

# 《大学物理》课程思政 示范课

李国祥

电子科学与应用物理学院

# 同学们好！





观察、思考、交流

---

# 第一篇 绪论

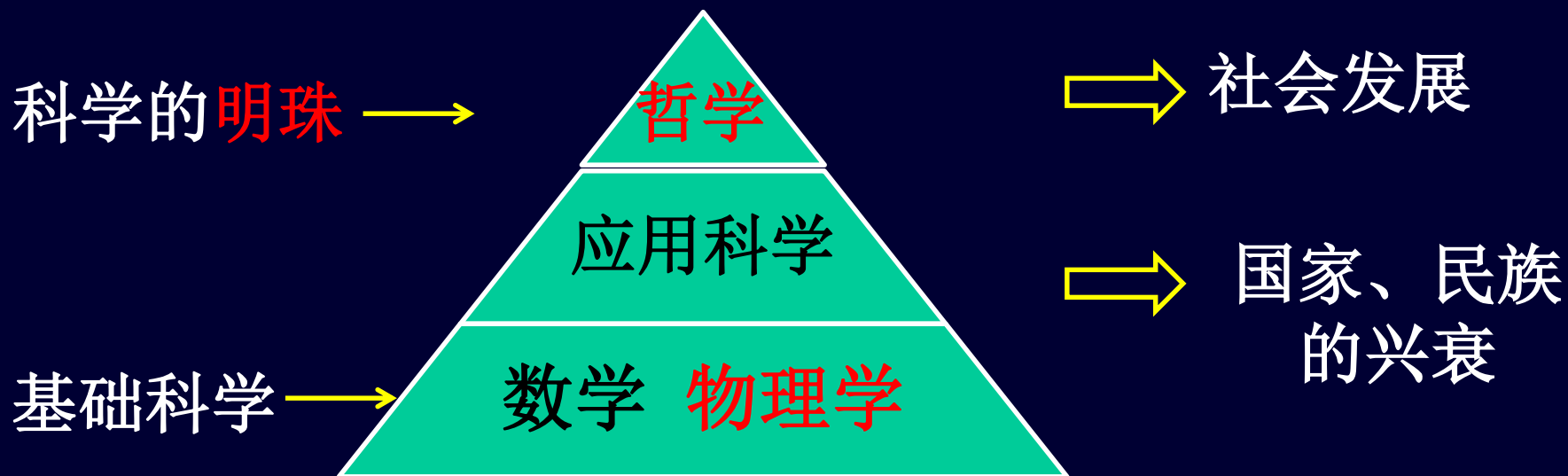
本篇共1讲

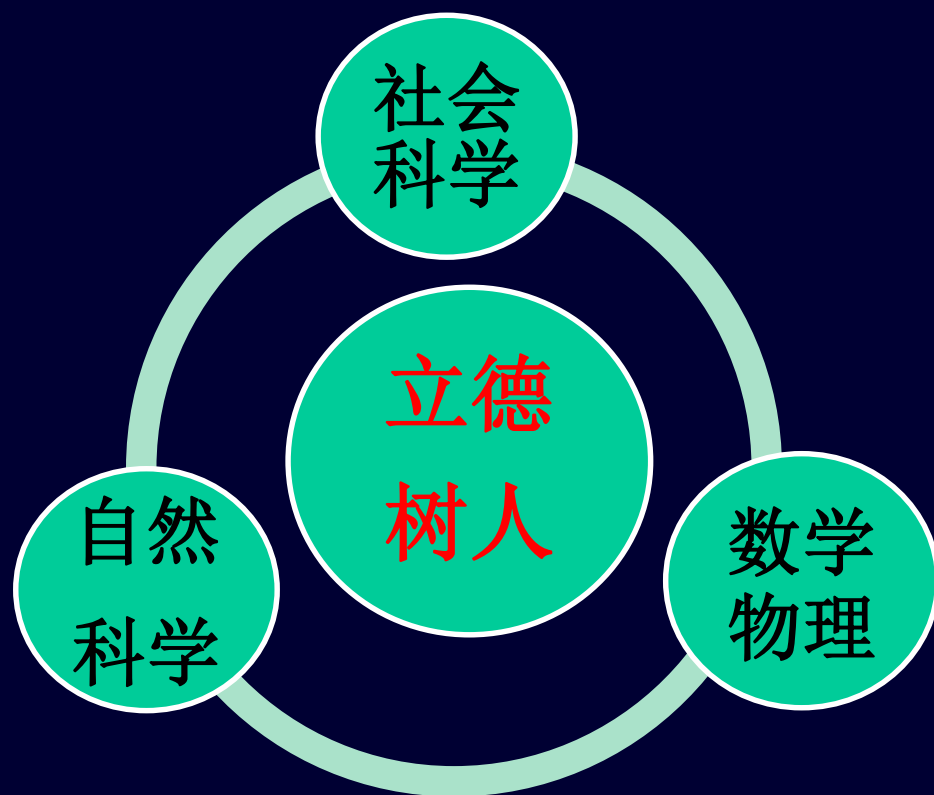
# 《大学物理》是物理学的**概论性**课程

课程主要介绍物理学的基本定律、基本思想、基本方法和基本精神、历史、现状与发展；以物理基础知识为载体，介绍物理学发展史上一些重大发现过程以及相关著名科学家的科学思想、科学方法和科学精神。

物理课程在培养学生现代科学自然观、宇宙观和辩证唯物主义世界观方面，培养学生探索精神、创新精神和科学思维能力、从事科学研究能力及“德、智、体、美全面发展的社会主义接班人”等方面，**具有其他课程不能替代的作用。**

# 科学 “金字塔”





课程思政，特别是物理课程思政的重要性、必要性。

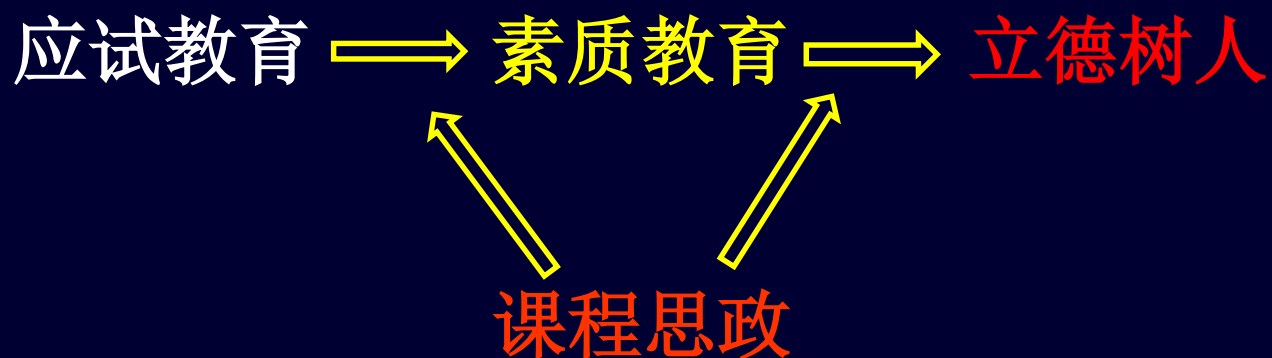
# 《大学物理》课程的基本情况

“大学物理”是面对全校理、工、管、医等专业开设的基础性必修课，量大面广（每届五、六千人）。

基础知识 基本方法

科学素养 创新能力

世界观 人生观 价值观



《大学物理》本身就是一门“思政课程”。

授课老师全员参与“课程思政”，改造我们的教学。



# 绪 论

一、什么是物理学？

二、物理学的发展与对人类社会进步所起的作用

三、物理学的研究方法

四、物理学习中应该注意的几点

# 一、什么是物理学？

物理学主要研究物质的**基本结构**、**相互作用**和物质最基本、最普遍的**运动形式**（机械运动、热运动、电磁运动、微观粒子运动等）及其**相互转化**的规律的科学。

