\pi v^2}{c^3} kT$$
其中， $\rho$  是辐射强度， $v$  是频率， $c$  是光速， $k$  是玻尔兹曼常数， $T$  是温度。

1900年，物理学家们发现，黑体辐射的能量分布与经典理论预测不符。Paul Ehrenfest 提出了“ultraviolet catastrophe”（紫外灾难）的概念，指出在高频区域，辐射能量趋向于无穷大，这与实验结果相矛盾。

为了解决这一问题，物理学家们开始探索新的理论。他们发现，能量并不是连续的，而是以离散的“量子”形式存在。这一发现为量子力学的发展奠定了基础。

1905年，阿尔伯特·爱因斯坦提出了光子理论，认为光是由离散的能量包（光子）组成的。这一理论成功解释了光电效应，并进一步证实了能量的量子化。

随后，尼尔斯·玻尔提出了原子模型，认为电子只能在特定的轨道上运动，且其能量是量子化的。这一模型成功解释了氢原子的光谱线。

1927年，维尔纳·海森堡提出了不确定性原理，指出在量子力学中，某些物理量的测量精度是相互制约的。这一原理进一步巩固了量子力学的理论基础。

## Part. 3

在量子力学的发展过程中，科学家们发现，微观世界的行为与宏观世界有着本质的区别。例如，粒子具有波粒二象性，其行为可以用概率波来描述。这些发现彻底改变了我们对自然界的认识。

1927年，Max Karl Ernst Ludwig Planck 提出了量子理论，认为能量是以离散的“量子”形式存在的。这一理论成功解释了黑体辐射问题，并奠定了量子力学的基础。Planck 因此获得了1918年的诺贝尔物理学奖。

1905年，爱因斯坦提出了光子理论，认为光是由离散的能量包（光子）组成的。这一理论成功解释了光电效应，并进一步证实了能量的量子化。爱因斯坦因此获得了1921年的诺贝尔物理学奖。



1900 10 7

6

10

$$\rho = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$$

c<sub>1</sub> c<sub>2</sub>

10 19

በጥንቃቄነት በሚከተለው መንገድ ማስፈጸም ይገባል፡

የሚከተሉትን ስራዎች በጥንቃቄነት ማስፈጸም ይገባል፡

የሚከተሉትን ስራዎች በጥንቃቄነት ማስፈጸም ይገባል፡

የሚከተሉትን ስራዎች በጥንቃቄነት ማስፈጸም ይገባል፡

የሚከተሉትን ስራዎች በጥንቃቄነት ማስፈጸም ይገባል፡

“የሚከተሉትን ስራዎች በጥንቃቄነት ማስፈጸም ይገባል፡

የሚከተሉትን ስራዎች በጥንቃቄነት ማስፈጸም ይገባል፡

1900年人口統計顯示，當時的人口總數為

## 人口統計數據

根據當時的統計數據，人口總數為

人口總數為...  
...  
...D.Bernoulli...  
...J.R.d'Alembert... J.B. Lamarck... A.M. Ampere... N.Carnot... J.L.Lagrange...  
...19...  
...C.F.Gauss... G.S.Ohm... Alexander von Humboldt...  
...F.Wohler... D.Hilbert...  
...20...  
...

1918年人口統計顯示，當時的人口總數為“...20...”  
...14%...10%...  
...75%...1/4...  
...90%...  
1919年1月8.9...1...1923...4,200,000,000,000...1...  
...

...  
...1919...1925...275...  
...165...  
...

「『現代主義』——『現代主義』——『現代主義』」  
「『現代主義』」  
「『現代主義』」1918「『現代主義』」“『現代主義』」  
「『現代主義』」  
「『現代主義』」.....「『現代主義』」  
「『現代主義』」”

「『現代主義』」Martin  
Heidegger「『現代主義』」·「『現代主義』」Max Weber「『現代主義』」  
「『現代主義』」Carl Schmitt「『現代主義』」Gestalt「『現代主義』」  
「『現代主義』」Gerhart Hauptmann「『現代主義』」·「『現代主義』」Thomas Mann「『現代主義』」  
「『現代主義』」E.M. Remarque「『現代主義』」20「『現代主義』」  
「『現代主義』」  
「『現代主義』」14「『現代主義』」20「『現代主義』」  
「『現代主義』」  
「『現代主義』」

「『現代主義』」

## Part. 4

「『現代主義』」  
「『現代主義』」

「『現代主義』」  
「『現代主義』」  
「『現代主義』」——「『現代主義』」  
「『現代主義』」

「『現代主義』」  
「『現代主義』」





Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Schwingungsenergie  $U_n$  besitzt, ist gegeben durch die Boltzmann-Statistik. Für ein System mit  $N$  Resonatoren ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Energie  $U_n$  besitzt, gegeben durch:

1900-1914: Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Schwingungsenergie  $U_n$  besitzt, ist gegeben durch die Boltzmann-Statistik.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Schwingungsenergie  $U_n$  besitzt, ist gegeben durch die Boltzmann-Statistik.

Die Wahrscheinlichkeit zu finden, dass die  $N$  Resonatoren insgesamt Schwingungsenergie  $U_n$  besitzen, ist nicht als eine unbeschränkt teilbare, sondern als eine ganze Zahl von endlichen gleichen Teilen aufzufassen...

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Schwingungsenergie  $U_n$  besitzt, ist gegeben durch die Boltzmann-Statistik. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Schwingungsenergie  $U_n$  besitzt, ist gegeben durch die Boltzmann-Statistik.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Schwingungsenergie  $U_n$  besitzt, ist gegeben durch die Boltzmann-Statistik.

$$E = h\nu$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Schwingungsenergie  $U_n$  besitzt, ist gegeben durch die Boltzmann-Statistik.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Resonator die Schwingungsenergie  $U_n$  besitzt, ist gegeben durch die Boltzmann-Statistik.





## 芝诺悖论

古希腊哲学家芝诺(Zeno)提出了一个著名的悖论，即“阿基里斯追不上乌龟”。这个悖论的核心在于，即使阿基里斯的速度比乌龟快，他永远也无法追上乌龟。

假设阿基里斯(Achilles)的速度是乌龟的10倍，那么当阿基里斯跑到乌龟的起点时，乌龟已经向前移动了一段距离。阿基里斯必须跑完这段距离才能追上乌龟，但在这段时间里，乌龟又向前移动了一段距离。

阿基里斯永远也无法追上乌龟，因为每次他到达乌龟之前的位置时，乌龟都已经向前移动了。

这个悖论可以用数学来解释。假设阿基里斯的速度是100米/秒，乌龟的速度是10米/秒。阿基里斯需要跑100米才能追上乌龟，但在这段时间里，乌龟已经向前移动了10米。阿基里斯必须跑完这10米才能追上乌龟，但在这段时间里，乌龟又向前移动了1米。这个过程会无限重复下去，阿基里斯永远也无法追上乌龟。

这个悖论在数学上被称为“芝诺悖论”，它揭示了无限分割的悖论。

阿基里斯永远也无法追上乌龟，因为每次他到达乌龟之前的位置时，乌龟都已经向前移动了。这个悖论在数学上被称为“芝诺悖论”，它揭示了无限分割的悖论。阿基里斯永远也无法追上乌龟，因为每次他到达乌龟之前的位置时，乌龟都已经向前移动了。

这个悖论在数学上被称为“芝诺悖论”，它揭示了无限分割的悖论。阿基里斯永远也无法追上乌龟，因为每次他到达乌龟之前的位置时，乌龟都已经向前移动了。



h  
1915  
Hercules

1900  
6

1905年12月14日，爱因斯坦在柏林物理学会会议上宣读了他的论文《论动体的电动力学》。这篇论文提出了狭义相对论，彻底改变了人们对时间和空间的认识。论文中提出了著名的质能方程  $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。

1900年12月14日，爱因斯坦在柏林物理学会会议上宣读了他的论文《论动体的电动力学》。这篇论文提出了狭义相对论，彻底改变了人们对时间和空间的认识。论文中提出了著名的质能方程  $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。

1905年15日，爱因斯坦在柏林物理学会会议上宣读了他的论文《论动体的电动力学》。这篇论文提出了狭义相对论，彻底改变了人们对时间和空间的认识。论文中提出了著名的质能方程  $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。

1905年15日，爱因斯坦在柏林物理学会会议上宣读了他的论文《论动体的电动力学》。这篇论文提出了狭义相对论，彻底改变了人们对时间和空间的认识。论文中提出了著名的质能方程  $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。

1905年15日，爱因斯坦在柏林物理学会会议上宣读了他的论文《论动体的电动力学》。这篇论文提出了狭义相对论，彻底改变了人们对时间和空间的认识。论文中提出了著名的质能方程  $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。

1905年15日，爱因斯坦在柏林物理学会会议上宣读了他的论文《论动体的电动力学》。这篇论文提出了狭义相对论，彻底改变了人们对时间和空间的认识。论文中提出了著名的质能方程  $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。

1905年15日，爱因斯坦在柏林物理学会会议上宣读了他的论文《论动体的电动力学》。这篇论文提出了狭义相对论，彻底改变了人们对时间和空间的认识。论文中提出了著名的质能方程  $E=mc^2$ ，揭示了质量和能量之间的等价关系。



### 3 Falling Fireball 实验

#### Part. 1

实验目的：通过观察下落火球的运动，验证自由落体运动的规律。

实验原理：物体在重力作用下做自由落体运动，其位移与时间的平方成正比。

实验器材：下落火球、计时器、刻度尺。

实验步骤：1. 将下落火球从一定高度释放。2. 记录下落时间。3. 测量下落高度。

实验数据：记录下落高度  $h$  和下落时间  $t$ ，计算加速度  $a$ 。

实验结论：下落火球的运动符合自由落体运动的规律。实验结果与理论值相符。

实验讨论：(1) 实验误差分析：主要来源于计时器的精度和高度测量的误差。

实验总结：通过本次实验，验证了自由落体运动的规律，加深了对物理知识的理解。

实验名称：Photoelectric Effect



A diagram showing a 6x20 grid of squares. The top row is shaded gray. The second row has the first 10 squares shaded gray and the last 10 squares white. The third row has the first 10 squares white and the last 10 squares shaded gray. The fourth row has the first 10 squares shaded gray and the last 10 squares white. The fifth row has the first 10 squares white and the last 10 squares shaded gray. The sixth row has the first 10 squares shaded gray and the last 10 squares white.

[illegible][illegible]

□□□□□

[illegible]



## 爱因斯坦

阿尔伯特·爱因斯坦 1879—1955

爱因斯坦是20世纪最伟大的物理学家之一，他的相对论彻底改变了我们对宇宙的理解。1905年，他发表了四篇划时代的论文，其中第一篇关于光电效应的论文，首次提出了光量子假说，为量子力学的发展奠定了基础。

1905年，爱因斯坦在瑞士专利局工作期间，利用业余时间完成了这四篇论文。他的第一任妻子米列娃·玛丽克（Mileva Maric）在1903年与他结婚，两人共同生活了12年。在这期间，他们共同养育了三个孩子。

爱因斯坦在1905年还发表了关于布朗运动的论文，证明了分子的存在。同年，他还发表了关于狭义相对论的论文，提出了光速不变原理和相对性原理，彻底颠覆了牛顿的绝对时空观。

1905年，爱因斯坦还发表了关于能量量子化的论文，提出了著名的光电效应方程： $E = h\nu$ ，其中 $E$ 是光子的能量， $h$ 是普朗克常数， $\nu$ 是光的频率。这一理论为量子力学的发展提供了重要的实验依据。

1905年3月17日，爱因斯坦在柏林的《物理年鉴》（*Annalen der Physik*）上发表了关于狭义相对论的论文，标题为“论动体的电动力学”（*A Heuristic Interpretation of the Radiation and Transformation of Light*）。这篇论文在物理学界引起了巨大的轰动，为狭义相对论的建立奠定了基础。

爱因斯坦在1905年还提出了著名的质能方程： $E = mc^2$ ，其中 $E$ 是能量， $m$ 是质量， $c$ 是光速。这一方程揭示了质量和能量之间的等价关系，为核能的开发提供了理论依据。

$$E = h\nu$$

1918年，普朗克在柏林物理学会会议上宣读了他的论文，提出了能量量子化的概念。这一理论在当时引起了极大的争议，但随着时间的推移，它逐渐被物理学界所接受。普朗克的工作为量子力学的发展奠定了基础。

1927年，爱因斯坦在索维耶会议上提出了光子假说，认为光是由一个个能量量子（光子）组成的。这一假说成功地解释了光电效应，并进一步巩固了量子理论的地位。

1935年，薛定谔在柏林物理学会会议上提出了波动力学，认为粒子具有波动性。这一理论为量子力学提供了另一种描述方式，并与海森堡的矩阵力学共同构成了量子力学的基础。

1945年，狄拉克在索维耶会议上提出了量子电动力学，将量子力学与狭义相对论相结合，为描述带电粒子的相互作用提供了理论框架。

1957年，费曼在索维耶会议上提出了费曼图，为量子电动力学的计算提供了一种直观且强大的工具。

1964年，阿什金在索维耶会议上提出了激光理论，为激光技术的发展提供了理论基础。

1977年，霍金在索维耶会议上提出了黑洞辐射理论，即霍金辐射，为量子力学与广义相对论的结合提供了重要线索。

1981年，彭罗斯在索维耶会议上提出了奇点定理，证明了在广义相对论框架下，宇宙中必然存在奇点。

1985年，霍金在索维耶会议上提出了无边界宇宙模型，为宇宙起源问题提供了一种新的解释。

1997年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论，试图将量子力学与广义相对论统一起来。

2004年，霍金在索维耶会议上提出了全息原理，认为宇宙的信息可以编码在边界上。

2012年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2017年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2019年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

1905年，爱因斯坦在柏林物理学会会议上提出了狭义相对论，认为时间和空间是相对的，这一理论彻底改变了人们对时空的认识。

1915年，爱因斯坦在柏林物理学会会议上提出了广义相对论，将引力解释为时空的弯曲，这一理论为现代宇宙学奠定了基础。

1927年，爱丁顿在索维耶会议上提出了广义相对论的实验验证，证明了光线在引力场中的偏折。

1935年，爱因斯坦和罗森在索维耶会议上提出了爱因斯坦-罗森桥，即虫洞，为宇宙探索提供了新的思路。

1947年，彭罗斯在索维耶会议上提出了奇点定理，证明了在广义相对论框架下，宇宙中必然存在奇点。

1964年，霍金在索维耶会议上提出了无边界宇宙模型，为宇宙起源问题提供了一种新的解释。

1977年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论，试图将量子力学与广义相对论统一起来。

1981年，彭罗斯在索维耶会议上提出了奇点定理的最新进展。

1985年，霍金在索维耶会议上提出了无边界宇宙模型的最新进展。

1997年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2004年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2012年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2017年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2019年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

1918年，普朗克在柏林物理学会会议上宣读了他的论文，提出了能量量子化的概念。这一理论在当时引起了极大的争议，但随着时间的推移，它逐渐被物理学界所接受。普朗克的工作为量子力学的发展奠定了基础。

1927年，爱因斯坦在索维耶会议上提出了光子假说，认为光是由一个个能量量子（光子）组成的。这一假说成功地解释了光电效应，并进一步巩固了量子理论的地位。

1935年，薛定谔在柏林物理学会会议上提出了波动力学，认为粒子具有波动性。这一理论为量子力学提供了另一种描述方式，并与海森堡的矩阵力学共同构成了量子力学的基础。

1945年，狄拉克在索维耶会议上提出了量子电动力学，将量子力学与狭义相对论相结合，为描述带电粒子的相互作用提供了理论框架。

1957年，费曼在索维耶会议上提出了费曼图，为量子电动力学的计算提供了一种直观且强大的工具。

1964年，阿什金在索维耶会议上提出了激光理论，为激光技术的发展提供了理论基础。

1977年，霍金在索维耶会议上提出了黑洞辐射理论，即霍金辐射，为量子力学与广义相对论的结合提供了重要线索。

1981年，彭罗斯在索维耶会议上提出了奇点定理，证明了在广义相对论框架下，宇宙中必然存在奇点。

1985年，霍金在索维耶会议上提出了无边界宇宙模型，为宇宙起源问题提供了一种新的解释。

1997年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论，试图将量子力学与广义相对论统一起来。

2004年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2012年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2017年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2019年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

1918年，普朗克在柏林物理学会会议上宣读了他的论文，提出了能量量子化的概念。这一理论在当时引起了极大的争议，但随着时间的推移，它逐渐被物理学界所接受。普朗克的工作为量子力学的发展奠定了基础。

1927年，爱因斯坦在索维耶会议上提出了光子假说，认为光是由一个个能量量子（光子）组成的。这一假说成功地解释了光电效应，并进一步巩固了量子理论的地位。

1935年，薛定谔在柏林物理学会会议上提出了波动力学，认为粒子具有波动性。这一理论为量子力学提供了另一种描述方式，并与海森堡的矩阵力学共同构成了量子力学的基础。

1945年，狄拉克在索维耶会议上提出了量子电动力学，将量子力学与狭义相对论相结合，为描述带电粒子的相互作用提供了理论框架。

1957年，费曼在索维耶会议上提出了费曼图，为量子电动力学的计算提供了一种直观且强大的工具。

1964年，阿什金在索维耶会议上提出了激光理论，为激光技术的发展提供了理论基础。

1977年，霍金在索维耶会议上提出了黑洞辐射理论，即霍金辐射，为量子力学与广义相对论的结合提供了重要线索。

1981年，彭罗斯在索维耶会议上提出了奇点定理，证明了在广义相对论框架下，宇宙中必然存在奇点。

1985年，霍金在索维耶会议上提出了无边界宇宙模型，为宇宙起源问题提供了一种新的解释。

1997年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论，试图将量子力学与广义相对论统一起来。

2004年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2012年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2017年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2019年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

1918年，普朗克在柏林物理学会会议上宣读了他的论文，提出了能量量子化的概念。这一理论在当时引起了极大的争议，但随着时间的推移，它逐渐被物理学界所接受。普朗克的工作为量子力学的发展奠定了基础。

1927年，爱因斯坦在索维耶会议上提出了光子假说，认为光是由一个个能量量子（光子）组成的。这一假说成功地解释了光电效应，并进一步巩固了量子理论的地位。

1935年，薛定谔在柏林物理学会会议上提出了波动力学，认为粒子具有波动性。这一理论为量子力学提供了另一种描述方式，并与海森堡的矩阵力学共同构成了量子力学的基础。

1945年，狄拉克在索维耶会议上提出了量子电动力学，将量子力学与狭义相对论相结合，为描述带电粒子的相互作用提供了理论框架。

1957年，费曼在索维耶会议上提出了费曼图，为量子电动力学的计算提供了一种直观且强大的工具。

1964年，阿什金在索维耶会议上提出了激光理论，为激光技术的发展提供了理论基础。

1977年，霍金在索维耶会议上提出了黑洞辐射理论，即霍金辐射，为量子力学与广义相对论的结合提供了重要线索。

1981年，彭罗斯在索维耶会议上提出了奇点定理，证明了在广义相对论框架下，宇宙中必然存在奇点。

1985年，霍金在索维耶会议上提出了无边界宇宙模型，为宇宙起源问题提供了一种新的解释。

1997年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论，试图将量子力学与广义相对论统一起来。

2004年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2012年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2017年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

2019年，霍金在索维耶会议上提出了量子引力理论的最新进展。

量子力学の発展に大きく貢献した「光子」light quantaの概念は、1926年にG.N.Lewisによって正式に「光子」photonと命名された。

光子のエネルギーは、 $E = h\nu$ （ $h$ はプランク定数、 $\nu$ は光の振動数）で表され、これは光の粒子性を示す重要な式である。光子は電磁放射の最小単位であり、光のエネルギーを伝搬する。

光子は質量がなく、常に光速で運動する。光子の運動量は、 $p = \frac{h\nu}{c}$ （ $c$ は光速）で表される。

光子の概念は、量子力学の基礎となる。光子のエネルギーと運動量は、物質のエネルギーと運動量と等しい。光子の概念は、光の粒子性を示す重要な式である。

光子の概念は、量子力学の基礎となる。光子のエネルギーと運動量は、物質のエネルギーと運動量と等しい。光子の概念は、光の粒子性を示す重要な式である。

光子のエネルギーと運動量の関係は、

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - P$$

光子のエネルギーは、 $\frac{1}{2}mv^2$ （ $m$ は光子の質量、 $v$ は光子の速度）で表され、これは光の粒子性を示す重要な式である。光子の運動量は、 $P$ で表される。光子の概念は、光の粒子性を示す重要な式である。

光子の概念は、量子力学の基礎となる。光子のエネルギーと運動量は、物質のエネルギーと運動量と等しい。光子の概念は、光の粒子性を示す重要な式である。





光電效應的實驗證據。當光照射到金屬表面時，會產生光電流。這表明光具有粒子性，即光子。光子的能量與光的頻率成正比，即  $E = h\nu$ ，其中  $E$  是光子的能量， $h$  是普朗克常數， $\nu$  是光的頻率。

1915 年，R.A. Millikan 進行了著名的油滴實驗，證明了電荷的量子化。他發現，電荷總是  $e$  的整數倍，其中  $e$  是基本電荷。這進一步支持了量子力學的观点，即物理量在某些情況下是量子化的。

1923 年，Arthur H. Compton 發現了康普頓效應。他發現，當 X 射線與自由電子碰撞時，X 射線的波長會變長，即能量會降低。這表明 X 射線具有粒子性，即光子。康普頓效應的實驗結果與量子力學的預測相符合。

康普頓效應的實驗結果表明，X 射線的波長變化與散射角有關。這進一步證明了光子的粒子性。康普頓效應的實驗結果與量子力學的預測相符合，即  $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$ ，其中  $\Delta\lambda$  是波長的變化， $m_0$  是電子的靜止質量， $c$  是光速， $\theta$  是散射角。

康普頓效應的實驗結果表明，X 射線的波長變化與散射角有關。這進一步證明了光子的粒子性。康普頓效應的實驗結果與量子力學的預測相符合，即  $E = h\nu$  和  $E = mc^2$ 。這表明，光子的能量與質量是等價的。康普頓效應的實驗結果與量子力學的預測相符合，即  $E = h\nu$  和  $E = mc^2$ 。

康普頓效應的實驗結果表明，X 射線的波長變化與散射角有關。這進一步證明了光子的粒子性。康普頓效應的實驗結果與量子力學的預測相符合，即  $E = h\nu$  和  $E = mc^2$ 。這表明，光子的能量與質量是等價的。康普頓效應的實驗結果與量子力學的預測相符合，即  $E = h\nu$  和  $E = mc^2$ 。

康普頓效應的實驗結果表明，X 射線的波長變化與散射角有關。這進一步證明了光子的粒子性。康普頓效應的實驗結果與量子力學的預測相符合，即  $E = h\nu$  和  $E = mc^2$ 。這表明，光子的能量與質量是等價的。康普頓效應的實驗結果與量子力學的預測相符合，即  $E = h\nu$  和  $E = mc^2$ 。

“**熵**”**熵**是热力学中描述系统无序程度的物理量，**熵**的增加意味着系统无序程度的增加。在热力学第二定律中，**熵**的增加是不可逆过程的标志。在统计力学中，**熵**与系统的微观状态数有关，**熵**的增加意味着系统微观状态数的增加。在信息论中，**熵**与信息的多少有关，**熵**的增加意味着信息的增加。在量子力学中，**熵**与系统的量子态有关，**熵**的增加意味着系统量子态的增加。在宇宙学中，**熵**与宇宙的演化有关，**熵**的增加意味着宇宙的演化。

在热力学中，**熵**的增加是不可逆过程的标志。在统计力学中，**熵**与系统的微观状态数有关，**熵**的增加意味着系统微观状态数的增加。在信息论中，**熵**与信息的多少有关，**熵**的增加意味着信息的增加。在量子力学中，**熵**与系统的量子态有关，**熵**的增加意味着系统量子态的增加。在宇宙学中，**熵**与宇宙的演化有关，**熵**的增加意味着宇宙的演化。30

在热力学中，**熵**的增加是不可逆过程的标志。在统计力学中，**熵**与系统的微观状态数有关，**熵**的增加意味着系统微观状态数的增加。在信息论中，**熵**与信息的多少有关，**熵**的增加意味着信息的增加。在量子力学中，**熵**与系统的量子态有关，**熵**的增加意味着系统量子态的增加。在宇宙学中，**熵**与宇宙的演化有关，**熵**的增加意味着宇宙的演化。20

在热力学中，**熵**的增加是不可逆过程的标志。在统计力学中，**熵**与系统的微观状态数有关，**熵**的增加意味着系统微观状态数的增加。在信息论中，**熵**与信息的多少有关，**熵**的增加意味着信息的增加。在量子力学中，**熵**与系统的量子态有关，**熵**的增加意味着系统量子态的增加。在宇宙学中，**熵**与宇宙的演化有关，**熵**的增加意味着宇宙的演化。20 1905 **X** Walther Nernst “**熵**”

1910 Robert Goldschmidt Ernest Solvay

1911年10月30日，英国物理学家约瑟夫·汤姆孙(Joseph John Thomson)在剑桥大学卡文迪许实验室宣布，他发现了电子。这一发现推翻了原子不可分割的传统观念，为原子结构的进一步研究奠定了基础。

1911年10月30日，英国物理学家约瑟夫·汤姆孙(Joseph John Thomson)在剑桥大学卡文迪许实验室宣布，他发现了电子。这一发现推翻了原子不可分割的传统观念，为原子结构的进一步研究奠定了基础。

1911年10月30日，英国物理学家约瑟夫·汤姆孙(Joseph John Thomson)在剑桥大学卡文迪许实验室宣布，他发现了电子。这一发现推翻了原子不可分割的传统观念，为原子结构的进一步研究奠定了基础。

1911年10月30日，英国物理学家约瑟夫·汤姆孙(Joseph John Thomson)在剑桥大学卡文迪许实验室宣布，他发现了电子。这一发现推翻了原子不可分割的传统观念，为原子结构的进一步研究奠定了基础。



1911年，卢瑟福提出了原子核式结构模型。
 但是

1911年，卢瑟福提出了原子核式结构模型。但是，卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。J.J. 汤姆孙的模型也无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。



波尔Niels Henrik David Bohr 1885—1962

波尔提出了原子核式结构模型。但是，卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。J.J. 汤姆孙的模型也无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。Lorrain Smith 波尔提出了原子核式结构模型。但是，卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。J.J. 汤姆孙的模型也无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。

波尔提出了原子核式结构模型。但是，卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。J.J. 汤姆孙的模型也无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。卢瑟福的模型无法解释原子的稳定性。

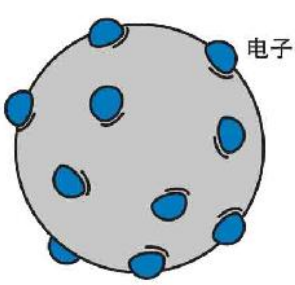
1904年，汤姆孙提出了“葡萄干布丁模型”，认为原子是一个带正电的球体，电子像葡萄干一样镶嵌在其中。

1909年，卢瑟福和他的助手进行了著名的α粒子散射实验。他们发现，大多数α粒子穿过金箔后方向不变，少数发生偏转，极少数被反弹回来。这一结果与汤姆孙的模型不符。

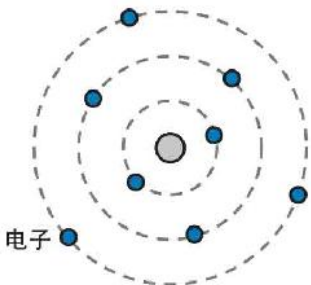
1911年，卢瑟福提出了“核式模型”，认为原子的大部分质量和正电荷都集中在一个很小的核心（原子核）中，电子则围绕原子核运动。这一模型成功地解释了α粒子散射实验的结果。

1913年，玻尔提出了“玻尔模型”，认为电子只能在特定的轨道上运动，不会辐射能量。当电子从一个轨道跃迁到另一个轨道时，才会吸收或发射能量。这一模型进一步解释了原子的稳定性和光谱现象。

