



电子科技大学

University of Electronic Science and Technology of China

# 量子力学与统计物理

张希仁，孙启明

2021

光电科学与工程学院



# 序曲：量子力学的三种形象

## 学界形象：

- 理论支柱
- 应用广泛
- 科技前沿
- 群星荟萃

## 民间形象：

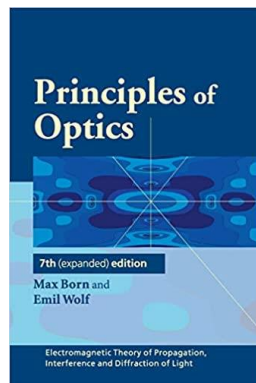
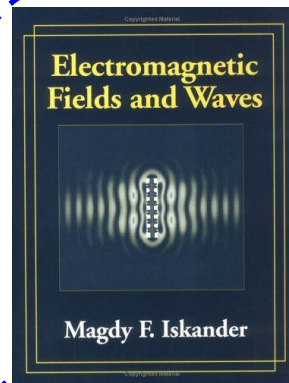
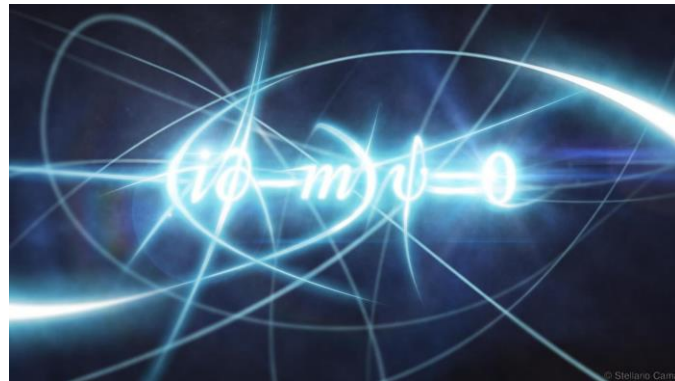
- ◆ 云里雾里
- ◆ 最红喵星人
- ◆ 细思极恐
- ◆ 神仙打架

## 教学形象：

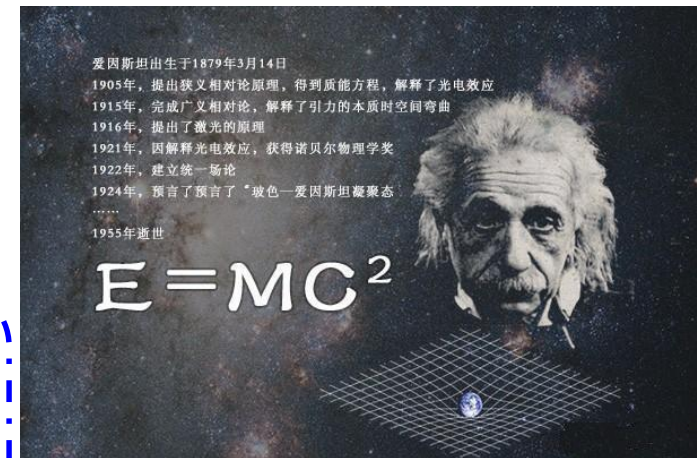
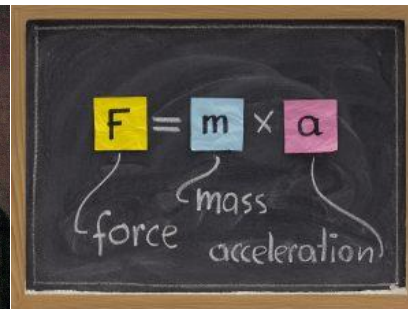
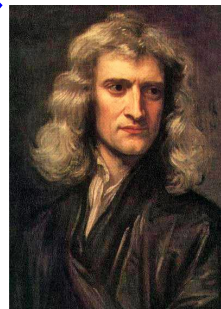
- ✓ “量子力学不讲理！”
- ✓ “科学？还是玄学？”
- ✓ “Shut up, calculate!”
- ✓ “就你？也能教量子力学？”
- ✓ “晕菜了嗦？这就对了。”