注：1、physics 源于希腊文——自然；

2、“物”指物质的结构、性质；

“理”指物质的运动和变化规律。

# 一、什么是物理学？

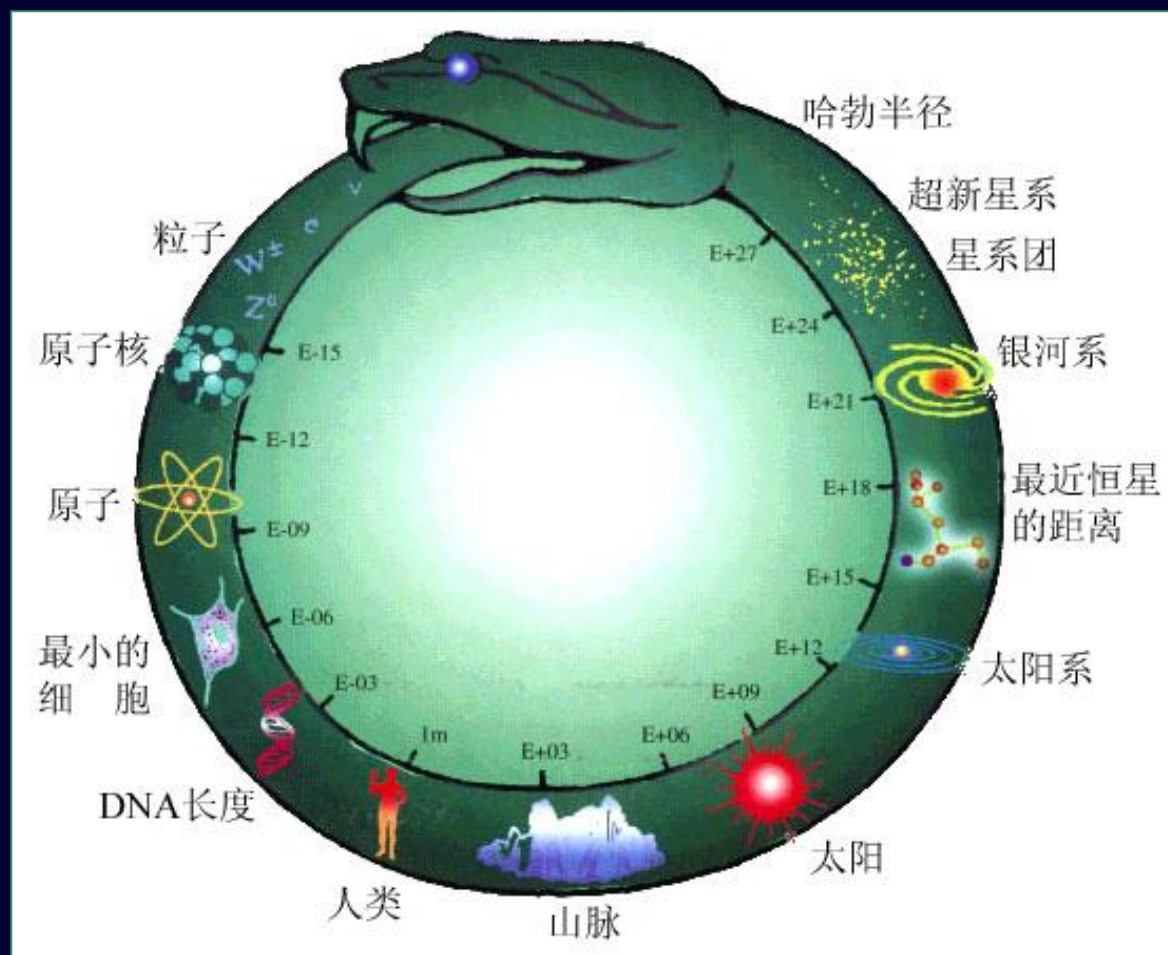
1、物质世界

2、四种基本的相互作用

3、物理学的发展：经典物理与近代物理学

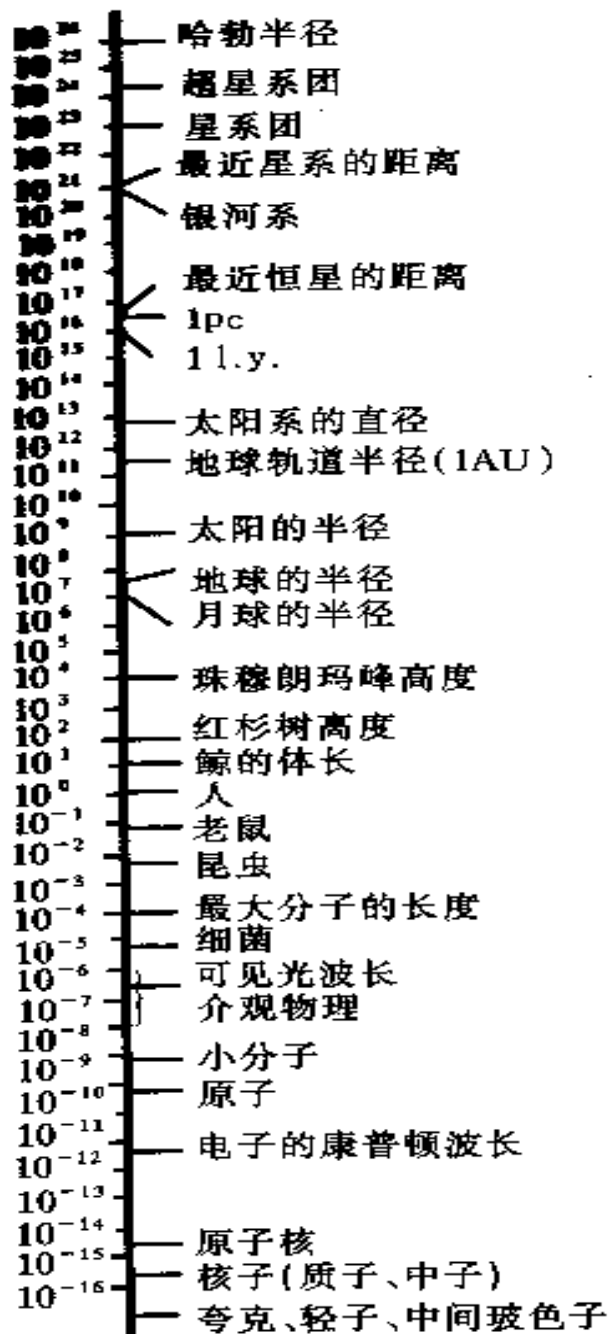
# 1、物质世界

## 1) 物质世界的空间尺度——宇宙的42个台阶



宇宙学、粒子物理的奇妙衔接

# 长度(m)



哈勃半径:  $10^{26}$  m

星系团:  $10^{23}$

银河系:  $10^{21}$

地球轨道半径:  $10^{11}$  (1 AU)

太阳半径:  $10^9$

地球半径:  $10^6$

月球半径:  $10^6$

大分子:  $10^{-4}$

小分子:  $10^{-9}$

原子:  $10^{-10}$

原子核:  $10^{-14}$

基本粒子:  $10^{-16}$

## 2) 物质世界的时间尺度

宇宙年龄: 150 亿年  $\approx 10^{18}\text{s}$

地球年龄:  $4.6 \times 10^9$  年  $\approx 10^{17}\text{s}$

生命的诞生: 约40亿年

人类: 300万年 ( $10^{14}\text{s}$ )