1926年，薛定谔提出了“波动力学”，认为电子具有波动性，其运动状态可以用波函数来描述。这一理论为量子力学奠定了基础，并成功预测了原子的能级和光谱。



葡萄干布丁模型

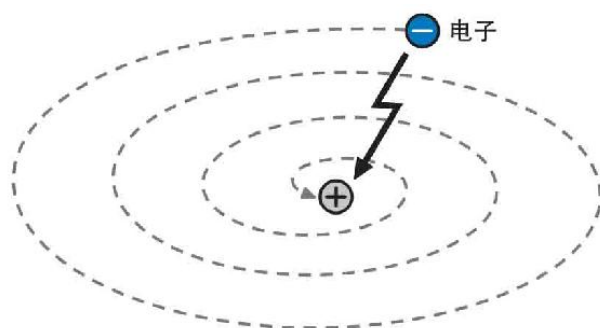


行星模型

原子结构

1911年，物理学家卢瑟福通过α粒子散射实验，提出了原子的核式结构模型。他认为原子是由带正电的原子核和带负电的电子组成的。原子核位于原子的中心，电子则围绕原子核运动。卢瑟福的模型成功地解释了α粒子散射实验的结果，即大多数α粒子穿过原子时几乎不受偏转，少数α粒子发生大角度偏转，极少数α粒子甚至被反弹回来。

然而，卢瑟福的核式结构模型存在一个严重的问题：根据经典电磁理论，电子在绕原子核运动时会不断辐射电磁波，导致其能量不断减少，最终会螺旋式地坠入原子核，从而使原子不稳定。这与事实不符，因为原子是稳定的。为了解决这个问题，1913年，物理学家玻尔提出了玻尔模型，认为电子只能在特定的轨道上运动，且在这些轨道上运动时不会辐射电磁波。只有当电子从一个轨道跃迁到另一个轨道时，才会辐射或吸收能量。玻尔模型成功地解释了氢原子的光谱，但无法解释更复杂原子的光谱。



根据经典理论，电子绕原子核转动时，会一边释放电磁辐射，一边朝着原子核坠落。

原子是不稳定的

为了解决这个问题，玻尔提出了玻尔模型，认为电子只能在特定的轨道上运动，且在这些轨道上运动时不会辐射电磁波。只有当电子从一个轨道跃迁到另一个轨道时，才会辐射或吸收能量。玻尔模型成功地解释了氢原子的光谱，但无法解释更复杂原子的光谱。

玻尔模型的成功之处在于它引入了量子化的概念，即电子的能量是量子化的，只能取某些特定的值。这一概念为后来的量子力学奠定了基础。然而，玻尔模型仍然是一个半经典的模型，它无法解释原子的稳定性和更复杂原子的光谱。直到1926年，薛定谔提出了波动力学，才真正建立了量子力学，成功地解释了原子的稳定性和所有原子的光谱。

1912年7月，中国共产党在上海成立，这是中国历史上开天辟地的大事。从此，中国革命的面貌焕然一新。中国共产党领导中国人民，经过艰苦卓绝的斗争，终于推翻了帝国主义、封建主义和官僚资本主义的统治，建立了中华人民共和国。这是中国历史上最伟大的一次革命胜利，也是中国人民从此站起来了的标志。

中国共产党在革命斗争中，始终坚持以马克思列宁主义为指导，结合中国实际，创造性地提出了新民主主义革命理论。这一理论为中国革命指明了方向，使中国人民在党的领导下，取得了民族独立和人民解放。

1947年7月24日，中国共产党在解放区召开土地会议，决定实行土地改革。这一政策极大地调动了农民的生产积极性，为解放战争的胜利奠定了坚实的群众基础。

中国共产党在革命斗争中，始终坚持以人民为中心，全心全意为人民服务。这是党的根本宗旨，也是党能够赢得人民支持、取得胜利的根本原因。

## 中国共产党领导中国人民取得革命胜利

中国共产党在革命斗争中，始终坚持以马克思列宁主义为指导，结合中国实际，创造性地提出了新民主主义革命理论。这一理论为中国革命指明了方向，使中国人民在党的领导下，取得了民族独立和人民解放。

中国共产党在革命斗争中，始终坚持以马克思列宁主义为指导，结合中国实际，创造性地提出了新民主主义革命理论。这一理论为中国革命指明了方向，使中国人民在党的领导下，取得了民族独立和人民解放。

中国共产党在革命斗争中，始终坚持以马克思列宁主义为指导，结合中国实际，创造性地提出了新民主主义革命理论。这一理论为中国革命指明了方向，使中国人民在党的领导下，取得了民族独立和人民解放。

詹姆斯·查德威克 James Chadwick 发现中子  
1935 年

帕特里克·布莱克特 Patrick M.S. Blackett “云室”  
1948 年

1932 年 E.T.S. Walton 和 John Cockcroft 发现人工放射性  
1951 年

弗雷德里克·索迪 Frederick Soddy  
1921 年 George von Hevesy  
1943 年 Otto Hahn  
1944 年 Cecil Frank Powell  
1950 年 Hans Bethe  
1967 年 P.L. Kapitsa  
1978 年

10 年  
Hans Geiger  
Henry Moseley  
Ernest Marsden  $\alpha$   
.....

“ $\alpha$  射线”  
100





[illegible]

□□□□□□□□□□□□□□□□G.B.Belzoni□□□□□□□□□□□□□□□□□□  
 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□  
 □□□1913□□□□□□□□□□□□Hans Marius Hansen□□□□□□□□□□□□□□□□  
 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□  
 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□  
 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□  
 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Ion

1954

“

”

W.H. Wollaston  
 Joseph Fraunhofer

[illegible]

$$\nu = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$R$  里德堡常数 Rydberg  $n=2, 3, 4, 5, \dots$

里德堡常数的测定是光谱学的一个重要问题。在19世纪末，人们已经知道氢原子的光谱线可以用一个简单的公式来描述，即里德堡公式。这个公式中的  $R$  就是里德堡常数。它的测定对于理解原子的内部结构有着重要的意义。

里德堡常数的测定可以通过多种方法进行。其中一种方法是利用氢原子的光谱线。通过测量氢原子的光谱线波长，可以计算出里德堡常数。另一种方法是利用X射线的衍射实验。通过测量X射线的衍射角，也可以计算出里德堡常数。里德堡常数的测定精度在20世纪初达到了很高的水平。J. Stark 和 J.W. Nicholson 等人的工作为里德堡常数的测定做出了重要贡献。

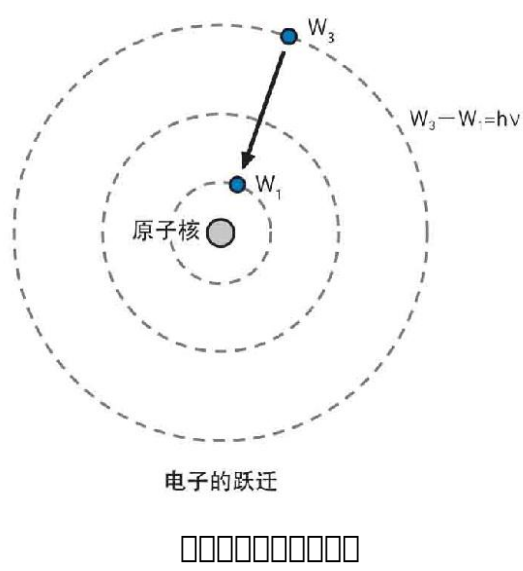
里德堡常数的测定是光谱学的一个重要问题。在19世纪末，人们已经知道氢原子的光谱线可以用一个简单的公式来描述，即里德堡公式。这个公式中的  $R$  就是里德堡常数。它的测定对于理解原子的内部结构有着重要的意义。

里德堡常数的测定可以通过多种方法进行。其中一种方法是利用氢原子的光谱线。通过测量氢原子的光谱线波长，可以计算出里德堡常数。另一种方法是利用X射线的衍射实验。通过测量X射线的衍射角，也可以计算出里德堡常数。里德堡常数的测定精度在20世纪初达到了很高的水平。J. Stark 和 J.W. Nicholson 等人的工作为里德堡常数的测定做出了重要贡献。



玻尔认为原子中电子的能量是量子化的，即电子只能在某些特定的能量状态（轨道）上运动。当电子从能量较高的状态（ $W_3$ ）跃迁到能量较低的状态（ $W_1$ ）时，会以光子的形式释放出能量。光子的能量  $W_3 - W_1$  等于  $h\nu$ ，其中  $h$  是普朗克常数， $\nu$  是光子的频率。

玻尔在1913年发表了题为“On the Constitution of Atoms and Molecules”的论文，其中提出了“Systems Containing Only A Single Nucleus”和“Systems Containing Several Nuclei”的概念。这篇论文发表在1913年3月9日的《Philosophical Magazine》杂志上。



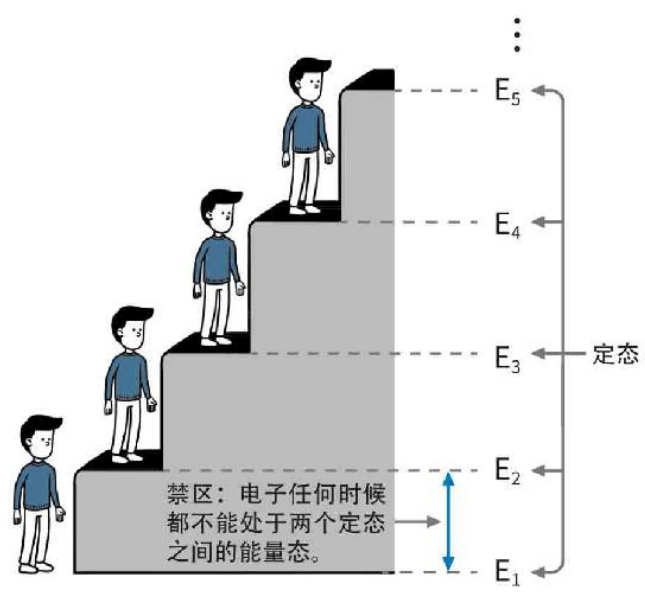
玻尔模型在1900年提出，但在1913年得到了进一步的完善。玻尔模型成功解释了氢原子的光谱，并引入了量子化的概念。然而，该模型在解释更复杂的原子（如多电子原子）时遇到了困难，这最终导致了量子力学的发展。





量子力学告诉我们，电子在原子中的能量是量子化的，即只能取某些特定的值。这些特定的能量值称为定态。电子在定态之间跃迁时，会吸收或发射光子。光子的能量等于两个定态之间的能量差。这就是为什么原子光谱是线状谱的原因。

在量子力学中，电子的能量是量子化的，这意味着电子只能处于某些特定的能量状态，而不能处于两个定态之间的能量态。



量子化能级

量子力学告诉我们，电子在原子中的能量是量子化的，即只能取某些特定的值。这些特定的能量值称为定态。电子在定态之间跃迁时，会吸收或发射光子。光子的能量等于两个定态之间的能量差。这就是为什么原子光谱是线状谱的原因。





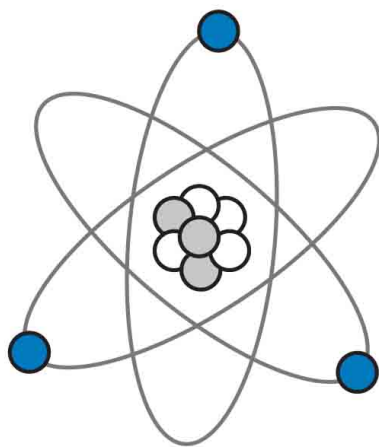






1913年，年轻的物理学家尼尔斯·玻尔（Niels Bohr）提出了他的原子模型，这个模型在当时是革命性的。

玻尔模型的核心思想是：电子在原子核周围并不是随意运动的，而是只能在特定的、分立的轨道上运动。这些轨道被称为“定态”（stationary states）。当电子在这些定态上运动时，它不会辐射能量。只有当电子从一个定态跃迁到另一个定态时，才会吸收或发射能量，这种能量是以光子的形式表现出来的。



玻尔模型

玻尔模型成功地解释了氢原子的光谱线，但它在处理更复杂的原子时遇到了困难。1925年，物理学家保罗·狄拉克（Paul Dirac）提出了相对论量子力学方程，这个方程不仅考虑了量子力学，还考虑了狭义相对论。狄拉克方程的一个重要预言是：电子的自旋（spin）会导致其能级发生微小的分裂，这种现象被称为“反常塞曼效应”（Anomalous Zeeman Effect）。狄拉克方程还预言了电子的自旋量子数为  $1/2$ 。

玻尔模型和狄拉克方程共同构成了现代量子力学的基础。

量子力学的发展彻底改变了我们对微观世界的认识，它揭示了自然界的许多奇妙现象，如量子纠缠、量子隧穿等。

1927年，Pauli和Landé一起提出了著名的Pauli不相容原理，指出在同一个原子中，不可能有两个或两个以上的电子具有完全相同的量子态。这一原理是量子力学中描述多电子系统的基础之一。



Wolfgang Ernst Pauli 1900—1958

1928年，Pauli和Landé一起提出了著名的Pauli不相容原理。

1928年，Pauli和Landé一起提出了著名的Pauli不相容原理。Pauli不相容原理指出，在同一个原子中，不可能有两个或两个以上的电子具有完全相同的量子态。这一原理是量子力学中描述多电子系统的基础之一。Pauli不相容原理的提出，为理解原子结构和元素周期表提供了重要的理论基础。

1928年，Pauli和Landé一起提出了著名的Pauli不相容原理。Pauli不相容原理指出，在同一个原子中，不可能有两个或两个以上的电子具有完全相同的量子态。这一原理是量子力学中描述多电子系统的基础之一。Pauli不相容原理的提出，为理解原子结构和元素周期表提供了重要的理论基础。



纽伦堡审判庭

1925-1926年，德国政府开始对纳粹党进行镇压，许多纳粹党成员被逮捕并关押在集中营。1933年，希特勒成为德国总理，纳粹党开始在全国范围内推行其极权统治。1934年，希特勒颁布了《授权法案》，使纳粹党获得了独裁权力。1935年，希特勒颁布了《纽伦堡法案》，剥夺了犹太人的公民权利。1936年，希特勒进军莱茵兰，违反了《凡尔赛条约》。1938年，希特勒吞并了奥地利。1939年，希特勒入侵波兰，第二次世界大战爆发。1941年，希特勒下令实施“最终解决方案”，开始大规模屠杀犹太人。1945年，德国无条件投降，纳粹德国灭亡。

纽伦堡审判是第二次世界大战结束后，盟军对纳粹德国战犯进行审判的重要事件。1945年10月，盟军成立了纽伦堡国际军事法庭，开始对纳粹德国的高级官员进行审判。1946年1月，审判正式开始。1946年10月，审判结束。1946年12月，法庭对12名被告进行了判决。其中，11人被判处死刑，1人被判处有期徒刑。纽伦堡审判是国际法史上的一次重要事件，为后来的国际刑事司法奠定了基础。

纽伦堡审判对国际法的发展产生了深远影响。首先，它确立了个人在国际法中的责任，即个人不能以国家名义为借口逃避法律责任。其次，它确立了国际刑事司法的原则，即国际法不仅适用于国家，也适用于个人。最后，它确立了国际人道法的原则，即战争期间对平民和战俘的待遇必须符合人道主义原则。纽伦堡审判为后来的国际刑事司法提供了重要的法律依据和实践经验。

物理學界中，最具有權威性的學術組織莫過於巴黎科學院。1921年9月，巴黎科學院在巴黎舉行了第36屆年會，會中討論了許多重要的物理學問題。O. Frisch、J. Franck、C. Darwin、N. Mott、L. Landau、L. Pauling、G. Gamov..... 這些物理學家在會上發表了許多重要的論文，這些論文對物理學的發展產生了深遠的影響。

## Part. 3

巴黎科學院在1921年9月舉行了第36屆年會，會中討論了許多重要的物理學問題。Prince Louis Victor Pierre Raymond de Broglie 在會上發表了許多重要的論文，這些論文對物理學的發展產生了深遠的影響。

“Prince” 是 Prince 的稱號，而 “Viscount” 是 Viscount 的稱號，而 “Baron” 是 Baron 的稱號。1733-1735 年，1740-1748 年，1756-1763 年，1775-1782 年，1789-1848 年，Francis II，Louis Philippe，Duc，Duke，Duc de Broglie。



路易·德布罗意 Louis de Broglie 1892—1987

路易·德布罗意（Louis de Broglie，1892—1987）是法国物理学家，也是量子力学的奠基人之一。他于1892年11月14日出生在法国巴黎，1987年3月28日去世。他毕业于巴黎综合理工学院，并在巴黎大学获得博士学位。他的主要贡献在于提出了物质波理论，即所有物质都具有波动性。这一理论为量子力学的发展奠定了基础。他的著作《Histoire de l'église et de l'empire romain》（1898）和《1910》（1910）是法国文学史上的重要作品。1911年，他出版了“量子”理论，这是量子力学的重要里程碑。他的理论在物理学史上具有深远的影响。

路易·德布罗意（Louis de Broglie，1892—1987）是法国物理学家，也是量子力学的奠基人之一。他于1892年11月14日出生在法国巴黎，1987年3月28日去世。他毕业于巴黎综合理工学院，并在巴黎大学获得博士学位。他的主要贡献在于提出了物质波理论，即所有物质都具有波动性。这一理论为量子力学的发展奠定了基础。他的著作《Histoire de l'église et de l'empire romain》（1898）和《1910》（1910）是法国文学史上的重要作品。1911年，他出版了“量子”理论，这是量子力学的重要里程碑。他的理论在物理学史上具有深远的影响。

路易·德布罗意（Louis de Broglie，1892—1987）是法国物理学家，也是量子力学的奠基人之一。他于1892年11月14日出生在法国巴黎，1987年3月28日去世。他毕业于巴黎综合理工学院，并在巴黎大学获得博士学位。他的主要贡献在于提出了物质波理论，即所有物质都具有波动性。这一理论为量子力学的发展奠定了基础。他的著作《Histoire de l'église et de l'empire romain》（1898）和《1910》（1910）是法国文学史上的重要作品。1911年，他出版了“量子”理论，这是量子力学的重要里程碑。他的理论在物理学史上具有深远的影响。

光の速度が有限であることは、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。これは、光の速度が有限であることが、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。

光の速度が有限であることは、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。これは、光の速度が有限であることが、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。

20世紀の物理学の革命は、光の速度が有限であることが、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。これは、光の速度が有限であることが、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。

光の速度が有限であることは、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。これは、光の速度が有限であることが、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。

光の速度が有限であることは、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。これは、光の速度が有限であることが、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。

光の速度が有限であることは、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。これは、光の速度が有限であることが、光の波長が非常に短いとき、光の速度が無限大であるかのように見えます。

波函数  $\psi$  的模平方  $|\psi|^2$  表示在位置  $\mathbf{r}$  处找到粒子的概率密度。对于自由粒子，波函数可以表示为平面波  $e^{i(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r} - \omega t)}$ ，其中  $\mathbf{k}$  是波矢， $\omega$  是角频率。粒子的动量  $\mathbf{p} = \hbar\mathbf{k}$ ，能量  $E = \hbar\omega$ 。对于非相对论自由粒子，能量  $E = \frac{p^2}{2m}$ ，因此  $\omega = \frac{\hbar k^2}{2m}$ 。波矢  $k$  与波长  $\lambda$  的关系为  $k = 2\pi/\lambda$ 。

德布罗意假设指出，任何具有动量  $p$  的粒子都具有波动性，其波长  $\lambda$  由下式给出：

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv_0} \quad (2)$$

其中  $h$  是普朗克常数， $m$  是粒子的静止质量， $v_0$  是粒子的速度。这个公式表明，粒子的波长与其动量成反比。对于宏观物体，动量很大，波长非常小，波动性不明显；对于微观粒子，动量很小，波长较大，波动性显著。

德布罗意假设是量子力学的重要基础之一。它导致了薛定谔方程的建立，该方程描述了波函数的演化。薛定谔方程的解给出了粒子的波函数，从而可以计算出粒子的各种物理性质。德布罗意假设还导致了波粒二象性的概念，即粒子既具有粒子性，也具有波动性。这一概念是量子力学区别于经典力学的关键。

德布罗意假设的另一个重要推论是，粒子的能量  $E$  与其频率  $\omega$  的关系为  $E = \hbar\omega$ 。这个关系式在量子力学中有着广泛的应用。例如，在原子物理学中，它用于解释原子的能级结构；在固体物理学中，它用于解释固体的导电性。

德布罗意假设的提出，标志着量子力学的诞生。它彻底改变了人们对微观世界的认识，为现代物理学的发展奠定了基础。

## Part. 4

1927年，C.J. Davisson 和 L. H. Germer 进行了著名的电子衍射实验，证实了电子的波动性。

O.W. Richardson 在 1925 年 AT&T 实验室与 Walter Gifford 合作，在 Bell Labs 进行了相关研究。

1925 年，nickel 晶体被用作电子衍射实验的靶材，观察到清晰的衍射图案，进一步验证了量子力学理论。



电子衍射实验装置

该实验为量子力学的发展提供了重要证据，证明了微观粒子具有波粒二象性。

1927年，戴维孙和G.P.汤姆孙分别独立地证实了电子的波动性。戴维孙的实验装置如图1所示，电子束通过晶体（镍晶体）后，在探测器上形成了衍射图样。这一实验结果与X射线的衍射图样非常相似，从而证明了电子具有波动性。

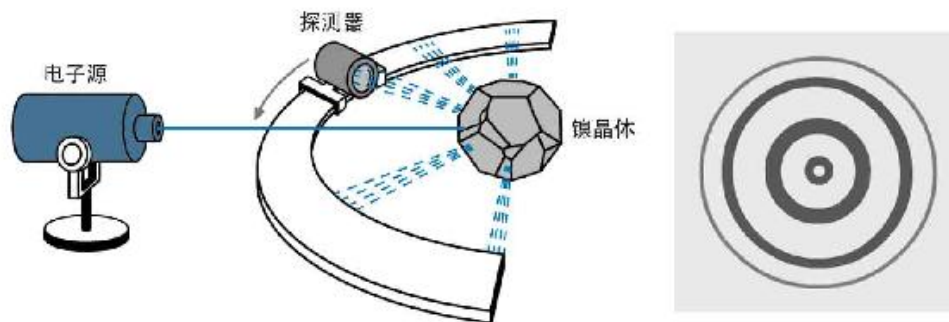


图1 戴维孙-汤姆孙实验装置及衍射图样

1927年，戴维孙和G.P.汤姆孙分别独立地证实了电子的波动性。戴维孙的实验装置如图1所示，电子束通过晶体（镍晶体）后，在探测器上形成了衍射图样。这一实验结果与X射线的衍射图样非常相似，从而证明了电子具有波动性。

1927年，G.P.汤姆孙和J.J.汤姆孙分别独立地证实了电子的波动性。汤姆孙的实验装置如图2所示，电子束通过晶体（镍晶体）后，在探测器上形成了衍射图样。这一实验结果与X射线的衍射图样非常相似，从而证明了电子具有波动性。

1937年，戴维孙和G.P.汤姆孙分别独立地证实了电子的波动性。戴维孙的实验装置如图1所示，电子束通过晶体（镍晶体）后，在探测器上形成了衍射图样。这一实验结果与X射线的衍射图样非常相似，从而证明了电子具有波动性。





1926年，J.J. Thomson 发现电子，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。

1927年，C.T.R. Wilson 发现云室，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。1927年，J.J. Thomson 发现电子，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。1927年，C.T.R. Wilson 发现云室，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。

1927年，C.T.R. Wilson 发现云室，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。1927年，J.J. Thomson 发现电子，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。1927年，C.T.R. Wilson 发现云室，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。

1927年，C.T.R. Wilson 发现云室，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。1927年，J.J. Thomson 发现电子，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。1927年，C.T.R. Wilson 发现云室，证明原子是可分的，从而推翻了道尔顿的原子论。



印度Satyendra Nath Bose 1894—1974

印度物理学家，1923年与德国物理学家Walther Bothe共同发现α粒子的自旋为1，1924年提出玻色-爱因斯坦统计，60年代提出超流理论。

印度物理学家S.N. Bose在1924年向德国物理学家Albert Einstein提出关于量子统计的问题，Einstein在1925年发表文章，将Bose的统计方法推广到光子，从而提出了玻色-爱因斯坦统计。1926年，Bose在《Zeitschrift für Physik》上发表文章，提出光子气体的统计方法，Einstein在1927年发表文章，将Bose的统计方法推广到原子，从而提出了玻色-爱因斯坦统计。1997年，Bose的统计方法被用于解释超流现象。

玻色-爱因斯坦统计是量子统计的一种，适用于自旋为整数的粒子，如光子、原子等。它与费米-狄拉克统计不同，后者适用于自旋为半整数的粒子，如电子、质子等。玻色-爱因斯坦统计在低温下表现出许多有趣的性质，如超流、超导等。

1919年，J.J. 在《*Journal of the Royal Anthropological Institute*》发表文章，指出“文明”是一个相对的概念，不同文化背景下的“文明”标准不同。他批评了当时流行的“文明标准”，认为这种标准是欧洲中心主义的体现，忽视了其他文化的价值。

1920年，J.J. 在《*Journal of the Royal Anthropological Institute*》发表文章，指出“文明”是一个相对的概念，不同文化背景下的“文明”标准不同。他批评了当时流行的“文明标准”，认为这种标准是欧洲中心主义的体现，忽视了其他文化的价值。

1924年，J.C. Slater 在《*Journal of the Royal Anthropological Institute*》发表文章，指出“文明”是一个相对的概念，不同文化背景下的“文明”标准不同。他批评了当时流行的“文明标准”，认为这种标准是欧洲中心主义的体现，忽视了其他文化的价值。

1925年，J.C. Slater 在《*Journal of the Royal Anthropological Institute*》发表文章，指出“文明”是一个相对的概念，不同文化背景下的“文明”标准不同。他批评了当时流行的“文明标准”，认为这种标准是欧洲中心主义的体现，忽视了其他文化的价值。

1926年，J.C. Slater 在《*Journal of the Royal Anthropological Institute*》发表文章，指出“文明”是一个相对的概念，不同文化背景下的“文明”标准不同。他批评了当时流行的“文明标准”，认为这种标准是欧洲中心主义的体现，忽视了其他文化的价值。

1927年，J.C. Slater 在《*Journal of the Royal Anthropological Institute*》发表文章，指出“文明”是一个相对的概念，不同文化背景下的“文明”标准不同。他批评了当时流行的“文明标准”，认为这种标准是欧洲中心主义的体现，忽视了其他文化的价值。



1900年，英国物理学家约瑟夫·斯宾塞（Joseph Spence）首次提出了“斯宾塞效应”（Spence effect），即在某些条件下，材料的电阻率会随着温度的升高而降低。这一现象在超导材料中尤为显著。

斯宾塞效应的发现为超导理论的研究提供了重要的实验依据。在超导体中，当温度降低到临界温度以下时，电阻会突然降为零，这种现象被称为超导。斯宾塞效应的研究不仅加深了人们对超导现象的理解，也为超导材料的应用奠定了基础。

- 
- 斯宾塞效应的物理机制可以用朗道理论来解释。朗道理论认为，在超导体中，电子会形成库珀对（Cooper pairs），这些库珀对的运动不受晶格散射的影响，因此电阻为零。斯宾塞效应的发现为朗道理论提供了实验支持。
  - 斯宾塞效应的研究还揭示了超导材料的许多其他特性，如零电阻、完全抗磁性（迈斯纳效应）等。这些特性使得超导材料在电力传输、磁悬浮列车等领域具有广泛的应用前景。
  - 斯宾塞效应的发现也促进了人们对超导材料的研究。许多科学家开始寻找新的超导材料，以提高超导体的临界温度和临界磁场。目前，科学家们已经发现了许多新的超导材料，如铜氧化物超导体、铁基超导体等。
  - 斯宾塞效应的研究还推动了超导理论的发展。科学家们提出了许多新的理论模型来解释超导现象，如BCS理论、Ginzburg-Landau理论等。这些理论模型为超导材料的研究提供了重要的理论指导。
  - 斯宾塞效应的发现也促进了超导材料的应用研究。科学家们开始探索超导材料在电力传输、磁悬浮列车、医疗设备等领域的应用。目前，超导材料的应用已经取得了一些进展，但仍面临许多挑战，如超导材料的制备、成本等问题。
  - 斯宾塞效应的研究还促进了人们对超导材料的基本性质的研究。科学家们开始研究超导材料的微观结构、电子结构等，以深入了解超导现象的本质。这些研究为超导材料的设计和制备提供了重要的参考。