# 量子力学的学界形象——理论支柱

- 量子力学是描述微观粒子（分子、原子、原子核、基本粒子等）运动规律的理论；  
（光子？）

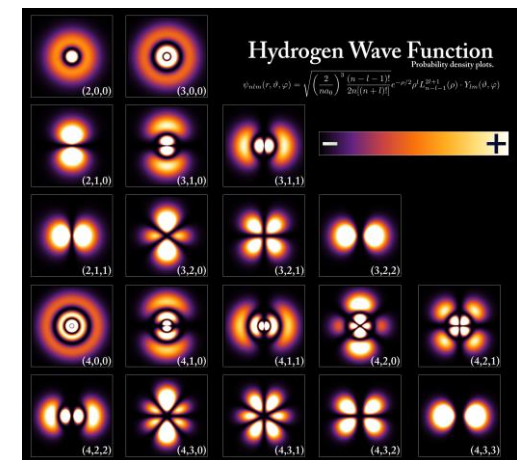


$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

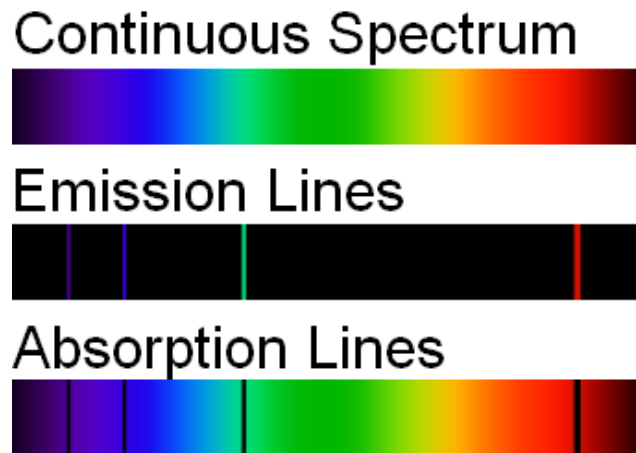


# 量子力学的学界形象——理论支柱

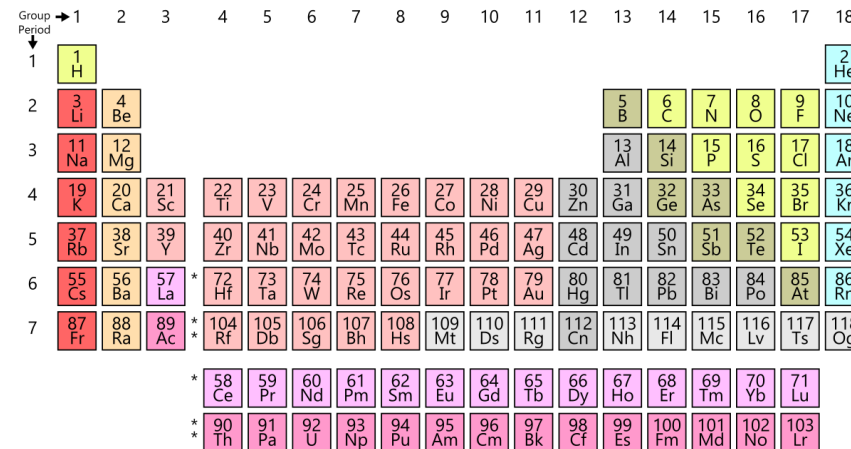
- 量子力学是描述微观粒子（分子、原子、原子核、基本粒子等）运动规律的理论；（光子？）
- 是现代物理学的理论基础之一，所有涉及物质属性和微观结构的近代学科无不以量子力学为理论基础。



原子结构



光谱学



Periodic Table of Elements showing Groups 1 to 18 and Periods 1 to 7. Elements are color-coded by groups.

元素周期律



恒星核聚变



# 量子力学的学界形象——理论支柱

🍎 = 7

🍇 = 5 + 🍎

🍎 = 1 + 🍌

🍎 + 🍇 + 🍌 = ?

$\frac{d}{dx} \left[ \frac{f(x)}{g(x)} \right] = \frac{g(x)f'(x) - f(x)g'(x)}{g(x)^2}$

$F = mg = ma = m \frac{d^2h}{dt^2}$

$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$

$\frac{dA}{dt} = \frac{dB}{dt} = \frac{dC}{dt} = \frac{dD}{dt} = (c_1)AB - (c_2)CD$

$\frac{du}{dx} = \frac{dv}{dy} = \frac{dw}{dz}$

$y = mx + b$

Gottfried Wilhelm Leibniz

Maria Gnadina Agnesi

$(\ln x)' = \frac{1}{x}$

$\int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + C$

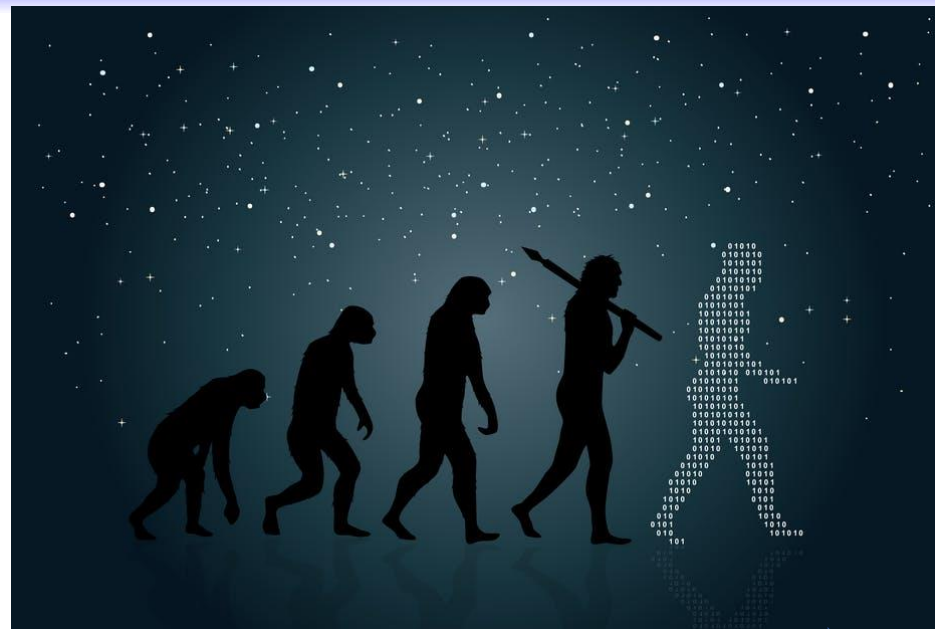
$\int \sin x dx = -\cos x + C$

$\int f'(x) dx = f(b) - f(a)$

$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$

$\frac{df(x)}{dz}$

**Calculus**



2000 B.C.

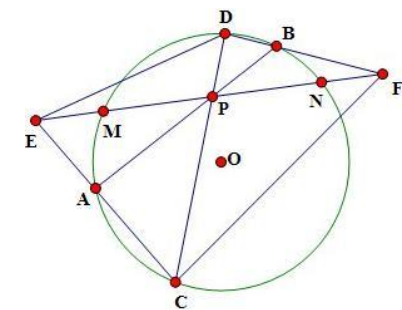
300 B.C. ~ 300 A.D.