中间玻色子寿命:  $10^{-24}\text{s}$

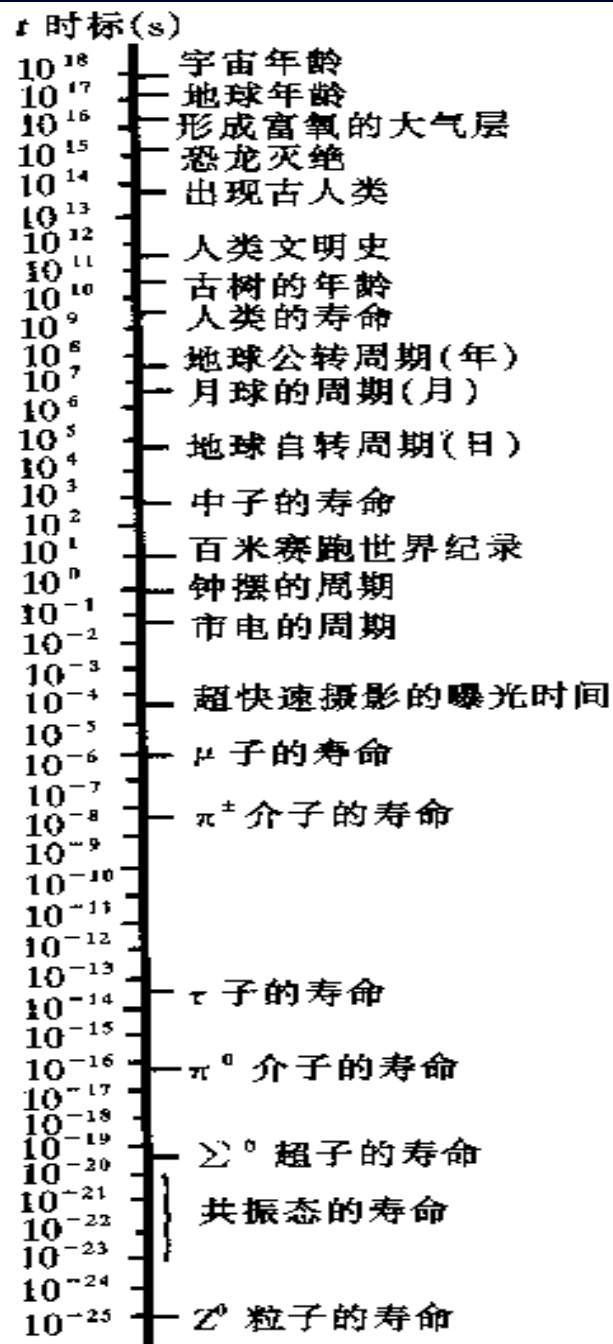
$$10^{18}\text{s} \sim 10^{-24}\text{s}$$

共计跨越了42个数量级



大爆炸





宇宙年龄: 150亿年 ( $10^{18}$  s)

星系年龄: 50亿年

地球年龄: 46亿年 ( $10^{17}$  s)

出现生命: 40亿年

富氧大气: 8亿年

人类: 3百万年 ( $10^{14}$  s)