1925年4月27日，在莫斯科召开的俄共（布）中央全会上，斯大林在报告中提出，在文学艺术领域，必须实行“社会主义现实主义”的创作方法。这一方法要求艺术家在创作时必须从现实出发，反映现实，同时又要通过艺术形象来表现对未来的理想。这一方法在苏联文学艺术领域得到了广泛的应用，成为苏联文学艺术创作的主导方法。在苏联文学艺术领域，这一方法得到了广泛的应用，成为苏联文学艺术创作的主导方法。在苏联文学艺术领域，这一方法得到了广泛的应用，成为苏联文学艺术创作的主导方法。

在苏联文学艺术领域，这一方法得到了广泛的应用，成为苏联文学艺术创作的主导方法。在苏联文学艺术领域，这一方法得到了广泛的应用，成为苏联文学艺术创作的主导方法。在苏联文学艺术领域，这一方法得到了广泛的应用，成为苏联文学艺术创作的主导方法。

Matrix是一个数学软件，它可以帮助用户进行各种数学运算。Matrix可以用于求解线性方程组、计算矩阵的行列式、计算矩阵的逆等等。Matrix还可以用于求解微分方程、计算矩阵的特征值和特征向量等等。Matrix是一个非常强大的数学软件，它在数学领域得到了广泛的应用。

Matrix是一个数学软件，它可以帮助用户进行各种数学运算。Matrix可以用于求解线性方程组、计算矩阵的行列式、计算矩阵的逆等等。Matrix还可以用于求解微分方程、计算矩阵的特征值和特征向量等等。Matrix是一个非常强大的数学软件，它在数学领域得到了广泛的应用。

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$$

Matrix是一个数学软件，它可以帮助用户进行各种数学运算。Matrix可以用于求解线性方程组、计算矩阵的行列式、计算矩阵的逆等等。Matrix还可以用于求解微分方程、计算矩阵的特征值和特征向量等等。Matrix是一个非常强大的数学软件，它在数学领域得到了广泛的应用。

Matrix是一个数学软件，它可以帮助用户进行各种数学运算。Matrix可以用于求解线性方程组、计算矩阵的行列式、计算矩阵的逆等等。Matrix还可以用于求解微分方程、计算矩阵的特征值和特征向量等等。Matrix是一个非常强大的数学软件，它在数学领域得到了广泛的应用。

光電效應實驗結果顯示，光電效应的發生與光的頻率有關，與光的強度無關。當光的頻率低於某一特定值時，無論光的強度多大，都不會產生光電效應。只有當光的頻率高於這一特定值時，光電效應才會發生，且光電效应的強度與光的強度成正比。——這就是光電效應的實驗結果——

光電效應實驗結果顯示

## Part. 2

光電效應實驗結果顯示，光電效应的發生與光的頻率有關，與光的強度無關。當光的頻率低於某一特定值時，無論光的強度多大，都不會產生光電效應。只有當光的頻率高於這一特定值時，光電效應才會發生，且光電效应的強度與光的強度成正比。

光電效應實驗結果顯示，光電效应的發生與光的頻率有關，與光的強度無關。當光的頻率低於某一特定值時，無論光的強度多大，都不會產生光電效應。只有當光的頻率高於這一特定值時，光電效應才會發生，且光電效应的強度與光的強度成正比。

光電效應實驗結果顯示，光電效应的發生與光的頻率有關，與光的強度無關。當光的頻率低於某一特定值時，無論光的強度多大，都不會產生光電效應。只有當光的頻率高於這一特定值時，光電效應才會發生，且光電效应的強度與光的強度成正比。——這就是光電效應的實驗結果——

光電效應實驗結果顯示，光電效应的發生與光的頻率有關，與光的強度無關。當光的頻率低於某一特定值時，無論光的強度多大，都不會產生光電效應。只有當光的頻率高於這一特定值時，光電效應才會發生，且光電效应的強度與光的強度成正比。——這就是光電效應的實驗結果——

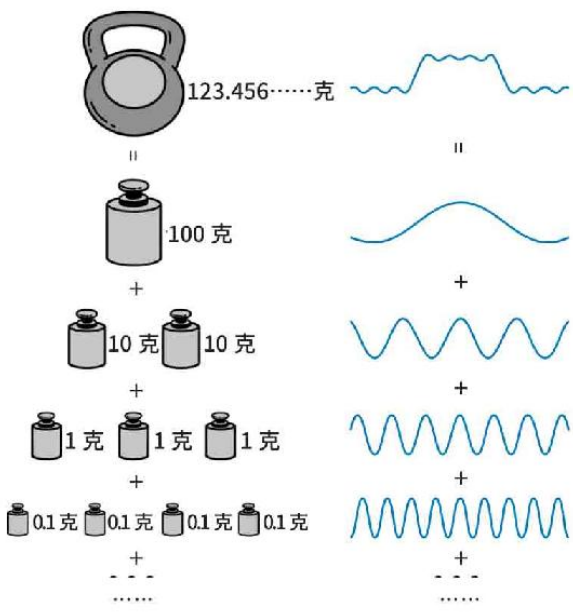
123.456..... 100 2 10 3 1 4 0.1 5 0.01 6 0.001  
 .....  
 123.456..... 100 2 10 3 1 4 0.1 5 0.01 6 0.001  
 .....  
 123.456..... 100 2 10 3 1 4 0.1 5 0.01 6 0.001  
 .....  
 123.456..... 100 2 10 3 1 4 0.1 5 0.01 6 0.001  
 .....

123.456..... 100 2 10 3 1 4 0.1 5 0.01 6 0.001  
 .....

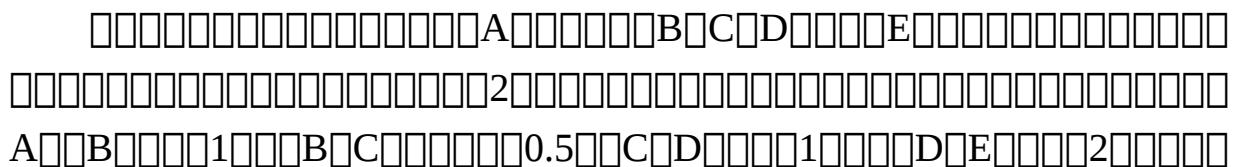
123.456..... 100 2 10 3 1 4 0.1 5 0.01 6 0.001  
 .....

$$X(v) = F_{-n}e^{-inv} + \dots + F_{-2}e^{-i2v} + F_{-1}e^{-iv} + F_0 + F_1e^{iv} + F_2e^{i2v} + \dots + F_ne^{inv}$$

123.456..... 100 2 10 3 1 4 0.1 5 0.01 6 0.001  
 .....



123.456..... 100 2 10 3 1 4 0.1 5 0.01 6 0.001  
 .....

[illegible]

从B到E的乘车费用为 $0.5+1+2=3.5$ 元。从D到A的乘车费用为 $1+0.5+1=2.5$ 元。

假设从A到B的乘车费用为0元，从B到C的乘车费用为1元，从C到D的乘车费用为1.5元，从D到E的乘车费用为2.5元，从E到A的乘车费用为4.5元。那么，从A到E的乘车费用为“0+1+1.5+2.5+4.5=9.5元”。

| 站点 | 坐标（车费能级） |
|----|----------|
| A  | 0        |
| B  | 1        |
| C  | 1.5      |
| D  | 2.5      |
| E  | 4.5      |

从A到E的乘车费用为“0+1+1.5+2.5+4.5=9.5元”。从E到A的乘车费用为“4.5+2.5+1.5+1+0=9.5元”。

从A到B的乘车费用为0元，从B到C的乘车费用为1元，从C到D的乘车费用为1.5元，从D到E的乘车费用为2.5元，从E到A的乘车费用为4.5元。那么，从A到E的乘车费用为“0+1+1.5+2.5+4.5=9.5元”。

从A到B的乘车费用为0元，从B到C的乘车费用为1元，从C到D的乘车费用为1.5元，从D到E的乘车费用为2.5元，从E到A的乘车费用为4.5元。

| 站点 | A   | B   | C   | D   | E   |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A  | 0   | 1   | 1.5 | 2.5 | 4.5 |
| B  | 1   | 0   | 0.5 | 1.5 | 3.5 |
| C  | 1.5 | 0.5 | 0   | 1   | 3   |
| D  | 2.5 | 1.5 | 1   | 0   | 2   |
| E  | 4.5 | 3.5 | 3   | 2   | 0   |



1905年12月13日  
1923年31日  
1925年25日  
23日  
25日  
23日  
23日  
38日  
43日  
“”  
“”

“”  
“”  
“”

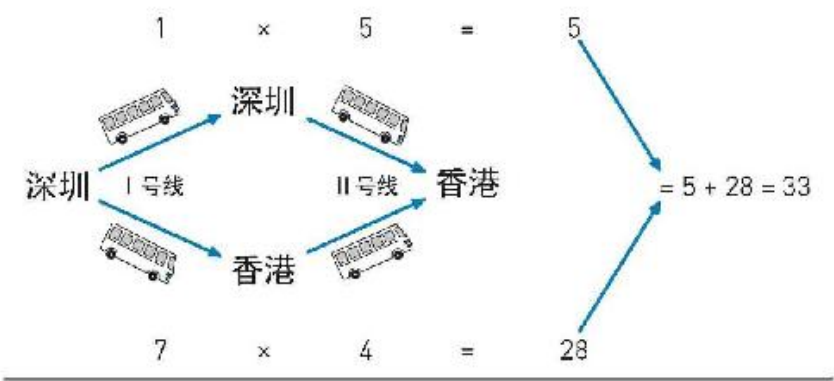
Part. 3

$$\begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 8 & 3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 6 & 4 \end{pmatrix} = ?$$

1  
7  
8

|         |     |     |          |     |     |
|---------|-----|-----|----------|-----|-----|
| 巴士 I 号线 | →深圳 | →香港 | 巴士 II 号线 | →深圳 | →香港 |
| 深圳→     | 1   | 7   | 深圳→      | 2   | 5   |
| 香港→     | 8   | 3   | 香港→      | 6   | 4   |

1 号线 5 站 = 5  
 7 站 4 站 = 28  
 5 + 28 = 33



$$\begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 8 & 3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 6 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & 33 \\ c & d \end{pmatrix}$$

右上托的b:  
 号线转II号线, 从深圳到香港  
 的两种可能路线的叠加

1 号线 5 站 = 5  
 7 站 4 站 = 28  
 5 + 28 = 33

1 号线 5 站 = 5  
 7 站 4 站 = 28  
 5 + 28 = 33

$$\begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 8 & 3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 6 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

1 号线 5 站 = 5  
 7 站 4 站 = 28  
 5 + 28 = 33

1 号线 5 站 = 5  
 7 站 4 站 = 28  
 5 + 28 = 33

1 号线 5 站 = 5  
 7 站 4 站 = 28  
 5 + 28 = 33





1970年代，美國數學家范德瓦登（Van der Waerden）證明，對於任何正整數  $k$ ，總存在一個正整數  $N$ ，使得任何將  $\{1, 2, \dots, N\}$  染成  $k$  種顏色的方式，都包含一個長度為  $k$  的等差數列。

范德瓦登的證明是基於組合數學中的 Ramsey 理論。他證明了，對於任何正整數  $k$ ，總存在一個正整數  $N$ ，使得任何將  $\{1, 2, \dots, N\}$  染成  $k$  種顏色的方式，都包含一個長度為  $k$  的等差數列。

范德瓦登的證明是基於組合數學中的 Ramsey 理論。他證明了，對於任何正整數  $k$ ，總存在一個正整數  $N$ ，使得任何將  $\{1, 2, \dots, N\}$  染成  $k$  種顏色的方式，都包含一個長度為  $k$  的等差數列。

## 等差數列

在數學中，等差數列（Arithmetic Progression）是指一個數列，其中任意兩項之差都等於同一個常數。例如， $1, 3, 5, 7, 9$  是一個公差為 2 的等差數列。

1858 年，英國數學家 Arthur Cayley 證明了，對於任何正整數  $k$ ，總存在一個正整數  $N$ ，使得任何將  $\{1, 2, \dots, N\}$  染成  $k$  種顏色的方式，都包含一個長度為  $k$  的等差數列。

Cayley 的證明是基於組合數學中的 Ramsey 理論。他證明了，對於任何正整數  $k$ ，總存在一個正整數  $N$ ，使得任何將  $\{1, 2, \dots, N\}$  染成  $k$  種顏色的方式，都包含一個長度為  $k$  的等差數列。

范德瓦登的證明是基於組合數學中的 Ramsey 理論。他證明了，對於任何正整數  $k$ ，總存在一個正整數  $N$ ，使得任何將  $\{1, 2, \dots, N\}$  染成  $k$  種顏色的方式，都包含一個長度為  $k$  的等差數列。



量子力学の基礎となる原理は、古典力学とは異なり、確率的な性質を持つ。1927年のハイゼンベルクの不確定性原理は、位置と運動量の同時測定に根本的な限界を示した。これは、粒子の位置と運動量を同時に正確に測定することは不可能であることを示している。

量子力学の発展は、原子の構造や光の性質の理解に大きく貢献した。特に、原子のエネルギーレベルの離散性は、量子力学の重要な特徴の一つである。

量子力学の基礎となる原理は、古典力学とは異なり、確率的な性質を持つ。1927年のハイゼンベルクの不確定性原理は、位置と運動量の同時測定に根本的な限界を示した。これは、粒子の位置と運動量を同時に正確に測定することは不可能であることを示している。

量子力学の発展は、原子の構造や光の性質の理解に大きく貢献した。特に、原子のエネルギーレベルの離散性は、量子力学の重要な特徴の一つである。

量子力学の基礎となる原理は、古典力学とは異なり、確率的な性質を持つ。

$$pq - qp = \frac{h}{2\pi i} I$$

量子力学の基礎となる原理は、古典力学とは異なり、確率的な性質を持つ。1927年のハイゼンベルクの不確定性原理は、位置と運動量の同時測定に根本的な限界を示した。これは、粒子の位置と運動量を同時に正確に測定することは不可能であることを示している。

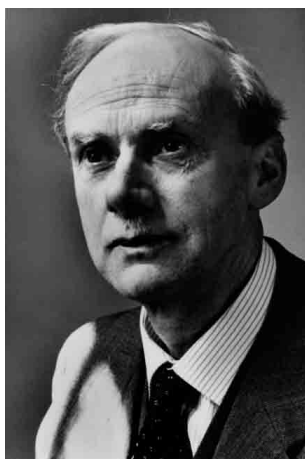
量子力学の発展は、原子の構造や光の性質の理解に大きく貢献した。特に、原子のエネルギーレベルの離散性は、量子力学の重要な特徴の一つである。



“我對物理學有一種特殊的興趣，因為它是我唯一能理解的科學。”

1929年，他出版了第一本書《量子力學原理》，這本書在物理學界引起了轟動。他還出版了另一本書《量子場論》，這本書在量子場論的發展中起到了關鍵作用。

“我對物理學有一種特殊的興趣，因為它是我唯一能理解的科學。”



Paul Dirac 1902—1984

1921年，他出版了第一本書《量子力學原理》，這本書在物理學界引起了轟動。他還出版了另一本書《量子場論》，這本書在量子場論的發展中起到了關鍵作用。

1925年，他出版了第一本書《量子力學原理》，這本書在物理學界引起了轟動。他還出版了另一本書《量子場論》，這本書在量子場論的發展中起到了關鍵作用。



$p \times q \neq q \times p$  的充分必要条件是“ $p$ ”和“ $q$ ”中至少有一个是假命题。如果“ $p$ ”和“ $q$ ”都是真命题，那么“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”都是真命题，这与已知条件矛盾。因此，“ $p$ ”和“ $q$ ”中至少有一个是假命题。反之，如果“ $p$ ”和“ $q$ ”中至少有一个是假命题，那么“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”中至少有一个是假命题，这与已知条件矛盾。因此，“ $p$ ”和“ $q$ ”中至少有一个是假命题是“ $p \times q \neq q \times p$ ”的充分必要条件。

设“ $p$ ”和“ $q$ ”是两个命题，那么“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况如下表所示：

| $p$ | $q$ | $p \times q$ | $q \times p$ |
|-----|-----|--------------|--------------|
| 真   | 真   | 真            | 真            |
| 真   | 假   | 假            | 假            |
| 假   | 真   | 假            | 假            |
| 假   | 假   | 假            | 假            |

由上表可知，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同。因此，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同。反之，如果“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同，那么“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况也完全相同。因此，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同是“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况完全相同的充分必要条件。

“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况完全相同是“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同的充分必要条件。设“ $p$ ”和“ $q$ ”是两个命题，那么“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况如下表所示：

| $p$ | $q$ | $p \times q$ | $q \times p$ |
|-----|-----|--------------|--------------|
| 真   | 真   | 真            | 真            |
| 真   | 假   | 假            | 假            |
| 假   | 真   | 假            | 假            |
| 假   | 假   | 假            | 假            |

由上表可知，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同。因此，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同。反之，如果“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同，那么“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况也完全相同。因此，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同是“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况完全相同的充分必要条件。

设“ $p$ ”和“ $q$ ”是两个命题，那么“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况如下表所示：

| $p$ | $q$ | $p \times q$ | $q \times p$ |
|-----|-----|--------------|--------------|
| 真   | 真   | 真            | 真            |
| 真   | 假   | 假            | 假            |
| 假   | 真   | 假            | 假            |
| 假   | 假   | 假            | 假            |

由上表可知，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同。因此，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同。反之，如果“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同，那么“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况也完全相同。因此，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同是“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况完全相同的充分必要条件。

设“ $p$ ”和“ $q$ ”是两个命题，那么“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况如下表所示：

| $p$ | $q$ | $p \times q$ | $q \times p$ |
|-----|-----|--------------|--------------|
| 真   | 真   | 真            | 真            |
| 真   | 假   | 假            | 假            |
| 假   | 真   | 假            | 假            |
| 假   | 假   | 假            | 假            |

由上表可知，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同。因此，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同。反之，如果“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同，那么“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况也完全相同。因此，“ $p \times q$ ”和“ $q \times p$ ”的真假情况完全相同是“ $p$ ”和“ $q$ ”的真假情况完全相同的充分必要条件。

量子力学の発展は、1925年3月に、  
シュレーディンガーの“波動方程式”の発表で始まりました。

シュレーディンガーは“波動方程式”を発表して1/2世紀経たず、1925年  
に、ハイゼンベルグの“行列力学”を発表しました。この二つの理論は、  
量子力学の基礎を築きました。

シュレーディンガーの“波動方程式”は、粒子の波動性を説明する3次元の  
波動方程式です。一方、ハイゼンベルグの“行列力学”は、粒子の粒子性を  
説明する行列力学です。この二つの理論は、量子力学の基礎を築きました。  
シュレーディンガーの理論は、波動関数を用いて、粒子の位置と運動量を  
計算します。一方、ハイゼンベルグの理論は、粒子の位置と運動量を  
行列で表現し、その時間発展を計算します。この二つの理論は、量子力学の  
基礎を築きました。

1925年、シュレーディンガーとハイゼンベルグは、量子力学の基礎を築きました。  
シュレーディンガーは、波動関数を用いて、粒子の位置と運動量を計算し  
ました。一方、ハイゼンベルグは、粒子の位置と運動量を行列で表現し、  
その時間発展を計算しました。この二つの理論は、量子力学の基礎を築  
きました。Paul Ehrenfestは、シュレーディンガーの理論とハイゼンベルグ  
の理論の関係を明らかにしました。彼は、10月、*Nature* に「シュレー  
ディンガーの波動方程式とハイゼンベルグの行列力学」を発表しました。

シュレーディンガーの理論は、波動関数を用いて、粒子の位置と運動量を  
計算します。1926年、シュレーディンガーは「波動関数の物理的意義」  
を発表しました。この論文は、量子力学の基礎を築きました。2月、  
シュレーディンガーは「波動関数の物理的意義」を発表しました。この  
論文は、量子力学の基礎を築きました。









Erwin Schrödinger 1887—1961

1925年，奥地利物理学家埃尔温·薛定谔在瑞士Arosa（阿罗萨）·伯特尔（Annemarie Bertel）于1920年结婚。薛定谔在1925年出版了他的著作《量子理论》，这是量子力学发展史上的重要里程碑。

1925年，薛定谔在瑞士Arosa（阿罗萨）·伯特尔（Annemarie Bertel）于1920年结婚。薛定谔在1925年出版了他的著作《量子理论》，这是量子力学发展史上的重要里程碑。12月，薛定谔在Arosa（阿罗萨）·伯特尔（Annemarie Bertel）于1920年结婚。薛定谔在1925年出版了他的著作《量子理论》，这是量子力学发展史上的重要里程碑。

薛定谔在1925年出版了他的著作《量子理论》，这是量子力学发展史上的重要里程碑。12月，薛定谔在Arosa（阿罗萨）·伯特尔（Annemarie Bertel）于1920年结婚。薛定谔在1925年出版了他的著作《量子理论》，这是量子力学发展史上的重要里程碑。

薛定諤方程的解，即波函數  $\psi$ ，必須滿足波函數的歸一化條件，即波函數在全空間的積分等於1。這意味著波函數必須是有限的、單值的、連續的，並且在無限遠處趨於零。這些條件是求解薛定諤方程時必須考慮的。

$$\Delta\psi + \frac{8\pi^2m}{h^2}(E - V)\psi = 0$$

在20世紀初，物理學家們開始研究原子和分子的結構。他們發現，原子中的電子並不是像經典物理所認為的那樣，在軌道上運動，而是以波函數的形式存在。波函數的平方代表了電子在某個位置出現的概率。這就是著名的波粒二象性。薛定諤方程就是描述波函數演化的基本方程。

薛定諤方程的解可以表示為  $\sin(x)$  的形式。在0到  $2\pi$  的範圍內， $\sin(x)$  的值在-1和1之間變化。這對應於波函數的周期性。在量子力學中，波函數的周期性反映了粒子的波動性。通過求解薛定諤方程，我們可以得知粒子的能量狀態和位置分布。

薛定諤方程的解可以表示為  $\sin(x)$  的形式。在0到  $2\pi$  的範圍內， $\sin(x)$  的值在-1和1之間變化。這對應於波函數的周期性。在量子力學中，波函數的周期性反映了粒子的波動性。通過求解薛定諤方程，我們可以得知粒子的能量狀態和位置分布。

薛定諤方程的解可以表示為  $\sin(x)$  的形式。在0到  $2\pi$  的範圍內， $\sin(x)$  的值在-1和1之間變化。這對應於波函數的周期性。在量子力學中，波函數的周期性反映了粒子的波動性。通過求解薛定諤方程，我們可以得知粒子的能量狀態和位置分布。

一根两头固定的弦

可以这样振动  $n = 2$

可以这样振动  $n = 3$

可以这样振动  $n = 12$

不可以这样振动  $n = 4.5$

## Part. 2



[illegible][illegible][illegible]

“ ” “ ”  
 “ ’ ”  
 ”







Moore

“41”

Alpbach

## Part. 3

1926

“”



“ $\psi$ ”

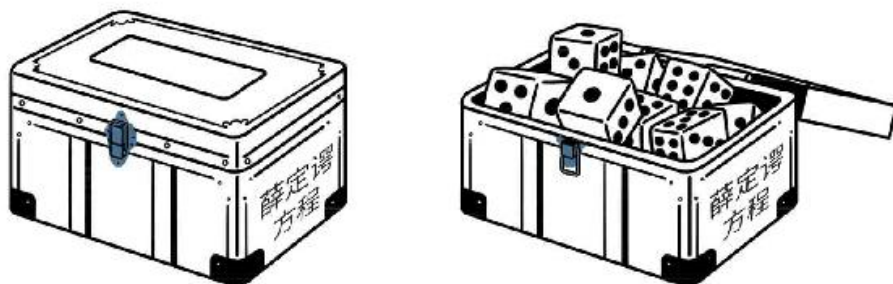
“”

“ $\psi$ ”

“”

“薛定谔方程”是物理学中描述量子力学系统演化的基本方程。它是由奥地利物理学家薛定谔在1926年提出的。这个方程在量子力学中扮演着至关重要的角色，是理解微观世界的基础。

薛定谔方程的数学形式为：
$$\hat{H}\psi = E\psi$$
其中， $\hat{H}$ 是哈密顿算符， $\psi$ 是波函数， $E$ 是系统的能量。



薛定谔方程

“薛定谔方程”是物理学中描述量子力学系统演化的基本方程。

“薛”是薛定谔的姓氏，“方程”是指数学方程。

“薛定谔方程”是量子力学中描述微观粒子运动的基本方程。它是由奥地利物理学家薛定谔在1926年提出的。这个方程在量子力学中扮演着至关重要的角色，是理解微观世界的基础。

“薛定谔方程”是量子力学中描述微观粒子运动的基本方程。

“薛”是薛定谔的姓氏，“方程”是指数学方程。薛定谔方程是量子力学中描述微观粒子运动的基本方程，它是由奥地利物理学家薛定谔在1926年提出的。

薛定谔方程是量子力学中描述微观粒子运动的基本方程。它是由奥地利物理学家薛定谔在1926年提出的。这个方程在量子力学中扮演着至关重要的角色，是理解微观世界的基础。

“薛定谔方程”是量子力学中描述微观粒子运动的基本方程。它是由奥地利物理学家薛定谔在1926年提出的。这个方程在量子力学中扮演着至关重要的角色，是理解微观世界的基础。

“薛定谔方程.....”是量子力学中描述微观粒子运动的基本方程。

“.....”

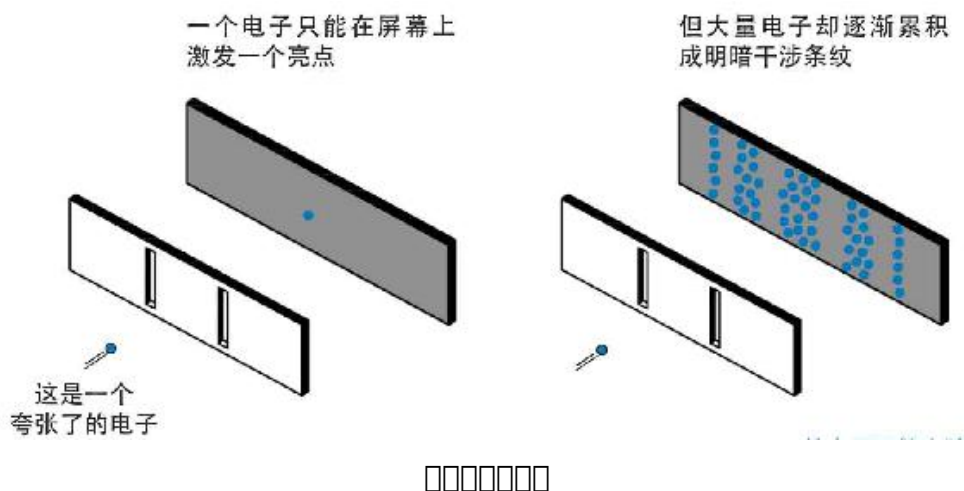
“.....”

## Part. 4

.....

1926年7月.....  
.....20.....  
.....28.....—.....  
.....

$\psi$ .....  
..... $\psi$ .....  
.....“”.....  
..... $\psi$ .....





A diagram consisting of a grid of squares. The grid is 7 rows high and 10 columns wide. The top six rows are completely filled with squares. The seventh row is partially filled: it contains the first six squares, followed by a gap (two empty squares), and then the last two squares. This represents a total of 66 squares.