1620 A.D.

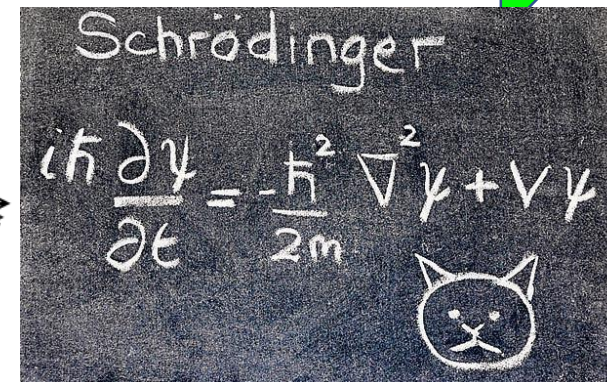
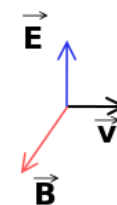
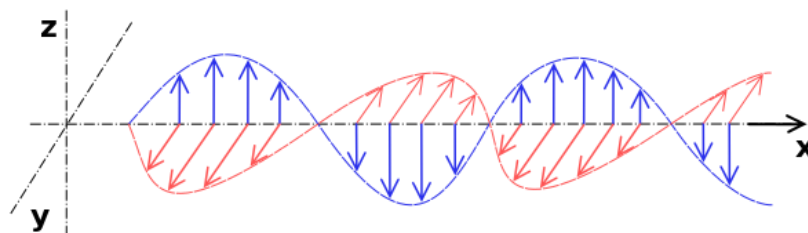
1700 A.D.

1850 A.D.

1920 A.D.

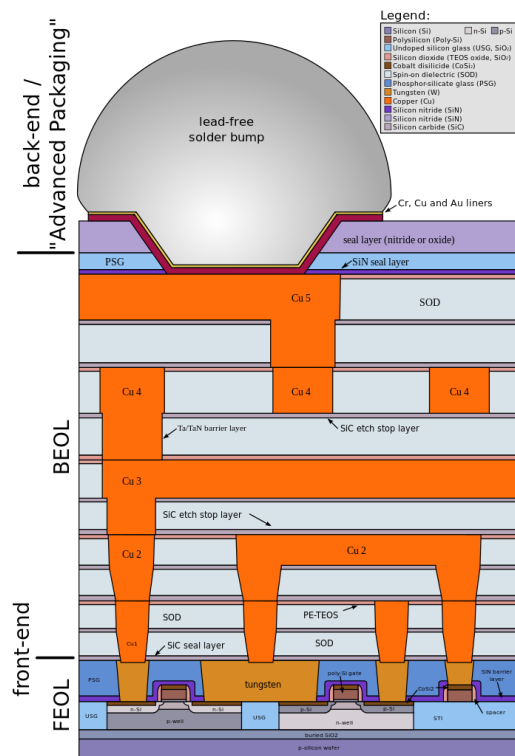


$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

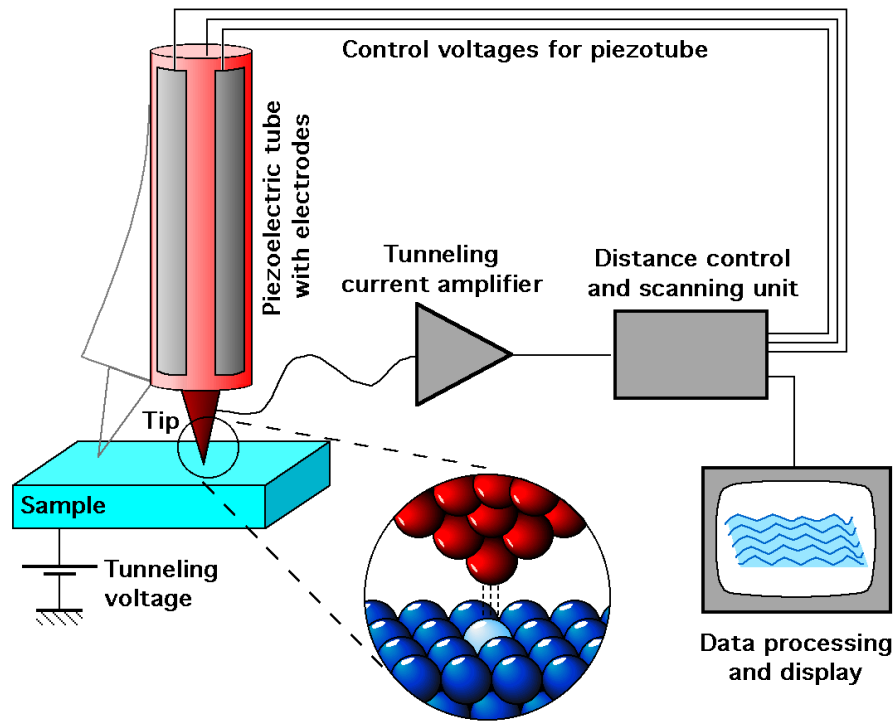


# 量子力学的学界形象——应用广泛

基于量子力学发展起来的高科技产业，产值在发达国家占GDP的30%以上。



半导体工业



量子隧穿显微镜



核磁共振影像仪



# 量子力学的学界形象——应用广泛

## THE LASER

All the animations and explanations on  
[www.toutestquantique.fr](http://www.toutestquantique.fr)