地球公转:  $3.16 \times 10^7$  s

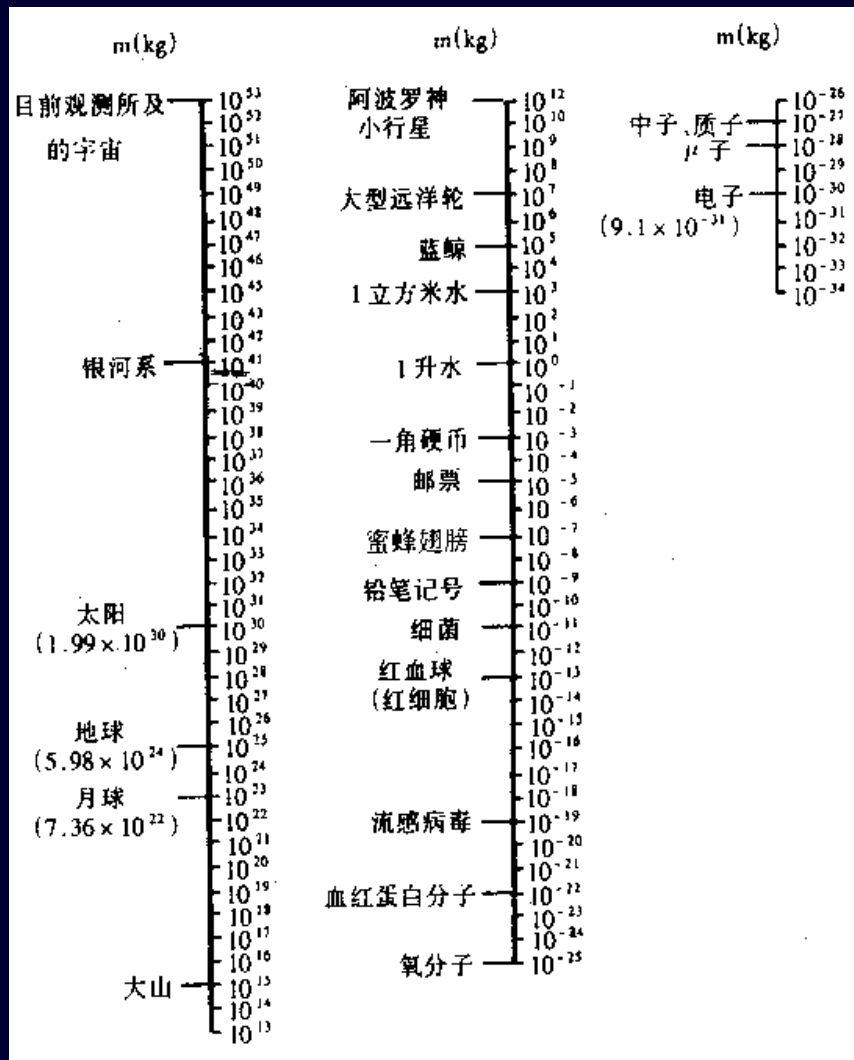
月球公转:  $2.6 \times 10^6$  s

地球自转:  $10^5$  s

中子寿命:  $10^3$  s

中间玻色子寿命:  $10^{-24}$  s

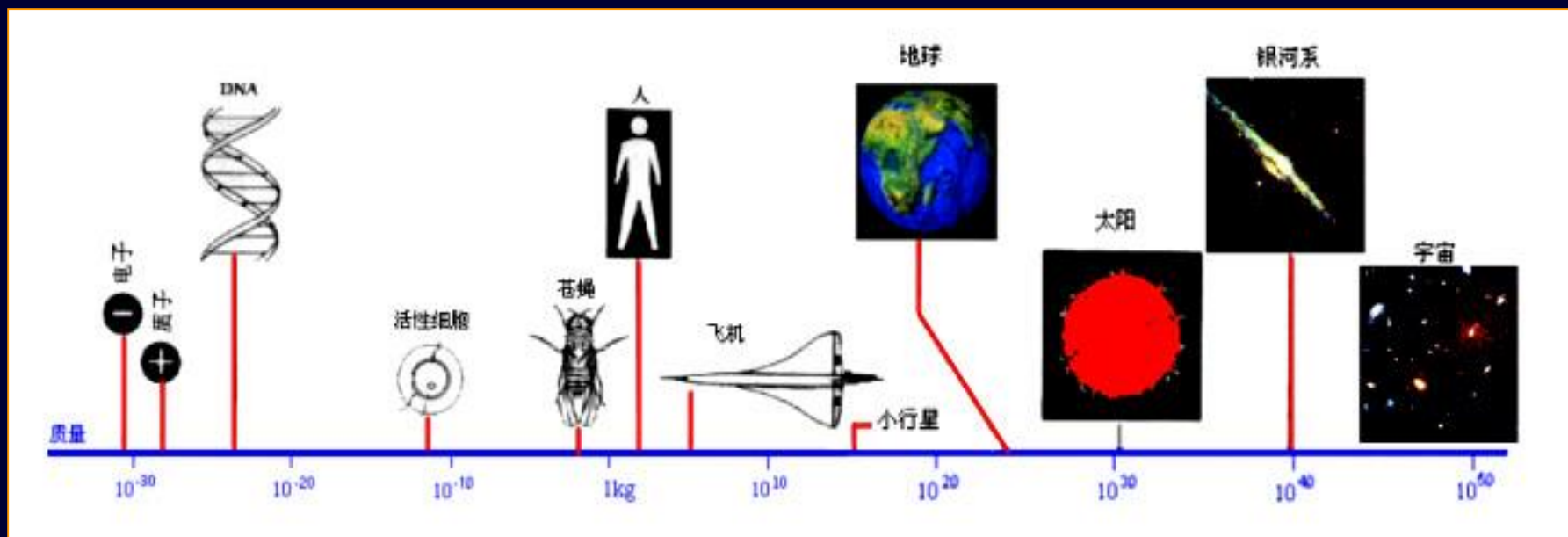
### 3) 物质世界的质量尺度



目前所测宇宙:	$10^{53} \text{ kg}$
银河系:	$10^{41} \text{ kg}$
太阳:	$10^{30} \text{ kg}$
地球:	$10^{25} \text{ kg}$
月球:	$10^{22} \text{ kg}$
细菌:	$10^{-11} \text{ kg}$
红血球:	$10^{-13} \text{ kg}$
流感病毒:	$10^{-19} \text{ kg}$
氧分子:	$10^{-25} \text{ kg}$
中子、质子:	$10^{-27} \text{ kg}$
电子:	$10^{-30} \text{ kg}$



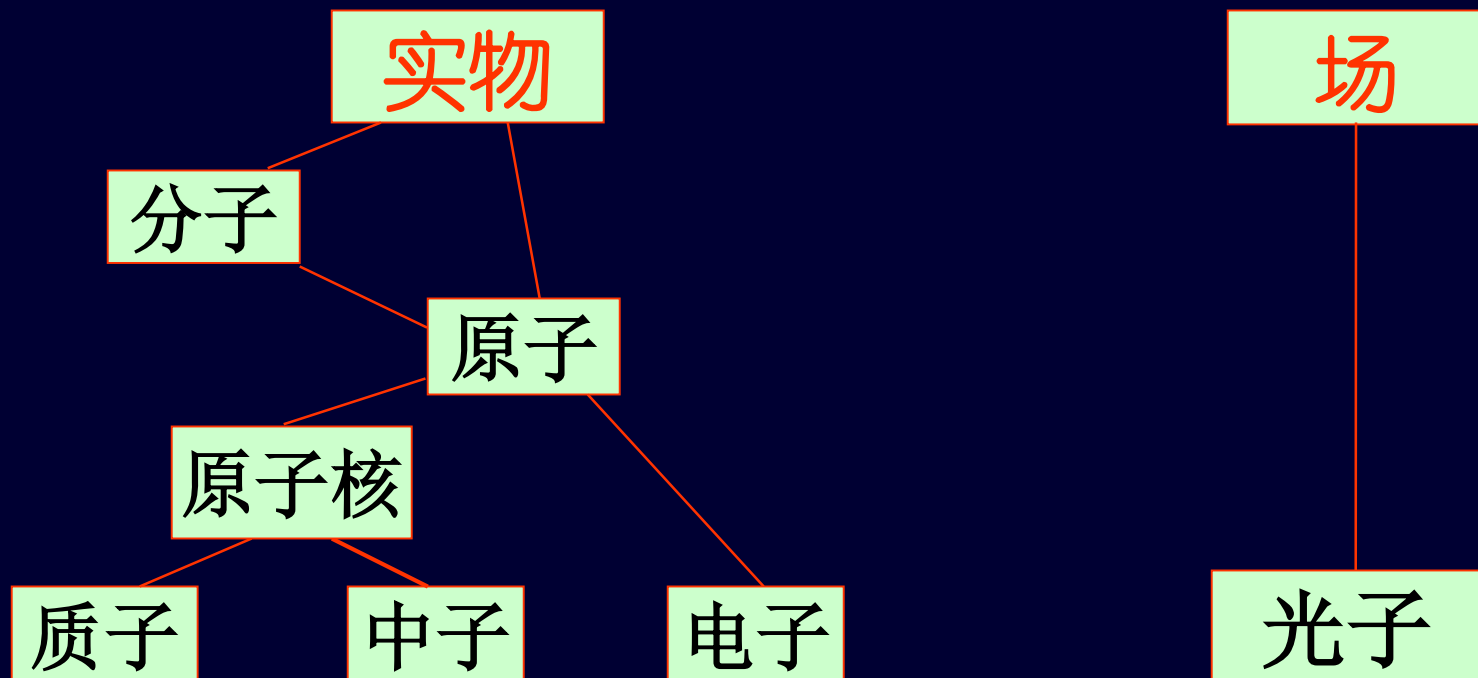
# 宇宙中物体的质量量级——跨跃了约80个数量级



#### 4) 基本粒子家族

基本粒子：指人类迄今为止尚未发现其内部结构的“点”粒子，是一个不断向更深层次转移的动态概念。

#### 物质存在的基本形式——实物和场



**实物：**具有静止质量、不可入性，以空间间断形式存在。

**实物** { 宏观客体 ( $>10^{-7}\text{m}$ ) ---- 服从因果律  
微观客体 ( $<10^{-7}\text{m}$ ) ---- 服从统计规律  
介观客体 ---- 一定条件下出现量子效应

**场：**无静止质量，不具有不可入性，以连续形式存在，具有可叠加性，不能作为参考系。

实物周围存在相关的场，场传递实物间的相互作用，场和实物可以相互转化。

现代物理认为**场**是更基本的，粒子只是场处于激发态的表现。

# 人类对物质结构的认识

古代中国“五行说”：金、木、水、火、土  
古希腊“四根说”：火、水、土、气

古希腊德谟克利特：“原子论”