1990年，  
 “  
 ”“”

[illegible]

“ ”

“ ”



## Übersicht

Die Determiniertheit der Welt ist ein zentraler Begriff der Philosophie. Er bedeutet, dass alle Ereignisse durch vorherige Ursachen bestimmt sind. In der Naturwissenschaft ist dies die Grundlage der Kausalität. In der Philosophie wird dies oft mit dem Satz von Laplace verbunden: „Wenn wir alle Kräfte kennen, die auf ein System wirken, können wir seinen zukünftigen Zustand berechnen.“

Die Determiniertheit der Welt ist ein zentraler Begriff der Philosophie. Er bedeutet, dass alle Ereignisse durch vorherige Ursachen bestimmt sind. In der Naturwissenschaft ist dies die Grundlage der Kausalität. In der Philosophie wird dies oft mit dem Satz von Laplace verbunden: „Wenn wir alle Kräfte kennen, die auf ein System wirken, können wir seinen zukünftigen Zustand berechnen.“

Die Determiniertheit der Welt ist ein zentraler Begriff der Philosophie. Er bedeutet, dass alle Ereignisse durch vorherige Ursachen bestimmt sind. In der Naturwissenschaft ist dies die Grundlage der Kausalität. In der Philosophie wird dies oft mit dem Satz von Laplace verbunden: „Wenn wir alle Kräfte kennen, die auf ein System wirken, können wir seinen zukünftigen Zustand berechnen.“ Hier erhebt sich der ganze Problematik des Determinismus.

Die Determiniertheit der Welt ist ein zentraler Begriff der Philosophie. Er bedeutet, dass alle Ereignisse durch vorherige Ursachen bestimmt sind. In der Naturwissenschaft ist dies die Grundlage der Kausalität. In der Philosophie wird dies oft mit dem Satz von Laplace verbunden: „Wenn wir alle Kräfte kennen, die auf ein System wirken, können wir seinen zukünftigen Zustand berechnen.“

Die Determiniertheit der Welt ist ein zentraler Begriff der Philosophie. Er bedeutet, dass alle Ereignisse durch vorherige Ursachen bestimmt sind. In der Naturwissenschaft ist dies die Grundlage der Kausalität. In der Philosophie wird dies oft mit dem Satz von Laplace verbunden: „Wenn wir alle Kräfte kennen, die auf ein System wirken, können wir seinen zukünftigen Zustand berechnen.“

Die Determiniertheit der Welt ist ein zentraler Begriff der Philosophie. Er bedeutet, dass alle Ereignisse durch vorherige Ursachen bestimmt sind. In der Naturwissenschaft ist dies die Grundlage der Kausalität. In der Philosophie wird dies oft mit dem Satz von Laplace verbunden: „Wenn wir alle Kräfte kennen, die auf ein System wirken, können wir seinen zukünftigen Zustand berechnen.“ 20

## Die Determiniertheit der Welt

Die Determiniertheit der Welt ist ein zentraler Begriff der Philosophie. Er bedeutet, dass alle Ereignisse durch vorherige Ursachen bestimmt sind. In der Naturwissenschaft ist dies die Grundlage der Kausalität. In der Philosophie wird dies oft mit dem Satz von Laplace verbunden: „Wenn wir alle Kräfte kennen, die auf ein System wirken, können wir seinen zukünftigen Zustand berechnen.“ 20



“如果电子只通过一条缝，它只能出现在亮区……”

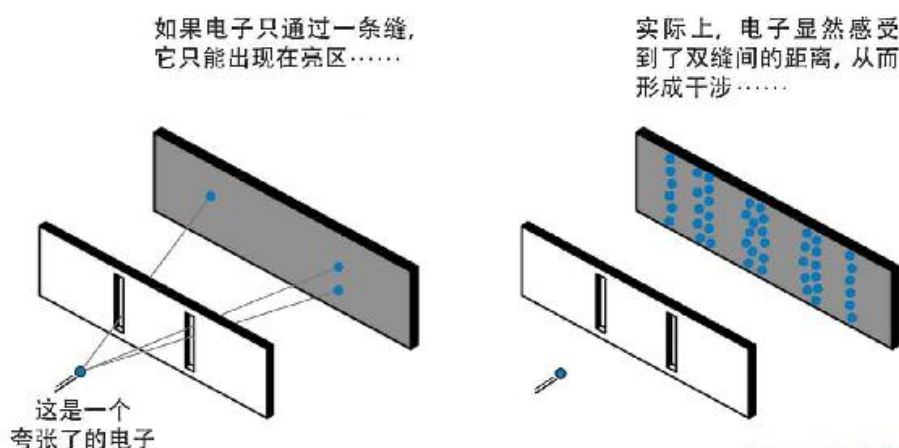
“实际上，电子显然感受到了双缝间的距离，从而形成干涉……”

“如果电子只通过一条缝，它只能出现在亮区……”

“实际上，电子显然感受到了双缝间的距离，从而形成干涉……”

“如果电子只通过一条缝，它只能出现在亮区……”

“实际上，电子显然感受到了双缝间的距离，从而形成干涉……”





“[ ]”[ ]“[ ]”

“[ ]”[ ]

“[ ]”[ ]“[ ]”

“[ ]”[ ]“[ ]”

“[ ]”[ ]“[ ] $\psi$ [ ]”

“[ ].....”[ ]“[ ] $\psi$ [ ]”

“[ ]”[ ]“[ ]”

[ ]“[ ].....”

“[ ]”[ ]“[ ]”

[ ]“[ ]”

[ ]“[ ]”

“[ ]”[ ]

“.....”

[illegible]

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

奥克斯卡尔·克莱因 Oskar Klein  
 “量子场论”  
 40 “量子场论”  
 量子场论

[illegible]



小传Oskar Benjamin Klein 1894—1977

“量子力学”的创始人之一“量子电动力学”

“量子力学”的创始人之一

“量子力学.....”

“量子”的创始人之一“量子电动力学BKS的创始人之一”

量子力学“量子电动力学”

“量子力学”

“量子”

量子力学“量子电动力学.....量子电动力学.....”<sup>(3)</sup>

---

(1) 量子力学创始人之一“量子电动力学BKS的创始人之一”

(2) 量子力学创始人之一“量子电动力学BKS的创始人之一” Muller 1997

(3) 量子力学创始人之一“量子电动力学.....量子电动力学.....”









量子力学の基礎となる二つの原理、波動性と粒子性を理解することが、量子力学の本質を把握する鍵となる。

波動性とは、粒子が波のように振る舞う性質を指す。例えば、光の干渉実験では、光が二つの狭缝を通過した後、干渉縞が観測される。これは、光が波として振る舞っていることを示している。

“波動性”を理解するために、“二重狭缝実験”が用いられる。この実験では、光源から出た光が二つの狭缝を通過した後、スクリーン上に干渉縞が現れる。これは、光が波として振る舞っていることを示している。



粒子性とは、粒子が点状の物体として振る舞う性質を指す。例えば、光の光电効果実験では、光が金属表面に当たると、電子が放出される。これは、光が粒子として振る舞っていることを示している。

“粒子性”を理解するために、“光电効果実験”が用いられる。この実験では、光が金属表面に当たると、電子が放出される。これは、光が粒子として振る舞っていることを示している。[Gedanken-experiment]は、実際に実験を行うのではなく、頭の中で考える実験を指す。例えば、シュレーディンガーの猫の思想実験は、量子力学の基礎を理解するための重要な概念である。

量子力学の基礎となる二つの原理、波動性と粒子性を理解することが、量子力学の本質を把握する鍵となる。

“量子”とは、エネルギーの最小単位を指す。例えば、光のエネルギーは、 $E=h\nu$  (Eはエネルギー、hはプランク定数、 $\nu$ は光の振動数) で表される。これは、光が粒子として振る舞っていることを示している。



$10^{-17}$  单位表示的真空能量密度。这个值非常小，但它是量子场论中一个基本的常数。在自然单位制中，真空能量密度通常表示为  $10^{-17}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。

在量子场论中，真空能量密度通常表示为  $10^{-18}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。在自然单位制中，真空能量密度通常表示为  $10^{-17}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。

在量子场论中，真空能量密度通常表示为  $10^{-18}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。在自然单位制中，真空能量密度通常表示为  $10^{-17}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。

在量子场论中，真空能量密度通常表示为  $10^{-18}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。在自然单位制中，真空能量密度通常表示为  $10^{-17}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。

在量子场论中，真空能量密度通常表示为  $10^{-18}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。在自然单位制中，真空能量密度通常表示为  $10^{-17}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。

在量子场论中，真空能量密度通常表示为  $10^{-18}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。在自然单位制中，真空能量密度通常表示为  $10^{-17}$  单位。这个值在宇宙学常数问题中起着关键作用。

$$\Delta E \times \Delta t > h$$

1. 在量子力学中，能量和时间的不确定性原理（Energy-Time Uncertainty Principle）是一个重要的概念。它描述了能量（ $E$ ）和时间（ $t$ ）之间的不确定性关系。

2. 这个原理通常表示为  $\Delta E \times \Delta t \geq \frac{h}{2}$ ，其中  $\Delta E$  是能量的不确定性， $\Delta t$  是时间的不确定性， $h$  是普朗克常数。

3. 这个原理在许多物理现象中都有应用，例如在量子隧穿、量子纠缠和量子场论中。

4. 这个原理也说明了能量和时间在量子尺度上并不是完全独立的，而是相互关联的。

## 参考文献

1. 量子力学原理，狄拉克，1930年。

2. 量子场论，费曼、海森堡、施温格，1945-1949年。

2016年6月，美国国家科学基金会（NSF）宣布，其所属的激光干涉引力波天文台（LIGO）已经探测到了引力波。这是人类首次直接探测到引力波，也是爱因斯坦广义相对论的一个重要预言。引力波是时空弯曲的涟漪，由大质量天体的加速运动产生。它的发现为研究宇宙提供了新的窗口。

引力波的发现是物理学史上的一个重大突破。它证实了爱因斯坦在1915年提出的广义相对论。MIT的教授Alan Guth在引力波的发现中发挥了重要作用。他提出了“暴胀”（Inflation）理论，解释了宇宙在极早期阶段的快速膨胀。这一理论为宇宙学提供了重要的理论基础。

2016年，LIGO团队宣布探测到了引力波。这一发现是物理学史上的一个重大突破。LIGO团队在2015年9月14日首次探测到了引力波。这一发现证实了爱因斯坦在1915年提出的广义相对论。LIGO团队在2016年2月11日宣布了这一发现。

引力波的发现是物理学史上的一个重大突破。它证实了爱因斯坦在1915年提出的广义相对论。LIGO团队在2015年9月14日首次探测到了引力波。这一发现证实了爱因斯坦在1915年提出的广义相对论。LIGO团队在2016年2月11日宣布了这一发现。

## Part. 3

引力波的发现是物理学史上的一个重大突破。它证实了爱因斯坦在1915年提出的广义相对论。LIGO团队在2015年9月14日首次探测到了引力波。这一发现证实了爱因斯坦在1915年提出的广义相对论。LIGO团队在2016年2月11日宣布了这一发现。

引力波的发现是物理学史上的一个重大突破。它证实了爱因斯坦在1915年提出的广义相对论。LIGO团队在2015年9月14日首次探测到了引力波。这一发现证实了爱因斯坦在1915年提出的广义相对论。LIGO团队在2016年2月11日宣布了这一发现。

波長を求めよう。波長をλ、運動量をpとすると、 $\lambda = h/mv$ 、 $p = mv$ より、 $p = h/\lambda$ である。ここで、 $E = h\nu$ 、 $E = \frac{1}{2}mv^2$ より、 $v = \sqrt{2E/m}$ である。したがって、 $p = m\sqrt{2E/m} = \sqrt{2mE}$ である。よって、 $\lambda = h/\sqrt{2mE}$ である。

ここで、 $E = 100 \text{ eV}$ とすると、 $\lambda = 1.23 \times 10^{-8} \text{ cm}$ である。これは、可視光線の波長（約4000 Å）よりも短い。したがって、この電子は可視光線よりも短い波長の電磁波として振る舞う。これは、(1)の通りである。

次に、この電子の速度を求めよう。運動エネルギー  $E = \frac{1}{2}mv^2$  より、 $v = \sqrt{2E/m}$  である。ここで、 $E = 100 \text{ eV}$  とすると、 $v \approx 5.93 \times 10^6 \text{ cm/s}$  である。

次に、この電子の位置の不確かさを求めよう。位置の不確かさをΔx、運動量の不確かさをΔpとすると、 $\Delta x \Delta p \geq \frac{1}{2}h$  である。ここで、 $\Delta p = p$  とすると、 $\Delta x \geq \frac{1}{2}h/p$  である。よって、 $\Delta x \geq 1.23 \times 10^{-8} \text{ cm}$  である。これは、波長の値と一致している。これは、(2)の通りである。

次に、この電子の位置の不確かさを求めよう。位置の不確かさをΔx、運動量の不確かさをΔpとすると、 $\Delta x \Delta p \geq \frac{1}{2}h$  である。ここで、 $\Delta p = p$  とすると、 $\Delta x \geq \frac{1}{2}h/p$  である。よって、 $\Delta x \geq 1.23 \times 10^{-8} \text{ cm}$  である。これは、波長の値と一致している。これは、(2)の通りである。

次に、この電子の位置の不確かさを求めよう。位置の不確かさをΔx、運動量の不確かさをΔpとすると、 $\Delta x \Delta p \geq \frac{1}{2}h$  である。ここで、 $\Delta p = p$  とすると、 $\Delta x \geq \frac{1}{2}h/p$  である。よって、 $\Delta x \geq 1.23 \times 10^{-8} \text{ cm}$  である。これは、波長の値と一致している。これは、(2)の通りである。



“你這是在說我嗎？”

“……”

“你這是在說我嗎？”

“……”

“……”

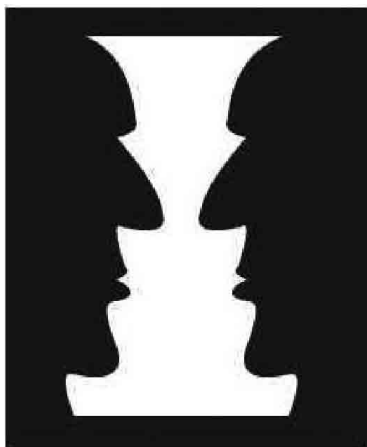


這幅圖展示了兩個相互啮合的齒輪，一個黑色，一個白色，背景為白色。這象徵著陰陽、對立與統一。圖下方有兩行中文文字：

「陰」與「陽」是中國傳統哲學中的兩個基本概念，它們相互依存，相互對立，又相互轉化。

「陰」代表黑暗、女性、被動、內向等特質；「陽」代表光明、男性、主動、外向等特質。這兩種力量在自然界和人類社會中普遍存在，並通過不斷的相互作用推動著萬物的發展與變化。

「陰陽」的概念不僅是中國傳統文化的重要組成部分，也對現代科學、哲學、藝術等領域產生了深遠影響。例如，在現代物理學中，波粒二象性就體現了陰陽對立的統一性。



——這就是「陰陽」的含義。在《道德經》中，老子提出了「道生一，一生二，二生三，三生萬物」的觀點，其中「二」就指的是「陰陽」。

「陰陽」不僅是自然界的規律，也是人類社會的規律。在人類社會中，男女、貴賤、貧富等都可以看作是「陰陽」的體現。

「陰陽」的相互對立與統一，是事物發展的根本動力。只有認識到這一點，我們才能正確地認識世界，處理問題。

## Part. 4

這幅圖展示了兩個相互啮合的齒輪，一個黑色，一個白色，背景為白色。這象徵著陰陽、對立與統一。圖下方有兩行中文文字：

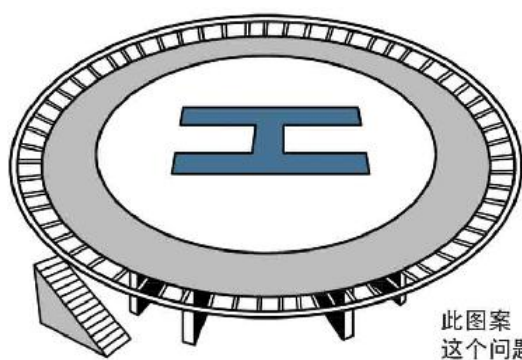
「陰」與「陽」是中國傳統哲學中的兩個基本概念，它們相互依存，相互對立，又相互轉化。



“工”和“H”的差别在于“工”的横是平的，而“H”的横是斜的。如果横是平的，那么它就是“工”；如果横是斜的，那么它就是“H”。

“工”和“H”的差别在于“工”的横是平的，而“H”的横是斜的。如果横是平的，那么它就是“工”；如果横是斜的，那么它就是“H”。

“工”和“H”的差别在于“工”的横是平的，而“H”的横是斜的。如果横是平的，那么它就是“工”；如果横是斜的，那么它就是“H”。



此图案“本质上”是工还是 H？  
这个问题实际上没有意义。

“工”和“H”的差别

“工”和“H”的差别在于“工”的横是平的，而“H”的横是斜的。如果横是平的，那么它就是“工”；如果横是斜的，那么它就是“H”。



一条谁都看不见的龙和根本  
没有龙又有什么区别呢？



“你有没有见过龙？”

“我从来没有见过龙。”

“你有没有见过龙？”

“我从来没有见过龙。”

“你有没有见过龙？”

“我从来没有见过龙。”

“你有没有见过龙？”

“我从来没有见过龙。”

“你有没有见过龙？”

“你有没有见过龙？”

“你有没有见过龙？”



“... ”

“... ”

“... ”

“... ”

“... ”

## Part. 5

“... ”







[illegible]

1. 2019年12月，中共中央、国务院印发《关于坚持和完善中国特色社会主义制度、推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定》，明确提出“坚持和完善社会主义基本经济制度，毫不动摇巩固和发展公有制经济，毫不动摇鼓励、支持、引导非公有制经济发展，坚持按劳分配为主体、多种分配方式并存，健全社会主义市场经济体制，加快完善社会主义市场经济体制”。

[illegible][illegible][illegible]

(1) Mehra

(2)

(3) 〇〇〇〇〇〇・〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇





Léon Rosenfeld “.....” Eugene Wigner  
“.....”

[illegible]

□ □ □ □ □ □ □ □ □

1111

• • • • •

□ □ □ □ □

□ □ □ □ □ □

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □

$$\square\square\square\square\square\square \quad (1).$$

1924年，  
 “  
 ‘

“ ”

“ ”

”





[illegible][illegible][illegible]



1927年索尔维会议

量子力学的发展是20世纪物理学史上最辉煌的成就之一。它从根本上改变了我们对微观世界的认识，揭示了物质在原子尺度上的奇特行为。从普朗克提出能量量子化开始，经过爱因斯坦的光量子理论、玻尔的原子模型、德布罗意的物质波理论，最终由薛定谔、海森堡、狄拉克等人建立了完整的量子力学体系。这一理论不仅成功解释了原子光谱、化学键的本质，还为现代物理学和化学奠定了坚实的基础。

量子力学的创立标志着物理学进入了一个全新的时代。它不仅解决了经典物理学无法解释的诸多实验现象，还催生了许多新的科学领域，如量子电动力学、量子场论等。1949年，中国物理学家也积极参与了国际量子力学研究，为这一领域的全球发展做出了贡献。量子力学不仅是科学进步的引擎，也是现代技术革命的核心驱动力。



1927年，中国共产党在上海发动了“四一二”反革命政变，大肆屠杀共产党员和革命群众。这一事件标志着国共合作的破裂，也标志着中国革命进入了一个新的阶段。此后，中国共产党在毛泽东同志的领导下，开辟了农村包围城市、武装夺取政权的革命道路，最终取得了新民主主义革命的胜利，建立了中华人民共和国。

□□□□□□ “□□□□□□□□□□□□”

[illegible][illegible][illegible]

1600-1700 Giordano Bruno

[illegible]

8  
40

[illegible]

$\square$  Hermeticism  $\square$

$\square$ 8 $\square$

(3)

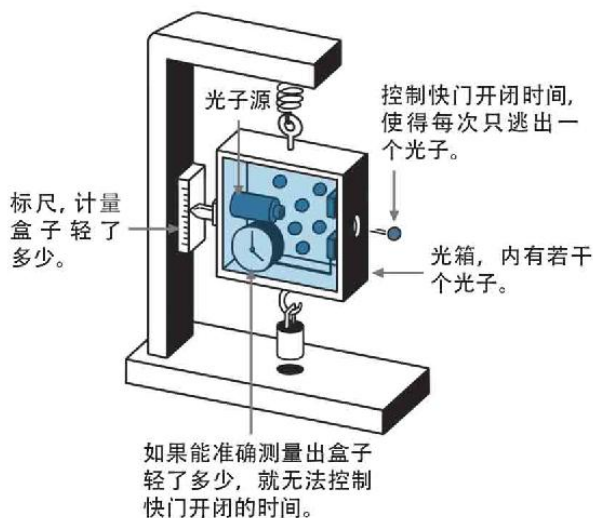
1. 2019年12月，某市发生严重雾霾天气，PM2.5浓度严重超标。市民纷纷佩戴口罩出行，学校停课，工厂停工。市政府立即启动应急预案，采取多项措施，包括洒水降尘、限制机动车行驶等，以减轻污染。

Whig Interpretation



爱因斯坦的盒子里

爱因斯坦的盒子里，有一个光子源，可以发出光子。盒子里还有一个快门，可以控制光子的逃逸。盒子的质量可以用天平来测量。盒子的能量可以用公式  $E=mc^2$  来计算。盒子的能量变化可以用  $\Delta E$  来表示。



爱因斯坦的盒子里

爱因斯坦的盒子里，有一个光子源，可以发出光子。盒子里还有一个快门，可以控制光子的逃逸。盒子的质量可以用天平来测量。盒子的能量可以用公式  $E=mc^2$  来计算。盒子的能量变化可以用  $\Delta E$  来表示。

盒子的能量变化可以用  $\Delta E$  来表示。盒子的能量变化可以用  $\Delta E$  来表示。盒子的能量变化可以用  $\Delta E$  来表示。盒子的能量变化可以用  $\Delta E$  来表示。

爱因斯坦的盒子里

“爱因斯坦的盒子里，有一个光子源，可以发出光子。盒子里还有一个快门，可以控制光子的逃逸。盒子的质量可以用天平来测量。盒子的能量可以用公式  $E=mc^2$  来计算。盒子的能量变化可以用  $\Delta E$  来表示。





[illegible][illegible]

1933年9月25日，毛泽东在《中国共产党在抗日时期的任务》中提出：“在抗日时期，我们应把党的工作的重心放在农村，放在发展进步势力，争取中间势力，孤立顽固势力，以达到的目的。”

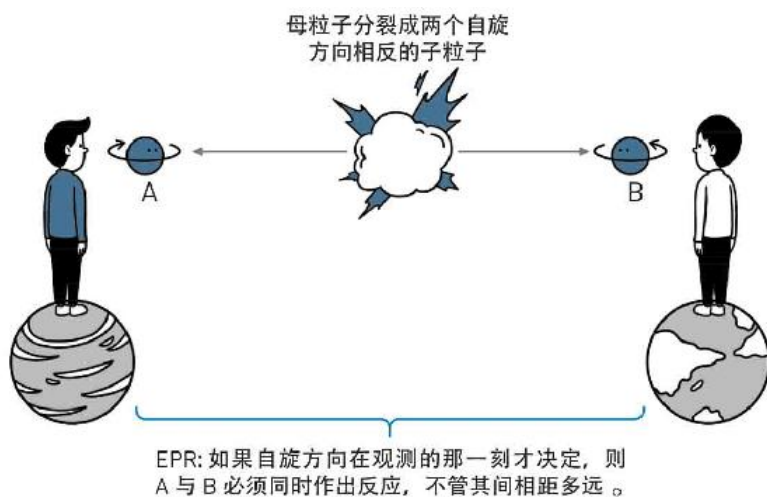
A handwriting practice grid consisting of 10 rows and 20 columns of empty boxes. The first row is indented from the left. The last row is shorter, containing only 12 boxes.

[illegible]

量子力学告诉我们，在测量之前，粒子的自旋方向是不确定的。只有当我们进行测量时，它才会“坍缩”到一个确定的状态。这就是所谓的“量子叠加”。

假设我们有一个自旋为0的母粒子，它分裂成两个自旋方向相反的子粒子。如果我们测量其中一个粒子的自旋，我们会得到“上”或“下”<sup>(4)</sup>。如果我们测量A，我们会得到“上”，那么B的自旋一定是“下”。

即使两个粒子相隔很远，比如相隔1000公里，它们仍然保持这种关联。这就是所谓的“量子纠缠”。在50%的情况下，两个粒子的自旋方向是相反的。



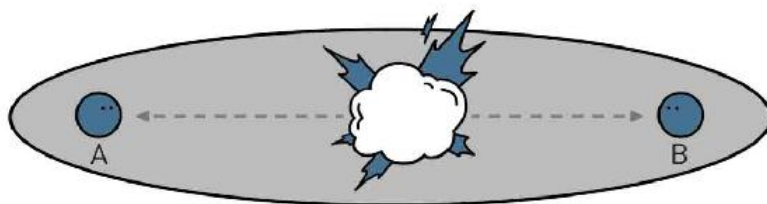
EPR

如果我们测量A的自旋，我们会得到“上”或“下”。如果我们测量B的自旋，我们会得到“上”或“下”。如果我们测量A，我们会得到“上”，那么B的自旋一定是“下”。这就是所谓的“量子纠缠”。

如果我们测量A的自旋，我们会得到“上”或“下”。如果我们测量A的自旋，我们会得到“上”或“下”。这就是所谓的“量子纠缠”。

在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。

在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。



哥本哈根：在观测前“现实”中并不存在两个自旋的粒子，自旋只有和观测联系起来才有意义，在那之前两个粒子只能看成“一个整体”。

这就是EPR

在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。

在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。

在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。在 $t=0$ 时刻，粒子A和B的自旋状态是未知的，但它们的总自旋是已知的，为0。

“A” 和 “B” 的测量结果总是相反的，即如果 A 的结果是 +1，那么 B 的结果一定是 -1，反之亦然。这似乎表明，两个粒子的状态是相互关联的，即使它们相隔很远。然而，量子力学告诉我们，这种关联并不是通过某种超光速的信号传递的，而是通过量子纠缠实现的。在量子力学中，粒子的状态并不是预先确定的，而是在测量时才确定的。因此，A 和 B 的测量结果是随机的，但它们总是相反的。这种非局域性是量子力学的一个基本特征，也是量子信息科学的基础。

[illegible][illegible]

EPR  
 EPR  
 EPR

[illegible]

1990年，在意大利佛罗伦萨，伽利略的半身像被正式树立在市政广场。
 这座雕像由阿梅迪奥·波契（Amedeo Chioldi）设计，由朱塞佩·佩里（Giuseppe Perini）雕刻。
 雕像底座上刻有伽利略的名言：“地球在动”（La Terra si muove）。

## 伽利略与科学革命

伽利略（1564-1642）是意大利天文学家、物理学家和工程师。
 他是科学革命的关键人物之一，对现代科学的发展产生了深远影响。
 伽利略（Galileo Galilei）是意大利文艺复兴时期的著名科学家、天文学家和工程师。
 他是现代科学之父，对物理学、天文学和工程学做出了开创性的贡献。

伽利略在1610年出版了《星际使者》（Sidereus Nuncius），
 这是他的第一本科学著作，也是科学革命的重要里程碑。
 在这本书中，他首次描述了通过望远镜观测到的天体，
 包括木星的四颗卫星（伽利略卫星）和月球表面的山脉。
 这些发现挑战了当时流行的亚里士多德宇宙观，
 为哥白尼的日心说提供了有力支持。

伽利略在1632年出版了《关于两门新科学的对话》（Dialogo e due nuove scienze），
 这是他的第二本科学著作，也是科学革命的重要里程碑。

伽利略在1638年出版了《关于两门新科学的对话》（Dialogo e due nuove scienze），
 这是他的第三本科学著作，也是科学革命的重要里程碑。
 在这本书中，他首次提出了惯性原理，
 即物体在不受外力作用时将保持静止或匀速直线运动。
 这一原理是现代物理学的基础之一。
 伽利略在1638年出版了《关于两门新科学的对话》（Dialogo e due nuove scienze），
 这是他的第四本科学著作，也是科学革命的重要里程碑。
 在这本书中，他首次提出了惯性原理，
 即物体在不受外力作用时将保持静止或匀速直线运动。
 这一原理是现代物理学的基础之一。

伽利略在1638年出版了《关于两门新科学的对话》（Dialogo e due nuove scienze），
 这是他的第五本科学著作，也是科学革命的重要里程碑。
 在这本书中，他首次提出了惯性原理，
 即物体在不受外力作用时将保持静止或匀速直线运动。
 这一原理是现代物理学的基础之一。
 伽利略在1638年出版了《关于两门新科学的对话》（Dialogo e due nuove scienze），
 这是他的第六本科学著作，也是科学革命的重要里程碑。
 在这本书中，他首次提出了惯性原理，
 即物体在不受外力作用时将保持静止或匀速直线运动。
 这一原理是现代物理学的基础之一。

伽利略在1638年出版了《关于两门新科学的对话》（Dialogo e due nuove scienze），
 这是他的第七本科学著作，也是科学革命的重要里程碑。
 在这本书中，他首次提出了惯性原理，
 即物体在不受外力作用时将保持静止或匀速直线运动。
 这一原理是现代物理学的基础之一。
 伽利略在1638年出版了《关于两门新科学的对话》（Dialogo e due nuove scienze），
 这是他的第八本科学著作，也是科学革命的重要里程碑。
 在这本书中，他首次提出了惯性原理，
 即物体在不受外力作用时将保持静止或匀速直线运动。
 这一原理是现代物理学的基础之一。

1000 年 6 月 John Philoponus 在 1533 年 Giovanni Benedetti 在 1586 年 Simon Stevin

“ ”

Drake 20 Alexandre Koy ré Settle Drake

20 “ ” “ ”





[illegible]

1. [George Berkeley](#) “*Esse Est Percipi*”

[illegible][illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible][illegible]

“ ”

Garfield Tom\_ (8)

“ ”

(1) 1906 Giosuè Carducci

(2) <http://www.mcs.drexel.edu/~crrres/Archimedes/contents.html>.