视频来自 Wikipedia  
词条“Laser”

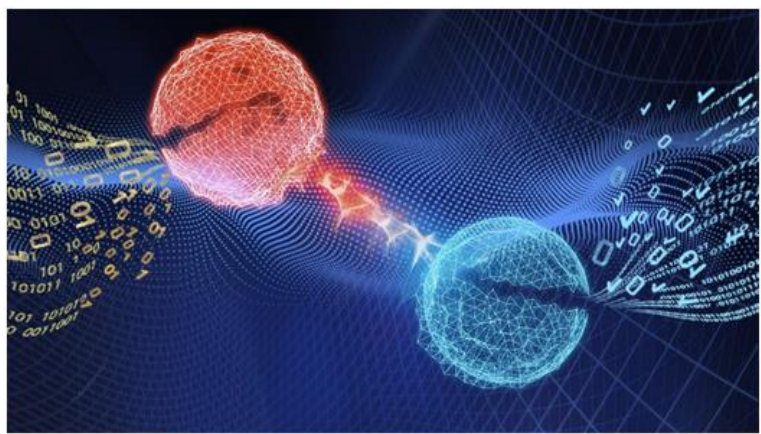


# 量子力学的学界形象——科技前沿

## 平行宇宙



## 量子纠缠



“能否请教美女大名？”

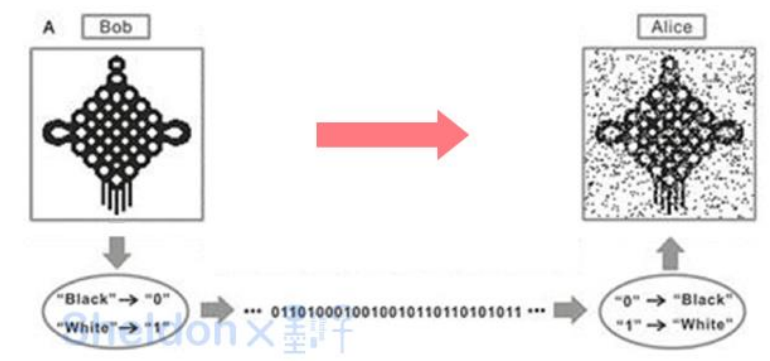
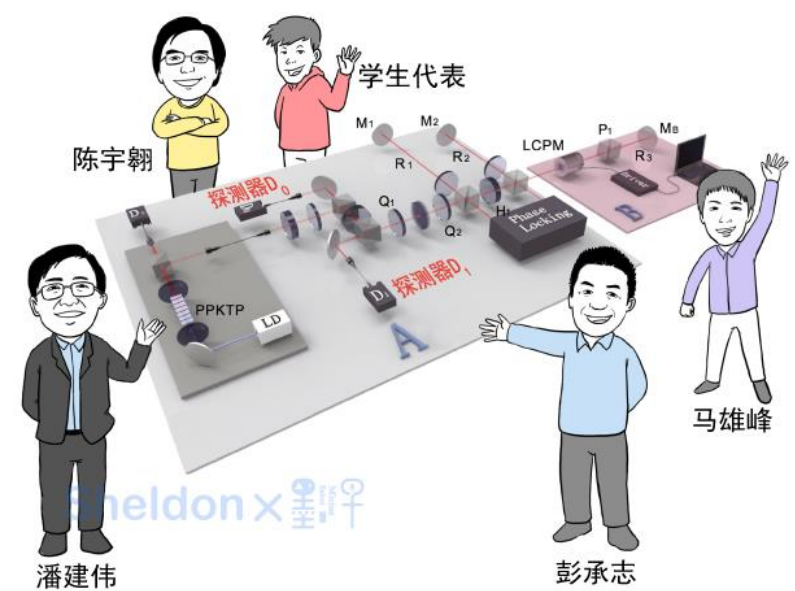
“历经同志、同构、单射、满射，本小姐是一个特殊的映射。你是？”

“见过牛顿、波尔、费曼、费米，小哥我正在与量子纠缠。”

“对付纠缠可用Taylor展开、Fourier展开和Laurent展开。”