1661年英国波意耳提出元素的概念

英国化学家道尔顿：原子是元素的最小单元

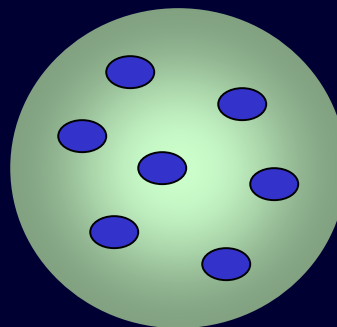
1869年俄国的门捷列夫发现了元素周期律

# 原子模型三步曲：

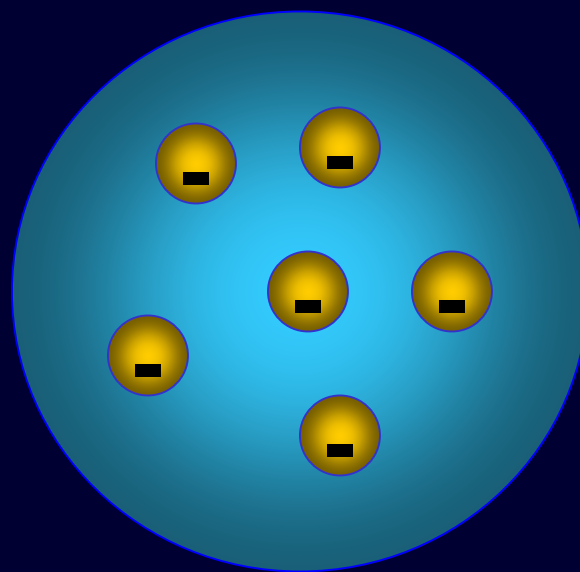
1903年经典模型

1911年卢瑟福行星模型

20世纪20年代原子的量子模型



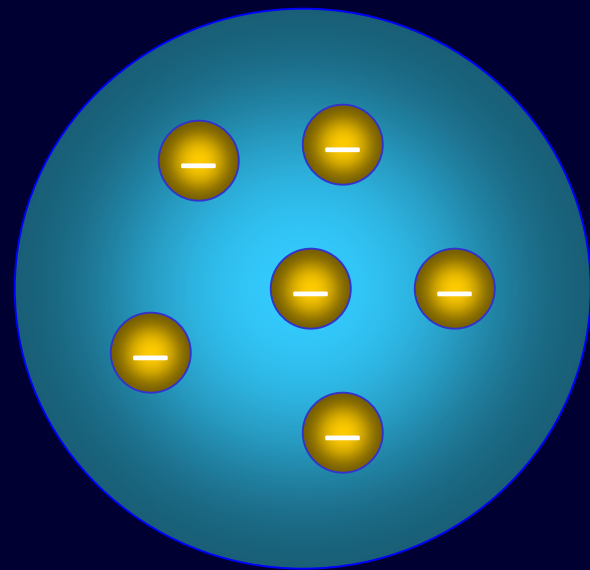
1897年， 汤姆孙  
发现了电子，指出  
“阴极射线”就是高  
速电子流。



# 经典原子模型

## (1) 汤姆孙“葡萄干面包”模型

1903年，J. J. 汤姆孙提出原子结构模型：原子内部带正电的部分均匀地分布在原子球体中，而带负电的电子镶嵌在带正电的球体之中。带正电的球体与带负电的电子二者电量相等，故原子不显电性。

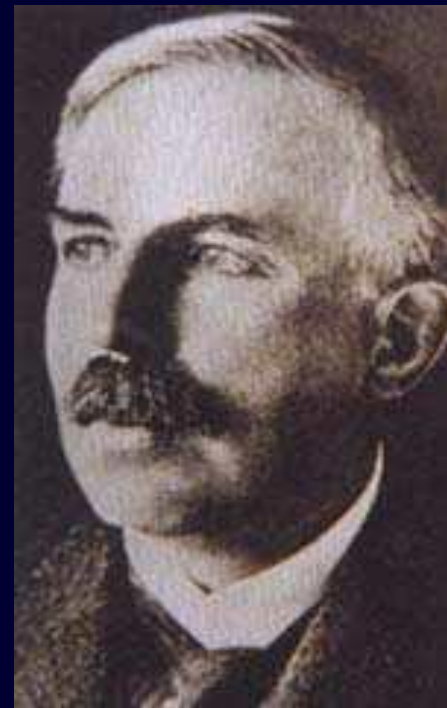


## (2) 长冈“太阳系”模型

长冈半太郎提出正电荷均集中于原子的中心，电子像行星绕太阳运行那样绕着中心运动。

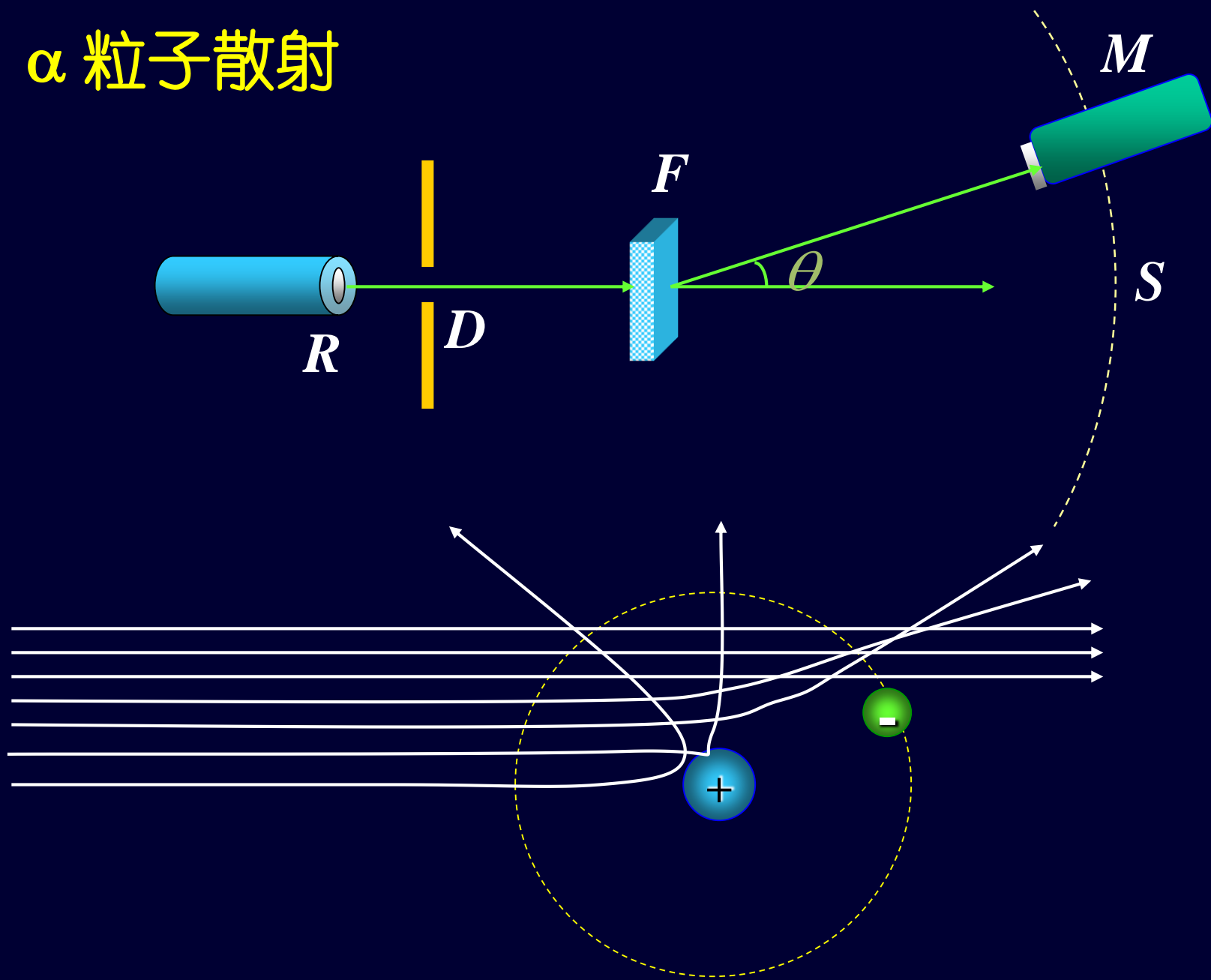
# 卢瑟福的核式模型

卢瑟福1871年8月13日出生在新西兰，1894年大学毕业，1895年到英国剑桥大学学习，成为J. J. 汤姆孙的研究生。1908年卢瑟福荣获诺贝尔化学奖，同年在曼切斯特大学任教，继续指导他的学生盖革等进行 $\alpha$ 粒子散射的实验研究。