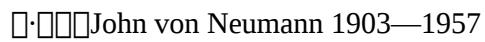
(3) [Yates 1977][Gatti 1999][2002][Kabbalah]—[DeLeón-Jones 1997]

(4) □□□□“□”□“□”□□□□□□□□□□□□□□□□“□”□“□”□□□□

(5) Vasari



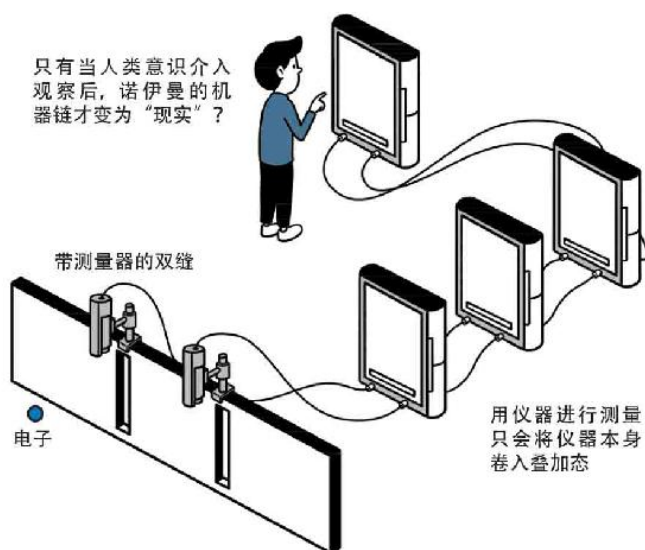


[illegible]

量子力学告诉我们，在测量之前，粒子的状态是不确定的。这就像一个游戏，在“game over”之前，游戏一直在进行。

量子力学告诉我们，在测量之前，粒子的状态是不确定的。这就像一个游戏，在“game over”之前，游戏一直在进行。
 Consciousness 意识在量子力学中扮演着一个特殊的角色。它被认为是导致量子态坍缩的关键因素。
 “意识”在量子力学中扮演着一个特殊的角色。它被认为是导致量子态坍缩的关键因素。
 “意识”在量子力学中扮演着一个特殊的角色。它被认为是导致量子态坍缩的关键因素。
 “意识”在量子力学中扮演着一个特殊的角色。它被认为是导致量子态坍缩的关键因素。

量子力学告诉我们，在测量之前，粒子的状态是不确定的。这就像一个游戏，在“game over”之前，游戏一直在进行。
 “意识”在量子力学中扮演着一个特殊的角色。它被认为是导致量子态坍缩的关键因素。
 “意识”在量子力学中扮演着一个特殊的角色。它被认为是导致量子态坍缩的关键因素。
 “意识”在量子力学中扮演着一个特殊的角色。它被认为是导致量子态坍缩的关键因素。
 “意识”在量子力学中扮演着一个特殊的角色。它被认为是导致量子态坍缩的关键因素。



量子力学与意识的关系

量子力学告诉我们，在测量之前，粒子的状态是不确定的。这就像一个游戏，在“game over”之前，游戏一直在进行。
 量子力学告诉我们，在测量之前，粒子的状态是不确定的。这就像一个游戏，在“game over”之前，游戏一直在进行。
 量子力学告诉我们，在测量之前，粒子的状态是不确定的。这就像一个游戏，在“game over”之前，游戏一直在进行。
 量子力学告诉我们，在测量之前，粒子的状态是不确定的。这就像一个游戏，在“game over”之前，游戏一直在进行。





행동주의자들은 인간행동을 “학습된 반응”으로 이해하며, 학습은 환경적 자극과 반응의 연합을 통해 이루어진다. 그들은 “조건화” “강화” “약화” “행동 수정” 등의 용어를 사용하여 학습 과정을 설명한다. “행동주의”라는 용어는 일반적으로 행동주의 철학과 방법론을 지칭하는 데 사용된다.

## Part. 2

행동주의의 창시자 중 한 명인 John B. Watson은 B.F. Skinner와 함께 행동주의의 기초를 다졌다. 그들은 “행동”이라는 용어를 사용하여 학습 과정을 설명한다. “행동”이라는 용어는 일반적으로 행동주의 철학과 방법론을 지칭하는 데 사용된다.

행동주의자들은 인간행동을 “학습된 반응”으로 이해하며, 학습은 환경적 자극과 반응의 연합을 통해 이루어진다. 그들은 “조건화” “강화” “약화” “행동 수정” 등의 용어를 사용하여 학습 과정을 설명한다. “행동주의”라는 용어는 일반적으로 행동주의 철학과 방법론을 지칭하는 데 사용된다.

행동주의자들은 인간행동을 “학습된 반응”으로 이해하며, 학습은 환경적 자극과 반응의 연합을 통해 이루어진다. 그들은 “조건화” “강화” “약화” “행동 수정” 등의 용어를 사용하여 학습 과정을 설명한다. “행동주의”라는 용어는 일반적으로 행동주의 철학과 방법론을 지칭하는 데 사용된다.

행동주의자들은 인간행동을 “학습된 반응”으로 이해하며, 학습은 환경적 자극과 반응의 연합을 통해 이루어진다. 그들은 “조건화” “강화” “약화” “행동 수정” 등의 용어를 사용하여 학습 과정을 설명한다. “행동주의”라는 용어는 일반적으로 행동주의 철학과 방법론을 지칭하는 데 사용된다.



「Yes」「No」の二つの状態を同時に持つ状態を「重ねた状態」といいます。

量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。また、量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。また、量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。

量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。また、量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。また、量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。

量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。また、量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。また、量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。

量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。また、量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。また、量子力学の世界では、粒子の位置や運動量を同時に正確に測定することはできません。これは「不確定原理」といいます。

·  
 “”  
 “”  
 “”  
 “”



图灵检验 只要计算机和人实际上无法区分，  
 就可以判定计算机拥有“意识”。

□□□□

“”  
 “”  
 “”  
 “”  
 “”

2005 Ray Kurzweil 2029  
 “”  
 “”  
<http://www.longbets.org> 2 2029  
 “”

[illegible][illegible][illegible]

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

W. Stukeley  
1814  
David Brewster  
1820

Brownlow 300

1998 Richard Keesing *Contemporary Physics* 350



White 1997

1666

Voltaire Robert Greene 1727 C. Conduitt Martin Folkes W. Stukeley J. Conduitt 4 50 (1) 1720

1. 在《说文解字》中，“

1666

## Part. 3

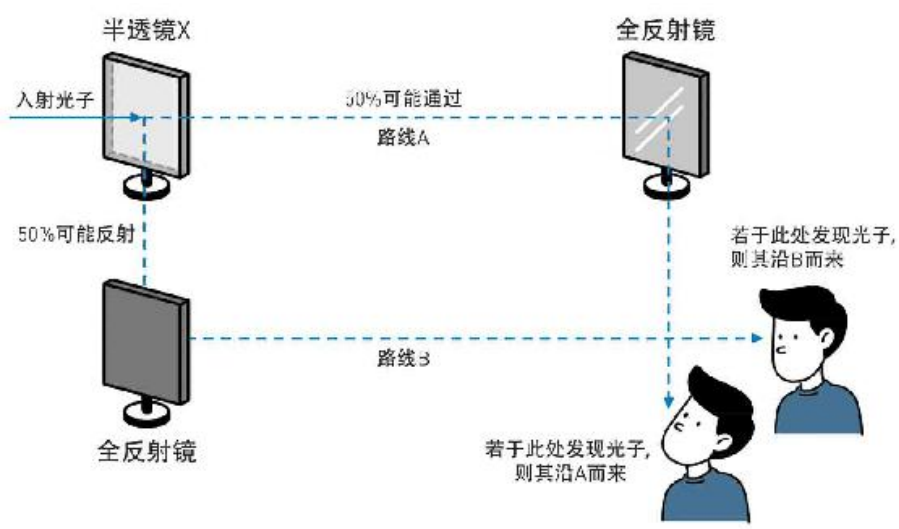
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840.

[illegible]

1979年100年。John Wheeler“delayed choice experiment”

量子力学中，粒子在未被观测前处于多种可能性的叠加态，只有当被观测时才会坍缩到某一确定状态。

量子力学中，粒子在未被观测前处于多种可能性的叠加态，只有当被观测时才会坍缩到某一确定状态。



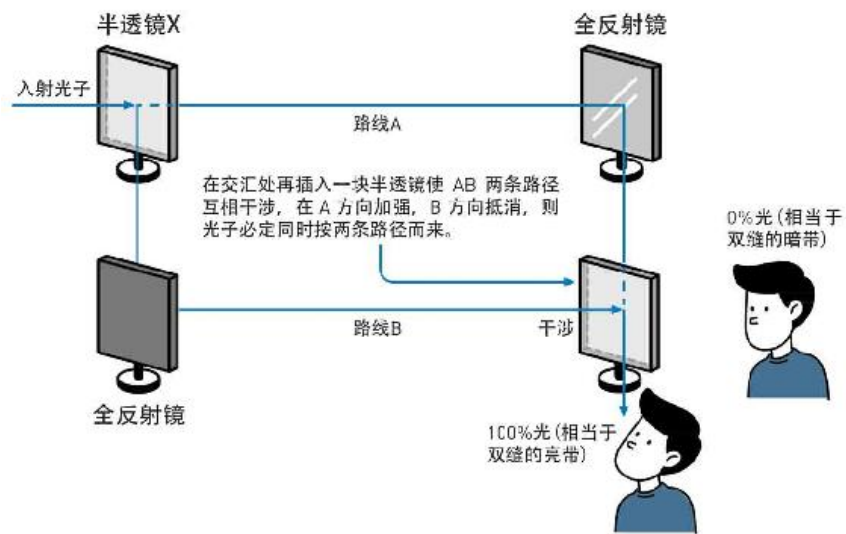
量子力学实验1

量子力学中，粒子在未被观测前处于多种可能性的叠加态，只有当被观测时才会坍缩到某一确定状态。

量子力学中，粒子在未被观测前处于多种可能性的叠加态，只有当被观测时才会坍缩到某一确定状态。

量子力学中，粒子在未被观测前处于多种可能性的叠加态，只有当被观测时才会坍缩到某一确定状态。

“量子”和“量子”是物理学中两个不同的概念，  
“量子”是物理学中



量子力学2

量子力学是研究微观粒子的运动规律的物理学分支，  
它主要研究原子、分子、凝聚态物质、以及原子核和基本粒子的运动规律，  
量子力学是物理学中最重要的分支之一。

量子力学是研究微观粒子的运动规律的物理学分支，  
它主要研究原子、分子、凝聚态物质、以及原子核和基本粒子的运动规律，  
量子力学是物理学中最重要的分支之一。——  
量子力学是研究微观粒子的运动规律的物理学分支，  
它主要研究原子、分子、凝聚态物质、以及原子核和基本粒子的运动规律，  
量子力学是物理学中最重要的分支之一。

















“”

Parallel Universes

MWI Bryce S. DeWitt

MWI 1957 1959

Lambda



power”“properties”

H<sub>2</sub>O

(7)

August Kekulé

(9)

dyslexia

1929

1

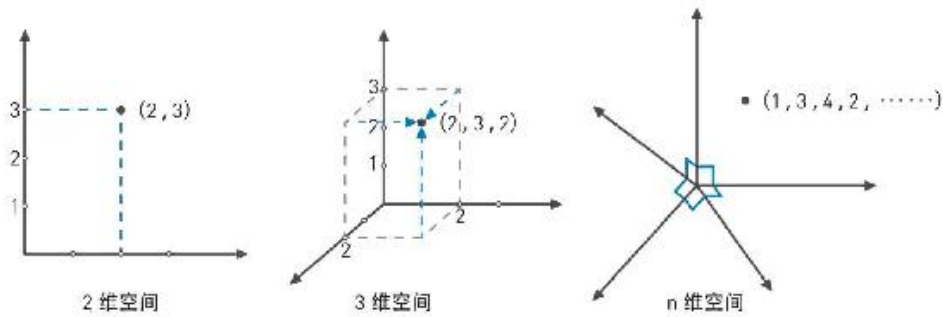
(10)

eggtempera

我们通常所说的空间是指三维空间，即长、宽、高三个维度。在数学中，空间的概念可以推广到任意维度。例如，二维空间（平面）只有长和宽两个维度，而四维空间则增加了时间这个维度。在物理学中，四维时空（即闵可夫斯基空间）是描述物体运动的基本框架。

Part. 5

我们通常所说的空间是指三维空间，即长、宽、高三个维度。在数学中，空间的概念可以推广到任意维度。例如，二维空间（平面）只有长和宽两个维度，而四维空间则增加了时间这个维度。在物理学中，四维时空（即闵可夫斯基空间）是描述物体运动的基本框架。

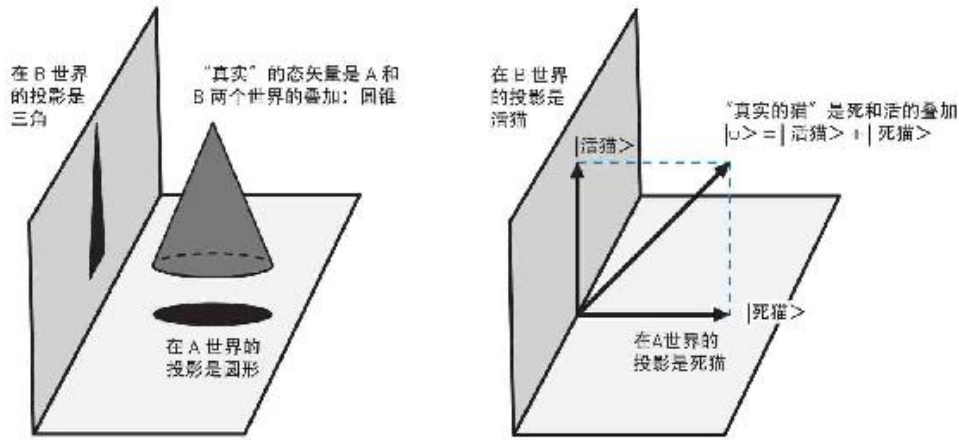


空间的概念

我们通常所说的空间是指三维空间，即长、宽、高三个维度。在数学中，空间的概念可以推广到任意维度。例如，二维空间（平面）只有长和宽两个维度，而四维空间则增加了时间这个维度。在物理学中，四维时空（即闵可夫斯基空间）是描述物体运动的基本框架。

我们通常所说的空间是指三维空间，即长、宽、高三个维度。在数学中，空间的概念可以推广到任意维度。例如，二维空间（平面）只有长和宽两个维度，而四维空间则增加了时间这个维度。在物理学中，四维时空（即闵可夫斯基空间）是描述物体运动的基本框架。





“”

MWI

“”

$$|\psi\rangle = a|\text{通过左缝}\rangle + b|\text{通过右缝}\rangle$$

“U”

“R”

“”



量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、

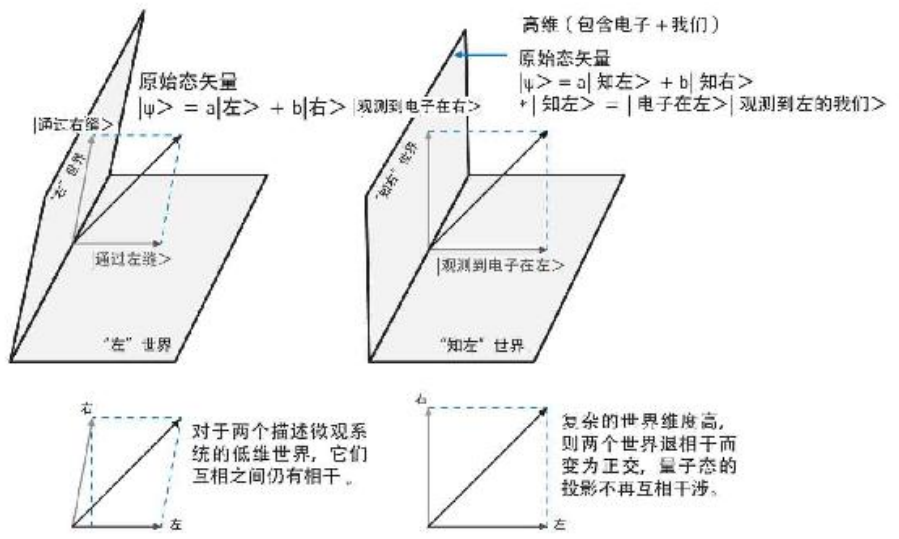
量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 Zeh, Wojciech H. Zurek, Murray Gell-Mann, decoherence theory

- 
- (1) 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、
  - (2) 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、
  - (3) 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
<http://www-physics.lbl.gov/~stapp/stappfiles.html>
  - (4) 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、
  - (5) Cohen 1980, p.248.
  - (6) White 1997, pp.85—87.
  - (7) 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
*Discovering Water* (Ashgate 2003)
  - (8) John Wotiz, *Kekulé Riddle: A Challenge* (Glenview Pr 1992)
  - (9) 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 Princeton 3, 6
  - (10) 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 Albrecht Fölsing
  - (11) Tegmark 1998
  - (12) 量子力学の基礎を築いた人々の一人である「シュレーディンガー」は、  
 David Deutsch



量子力学中，波函数描述了粒子的状态。在测量之前，粒子处于叠加态。测量会导致波函数坍缩到某个确定的状态。这就是所谓的“量子测量问题”。

在量子力学中，波函数的坍缩是一个非幺正的过程。这导致了量子力学与经典力学之间的根本区别。多世界解释（MWI）提供了一种可能的解决方案，认为所有可能的结果都存在于不同的平行世界中。



MWI 示意图

在量子力学中，波函数的坍缩是一个非幺正的过程。这导致了量子力学与经典力学之间的根本区别。多世界解释（MWI）提供了一种可能的解决方案，认为所有可能的结果都存在于不同的平行世界中。

“量子”这个词在物理学中有着特定的含义。它指的是物质的最小单位。在量子力学中，物质的行为表现出波粒二象性。量子力学是现代物理学的重要基石之一。

量子力学の基礎となる原理の一つは、観測による状態の崩壊である。これは、量子状態の重ね合わせが、観測によって一つの状態に収束する現象を指す。この過程は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。この現象は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。

量子力学の基礎となる原理の一つは、観測による状態の崩壊である。これは、量子状態の重ね合わせが、観測によって一つの状態に収束する現象を指す。この過程は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。この現象は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。

量子力学の基礎となる原理の一つは、観測による状態の崩壊である。これは、量子状態の重ね合わせが、観測によって一つの状態に収束する現象を指す。この過程は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。この現象は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。

量子力学の基礎となる原理の一つは、観測による状態の崩壊である。これは、量子状態の重ね合わせが、観測によって一つの状態に収束する現象を指す。この過程は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。この現象は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。

量子力学の基礎となる原理の一つは、観測による状態の崩壊である。これは、量子状態の重ね合わせが、観測によって一つの状態に収束する現象を指す。この過程は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。この現象は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。

MWIは、量子力学の基礎となる原理の一つは、観測による状態の崩壊である。これは、量子状態の重ね合わせが、観測によって一つの状態に収束する現象を指す。この過程は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。この現象は、量子力学の基本的な原理の一つであり、量子力学の発展に大きく貢献した。

量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式は、  
粒子の位置と運動量を同時に正確に測定できないという  
不確定性原理を表現しています。MWIは、この原理を  
解釈するための一つの試みです。MWIは、粒子の位置と  
運動量を同時に正確に測定できないという不確定性原理  
を表現しています。MWIは、粒子の位置と運動量を  
同時に正確に測定できないという不確定性原理を表現  
しています。

MWIは、粒子の位置と運動量を同時に正確に測定  
できないという不確定性原理を表現しています。MWI  
は、粒子の位置と運動量を同時に正確に測定できない  
という不確定性原理を表現しています。MWIは、粒子  
の位置と運動量を同時に正確に測定できないという不  
確定性原理を表現しています。MWIは、粒子の位置  
と運動量を同時に正確に測定できないという不確定性  
原理を表現しています。MWIは、粒子の位置と運動  
量を同時に正確に測定できないという不確定性原理を  
表現しています。1969年に、MWIは、粒子の位置  
と運動量を同時に正確に測定できないという不確定性  
原理を表現しています。MWIは、粒子の位置と運動  
量を同時に正確に測定できないという不確定性原理を  
表現しています。

MWIは、SteinとAdrian Kentによって提唱され  
ています。

MWIは、粒子の位置と運動量を同時に正確に測定  
できないという不確定性原理を表現しています。MWI  
は、粒子の位置と運動量を同時に正確に測定できない  
という不確定性原理を表現しています。MWIは、粒子  
の位置と運動量を同時に正確に測定できないという不  
確定性原理を表現しています。MWIは、粒子の位置  
と運動量を同時に正確に測定できないという不確定性  
原理を表現しています。MWIは、粒子の位置と運動  
量を同時に正確に測定できないという不確定性原理を  
表現しています。MWIは、粒子の位置と運動量を  
同時に正確に測定できないという不確定性原理を表現  
しています。

## 参考文献

量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式は、  
粒子の位置と運動量を同時に正確に測定できないという  
不確定性原理を表現しています。2016年6月。

Karl Popper “ ” “ ”  
“ ” “ ”

[illegible][illegible][illegible][illegible]

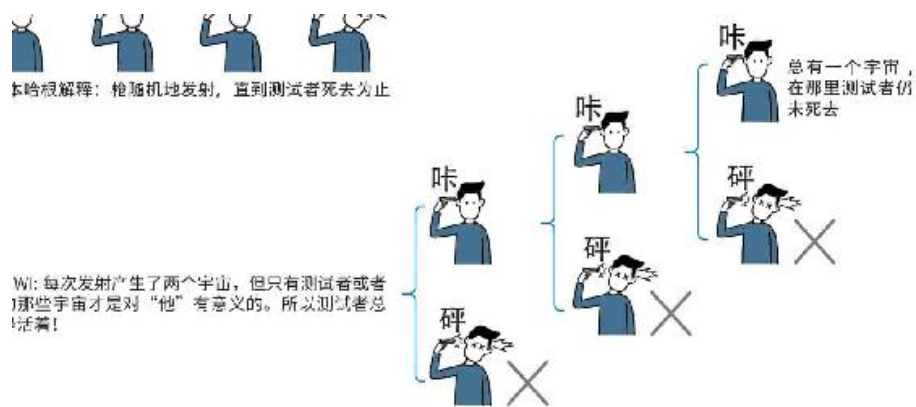
□□□□□□“□□□□”□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□  
 □□□□□□□□□□□□“□□□□”□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□  
 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□





100% 的测试者最终都会死亡。这听起来似乎很荒谬，但这是量子力学的一个基本预测。

然而，如果我们考虑一个测试者，他/她可以重复进行这个实验，那么情况就不同了。在每次实验中，测试者要么活着，要么死了。如果测试者死了，那么他的/她的意识就消失了。但是，如果测试者活着，那么他的/她的意识就会继续存在。因此，从测试者的角度来看，他/她似乎永远不会死亡。这就是所谓的“量子永生”（quantum immortality）。



这就是所谓的量子永生（MWI）。

量子永生（quantum immortality）是一个非常有争议的话题。一些人认为，量子力学确实预测了这一点，而另一些人则认为，这只是理论上的推测。无论如何，量子永生都是一个非常有趣的话题，值得我们去探讨。

量子永生（quantum immortality）是一个非常有争议的话题。

量子永生（quantum immortality）是一个非常有争议的话题。量子永生（quantum immortality）是一个非常有争议的话题。量子永生（quantum immortality）是一个非常有争议的话题。



# 逻辑谬误

逻辑谬误是指推理过程中出现的错误，是逻辑学中的一个重要概念。

逻辑谬误可以分为很多种，其中一种是“诉诸权威”。例如，有人说：“100%的科学家都认为地球是平的，所以地球一定是平的。”这种推理是错误的，因为科学家的观点并不总是正确的。再比如，有人说：“100%的乌鸦都是黑的，所以所有乌鸦都是黑的。”这种推理也是错误的，因为即使有80%的乌鸦是黑的，也不能证明所有乌鸦都是黑的。

逻辑谬误的另一种形式是“诉诸无知”。例如，有人说：“0%的科学家都认为地球是平的，所以地球一定是圆的。”这种推理也是错误的，因为科学家的观点并不总是正确的。

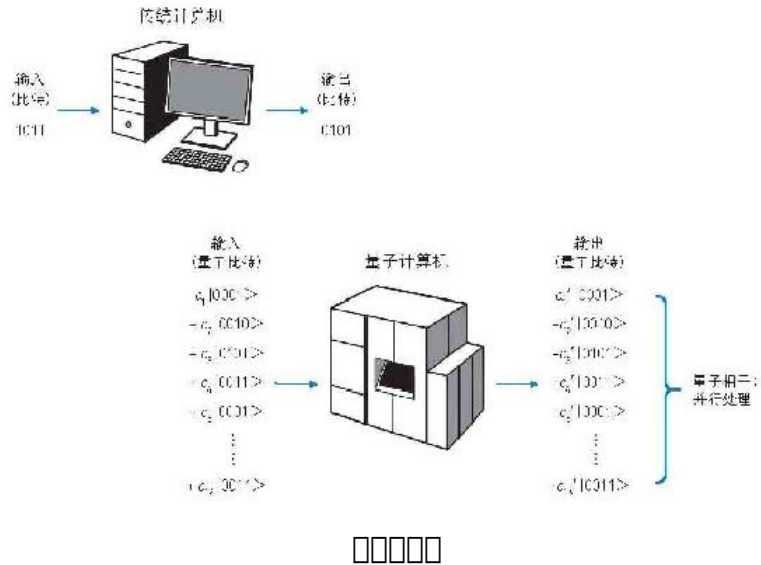
逻辑谬误的第三种形式是“诉诸情感”。例如，有人说：“0%的科学家都认为地球是平的，所以地球一定是平的，因为我相信地球是平的。”这种推理也是错误的，因为情感并不能作为推理的依据。



逻辑谬误

逻辑谬误的第四种形式是“诉诸传统”。例如，有人说：“0%的科学家都认为地球是平的，所以地球一定是平的，因为这是传统。”这种推理也是错误的，因为传统并不能作为推理的依据。





1946年2月14日，世界上第一台电子计算机ENIAC在美国宾夕法尼亚大学正式投入运行。ENIAC的体积非常庞大，占地170多平方米，重达30吨。它使用了18000多个电子管，耗电功率高达15千瓦。ENIAC的运算速度非常慢，每秒只能进行5000次加法运算。它的输入和输出都是通过穿孔卡片实现的。ENIAC的发明标志着电子计算机时代的开始。

1946年2月14日，世界上第一台电子计算机ENIAC在美国宾夕法尼亚大学正式投入运行。ENIAC的体积非常庞大，占地170多平方米，重达30吨。它使用了18000多个电子管，耗电功率高达15千瓦。ENIAC的运算速度非常慢，每秒只能进行5000次加法运算。它的输入和输出都是通过穿孔卡片实现的。ENIAC的发明标志着电子计算机时代的开始。