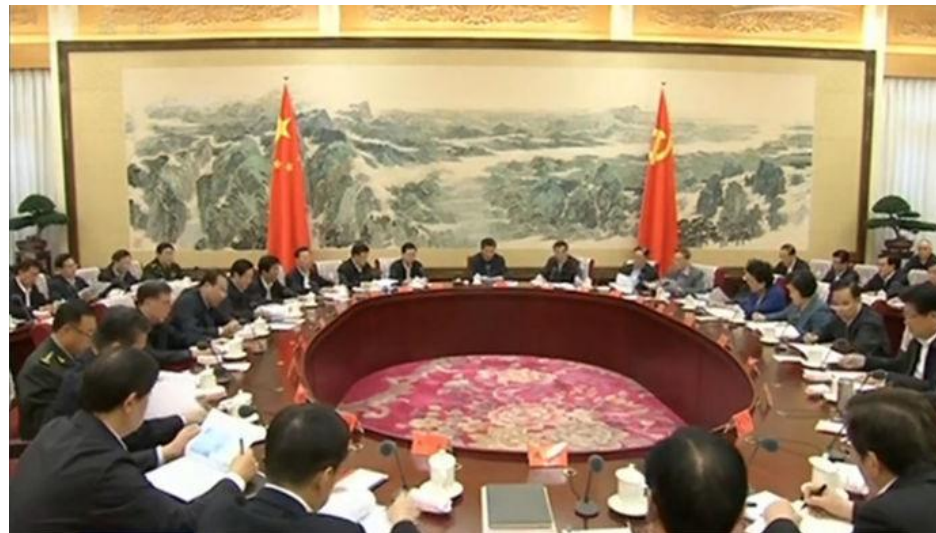
“我正在使用宇称变换、共轭变换和时间反演变换”。

光路多级嵌套的  
直接反事实量子通信实验装置





# 量子力学的学界形象——科技前沿



“要充分认识推动量子科技发展的重要性和紧迫性，加强量子科技发展战略谋划和系统布局，把握大趋势，下好先手棋。”

—— 习近平

2020年10月16日中共中央政治局第二十四次集体学习

# 量子力学的学界形象——群星荟萃

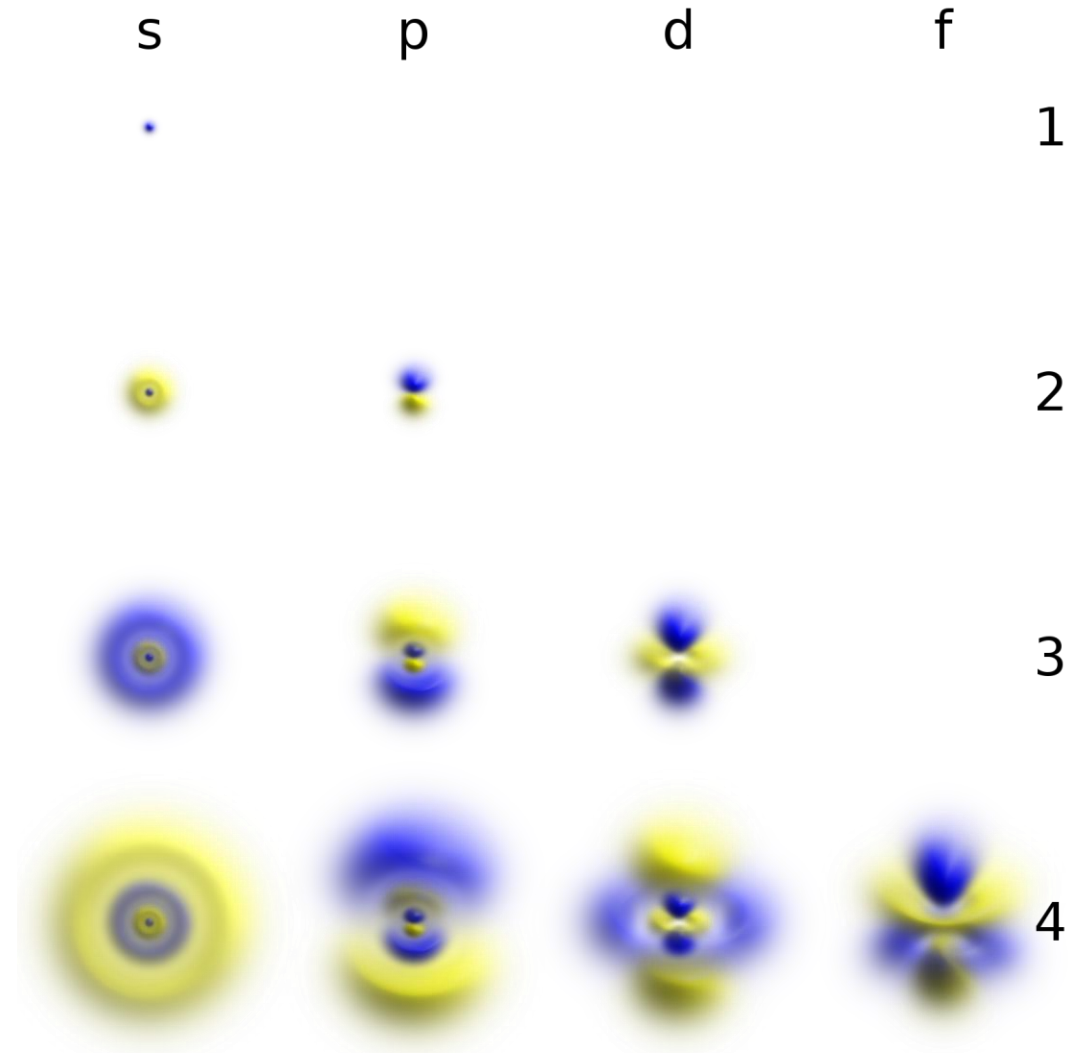
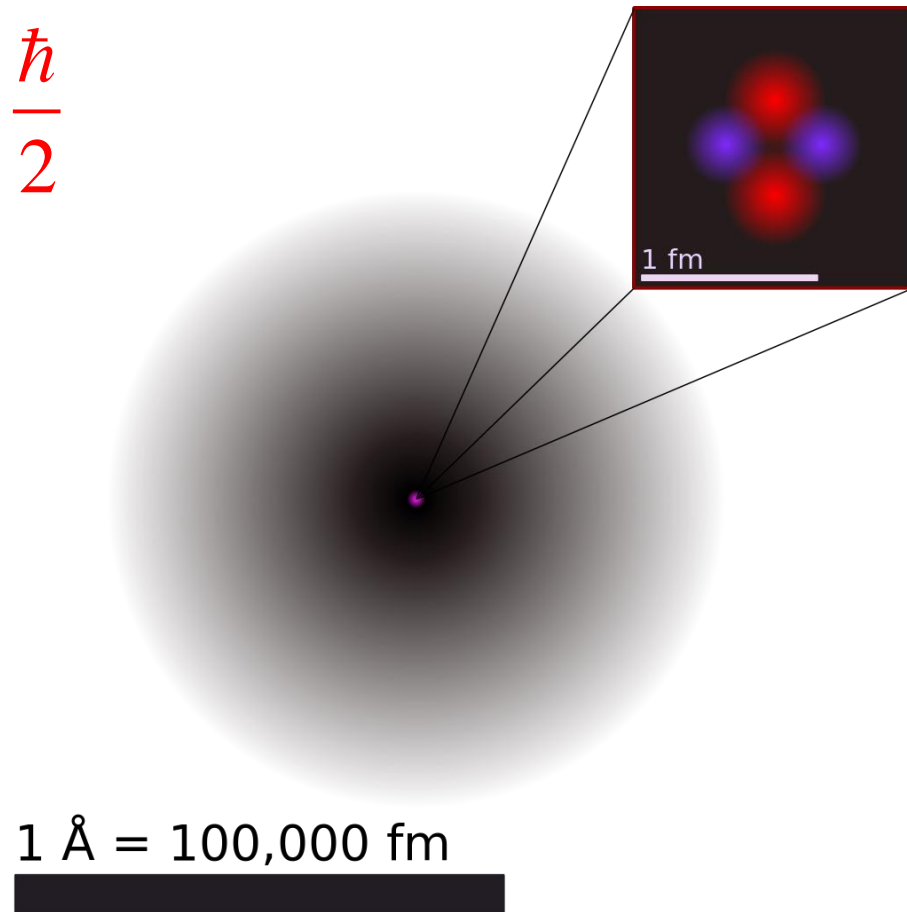
1927 Solvay Conference in  
Brussels was an  
extraordinary gathering of  
famous physicists.