卢瑟福不仅是一位伟大的科学家，而且是一位受学者尊敬的导师，在他的学生中有十几位获得了现代科学界最高荣誉——诺贝尔奖，其中包括玻尔、查德威克、哈恩等。

# $\alpha$ 粒子散射

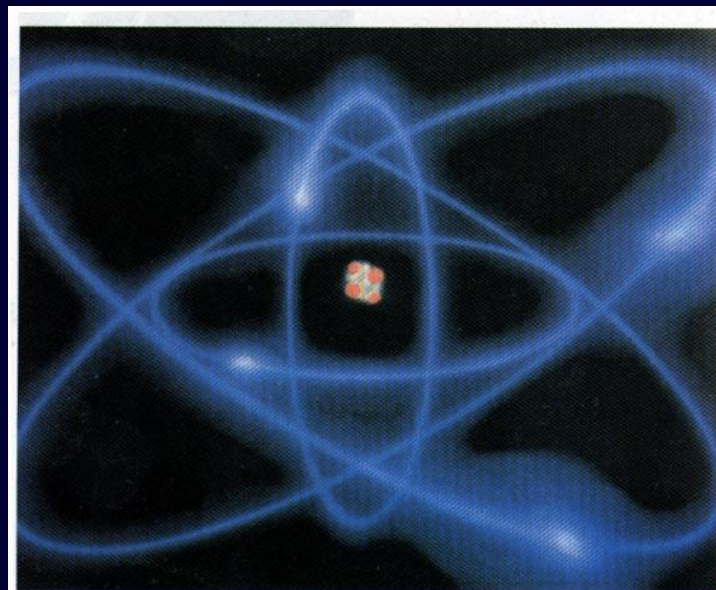




# 原子的核式模型：

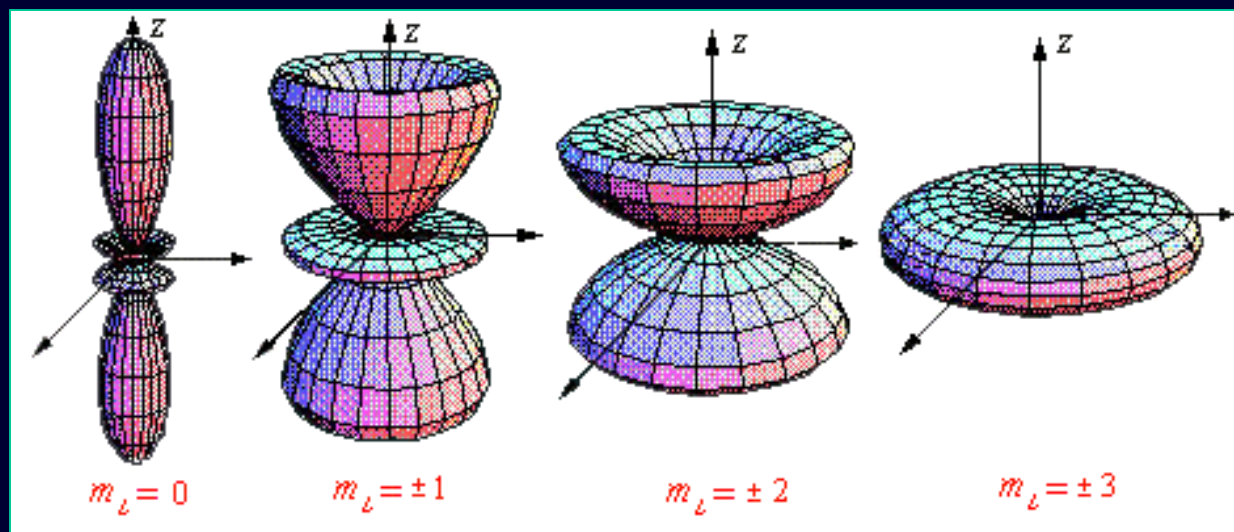
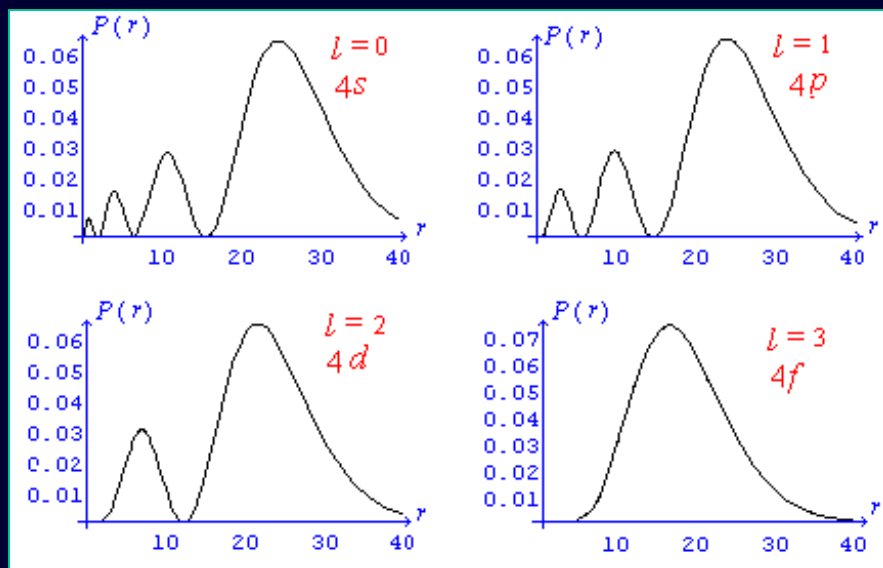
1911年卢瑟福提出原子的“有核结构模型”。

原子由原子核和核外电子构成，原子核带正电荷，占据整个原子的极小一部分空间，而电子带负电，绕着原子核转动，如同行星绕太阳转动一样。



原子世界景象。由于执着和境界的束缚，人们对世界的实在性和客观性确信不移。但是量子学说打破了主客观之间的界限，动摇了对实在性的执着

# 原子的量子模型



原子有结构：由原子核和电子组成。

# 原子核还能分割吗？——放射现象的发现

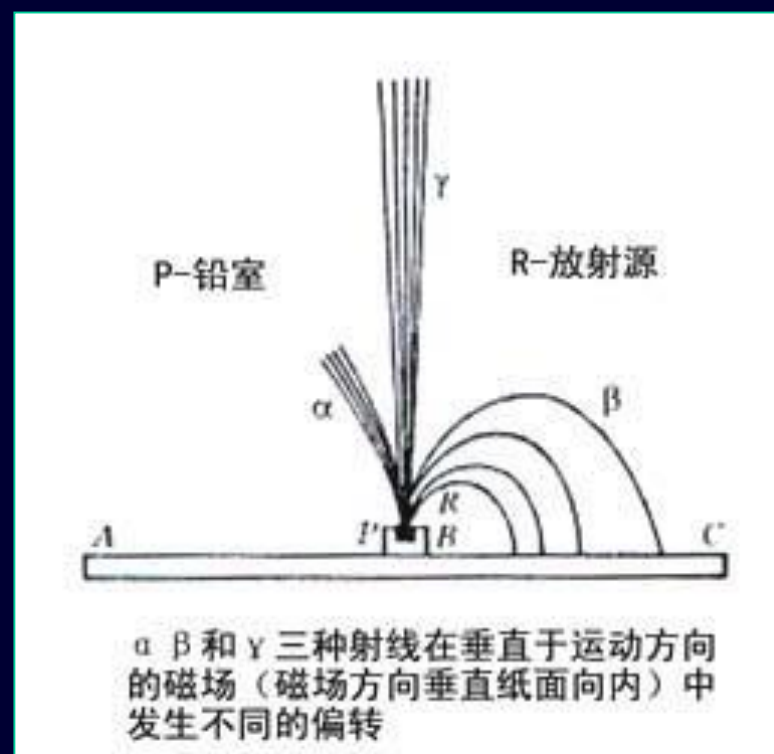
1896年，法国物理化学家贝克勒尔在铀矿石中发现了放射现象，此后，居里夫妇又发现了其他放射性元素：钍、钋、镭。