1946年2月14日，世界上第一台电子计算机ENIAC在美国宾夕法尼亚大学正式投入运行。ENIAC的体积非常庞大，占地170多平方米，重达30吨。它使用了18000多个电子管，耗电功率高达15千瓦。ENIAC的运算速度非常慢，每秒只能进行5000次加法运算。它的输入和输出都是通过穿孔卡片实现的。ENIAC的发明标志着电子计算机时代的开始。

0 1 “ ” 0 1 0 1

bit 0 1 0 1 “ ” qubit 10qubits 10 bit 0 1  $2^{10}$  10

10bits 1 10  $2^{10}$

70 80 Bennett Benioff 1982 Richard Feynman “ ”

1985 (3)

complexity 10qubits  $2^{10}$



量子計算機は、250ビットのデータを10<sup>500</sup>回の計算で処理できる。これは、現在のスーパーコンピュータが10<sup>500</sup>回の計算で処理できるのと同じレベルである。

1996年、Lov Groverは、nビットのデータをn/2回の計算で処理できるアルゴリズムを提案した。これは、現在のスーパーコンピュータがn回の計算で処理できるのと同じレベルである。Groverのアルゴリズムは、DES暗号を破るのに役立つ。Groverのアルゴリズムは、(9)の図に示されている。

量子計算機は、現在のスーパーコンピュータよりも速く、より少ないエネルギーで計算できる。これは、量子計算機の利点である。

2011年、D-Waveは、D-Wave 1と呼ばれる量子計算機を発表した。これは、2013年にD-Wave 2、2015年にD-Wave 2X、2018年にD-Wave 2Xと呼ばれる量子計算機を発表した。D-Wave 2Xは、2048 qubitsの量子計算機である。NASAとGoogleは、D-Wave 2Xと協力して量子計算機の応用を研究している。

D-Waveは、Shorのアルゴリズムを実装している。Shorのアルゴリズムは、nビットのデータをn/2回の計算で処理できる。これは、現在のスーパーコンピュータがn回の計算で処理できるのと同じレベルである。Shorのアルゴリズムは、DES暗号を破るのに役立つ。

量子計算機は、現在のスーパーコンピュータよりも速く、より少ないエネルギーで計算できる。これは、量子計算機の利点である。



1927年，中国共产党在上海发动了著名的“四一二”反革命政变，
 这是中国革命史上一个极其惨痛的日子。

1927年4月12日，国民党在上海发动了反革命政变，
 大肆捕杀共产党员和革命群众。
 这一天，上海的天空被鲜血染红，
 无数革命志士倒在敌人的枪口下。
 这一事件，标志着第一次国共合作的破裂，
 也标志着中国革命进入了一个新的阶段。
 从此，中国共产党开始独立领导武装斗争，
 走上了农村包围城市、武装夺取政权的道路。
 这一历史事件，对中国革命产生了深远的影响，
 也成为了中国革命史上的一座丰碑。

1927年，中国共产党在上海发动了著名的“四一二”反革命政变，
 这是中国革命史上一个极其惨痛的日子。
 这一天，上海的天空被鲜血染红，
 无数革命志士倒在敌人的枪口下。
 这一事件，标志着第一次国共合作的破裂，
 也标志着中国革命进入了一个新的阶段。

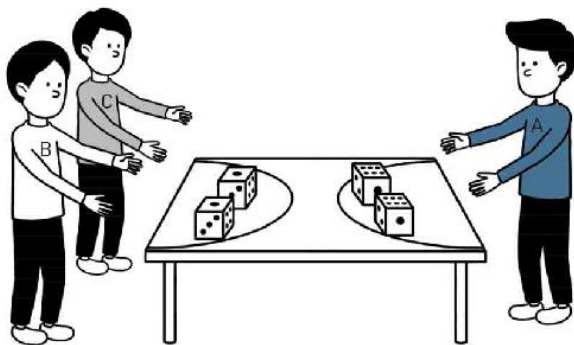
1927年，中国共产党在上海发动了著名的“四一二”反革命政变，
 这是中国革命史上一个极其惨痛的日子。
 这一天，上海的天空被鲜血染红，
 无数革命志士倒在敌人的枪口下。
 这一事件，标志着第一次国共合作的破裂，
 也标志着中国革命进入了一个新的阶段。
 从此，中国共产党开始独立领导武装斗争，
 走上了农村包围城市、武装夺取政权的道路。
 这一历史事件，对中国革命产生了深远的影响，
 也成为了中国革命史上的一座丰碑。

1927年，中国共产党在上海发动了著名的“四一二”反革命政变，
 这是中国革命史上一个极其惨痛的日子。
 这一天，上海的天空被鲜血染红，
 无数革命志士倒在敌人的枪口下。
 这一事件，标志着第一次国共合作的破裂，
 也标志着中国革命进入了一个新的阶段。

爱因斯坦等人认为量子力学是不完备的，他们提出了“隐变量”理论，即Hidden Variable Theory。

爱因斯坦等人认为量子力学是不完备的，他们提出了“隐变量”理论，即Hidden Variable Theory。1932年，薛定谔等人提出了“波函数坍缩”理论，认为量子力学是不完备的，需要引入隐变量来解释量子现象。

爱因斯坦等人认为量子力学是不完备的，他们提出了“隐变量”理论，即Hidden Variable Theory。20世纪20年代，薛定谔等人提出了“波函数坍缩”理论，认为量子力学是不完备的，需要引入隐变量来解释量子现象。



掷骰子虽然平均来说 $A=B+C$ ，但这并不意味着每回合都必须如此。

爱因斯坦等人

1969年，爱因斯坦等人提出了“隐变量”理论，认为量子力学是不完备的，需要引入隐变量来解释量子现象。

爱因斯坦等人认为量子力学是不完备的，他们提出了“隐变量”理论，即Hidden Variable Theory。1927年，薛定谔等人提出了“波函数坍缩”理论，认为量子力学是不完备的，需要引入隐变量来解释量子现象。



黎曼几何是研究弯曲空间的几何学。1952年，黎曼几何在物理学中得到了广泛应用。黎曼几何的一个重要应用是广义相对论。黎曼几何的研究为现代物理学的发展奠定了基础。

黎曼几何的一个重要应用是广义相对论。30年代，David Mermin在黎曼几何的研究中做出了重要贡献。他提出了“黎曼几何在物理学中的应用”这一观点。

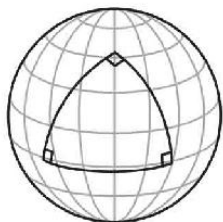
黎曼几何的研究为现代物理学的发展奠定了基础。

## 黎曼几何

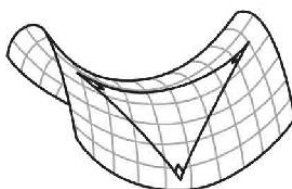
黎曼几何的一个重要应用是广义相对论。2000年，黎曼几何在物理学中得到了广泛应用。黎曼几何的研究为现代物理学的发展奠定了基础。

黎曼几何的一个重要应用是广义相对论。黎曼几何的研究为现代物理学的发展奠定了基础。黎曼几何的一个重要应用是广义相对论。黎曼几何的研究为现代物理学的发展奠定了基础。

黎曼几何的一个重要应用是广义相对论。黎曼几何的研究为现代物理学的发展奠定了基础。黎曼几何的一个重要应用是广义相对论。黎曼几何的研究为现代物理学的发展奠定了基础。黎曼几何的一个重要应用是广义相对论。黎曼几何的研究为现代物理学的发展奠定了基础。



黎曼几何：  
三角形内角和  $> 180^\circ$



罗巴切夫斯基几何：  
三角形内角和  $< 180^\circ$



“ ”

[illegible]

A large grid of empty boxes for writing answers, consisting of 8 rows of 30 boxes each, with a final row of 15 boxes.

**Locality**

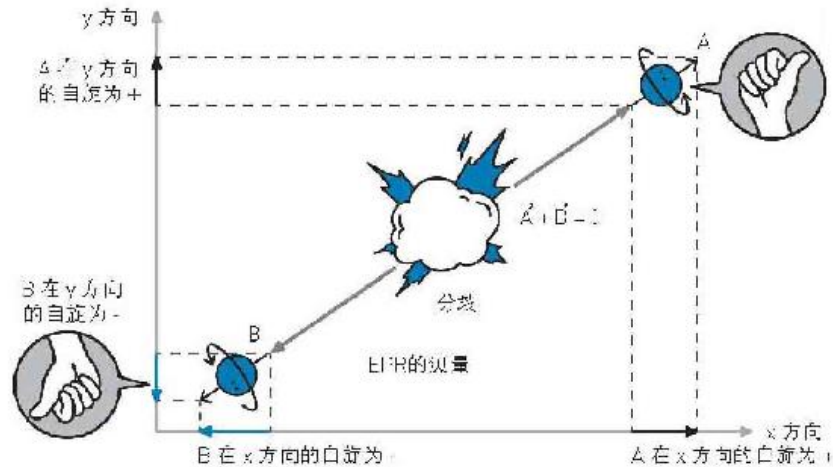
[illegible]

1928年7月28日，物理学家阿尔伯特·爱因斯坦——量子力学之父，与物理学家约翰·斯图尔特·贝尔（John Stewart Bell）共同提出了量子力学的一个基本原理，即量子力学中的不确定性原理。这一原理指出，在量子力学中，某些物理量的测量结果是不确定的，其不确定性的大小与测量精度有关。这一原理在1911年首次提出，并在1916年得到了进一步的完善。这一原理在量子力学的发展中起到了至关重要的作用，它不仅为量子力学的实验验证提供了理论依据，也为量子力学的理论发展提供了重要的指导。

量子力学的不确定性原理是量子力学的一个基本原理，它指出，在量子力学中，某些物理量的测量结果是不确定的，其不确定性的大小与测量精度有关。这一原理在1911年首次提出，并在1916年得到了进一步的完善。这一原理在量子力学的发展中起到了至关重要的作用，它不仅为量子力学的实验验证提供了理论依据，也为量子力学的理论发展提供了重要的指导。这一原理在量子力学的发展中起到了至关重要的作用，它不仅为量子力学的实验验证提供了理论依据，也为量子力学的理论发展提供了重要的指导。

量子力学的不确定性原理是量子力学的一个基本原理，它指出，在量子力学中，某些物理量的测量结果是不确定的，其不确定性的大小与测量精度有关。这一原理在1911年首次提出，并在1916年得到了进一步的完善。这一原理在量子力学的发展中起到了至关重要的作用，它不仅为量子力学的实验验证提供了理论依据，也为量子力学的理论发展提供了重要的指导。这一原理在量子力学的发展中起到了至关重要的作用，它不仅为量子力学的实验验证提供了理论依据，也为量子力学的理论发展提供了重要的指导。

量子力学的不确定性原理是量子力学的一个基本原理，它指出，在量子力学中，某些物理量的测量结果是不确定的，其不确定性的大小与测量精度有关。这一原理在1911年首次提出，并在1916年得到了进一步的完善。这一原理在量子力学的发展中起到了至关重要的作用，它不仅为量子力学的实验验证提供了理论依据，也为量子力学的理论发展提供了重要的指导。这一原理在量子力学的发展中起到了至关重要的作用，它不仅为量子力学的实验验证提供了理论依据，也为量子力学的理论发展提供了重要的指导。



EPR实验

在EPR实验中，我们考虑两个粒子的自旋。假设粒子A和B的自旋在x和y方向上的分量分别为 $\sigma_x$ 和 $\sigma_y$ 。在EPR实验中，我们通常考虑的是两个粒子的自旋在x方向上的分量。假设粒子A和B的自旋在x方向上的分量分别为 $\sigma_x^A$ 和 $\sigma_x^B$ 。在EPR实验中，我们通常考虑的是两个粒子的自旋在x方向上的分量。假设粒子A和B的自旋在x方向上的分量分别为 $\sigma_x^A$ 和 $\sigma_x^B$ 。

在EPR实验中，我们考虑两个粒子的自旋。假设粒子A和B的自旋在x和y方向上的分量分别为 $\sigma_x$ 和 $\sigma_y$ 。在EPR实验中，我们通常考虑的是两个粒子的自旋在x方向上的分量。假设粒子A和B的自旋在x方向上的分量分别为 $\sigma_x^A$ 和 $\sigma_x^B$ 。在EPR实验中，我们通常考虑的是两个粒子的自旋在x方向上的分量。假设粒子A和B的自旋在x方向上的分量分别为 $\sigma_x^A$ 和 $\sigma_x^B$ 。

在EPR实验中，我们考虑两个粒子的自旋。假设粒子A和B的自旋在x和y方向上的分量分别为 $\sigma_x$ 和 $\sigma_y$ 。在EPR实验中，我们通常考虑的是两个粒子的自旋在x方向上的分量。假设粒子A和B的自旋在x方向上的分量分别为 $\sigma_x^A$ 和 $\sigma_x^B$ 。在EPR实验中，我们通常考虑的是两个粒子的自旋在x方向上的分量。假设粒子A和B的自旋在x方向上的分量分别为 $\sigma_x^A$ 和 $\sigma_x^B$ 。

1. EPR 实验的量子态为：
 
$$\frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow\rangle_A |\downarrow\rangle_B - |\downarrow\rangle_A |\uparrow\rangle_B)$$
 其中  $A$  和  $B$  分别代表两个粒子的自旋。

2. 假设在  $x$  和  $y$  方向上分别进行测量，得到结果  $x$  和  $y$ 。

$$\begin{pmatrix}
 x & y & z \\
 + & + & + \\
 + & + & - \\
 + & - & + \\
 + & - & - \\
 - & + & + \\
 - & + & - \\
 - & - & + \\
 - & - & -
 \end{pmatrix}$$

3. 假设在  $A$  和  $B$  两个粒子上分别进行测量，得到结果  $A$  和  $B$ 。

$$\begin{pmatrix}
 Ax & Ay & Az & Bx & By & Bz & \text{出现概率} \\
 + & + & + & - & - & - & N1 \\
 + & + & - & - & - & + & N2 \\
 + & - & + & - & + & - & N3 \\
 + & - & - & - & + & + & N4 \\
 - & + & + & + & - & - & N5 \\
 - & + & - & + & - & + & N6 \\
 - & - & + & + & + & - & N7 \\
 - & - & - & + & + & + & N8
 \end{pmatrix}$$





(8)  $\lambda$  is a positive real number

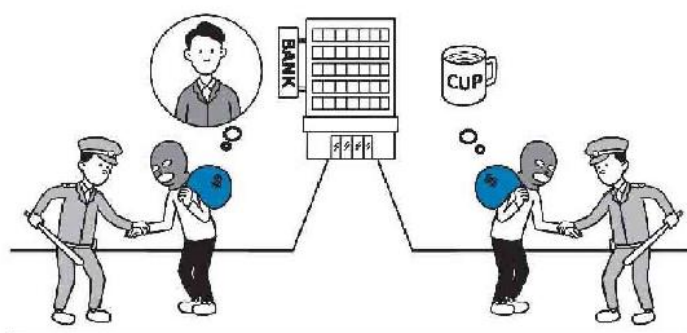


如果我們對A和B進行測量，我們將會得到兩個確定的結果，  
這兩個結果將會滿足以下條件：

如果我們對EPR對進行測量，我們將會得到兩個確定的結果，  
這兩個結果將會滿足以下條件：  
如果A得到“上”的結果，B將會得到“下”的結果；  
如果B得到“上”的結果，A將會得到“下”的結果；  
如果B得到“下”的結果，A將會得到“上”的結果；  
如果A得到“下”的結果，B將會得到“上”的結果。  
這意味著，如果我們對A和B進行測量，我們將會得到兩個確定的結果，  
這兩個結果將會滿足以下條件：

如果我們對A和B進行測量，我們將會得到兩個確定的結果，  
這兩個結果將會滿足以下條件：  
如果A得到“上”的結果，B將會得到“下”的結果；  
如果B得到“上”的結果，A將會得到“下”的結果；  
如果B得到“下”的結果，A將會得到“上”的結果；  
如果A得到“下”的結果，B將會得到“上”的結果。

如果我們對A和B進行測量，我們將會得到兩個確定的結果，  
這兩個結果將會滿足以下條件：  
如果A得到“上”的結果，B將會得到“下”的結果；  
如果B得到“上”的結果，A將會得到“下”的結果；  
如果B得到“下”的結果，A將會得到“上”的結果；  
如果A得到“下”的結果，B將會得到“上”的結果。  
這意味著，如果我們對A和B進行測量，我們將會得到兩個確定的結果，  
這兩個結果將會滿足以下條件：



量子罪犯的默契

EPR對的默契

量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式とEPR  
パラドックスの議論。量子力学の基礎となるシュレディンガー  
方程式の導出とEPRパラドックスの議論。

量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式とEPR  
パラドックスの議論。量子力学の基礎となるシュレディンガー  
方程式の導出とEPRパラドックスの議論。

1964年、物理学者アラン・ダース・アサヒが*Physics*誌に「  
EPRパラドックス」On the Einstein-Podolsky-Rosen Paradoxと題して20  
ページにわたる論文を発表。1973年、物理学者ブライアン・D・ジョセフソンが「  
Brian D. Josephson」論文を発表。Henry Stappは「  
the most profound discovery in science」と評した。

量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式とEPR  
パラドックスの議論。量子力学の基礎となるシュレディンガー  
方程式の導出とEPRパラドックスの議論。*Speakable  
and Unspeakable in Quantum Mechanics*, Cambridge 1987

量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式とEPR  
パラドックスの議論。量子力学の基礎となるシュレディンガー  
方程式の導出とEPRパラドックスの議論。1966年、物理学者  
ポール・アサヒが「量子力学の基礎となるシュレディンガー  
方程式の導出とEPRパラドックスの議論」を発表。

量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式とEPR  
パラドックスの議論。量子力学の基礎となるシュレディンガー  
方程式の導出とEPRパラドックスの議論。EPR  
パラドックスの議論。量子力学の基礎となるシュレディンガー  
方程式の導出とEPRパラドックスの議論。.....  
量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式の導出とEPR  
パラドックスの議論。

1950年代，美國政府對共產黨在美國的滲透活動感到威脅，並展開了一系列調查。其中，約瑟夫·麥卡錫（Joseph McCarthy）的指控尤為突出。他聲稱，許多政府官員、軍人、以及文化界人士都是共產黨的間諜。

麥卡錫的指控導致了許多人的被解僱和監禁。他的行為被稱為「麥卡錫主義」（McCarthyism），即指在缺乏證據的情況下，對某人進行指控和迫害。

- 1. 麥卡錫的指控
- 2. 麥卡錫主義
- 3. 麥卡錫的指控
- 4. 麥卡錫主義
- 5. 麥卡錫的指控
- 6. 麥卡錫主義
- 7. 麥卡錫的指控
- 8. 麥卡錫主義
- 9. 麥卡錫的指控
- 10. 麥卡錫主義

麥卡錫主義在美國社會引起了廣泛的恐慌和不安。

## 麥卡錫主義的影響

麥卡錫主義在美國社會引起了廣泛的恐慌和不安。20世紀40年代和50年代，許多政府官員、軍人、以及文化界人士都因為被指控為共產黨間諜而失去了工作。

麥卡錫主義在美國社會引起了廣泛的恐慌和不安。20世紀40年代和50年代，許多政府官員、軍人、以及文化界人士都因為被指控為共產黨間諜而失去了工作。

この本は、核兵器の開発に関与した科学者たちの物語である。彼らは、第二次世界大戦中に、アメリカとソ連の両国が、核兵器の開発競争を繰り広げた。この競争は、人類の歴史に大きな影響を与えた。Birkbeckは、この競争の中心人物である。

2000年、アメリカ政府は「原子力」に関する調査を行った。この調査は、原子力に関する科学者の活動を追跡した。この調査の結果、原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。この調査の結果、原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。J. Robert Oppenheimerは、原子力に関する科学者の活動である。Edward Tellerは、原子力に関する科学者の活動である。1945年、原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。

原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。

原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。

## Part. 2

原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。

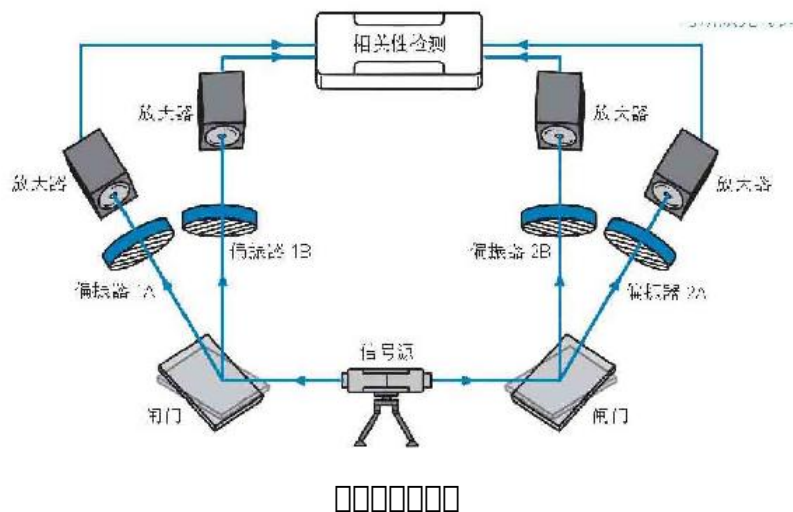
原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。原子力に関する科学者の活動は、原子力に関する科学者の活動である。

この論文は、量子力学の基礎的な問題、特に量子力学の非局所性に関する問題を扱っている。論文の目的は、量子力学の非局所性を検証するための実験的アプローチを提案することである。

1969年、ClauserらはEPRパラドックスに関連する問題を扱った論文を発表した。この論文は、量子力学の非局所性を検証するための実験的アプローチを提案した。論文の目的は、量子力学の非局所性を検証するための実験的アプローチを提案することである。

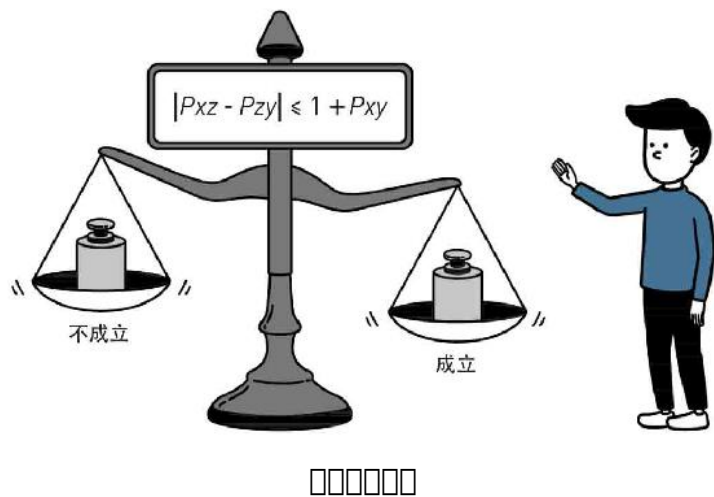
この論文は、量子力学の基礎的な問題、特に量子力学の非局所性に関する問題を扱っている。論文の目的は、量子力学の非局所性を検証するための実験的アプローチを提案することである。Institut d'Optique Théorique et Appliquée, Orsay Cédex

この論文は、量子力学の基礎的な問題、特に量子力学の非局所性に関する問題を扱っている。論文の目的は、量子力学の非局所性を検証するための実験的アプローチを提案することである。12 ns、40 ns、10 ns



量子通信系统示意图

1982年，物理学家阿斯佩克特等人进行了著名的实验，验证了量子力学中的非局域性。实验结果表明，量子纠缠现象确实存在，这与爱因斯坦的定域实在论相矛盾。这一发现对量子力学的基础理论产生了深远影响，也为量子信息科学的发展奠定了基础。



量子力学の基礎から、量子力学の発展、量子力学の応用、量子力学の未来まで、幅広くカバーしています。

本書は、量子力学の基礎から、量子力学の発展、量子力学の応用、量子力学の未来まで、幅広くカバーしています。

本書は、量子力学の基礎から、量子力学の発展、量子力学の応用、量子力学の未来まで、幅広くカバーしています。

本書は、量子力学の基礎から、量子力学の発展、量子力学の応用、量子力学の未来まで、幅広くカバーしています。

本書は、量子力学の基礎から、量子力学の発展、量子力学の応用、量子力学の未来まで、幅広くカバーしています。

本書は、量子力学の基礎から、量子力学の発展、量子力学の応用、量子力学の未来まで、幅広くカバーしています。

本書は、量子力学の基礎から、量子力学の発展、量子力学の応用、量子力学の未来まで、幅広くカバーしています。

本書は、量子力学の基礎から、量子力学の発展、量子力学の応用、量子力学の未来まで、幅広くカバーしています。

1990年，Greenberger、Horne、Zeilinger三位物理学家合作，利用GHZ态进行了实验，验证了量子力学与局域实在论之间的矛盾。2000年，Bouwmeester、Daniell在《Nature》杂志上发表了他们的实验结果，进一步证实了量子力学的非局域性。

—8—

量子力学的发展，使得我们对微观世界的认识更加深入。从经典力学的确定性，到量子力学的概率性，这一转变不仅改变了物理学的面貌，也深刻影响了哲学和科学方法论。量子力学告诉我们，在微观尺度上，粒子的行为是不可预测的，只能以概率的方式描述。

2015年10月，Delft大学的研究团队在《Nature》杂志上发表了他们的实验结果，进一步验证了量子纠缠的存在。实验显示，在1.3微秒的时间内，量子纠缠的保持时间达到了96%。这一结果不仅证实了量子力学的基本原理，也为量子信息科学的发展提供了重要的实验依据。

量子力学的发展，使得我们对微观世界的认识更加深入。从经典力学的确定性，到量子力学的概率性，这一转变不仅改变了物理学的面貌，也深刻影响了哲学和科学方法论。量子力学告诉我们，在微观尺度上，粒子的行为是不可预测的，只能以概率的方式描述。

量子力学的发展，使得我们对微观世界的认识更加深入。

量子力学的发展，使得我们对微观世界的认识更加深入。

量子力学的发展，使得我们对微观世界的认识更加深入。

量子力学的发展，使得我们对微观世界的认识更加深入。

## Part. 3

1982 20  
1886 “ ”  
1925 60

[illegible][illegible][illegible]

local realism

[illegible]

„...“  
...  
MWI...local...Stapp...  
...Deutsch...Tegmark...Zeh...  
...<sup>(3)</sup>...MWI...  
...MWI...  
...“...“...  
“...“

...“...  
...  
.....“...  
...  
...