# 量子力学的民间形象

► 不确定性原理：云里雾里

$$\sigma_x \sigma_{p_x} \geq \frac{\hbar}{2}$$

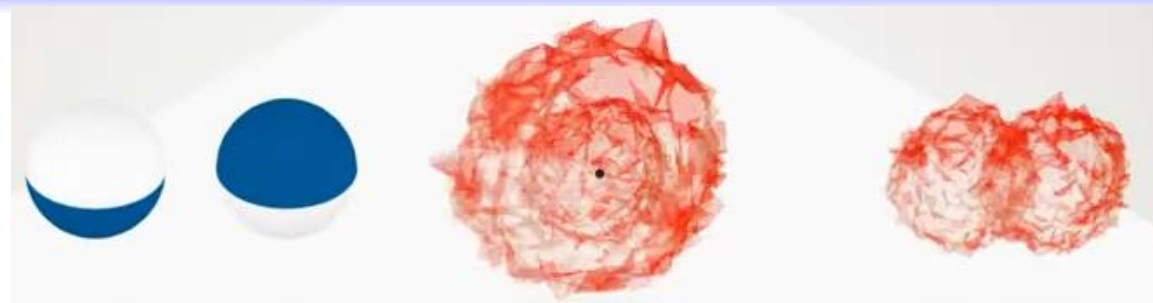
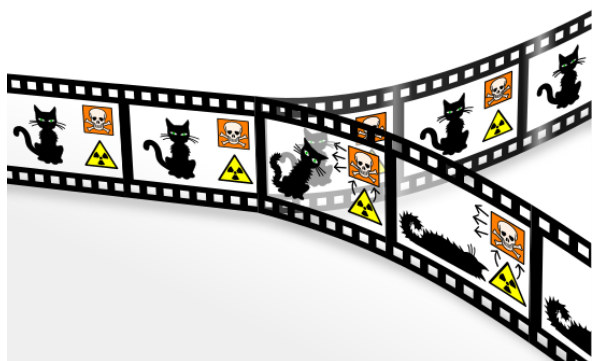
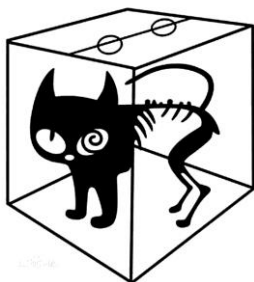




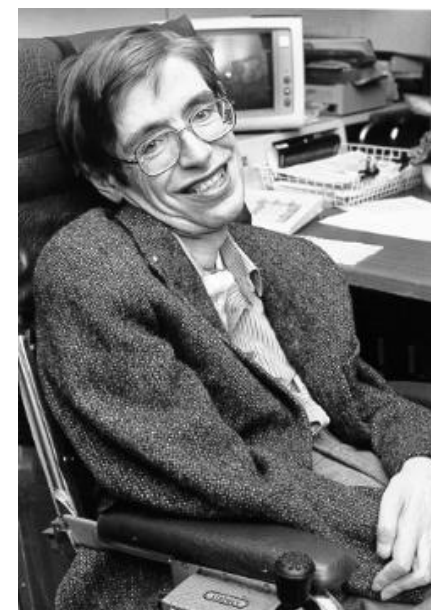
# 量子力学的民间形象

## ➤ 薛定谔的猫：最红喵星人

SCHRODINGER'S CAT IS  
A · L · I · V · E



- ✓ “薛定谔型队友”
- ✓ 薛公猫是一只不死不活猫（量子术语是死猫和活猫的叠加物）
- ✓ 量子世界里什么妖魔鬼怪都叠得出来
- ✓ “*When I hear of Schrödinger's cat, I reach for my pistol.*” —— Stephen Hawking