放射性元素发出的射线包含三种射线：

**$\alpha$ 射线：**带两个正电荷的氦核

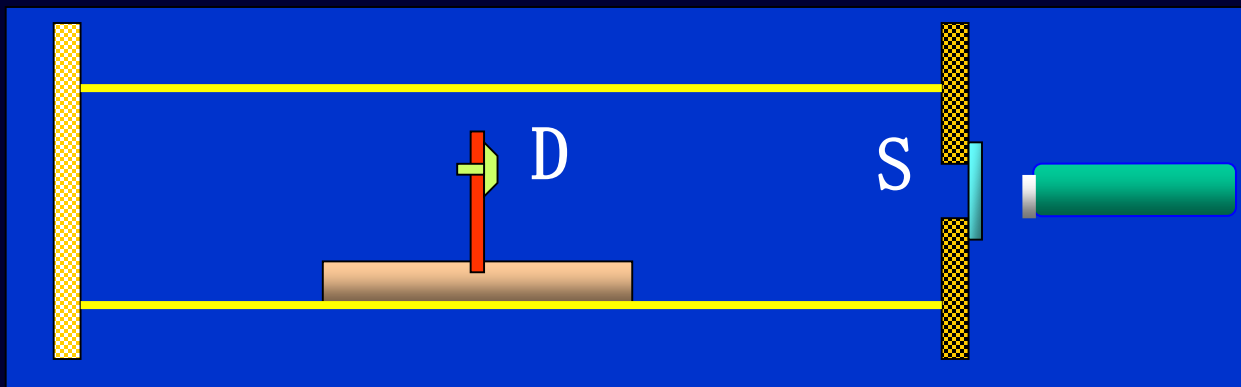
**$\beta$ 射线：**高速运动的电子流

**$\gamma$ 射线：**高能光子流



## 质子的发现 原子量始终是氢原子量的整数倍。

1919年，卢瑟福用 $\alpha$ 粒子作为高速“炮弹”来轰击氮原子核，首先实现了原子核的人工破裂。



用 $\alpha$ 粒子轰击氮原子核，能释放氢核，用硼、氟、钠、铝、磷等做实验，也能打出氢核。

**卢瑟福得出结论：**每个原子核都由氢核构成。氢核定义为“质子”。

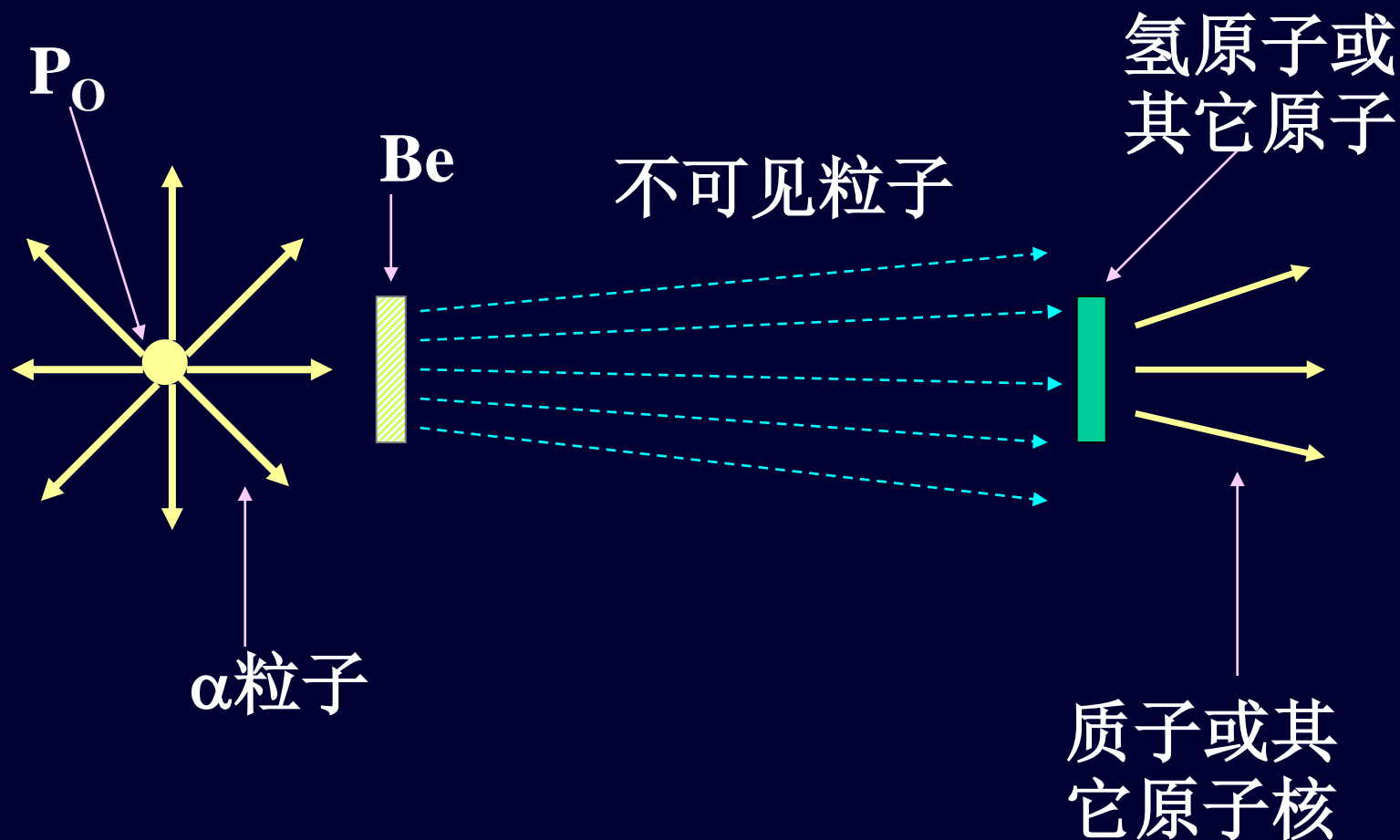
# 中子的发现

1920年，卢瑟福提出中子假说。

1930年，德国物理学家玻特和贝克发现利用 $\alpha$ 粒子轰击铍元素时，产生了一种穿透力极强而且不受电场或磁场影响的射线。

1932年，伊莲娜和弗里德里克 约里奥发现，这些新射线能将运动速度极快的氢核从煤油中释放出来，断言这种射线是 $\gamma$ 射线。

1932年，查德威克从实验上发现了质量与质子相近的中性粒子，并命名为“中子”。



## 查德威克发现中子实验

1935年查德威克因发现中子而荣获诺贝尔物理学奖。



# 原子核结构

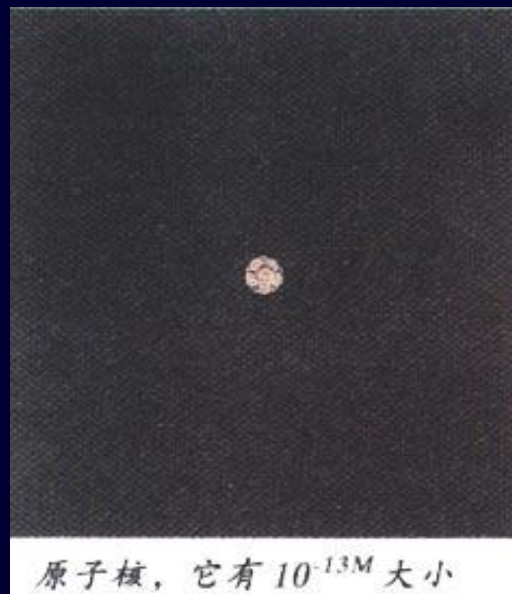
1932年，前苏联伊凡年科与海森伯提出原子核由质子和中子组成的理论。