...EPR...  
...“...“

...“...“





EPR 實驗結果顯示，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。這意味著，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。

在 1964 年，約翰·貝爾 (John Bell) 提出了一個著名的不等式，即貝爾不等式 (Bell's inequality)。這個不等式是基於局域隱變量理論 (local hidden variable theory) 的假設而提出的。如果實驗結果違反了貝爾不等式，那麼就證明了量子力學的預測是正確的，而局域隱變量理論則是錯誤的。在 1980 年代，阿蘭·阿斯佩 (Alain Aspect) 等人進行了著名的貝爾實驗，結果顯示量子力學的預測是正確的，而局域隱變量理論則是錯誤的。這意味著，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。

在 2015 年，羅伯特·奧斯瓦爾德 (Robert Oswald) 等人進行了一個著名的貝爾實驗，結果顯示量子力學的預測是正確的，而局域隱變量理論則是錯誤的。這意味著，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。在 2016 年，羅伯特·奧斯瓦爾德 (Robert Oswald) 等人進行了一個著名的貝爾實驗，結果顯示量子力學的預測是正確的，而局域隱變量理論則是錯誤的。這意味著，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。

在 2000 年，Kuzmich 等人發表了一篇名為 *Nature* 的文章，討論了量子力學的預測與實驗結果之間的關係。他們指出，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。這意味著，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。

在 1935 年，愛因斯坦、波多爾斯基和羅森 (Einstein, Podolsky, and Rosen) 提出了一個著名的思想實驗，即 EPR 悖論 (EPR paradox)。他們指出，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。這意味著，如果兩個粒子在分離前處於一個純態，那麼在分離後，它們的測量結果總是相關的。











量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式は、粒子の位置を正確に決定するのではなく、粒子の位置の確率分布を記述する。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。

この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。

Ghirardiの理論は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。

この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。

この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。

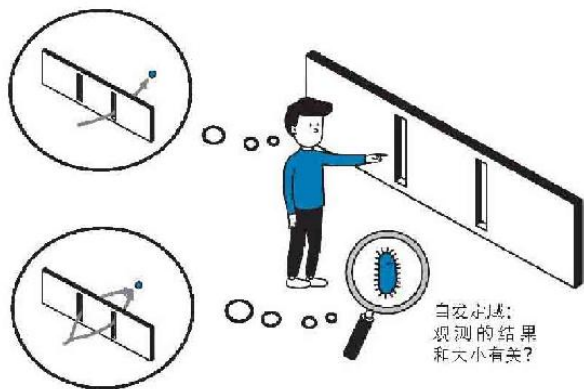
GRW理論は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。

GRW理論は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。この確率分布は、粒子の位置の関数として表され、その絶対値の二乗が粒子の位置に発見される確率を表す。

我们通常认为，在量子力学中，粒子的行为是随机的，不可预测的。然而，GRW理论提出了一种新的观点，认为粒子的行为实际上是确定的，只是我们观察到的结果与粒子的实际状态之间存在差异。这种差异被称为“自发性坍缩”，它是由粒子的位置决定的。在GRW理论中，粒子的位置被分为不同的区域，每个区域都有一个对应的坍缩概率。当粒子的位置落在某个区域时，它就会发生坍缩，从而产生一个确定的结果。这种坍缩过程是自发的，不需要任何外部干预。

在GRW理论中，粒子的位置被分为不同的区域，每个区域都有一个对应的坍缩概率。当粒子的位置落在某个区域时，它就会发生坍缩，从而产生一个确定的结果。这种坍缩过程是自发的，不需要任何外部干预。

GRW理论的一个重要特征是，它认为粒子的坍缩概率与粒子的位置有关。具体来说，粒子的坍缩概率与其位置的不确定性成正比。这意味着，粒子的位置越不确定，它发生坍缩的概率就越大。这种坍缩过程是自发的，不需要任何外部干预。



自发坍缩示意图

在GRW理论中，粒子的坍缩概率与其位置的不确定性成正比。这意味着，粒子的位置越不确定，它发生坍缩的概率就越大。这种坍缩过程是自发的，不需要任何外部干预。



# Decoherent Histories

- (1)
- (2) 1—7
- (3) Zeh *Found of Physics Letters* 13 2000 p.22
- (4)
- (5) “”
- (6) *Nature* V406
- (7) Max Jammer
- (8)
- (9) *Omnès* 1994





——Murray Gell-Mann 1929——

“MWI” “”

“” “”

“”History “”

“” “”  $t_0$   $t_1$   $t_2$   $t_n$  “”  $t_k$   $A_k$

$n$  “”  $k$   $k$

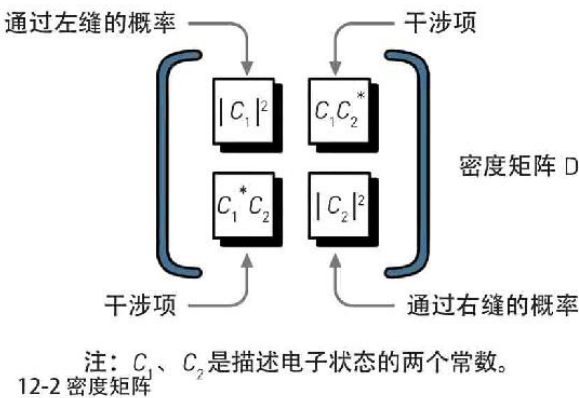
$A_k$   $A_k$  1:0 2:1 3:3 .....

“”

“”

1:2 2:3 1:1 4:1 2:0 0:0 1:3 .....

“”
fine-grained history



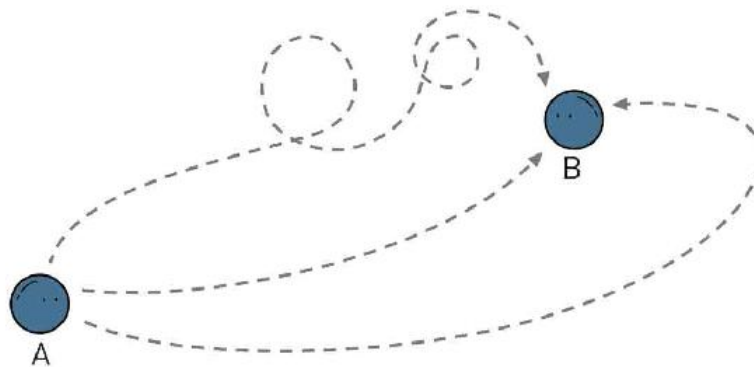
“”

.....

“”
coarse-grained history



我们“1:0到0:3”“4:1到1:2”“3:0到3:4”.....我们“”  
 “”  
 “”“”“”  
 “”



路径积分：粒子从 A 到 B，是所有可能的路径的叠加

我们

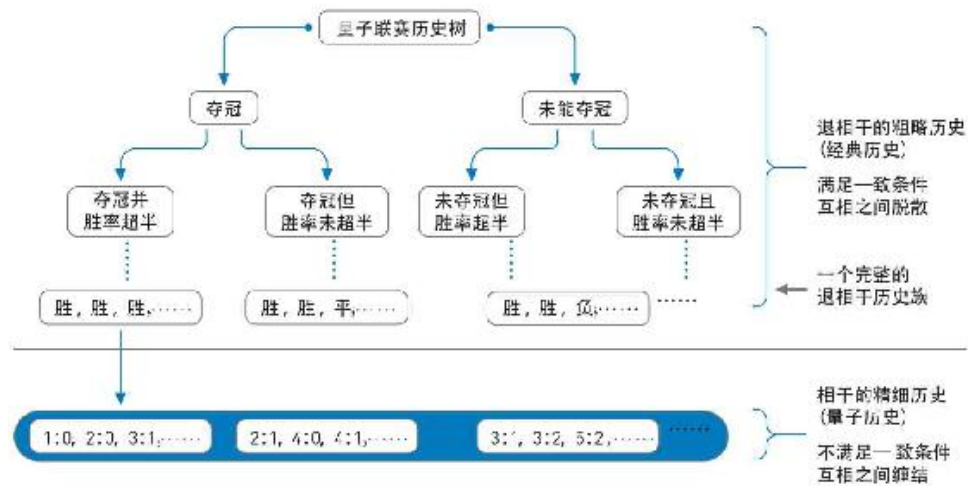
我们“”Path Integral  
 1942  
 A到B  
 “”

我们  
 1965

“”  
 “”

“”  
 “”  
 “”  
 “”





DH

量子联赛历史树“夺冠”“未能夺冠”  
 “夺冠并胜率超半”“夺冠但胜率未超半”  
 “未夺冠但胜率超半”“未夺冠且胜率未超半”  
 “胜, 胜, 胜, ...”  
 “胜, 胜, 平, ...”  
 “胜, 胜, 负, ...”  
 “1:0, 2:0, 3:1, ...”  
 “2:1, 4:0, 4:1, ...”  
 “3:1, 3:2, 5:2, ...”  
 “maximally fine-grained histories”

退相干的粗略历史 (经典历史)  
 满足一致条件  
 互相之间脱散  
 一个完整的退相干历史族  
 相干的精细历史 (量子历史)  
 不满足一致条件  
 互相之间纠缠  
 “1:0”  
 “2:0”  
 “3:1”  
 “2:1”  
 “4:0”  
 “4:1”  
 “3:1”  
 “3:2”  
 “5:2”  
 “consistency condition”



“”“”

DH“”GRWGian Carlo GhirardiDH5GhirardiDH

DH“”family“”“”“”

Ghirardi“”“”“”“”4“”

“”“”“”

“”1:02:12:03:0.....“”2:02:12:22:3.....

1:0“”“”

DH—“1:0”





量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式は、粒子の位置と運動量を同時に正確に測定できないという不確定性原理と深く関係しています。この原理は、量子力学の核心となる概念であり、古典力学とは異なる世界観を提供しています。

量子力学の発展は、20世紀初頭の物理学者たちによって進められました。特に、アルベルト・アインシュタイン、エルヴィン・シュ뢰ディンガー、ニールス・ボーアなどの貢献は、量子力学の基礎を築きました。アインシュタインは、相対性理論と量子力学の関係を探求し、光子の粒子性を示しました。シュ뢰ディンガーは、波動方程式を導き出しました。ボーアは、原子の構造とエネルギーレベルを説明しました。

量子力学の応用は、現代科学の多くの分野で見られます。例えば、半導体技術、レーザー技術、量子化学、量子生物学などです。量子力学は、私たちの日常生活に深く関与しています。また、量子力学は、宇宙の起源や生命の進化など、自然界の根本的な問いに答えるための重要なツールとなっています。

量子力学の未来は、非常に有望です。量子コンピューティング、量子通信、量子センシングなどの新しい技術が、量子力学の原理に基づいて開発されています。これらの技術は、私たちの生活を大きく変える可能性があります。量子力学は、人類の知識の地平を広げるための重要な鍵となっています。

## Part. 3

量子力学の発展は、20世紀初頭の物理学者たちによって進められました。特に、アルベルト・アインシュタイン、エルヴィン・シュ뢰ディンガー、ニールス・ボーアなどの貢献は、量子力学の基礎を築きました。アインシュタインは、相対性理論と量子力学の関係を探求し、光子の粒子性を示しました。シュ뢰ディンガーは、波動方程式を導き出しました。ボーアは、原子の構造とエネルギーレベルを説明しました。

量子力学在20世纪初诞生以来，一直是物理学中最神秘、最引人入胜的领域之一。它描述的是微观世界的行为，与我们的日常经验大相径庭。在量子力学中，粒子可以同时处于多个位置，或者同时具有多种属性，直到我们进行观测为止。这种“叠加态”的概念是量子力学最核心的特征之一。

然而，量子力学在解释某些现象时遇到了困难，特别是关于“测量”的问题。为了解决这个问题，科学家们提出了多种不同的解释。其中，GRW（Ghirardi-Rimini-Weber）理论是一个重要的候选者。它认为，波函数的坍缩是一个随机的过程，而不是由观测引起的。GRW理论在1986年提出了一个著名的“6米”实验，旨在验证波函数的坍缩是否真的发生。

除了GRW理论，还有许多其他的解释，如“many-minds interpretation”（多心灵解释）。这种解释认为，每个观测者都有自己的“心灵”，每个心灵都对应着一个不同的量子态。因此，当进行观测时，不同的心灵会看到不同的结果。这种解释虽然听起来很荒谬，但它提供了一种新的视角来理解量子力学。

在量子力学的发展过程中，科学家们还提出了许多其他的理论，如“transactional model”（事务性模型）。这种模型认为，量子过程是由“发射”和“吸收”两个过程共同决定的。它提供了一种新的方式来理解量子纠缠和量子通信。

除了这些理论，科学家们还提出了许多其他的解释，如“多世界”（many-worlds）理论。这种理论认为，每次量子测量都会导致宇宙的分裂，产生多个平行的宇宙。每个宇宙都对应着一个不同的量子态。这种解释虽然听起来很疯狂，但它提供了一种新的方式来理解量子力学。

在量子力学的发展过程中，科学家们还提出了许多其他的理论，如“哥本哈根”（Copenhagen）理论。这种理论认为，量子力学只描述的是我们对世界的认识，而不是世界本身。它提供了一种新的方式来理解量子力学。

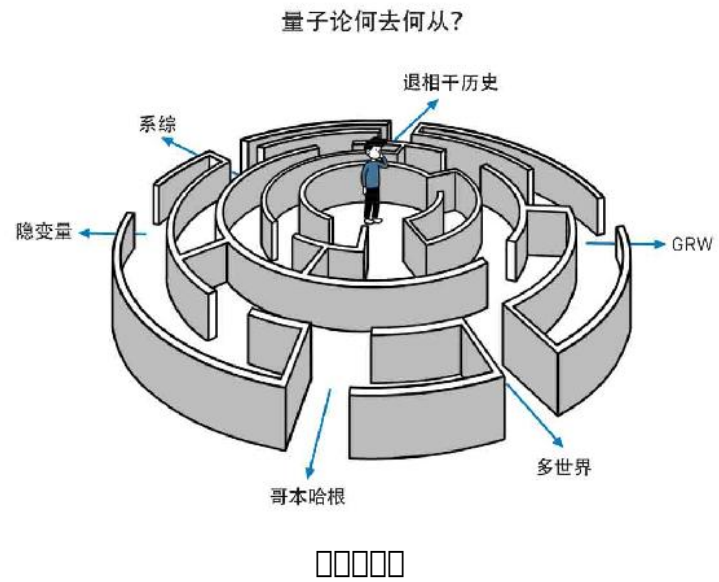
除了这些理论，科学家们还提出了许多其他的解释，如“退相干历史”（decoherence history）理论。这种理论认为，量子系统的演化是由其与环境相互作用决定的。它提供了一种新的方式来理解量子力学。

在量子力学的发展过程中，科学家们还提出了许多其他的理论，如“隐变量”（hidden variables）理论。这种理论认为，量子力学只是对更深层次物理规律的一种近似描述。它提供了一种新的方式来理解量子力学。

除了这些理论，科学家们还提出了许多其他的解释，如“多世界”（many-worlds）理论。这种理论认为，每次量子测量都会导致宇宙的分裂，产生多个平行的宇宙。每个宇宙都对应着一个不同的量子态。这种解释虽然听起来很疯狂，但它提供了一种新的方式来理解量子力学。

在量子力学的发展过程中，科学家们还提出了许多其他的理论，如“Theseus”（忒修斯）理论。这种理论认为，量子系统的演化是由其内部结构决定的。它提供了一种新的方式来理解量子力学。

除了这些理论，科学家们还提出了许多其他的解释，如“Ariadne”（阿里阿德涅）理论。这种理论认为，量子系统的演化是由其外部结构决定的。它提供了一种新的方式来理解量子力学。



1997年，美国马里兰州的UMBC（University of Maryland, Baltimore County）大学物理系教授，在量子力学领域做出了重要贡献。他提出了一个著名的“13米”实验，旨在验证波函数的坍缩是否真的发生。



物理學家們在二戰後開始重新思考量子力學的基礎，並試圖將其與狹義相對論相結合。他們發現，傳統的量子力學無法描述高速運動的粒子，因此需要一種新的理論。這就是量子場論的起源。

量子場論的核心理念是，粒子不是點狀的，而是由場激發的。場是空間中的連續實體，而粒子是場中的量子。這種觀點在1920年代末由英國物理學家Paul Dirac提出。他將量子力學與狹義相對論相結合，發展出了量子場論的雛形。隨後，其他物理學家如Werner Heisenberg和Sin-Itiro Tomonaga也對這一理論做出了重要貢獻。1932年，美國物理學家Carl Anderson發現了正電子，這為量子場論提供了實驗證據。Anderson的發現表明，電子和正電子是由同一個場激發的，這正是量子場論的預言。

在1947年，物理學家們發現了量子電動力學（QED）的異常磁矩，這進一步證實了量子場論的正確性。QED是量子場論的一個具體例子，它描述了電子和光子的相互作用。QED的成功使得物理學家們對量子場論的信心大增，並促使他們將其應用於其他物理現象的研究。

量子場論的發展還得益於一些數學家的貢獻。例如，Julian S. Schwinger和Freeman Dyson等人發展出了重整化（renormalization）技術，這使得物理學家們能夠處理量子場論中的無限大問題。重整化技術的出現使得量子場論成為了一個可計算的理論，並為物理學家們提供了強大的工具來研究粒子物理。QED的成功也為其他量子場論的發展鋪平了道路，例如量子色動力學（QCD）和標準模型。

量子場論的核心理念是，粒子不是點狀的，而是由場激發的。場是空間中的連續實體，而粒子是場中的量子。這種觀點在1920年代末由英國物理學家Paul Dirac提出。他將量子力學與狹義相對論相結合，發展出了量子場論的雛形。隨後，其他物理學家如Werner Heisenberg和Sin-Itiro Tomonaga也對這一理論做出了重要貢獻。1932年，美國物理學家Carl Anderson發現了正電子，這為量子場論提供了實驗證據。Anderson的發現表明，電子和正電子是由同一個場激發的，這正是量子場論的預言。





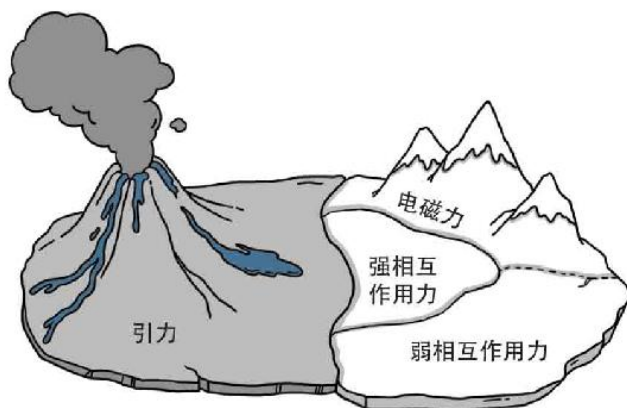




物理学家们发现，在极小的尺度上，夸克和胶子之间的相互作用可以用量子色动力学（QCD）来描述。QCD是描述夸克和胶子之间相互作用的理论，它是标准模型的一部分。1964年，物理学家们发现了夸克和胶子，这为QCD提供了实验证据。夸克是构成物质的基本粒子，而胶子是传递强相互作用的粒子。QCD的成功使得物理学家们能够更深入地理解物质的基本结构和相互作用。

在20世纪50年代，物理学家们开始研究弱相互作用和电磁相互作用。1954年，物理学家们提出了弱电统一理论，这是描述弱相互作用和电磁相互作用的理论。弱电统一理论的成功使得物理学家们能够更深入地理解弱相互作用和电磁相互作用的本质。弱电统一理论的成功也使得物理学家们开始思考如何将引力也纳入到统一理论中。目前，物理学家们已经提出了许多统一理论，但还没有一个理论能够成功地统一所有的基本相互作用。

物理学家们提出的“大统一理论”（Grand Unified Theory, GUT）是试图统一强相互作用、弱相互作用和电磁相互作用的理论。GUT的成功将使得物理学家们能够更深入地理解物质的基本结构和相互作用。GUT的成功也将使得物理学家们能够更深入地理解宇宙的起源和演化。目前，物理学家们已经提出了许多GUT模型，但还没有一个模型能够成功地统一所有的基本相互作用。



● 广义相对论

○ 量子论(GUT)



「理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。理論家は、しばしば、実験家がまだ発見していないものを発見する。これは、理論物理学の発展の重要な特徴である。」

「理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。理論家は、しばしば、実験家がまだ発見していないものを発見する。これは、理論物理学の発展の重要な特徴である。」

## 理論物理学の発展

1999年、理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。20年、理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。これは、理論物理学の発展の重要な特徴である。

「理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。理論家は、しばしば、実験家がまだ発見していないものを発見する。これは、理論物理学の発展の重要な特徴である。」

「理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。理論家は、しばしば、実験家がまだ発見していないものを発見する。これは、理論物理学の発展の重要な特徴である。」

1974年、理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。X-1は、理論物理学の発展の重要な特徴である。80年、理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。Kip Thorneは、理論物理学の発展の重要な特徴である。1990年、理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。これは、理論物理学の発展の重要な特徴である。

「理論物理学の発展は、しばしば、実験的発見の欠如に起因する。理論家は、しばしば、実験家がまだ発見していないものを発見する。これは、理論物理学の発展の重要な特徴である。」

國際上對「大統一理論」的興趣，在1970年代末達到高峰。當時，美國物理學家John Preskill在《科學》雜誌上發表了一篇名為「大統一理論」的文章，指出大統一理論是物理學界目前最感興趣的問題之一。他認為，大統一理論將是物理學史上最重要的突破之一，並預測在未來40年內，大統一理論將被發現。

1997年，美國物理學家Edward Witten在《科學》雜誌上發表了一篇名為「大統一理論」的文章，指出大統一理論是物理學界目前最感興趣的問題之一。他認為，大統一理論將是物理學史上最重要的突破之一，並預測在未來40年內，大統一理論將被發現。

大統一理論的提出，是物理學史上最重要的突破之一。1978年，美國物理學家Bruno Bertotti在《科學》雜誌上發表了一篇名為「大統一理論」的文章，指出大統一理論是物理學界目前最感興趣的問題之一。他認為，大統一理論將是物理學史上最重要的突破之一，並預測在未來40年內，大統一理論將被發現。

大統一理論的提出，是物理學史上最重要的突破之一。1992年，美國物理學家Zel'dovich在《科學》雜誌上發表了一篇名為「大統一理論」的文章，指出大統一理論是物理學界目前最感興趣的問題之一。他認為，大統一理論將是物理學史上最重要的突破之一，並預測在未來40年內，大統一理論將被發現。

大統一理論的提出，是物理學史上最重要的突破之一。2004年，美國物理學家Gordon Kane在《科學》雜誌上發表了一篇名為「大統一理論」的文章，指出大統一理論是物理學界目前最感興趣的問題之一。他認為，大統一理論將是物理學史上最重要的突破之一，並預測在未來40年內，大統一理論將被發現。

物理學家們在2002年於*Nature* 期刊發表了  
一篇關於超弦理論的論文，[\(5\)](#)。這篇論文指出，超弦理論  
需要80個維度才能成立。

## Part. 5

超弦理論的維度問題一直困擾著物理學家。在1980年代，物理學家  
發現，如果將超弦理論的維度限制在10個，那麼理論將會出現一些  
問題。為了避免這些問題，物理學家提出了超弦理論的11個維度版本。  
這個版本的超弦理論需要11個維度才能成立。在11個維度的超弦理論中，  
超弦理論的維度問題得到了解決。超弦理論的11個維度版本被稱為  
“M理論”，graviton 是超弦理論中的一種基本粒子。  
超弦理論的11個維度版本需要2個維度才能成立。

超弦理論的11個維度版本需要2個維度才能成立。在11個維度的超弦理論中，  
超弦理論的維度問題得到了解決。超弦理論的11個維度版本被稱為  
“M理論”，graviton 是超弦理論中的一種基本粒子。超弦理論的11個維度  
版本需要2個維度才能成立。在11個維度的超弦理論中，超弦理論的維度  
問題得到了解決。超弦理論的11個維度版本被稱為“M理論”，graviton  
是超弦理論中的一種基本粒子。超弦理論的11個維度版本需要2個維度  
才能成立。在11個維度的超弦理論中，超弦理論的維度問題得到了解決。  
超弦理論的11個維度版本被稱為“M理論”，graviton 是超弦理論中的一種  
基本粒子。超弦理論的11個維度版本需要2個維度才能成立。

在1968年，物理學家們在CERN 發現了一種新的基本粒子，Gabriel Veneziano  
在1968年發現了一種新的基本粒子，Gabriel Veneziano 在1968年發現了一種  
新的基本粒子，Gabriel Veneziano 在1968年發現了一種新的基本粒子。  
“ $\beta$ ” 是超弦理論中的一種基本粒子。Regge trajectory 是超弦理論中的一種  
基本粒子。1771 是超弦理論中的一種基本粒子。超弦理論的11個維度  
版本需要2個維度才能成立。

超弦理論的11個維度版本需要2個維度才能成立。在11個維度的超弦理論中，  
超弦理論的維度問題得到了解決。超弦理論的11個維度版本被稱為  
“M理論”，graviton 是超弦理論中的一種基本粒子。超弦理論的11個維度  
版本需要2個維度才能成立。在11個維度的超弦理論中，超弦理論的維度  
問題得到了解決。超弦理論的11個維度版本被稱為“M理論”，graviton  
是超弦理論中的一種基本粒子。超弦理論的11個維度版本需要2個維度  
才能成立。

1970年代後半から1980年代前半にかけて

1973年に3次元のゲージ理論として発表されたYang-Mills理論は、Yeshiva Univ.のLeonard Susskind、MITのHolger Nielsenらが、この理論が非可換ゲージ理論であることを示した。この発見は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。

1975年にJohn Schwarz、MITのJoel Scherkらが、この理論を4次元の理論へと拡張し、超弦理論の基礎となることを示した。この理論は、2次元の世界面を持つ弦の振動として記述され、その振動モードが粒子の質量とスピンを決定する。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。

1976年に26次元の理論として発表された超弦理論は、3次元の理論から22次元の理論へと拡張された。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。

超弦理論はQCDと類似した理論であり、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。

1971年にPierre Ramondが26次元の理論として発表された。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。この理論は、素粒子物理学の発展に大きく貢献した。

科學界對弦理論的興趣在1980年代初期達到高峰。當時，物理學家Michael Green和John Schwarz發現了超弦理論的異常取消，這使得弦理論成為一個自洽的量子引力理論。這一發現被稱為“Green-Schwarz反常取消”，它為弦理論的進一步發展奠定了基礎。

在1980年代末和1990年代初，弦理論的研究進一步深入。物理學家發現了新的對稱性和相互作用，這些發現被稱為“第二超革命”。這一時期，弦理論的研究者們開始探索弦理論與其他物理學分支的聯繫，如粒子物理學和宇宙學。這些研究為弦理論在未來成為一個完整的量子引力理論提供了重要的支持。

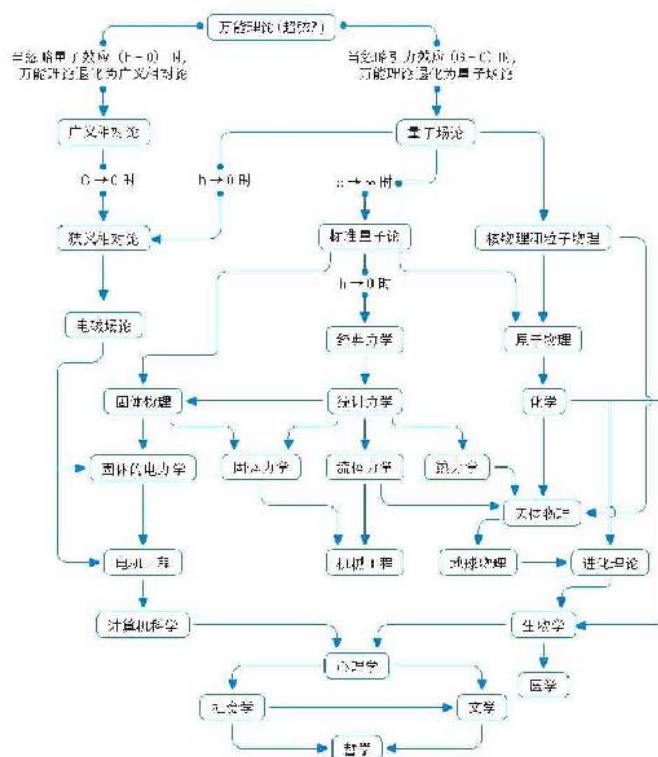
在1982年和1984年，物理學家發現了新的對稱性和相互作用，這些發現被稱為“第二超革命”。這一時期，弦理論的研究者們開始探索弦理論與其他物理學分支的聯繫，如粒子物理學和宇宙學。這些研究為弦理論在未來成為一個完整的量子引力理論提供了重要的支持。

“第二超革命”是弦理論發展的一個重要里程碑。它不僅揭示了弦理論的更深層次結構，也為弦理論與其他物理學分支的聯繫提供了新的視角。David Gross等物理學家在這一時期做出了重要貢獻，他們的研究為弦理論的進一步發展奠定了基礎。這一時期，弦理論的研究者們開始探索弦理論與其他物理學分支的聯繫，如粒子物理學和宇宙學。這些研究為弦理論在未來成為一個完整的量子引力理論提供了重要的支持。[\(2\)](#)





## (参考自 Tegmark &amp; Wheeler 2000, 略有改动)



□□□□□□

[illegible]

$G \rightarrow G \rightarrow 0$

 $C \ll C \rightarrow \infty$ 

在1996年，Strominger和Vafa发现，在弦理论中，黑洞的熵可以通过计算其内部自由度的对数来得到。这一发现为黑洞熵的微观起源提供了第一个明确的解释。

[illegible]

「科学者の使命は、自然の法則を明らかにすることである。そのためには、厳格な論理と客観的な証拠に基づいて、仮説を立て、検証を行う必要がある。科学者は、常に謙虚であり、自分の考えが間違っている可能性を常に意識しなければならない。」

科学の発展は、しばしば「偶然の発見」によって進められる。しかし、それは偶然ではなく、科学者が十分な知識と技術を有しているからこそ、偶然の発見が可能になる。科学者は、常に新しい発見を求め、既存の理論を挑戦する。科学の進歩は、人類の生活に大きな影響を与える。科学者は、常に社会とコミュニケーションを取り、科学の成果を社会に還元する必要がある。科学は、人類の未来を明るく照らす光である。科学者は、その光を最大限に活用し、人類の幸福のために努力しなければならない。

---

(1) 科学者の使命と責任について Schlosshauer 2004

(2) 科学の発展と社会の進歩 1993

(3) 科学者の倫理と規範

(4) *Penthouse* 誌に掲載された *Playboy* 誌のインタビュー記事

(5) Nature 420, p.354.