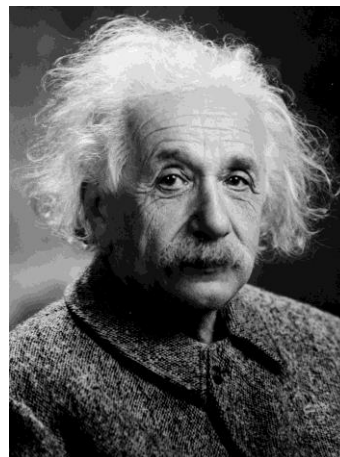
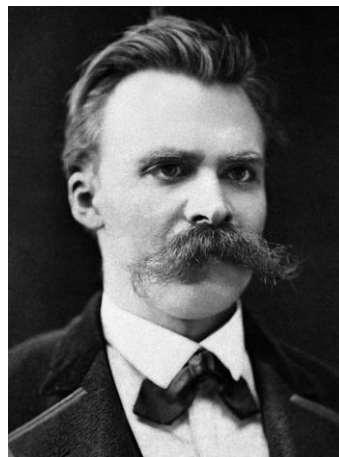
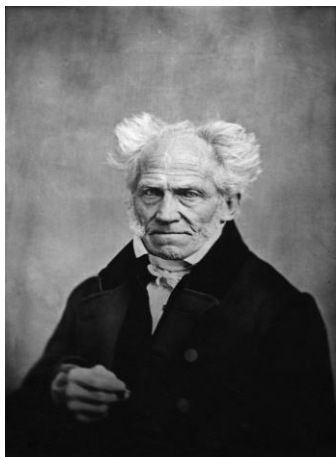
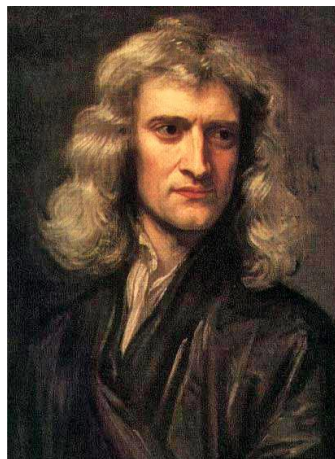
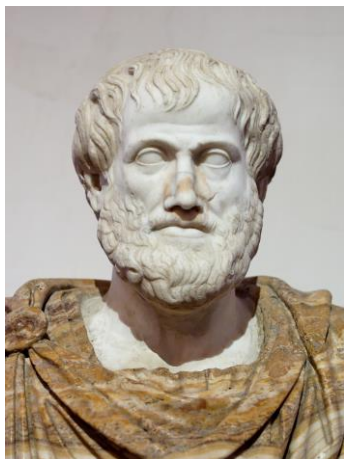


# 量子力学的民间形象

## ➤ 几率波：神仙打架

“上帝是不掷骰子的。” —— 坦哥

“爱卿，你以为你sei啊，竟敢指挥上帝？” —— Bohr



楚  
河

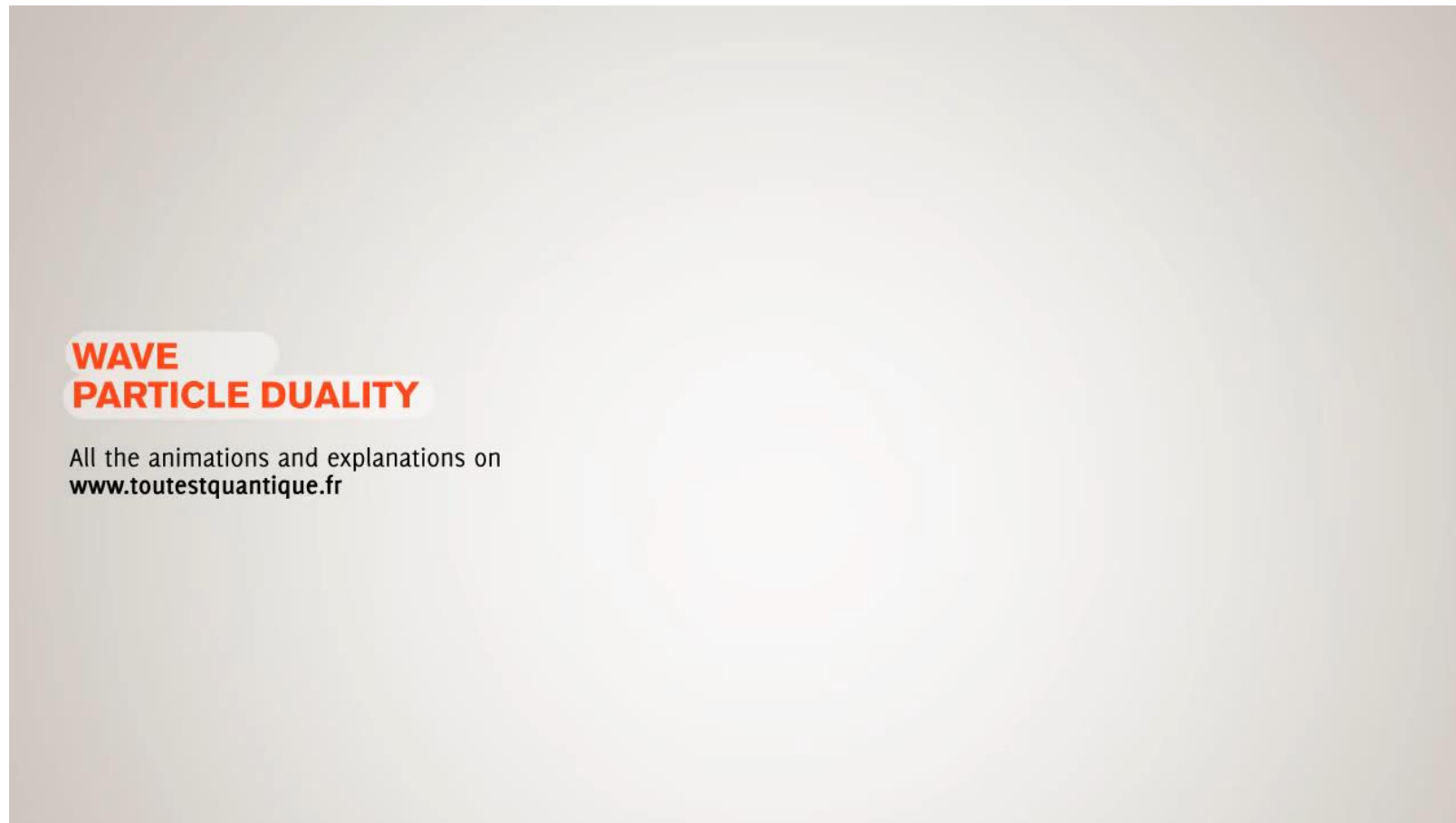
界  
汉





# 量子力学的民间形象

➤ 波粒二象性：十大细思极恐的物理学实验排行第一



让吃瓜群众细思极恐的  
是那只眼睛

The “Which-way” experiment

视频来自 Wikipedia 词条  
“Wave-particle duality”

## 量子力学的教学形象

- “量子力学不讲理”，“量子力学是从天上掉下来的”。—— 北大
- “周老师说，要不是他手下留情，我们没一个能不挂科”。—— 复旦
- “老师，我们下周玄学要考试了，所以您的课我就不来了”。—— 成电
- “少问为什么，多问是什么！”



周世勋  
1921 ~ 2002

- “*Shut up, calculate!*”
- “就你？能教量子力学？” —— 我的博后老板



Andreas Mandelis  
Univ. Toronto

- “*I think I can safely say that nobody today understands quantum mechanics.*” —— Richard Feynman
- “*Anyone who was not shocked by quantum theory has not understood it.*” —— Niels Bohr (翻译：晕菜了嗦？这就对了。)





## 本课程教学的个人目标

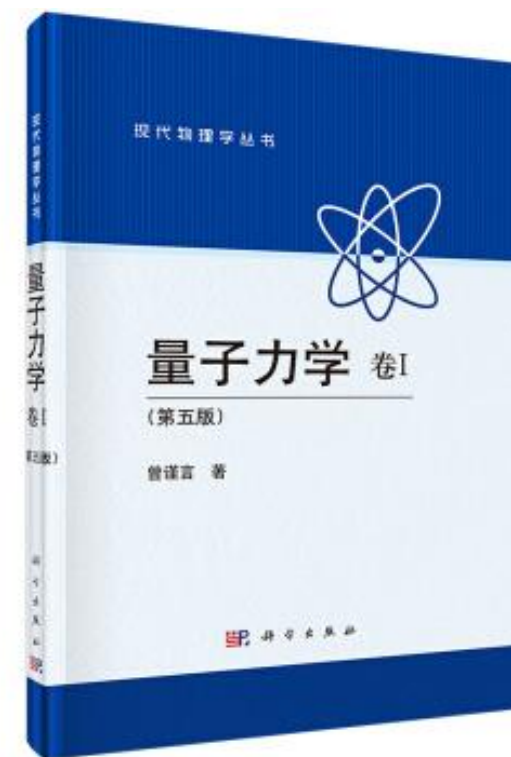
- 帮助大家完成教学大纲要求，顺利拿到学分；
- 通过讲解量子力学发展史，分享一些研究方法；
- 挖掘量子力学的趣味，尽量让大家爱上量子力学/科研。





## 建议参考资料

- 周世勋《量子力学简明教程》人民教育出版社
- 曾谨言《量子力学导论》北大出版社
- 苏汝铨《量子力学》复旦大学出版社
- 曾谨言《量子力学》卷I，第五版，科学出版社（2013）
- 钱伯初，曾谨言《量子力学习题精选与剖析》科学出版社
- 英文入门教材《Quantum Mechanics》by S. M. McMurry
- 李卫编《热力学与统计物理》，上海科技出版社
- 汪志成《热力学与统计物理》，北京高等教育出版社
- ✓ 周世勋《量子力学教程》第二版，高等教育出版社（2009）





## 成绩构成

- 平时成绩20%（作业10、出勤5、讨论课5）；
- 期中考试20%；
- 期末考试60%。