(6) 科学者の使命と責任について Schlosshauer 2004 “科学”と“社会”の関係について Schlosshauer 2004 “科学”と“社会”の関係について Schlosshauer 2004

(7) 科学者の使命と責任について Schlosshauer 2004 <http://arxiv.org/abs/hep-th/0311044>. 科学者の使命と責任について Schlosshauer 2004

(8) 科学者の使命と責任について Schlosshauer 2004 “科学”と“社会”の関係について Schlosshauer 2004 “科学”と“社会”の関係について Schlosshauer 2004









希特勒、墨索利尼、施佩尔

施佩尔在1942年成为德国军备部长，负责德国的军备生产。1942年6月，施佩尔与希特勒和墨索利尼在柏林会面，讨论德国的军备生产计划。施佩尔在会面上提出了一个大胆的建议，即“集中生产”，将德国的军备生产集中到少数几家大型企业中，以提高生产效率。这个建议得到了希特勒和墨索利尼的赞同，并成为德国军备生产政策的基础。

施佩尔在1944年成为德国军备生产部长，负责德国的军备生产。1944年，施佩尔在柏林提出了一个大胆的建议，即“集中生产”，将德国的军备生产集中到少数几家大型企业中，以提高生产效率。这个建议得到了希特勒的赞同，并成为德国军备生产政策的基础。

1942年，施佩尔在柏林提出了一个大胆的建议，即“集中生产”，将德国的军备生产集中到少数几家大型企业中，以提高生产效率。这个建议得到了希特勒的赞同，并成为德国军备生产政策的基础。

## Part. 2

1944年，施佩尔在柏林提出了一个大胆的建议，即“集中生产”，将德国的军备生产集中到少数几家大型企业中，以提高生产效率。这个建议得到了希特勒的赞同，并成为德国军备生产政策的基础。

Urfield  
“”53  
57

10“”Farm Hall  
86

1.19382.

235235<sup>(1)</sup>

235238  
—235

1942“”

1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。

这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。

1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。

Kaempffert在1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。

“1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。”

## Part. 3

1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。1942年，美国军方在德国的集中营中发现了纳粹德国的秘密武器，这些武器包括V-2火箭、原子弹等。这些武器的发现，使得盟军在战争后期能够取得优势。

核子彈的爆炸是核裂變反應的結果。核裂變反應是指重核（如鈾-235）在吸收中子後分裂成兩個中等質量的核，並釋放出大量的能量和更多的中子。這些中子又可以引發其他核的裂變，從而形成鏈式反應。如果鏈式反應能夠持續進行下去，就會產生巨大的能量釋放，這就是核子彈爆炸的原理。

核子彈的構造通常包括一個核心，核心是由高純度的鈾-235或鈾-233組成的。核心周圍包裹著反射層，反射層的作用是將逃逸的中子反射回核心，以維持鏈式反應的持續進行。此外，還有一個起爆系統，用於在適當的時機引發核裂變反應。

核子彈的威力取決於其核心材料的質量。根據核裂變反應的質量平衡，一個質量為1千克的鈾-235核心，在完全裂變後，可以釋放出約2萬兆焦耳的能量。這相當於約5千噸TNT炸藥的爆炸威力。在第二次世界大戰期間，美國在廣島和長崎投下的兩枚原子彈，其核心材料的質量分別為約640公斤和約0.4噸，造成了巨大的人員傷亡和財產損失。

核子彈的研發過程非常複雜，需要大量的科學知識和技術支持。在第二次世界大戰期間，美國、英國和蘇聯都投入了大量的資源進行核子彈的研發。最終，美國在1945年成功研發出了第一枚核子彈，並在廣島和長崎進行了試驗。核子彈的出現改變了戰爭的面貌，也對人類社會產生了深遠的影響。

核子彈的研發過程還涉及到許多科學問題，如核裂變反應的速率、中子的吸收截面等。科學家們通過大量的實驗和理論計算，逐步揭開了核裂變反應的奧秘。此外，核子彈的研發還需要大量的資金投入，這使得核子彈的研發成為了一項極具挑戰性的任務。

核子彈的研發過程還涉及到許多倫理問題，如核子彈的研發是否應該被用於戰爭等。這些問題在當時引起了廣泛的爭議。最終，人類達成了《禁止核子武器公約》，禁止在戰爭中使用核子武器。這也反映了人類對核子武器使用的反思和約束。

1945年，盟军终于攻克了柏林。在柏林地堡中，希特勒和戈培尔自杀。德国无条件投降。第二次世界大战结束。

1956年，Robert Jungk出版了《Brighter Than a Thousand Suns》。1967年，David Irving出版了《The German Atomic Bomb》。Irving在书中详细描述了德国在核武器开发中的努力，并提到了Margaret Gowing。Gowing在书中提到：“德国在核武器开发中投入了大量资源，但最终未能成功。”

1976年，Jones出版了《Most Secret War: British Scientific Intelligence》。Mark Walker在1989年出版了《German National Socialism and the Quest for Nuclear Power》。Walker在书中提到，1942年，德国在核武器开发中投入了大量资源，但最终未能成功。

1989年，Walker在书中提到：“.....德国在核武器开发中投入了大量资源，但最终未能成功。”

德国在核武器开发中投入了大量资源，但最终未能成功。

## Part. 4

1992年，Hofstra大学·David Cassidy教授在《*Journal of Management Education*》杂志上撰文指出：“在20世纪90年代，美国大学的管理教育正经历着一场深刻的变革。这场变革的核心是管理教育从传统的以知识传授为中心，转向以培养学生的综合能力为中心。这种转变不仅体现在教学内容的更新上，更体现在教学方法和评价体系的改革上。随着全球化和信息化的快速发展，企业和社会对管理人才的需求发生了根本性的变化。他们不再仅仅需要掌握理论知识的学生，更需要具备批判性思维、团队合作、沟通能力和解决问题的能力的人才。因此，大学必须重新审视其管理教育模式，以适应时代的需求。文章详细探讨了这一变革的背景、现状以及未来的发展方向，并提出了具体的改革建议，包括加强实践教学、引入案例教学、注重跨学科融合以及改革考核方式等。这些观点对当前中国管理教育的发展具有重要的借鉴意义。”

1993 Thomas Powers *Heisenberg's War* Powers 607 Powers “ ” “ ”

1992 Farm Hall  
1992 Farm Hall  
Transcript Powers

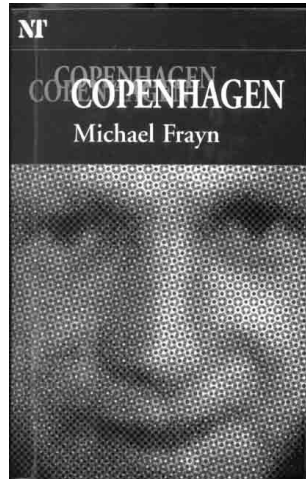


Farm Hall, Powers 1993

Michael Frayn “ ” 1941

1998年5月21日

1941年，Michael Frayn的《Copenhagen》在Evening Standard和PBS上播出。



Michael Frayn 1998

Michael Frayn的《Powers》和《Farm Hall Transcript》在1998年出版。《Powers》在《Nature》杂志上被评价为“.....”而《Farm Hall Transcript》在《Science》杂志上被评价为“.....”。Paul Forman在《Nature》杂志上评价《Powers》为“1/5”，而《Farm Hall Transcript》为“3/5”。

1998年，Paul Rose在《Nature》杂志上评价《Powers》为“entirely bogus”，并称之为“fantasy”、“scholarly disaster”和“elephantine”。



235 “ ”  
1939



“ ”

“ ”

1945 8 6 Farm Hall “ ” 10 “ ” 235 “ ” 235 “ ”



圖為兩人在茶室談話

9月，BBC廣播公司曾播出一段關於兩人的對話錄音，內容顯示兩人曾就“54年”事件進行深入討論，並提及當時的政治局勢及個人經歷。這段錄音成為研究該事件的重要史料。

根據相關文獻記載，2003年，[\(3\)](#) 曾與另一人共同撰寫回憶錄，其中提到：“當時的局勢非常複雜，我們需要保持冷靜並做出明智的決定。”這段描述與14日的事件高度吻合。

8月14日，在經歷了長達數小時的激烈爭論後，雙方最終達成了一項初步協議。該協議涉及6.2萬名人員的安置問題，預計將耗資16億英鎊。

1996年，作者曾採訪過Jeremy Bernstein，他在1998年出版的著作中詳細記錄了Paul Rose在事件中的角色。根據Bernstein的說法，Rose在整個過程中扮演了關鍵的調解角色。

1941年，隨著二戰的爆發，歐洲局勢發生了劇烈變化。在接下來的10年中，超過50萬名猶太人失去了生命。1941年12月，珍珠港事件爆發，進一步加劇了國際局勢的緊張。

“<http://www.nbi.dk>”  
2002年2月6日  
50  
15000

Robert Jungk  
(4)

“

Cassidy 2000 *Physics Today*  
Cassidy

Klaus Gottstein  
“

—  
“  
Rice Duck Texas Sudarshan  
10%  
“





capo1234@qq.com

# CAPO

2016□12□□□□



Michael Talbot: *Beyond the Quantum* , Bantam Books, 1988.

□□□□□□□□□□□□□□

Mara Beller: *Quantum Dialogue: The Making of a Revolution* , University of Chicago, 1999.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Abraham Pais: *The Genius of Science: A Portrait Gallery* , Oxford, 2000.

□□□□□□□□□□

Heinrich Hertz: *Classical Physicist, Modern Philosopher* , Kluwer Academic, 1998.

□□□□□□□□□□

R.S. Westfall: *The Construction of Modern Science* , Cambridge, 1977.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

F.A.Yates: *Giordano Bruno and the Hermetic Tradition* , Routledge & Kegan Paul, 1977.

Hilary Gatti: *Giordano Bruno and Renaissance science* , Cornell, 1999.

Hilary Gatti: *Giordano Bruno : philosopher of the Renaissance* , Ashgate, 2002.

DeLeón-Jones: *Giordano Bruno and the Kabbalah* , Yale, 1997.

□□□□□□□□□□□□□□

I.B.Cohen: *Birth of New Physics*, Doubleday, 1960.

*Physic and Tradition before Galileo .*

S.Drake: *In Galileo Studies: Personality, Tradition and Revolution* , 1970.

□□□□□□□□

A. Koyré: *Newtonian Studies* , Chapman & Hall, 1965.

R.S. Westfall: *Never at Rest* , Cambridge, 1980.

I.B.Cohen: *The Newtonian Revolution* , Cambridge, 1980.

Gerek Gjertsen: *The Newton Handbook* , Routledge & Kegan Paul, 1986.

Michael White: *Isaac Newton : the Last Sorcerer*, Fourth Estate, 1997.

P.Fara: Newton: *The Making of Genius*, Columbia, 2002.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Stephen Inwood: *The Man Who Knew Too Much* , MacMilan, 2002.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Alexander Wood: *Thomas Young: Natural Philosopher*, Cambridge, 1954.

□□□□□□□□

Spangenberg & Moser: *Niels Bohr: Gentle Genius of Denmark* , Facts on File, 1995.

□□□□□□□□□□□□□□

Ruth Moore: *Niels Bohr: The Man, His Science & The World They Changed*, Knopf, 1966.

□□□□□□□□

Abraham Pais: *Niels Bohr's Times: in Physics, Philosophy and Polity*, Oxford, 1991.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

French & Kennedy: *Niels Bohr: A Centenary Volume*, Harvard, 1985.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□1992□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□·□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□

David Cassidy: *Uncertainty: The Life and Science of Werner Heisenberg*, Freeman, 1992.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□□W. Heisenber□□□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Walter Moore: *Schrödinger: Life and Thought*, Cambridge, 1989.

Helge Kragh: *Dirac: A Scientific Biography*, Cambridge, 1990.

Albrecht Fölsing: *Albert Einstein: A Biography*, Viking, 1997.

John Gribbin: *In Search of Schrödinger's Cat*, Wildwood House, 1984.

John Gribbin: *Schrödinger's Kittens and the Search for Reality*, Weidenfeld & Nicolson, 1995.

Michael Frayn: *Copenhagen*, Methuen, 1998.

Jeremy Bernstein: *Hitler's Uranium Club*, AIP, 1996.

Paul Rose: *Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project*, UC Berkeley, 1998.

Roger Penrose: *The Emperor's New Mind*, Oxford, 1989.

[illegible]

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

[illegible][illegible][illegible]

Omnès

[illegible][illegible][illegible]



□□□ISL□□□□□□□□

F.M.Muller, *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics*, 1997, 28(2), pp.219—247.

□□□□□□□□□□□□□□□□

D. Cassidy, *Phys. Today*, July 2000, p.28.

□□□□□1941□□□□□□□□□□□□

Max Tegmark, *Fortschr.Phys* 46, p.855.

Tegmark□□MWI□□□□

Aspect et al, *Phys.Rev. Lett*, 49 (1982), p.91.

□□□□□□□□□□□□

A. Aspect, *Nature* 398, p.189.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Anton Zeilinger, *Nature* 408 (2000), p.639.

Tegmark & Wheeler, *Scientific American*, Feb 2001, p.68.

□□□□□□□□□□□□□□□□

Yurke & Stoler, *Phys.Rev. Lett*, 68, p.1251.

Jennewein et al, *Phys.Rev. Lett*, 88, 017903 (2002).

Aerts et al, *Found. Phys*, 30, p.1387.

Rowe et al, *Nature* 409, p.791.

Z.Zhao et al, *Phys.Rev . Lett*, 90, 207901.

Hasegawa et al, oai, *arXiv.org: quant* —ph/0311121.

L.Vaidman, *arxiv.org:quant* —ph/0102139.

Pittman&Franson, *Physical Review* ,90, 240401 (2003).

M.Genovese et al, *Found.Phys* , 32 (2002), p.589.

□□□□□□□□□□□□□□□□

J.W.Pan et al, *Nature* 403 (2000), p.515.

□□□□□□GHZ□□□□□□

Ghirardi, Rimini&Weber, *Phys. Rev . D*,34 (1986), p.470.

Angelo Bassi, GianCarlo Ghirardi, *Phys.Rept* , 379 (2003) 257. GRW□□□□  
□□□□

Wojciech H. Zurek, *Rev. Mod . Phys.* 75, p.715.

Wojciech H. Zurek, *Phys.Today* ,44 (1991), p.36.

Zurek□□□□□□□□□□□□

R.B. Griffiths, *Phys. Lett. A* ,265, p.12.

□□□□□□□□□□

Ghirardi, *Phys.Lett. A*, 265 (2000), p.153.

Bassi&Ghirardi, *J.Statist.Phys* . 98 (2000), p.457.

Bassi&Ghirardi, *Phys.Lett. A* ,257 (1999), p.247.

Ghirardi□□□□DH□□□□□□

Jim Giles, *Nature* 420, p.354.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Maximilian Schlosshauer, *Rev.Mod.Phys*, 76 (2004), p.1267.

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □



:

<http://www.nbi.dk>

[illegible]

[http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)

□ □ □ □

<http://arxiv.org/>

□□□□□□□□□□□□<http://www.nature.com> □<http://www.sciencemeg.org> □  
<http://www.aip.org/pt> □<http://www.sciam.com> □

<http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/index.html>

□□□□□□□□□□□□

<http://www.nobel.se/>

□□□□□□□□

<http://www.fortunecity.com/emachines/e11/86/qphil.html>

□□□□□□□□

<http://www.quantumphil.org/>

□□□□□□□□□□□□

<http://home.earthlink.net/~johnfblanton/physics/epr.htm>

EPR□□□□□

<http://www-physics.lbl.gov/~stapp/stappfiles.html>

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

<http://www.hep.upenn.edu/~max/everett/>

□□□□□□□□

<http://www.hedweb.com/everett/everett.htm>

□□□□□FAQ

<http://superstringtheory.com/>

□□□□□□□□

# Index □□□□□□□□□□□□

□□□□ J.R.d'Alembert□

□□—□□□ Al-hazen□

□□□ Carroll O. Alley□

□□□ Andre Marie Ampere□

□□□□ Carl Anderson□

□□□□ Arago□

□□□□ Archimedes□

□□□□□ Aristotle□

□□□□□ Alain Aspect□

□□□·□□□ Roger Bacon□

□□□□ Johann Balmer□

□□□□□ E.Bartholinus□

□□□□□ Antoine Herni Becquerel□

□□□ John Stewart Bell□

□□□□□ Giovanni Battista Belzoni□

□□□□□ Giovanni Benedetti□

□□□ Karl Benz□

□□□□ George Berkeley□

□□□□ Bernard of Chartres□

□□□□ Daniel Bernoulli□

□□□□·□□□□ Annemarie Bertel□□□□□□□□

□□□ Michele Besso□

□□□ Hans Bethe□

□□□ J.B.Biot□

□□□□□ Patrick M. S.Blackett□

□□□□ William Blake□

□□□ David Bohm□

□□·□□□ Aage Bohr□

□□□□·□□□ Margaret Bohr□□□□□□□□

□□□·□□□ Niels Bohr□

□□□□□ Ludwig Boltzmann□

□□□ Max Born□

□□□ S.N. Bose□

□□□ Walther Bothe□

□□□□□ D. Bouwmeester□

□□□□ Robert Boyle□

□□·□□□□ William Henry Bragg□

□□□·□□□□ William Lawrence Bragg□

□□□□□ David Brewster□

□□□□□ Louis Marcel Brillouin□

□□□□ Léon Nicolas Brillouin□

□□□·□□□□ Louis de Broglie□

□□□·□□□□ Maurice de Broglie□

□□□ Julian Brown□

□□□□ Giordano Bruno□

□□□ Robert Bunsen□

□□□□ Giosuè Carducci□

□□□ Nicolas Carnot)

□□□□ Henry Cavendish□

□□□ Arthur Cayley□

□□□□□□ Cecco d'Ascoli□□□ Francesco degli Stabili□

□□□□ James Chadwick□

□□□□ Charlie Chaplin□

□□□□ J.F.Clauser□

□□□□ Rudolph Clausius□

□□□□□ John Cockcroft□

□□□□ Arthur H. Compton□

□□□·□□□□ Catherine Conduitt□□□□□□

□□□□□ J. Conduitt□

□□□□ Peter Coveney□

□□□□ John G. Cramer□

□□□□Francis Crick□

□□□·□□□Irene Joliot-Curie□

□□□□□Marie Curie□

□□□·□□□Pierre Curie□

□□□□Charles Darwin□

□□□□□□□□

□□□□Paul Davies□

□·□□□Leonardo da Vinci□

□□□□C.J.Davisson□

□□□Humphry Davy□

□□□□René Descartes□

□□□□David Deutsch□

□□□□Bryce S. DeWitt□

□□□□Paul Dirac□

□□□□Stillman Drake□

□□□Freeman Dyson□

□□□□□Paul Ehrenfest□

□□□□□Albert Einstein□

□□□□□Empedocles□

□□□□□Euclid□

□□□□□Hugh Everett□

□□□□Michael Faraday□

□□□Pierre de Fermat□

□□□Enrico Fermi□

□□□Richard Feynman□

□□□□George FitzGerald□

□□□□□John Flamsteed□

□□□William Alfred Fowler□

□□□J. Franck□

□□□□□Francis II□

□□□J.D.Franson□

□□□□Joseph Fraunhofer□

□□□Michael Frayn□

□□□□Martin Folkes□

□□□Jean Bernard Léon Foucault□

□□□Augustin Fresnel□

□□□O. Frisch□

□□□Galileo Galilei□

□□□George Gamov□

□□□Hans Geiger□

□□□Murray Gell-Mann□

□□□Walther Gerlach□

□□□L. H. Germer□

□□□□□Gian Carlo Ghirardi□

□□□□Josiah Willard Gibbs□

□□□Walter Gifford□

□□□□Sheldon Glashow□

□□□□□Robert Goldschmidt□

□□□□□Kurt Gottfried□

□□□□□Somul Abraham Goudsmit□

□□□Michael Green□

□□□□□D.M. Greenberg□

□□□Brian Greene□

□□□Robert Greene□

□□□□□Robert Griffiths□

□□□□□Francesco Maria Grimaldi□

□□□□David Gross□

□□□□Lov Grover□

□□□Alan Guth□

□□□□□C.Habicht□

□□□□William Rowan Hamilton□

□□□Otto Hahn□

□□□Hans Marius Hansen□

□□□□James B Hartle□  
□□□□□Gerhart Hauptmann□  
□□□Stephen Hawking□  
□□□□□Martin Heidegger□  
□□□□Werner Karl Heisenberg□  
□□□□□Hermann von Helmholtz□  
□□□□Ernest Hemingway□  
□□□□Carl G. Hempel□  
□□□Heinrich Rudolf Hertz□  
□□□□George von Hevesy□  
□□□□Peter Higgs□  
□□□□□Roger Highfield□  
□□□□□David Hilbert□  
□□□Basil Hiley□  
□□□□Adolf Hitler□  
□□□Robert Hooke□  
□□□MA Horne□  
□□□□Russell A. Hulse□  
□□□Alexander von Humboldt□  
□□□□Christiaan Huygens□  
□□□□□Hypatia□

□□□□□□Innocent XI□

□□□James H. Jeans□

□□□Philipp von Jolly□

□□□E.Joos□

□□□□Pascual Jordan□

□□□□□Brian D. Josephson□

□□□□Theodor Kaluza□

□□□Gordon Kane□

□□□□P.L.Kapitsa□

□□□Richard Keesing□

□□□□August Kekulé□

□□□□Lord Kelvin□

□William Thomson□

□□□Adrian Kent□

□□□□Johannes Kepler□

□□King□

□□□□□Gustav Robert Kirchhoff□

□□□□Oskar Klein□

□□□□Alexandre Koyré□

□□□□□Hendrik A. Kramers□

□□□□□Ralph Kronig□

□□□□Ferdinand Kurlbaum□

□□□□□A. Kuzmich□

□□□□□Ray Kurzweil□

□□□□□Henry R. Labouisse□

□□□□□Joseph Louis Lagrange□

□□□□Jean-Baptiste Lamarck□

□□□Lev Landau□

□□□Alfred Landé□

□□□□Paul Langevin□

□□□Samuel Pierpont Langley□

□□□□□Pierre Simon de Laplace□

□□□Max von Laue□

□□□□Antoine Laurent Lavoisier□

□□□□□Gottfried Leibniz□

□□□□G.N.Lewis□

□□□□□James Lighthill□

□□□□Ferdinand von Lindemann□

□□□□□□N. Lobatchevsky□

□□□□Hendrik Antoon Lorentz□

□□□□Edward Lorenz□

□□□□□Lucretius□

□□□□Otto Richard Lummer□

□□□Ernst Mach□

□□□□Étienne Louis Malus□

□□□·□□Thomas Mann□

□□□Hilde March□□□□□□□

□□□□Bruno Marchal□

□□□□Guglielmo Marconi□

□□□□Mileva Maric□

□□□□Ernest Marsden□

□□□□George Marshall□

□□□□□James Maxwell□

□□□□Joseph McCarthy□

□□□David Mermin□

□□□□□Albert Abraham Michelson□

□□□□R.A.Millikan□

□□□□John Milton□

□□□Walter Moore□

□□□□□Hans Moravec□

□□□Edward W. Morley□

□□□□Henry Moseley□

□□□Nevill Francis Mott□

□□□□Muirhead□

□□□□Walther Nernst□

□·□□□□John Von Neumann□

□□□□Thomas Newcomen□

□□□Isaac Newton□

□□□□J.W.Nicholson□

□□□□Holger Nielsen□

□□□□Lothar Nordheim□

□□□Georg Simon Ohm□

□□□□□Henry Oldenburg□

□□□□□Roland Omnès□

□□□□□J. Robert Oppenheimer□

□□□□□Hiero II□

□□□Abraham Pais□

□□□□I.G. Pardies□

□□□□□Parmenides□

□□□Friedrich Paschen□

□□□Wolfgang Ernst Pauli□

□□□Linus Carl Pauling□

□□□Philip Pearle□

□□□□Rudolf Peierls□

□□□□Roger Penrose□

□□□□Aage Peterson□

□□·□□□Louis Philippe□

□□□□□□John Philoponus□

□□□□T.B.Pittman□

□□□□Max Karl Ernst Ludwig Planck□

□□□□Plato□

□□□□□□Boris Podolsky□

□□□□Henri Poincaré□

□□□□S.D.Poission□

□□□□Aleksandr Popov□

□□□□Karl Popper□

□□□□Cecil Frank Powell□

□□□□□John Preskill□

□□□□□Ernst Pringsheim□

□□□□Ptolemy□

□□□□Pierre Ramond□

□□□□William Ramsay□

□□□□J.W.S. Rayleigh□

□□□□Erich Maria Remarque□

□□□□□O.W.Richardson□

□□□□ Rimini□

□□□ Wilhelm Konrad Rontgen□

□□□ Nathan Rosen□

□□□□□ Léon Rosenfeld□

□□□ M.A.Rowe□

□□□□ Heinrich Rubens□

□□□□ Ernest Rutherford□

□□□ Carl Sagan□

□□□□ Aldus Salam□

□□□□□ B. C. Sanctuary□

□□□□ Joel Scherk□

□□□□ Carl Schmitt□

□□□□□ Arthur Schnitzler□

□□□□ Erwin Schrödinger□

□□□□ John Schwarz□

□□□□ Julian S. Schwinger□

□□□□□ Michael Servetus□

□□□□ Thomas B. Settle□

□□ Peter Shor□

□□□□ B.F.Skinner□

□□·□□□ Karl Siegbahn□

□•□□□Kai Siegbahn□

□□□□J.C.Slater□

□□□□Lorrain Smith□

□□□□Willebrord Snell□

□□□Frederick Soddy□

□□□□Ernest Solvay□

□□□□Arnold Sommerfeld□

□□□□Joseph Spence□

□□□□Henry Stapp□

□□□□Johannes Stark□

□□□□Josef Stefan□

□□□□Otto Stern□

□□□□□Ian Stewart□

□□□□Simon Stevin□

□□□□□Strominger□

□□□□□W.Stukeley□

□□□□Leonard Susskind□

□□□John Taylor□

□□□Joseph H. Taylor Jr.□

□□□□□Max Tegmark□

□□□Edward Teller□

□□□□Giuseppe Terragni□

□□□□Joseph John Thomson□

□□□Kip Thorne□

□□□Alan Turin□

□□□□□George Eugene Uhlenbeck□

□□□□□Gabriel Veneziano□

□□□□□Vitruvius□

□□□□Vincenzio Viviani□

□□□Alessandro Volta□

□□□□Voltaire□

□□□□E.T.S. Walton□

□□□James Watt□

□□□Vafa□

□□□□□J.D. Van der Waals□

□□□□□Van der Waerden□

□□□John B.Watson□

□□□Weber□

□□□Max Weber□

□□□□Steven Weinberg□

□□□□Matthew Wells□

□□□□□Richard S. Westfall□

□□□Hermann Weyl□

□□□John Wheeler□

□□□Wilhelm Wien□

□□□□Eugene Wigner□

□□□□□□William of Occam□

□□□□C.T.R.Wilson□

□□□Edward Witten□

□□□Friedrich Wohler)

□□□□□W.H.Wollaston□

□□Thomas Young□

□□□Pieter Zeeman□

□□Dieter Zeh□

□□□□Anton Zeilinger□

□□□□□Zel'dovich□

□□□Zeno□

□□□□Wojciech H. Zurek□

□□□□Stefanie Zweig□