质子(p)和中子(n)统称为**核子**(N)。

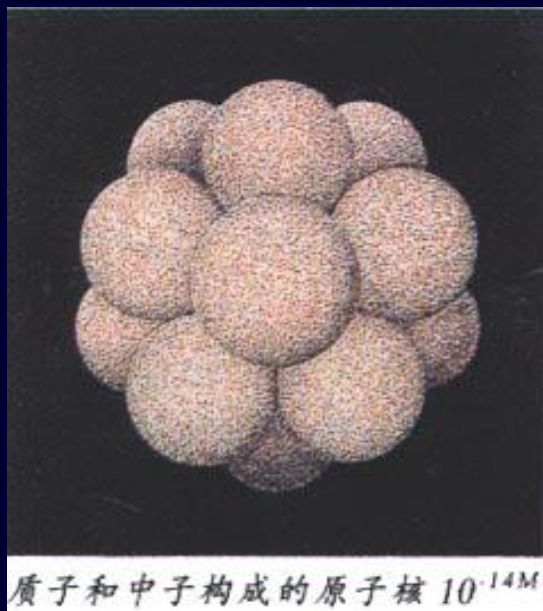
质子数和中子数一定的原子核组成一种**核素**。

**同位素**：Z相同，N不同的原子。

**核力**是把质子和中子纠合在一起，构成一个个稳定的原子核(也包括不稳定的原子核)的强大的束缚力。

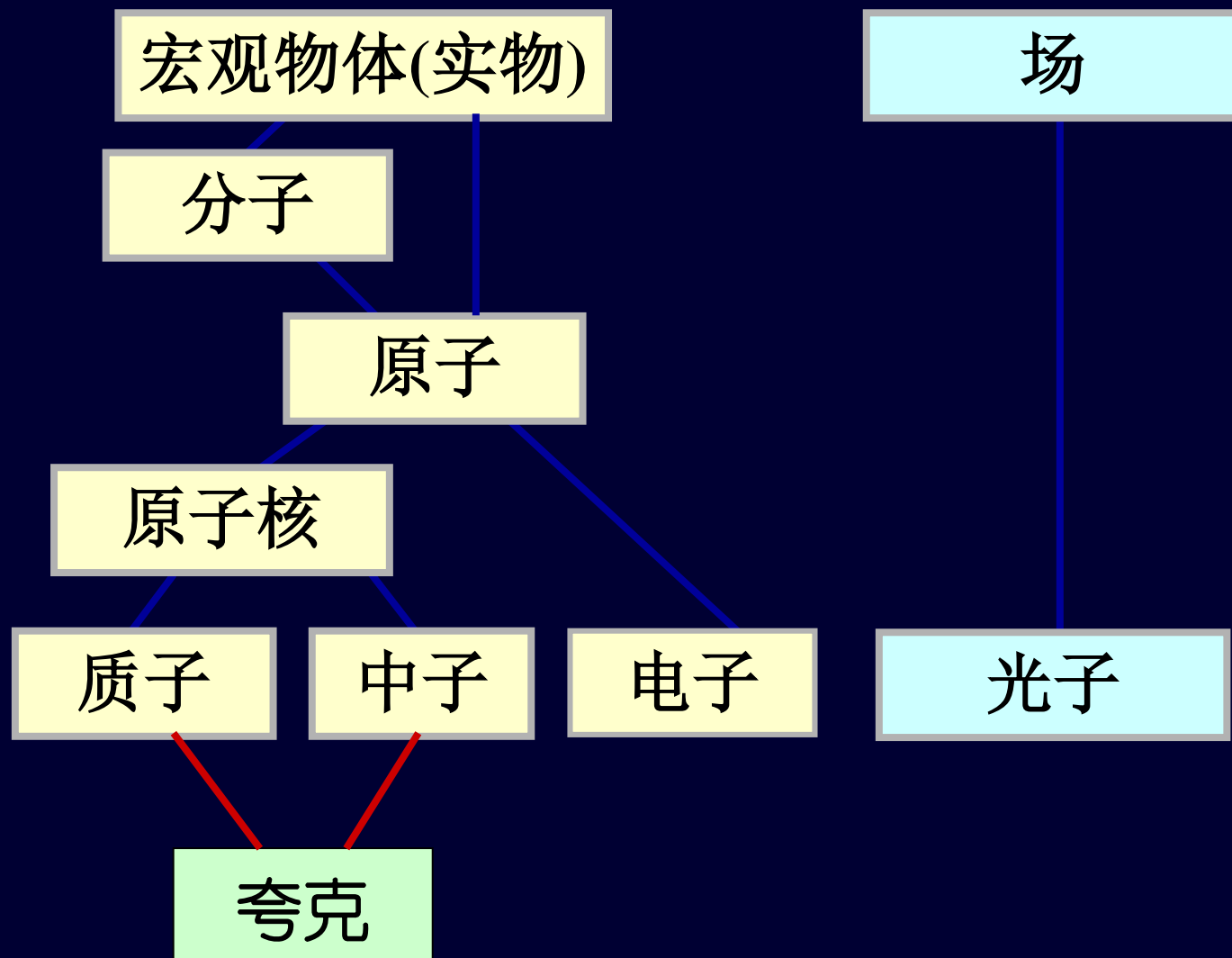


原子核，它有  $10^{-13}\text{M}$  大小



质子和中子构成的原子核  $10^{-14}\text{M}$

# 迈入“基本粒子”世界\*





20世纪60年代，人们认识到组成物理世界的原子并不是微观世界的最小单元，它们由更深层次的粒子组成。

“基本粒子”是一个动态概念，随着人们对物理结构认识的发展，其所指具体对象不断向更深层次转移。

# 标准模型中：基本粒子分为以下几类

{ 规范粒子  
轻子  
夸克  
希格斯粒子

# 物质通过四种基本相互作用结合在一起

{ 强相互作用  
弱相互作用  
万有引力作用  
电磁相互作用

美国费米实验室大型加速器外景



直径:  
2000 m





◀ 大型  
电子-正电子  
对撞机 (LEP),  
位于日内瓦欧洲  
核子研究中心  
(CERN), 它埋设  
在图片中白色圆  
圈下面



北京正负电子对撞机（BEPC）：由长202米的直线加速器（输运线）、周长240米的圆型加速器（储存环）、北京谱仪和同步辐射实验装置等几部分组成。外型像一只硕大的羽毛球拍。

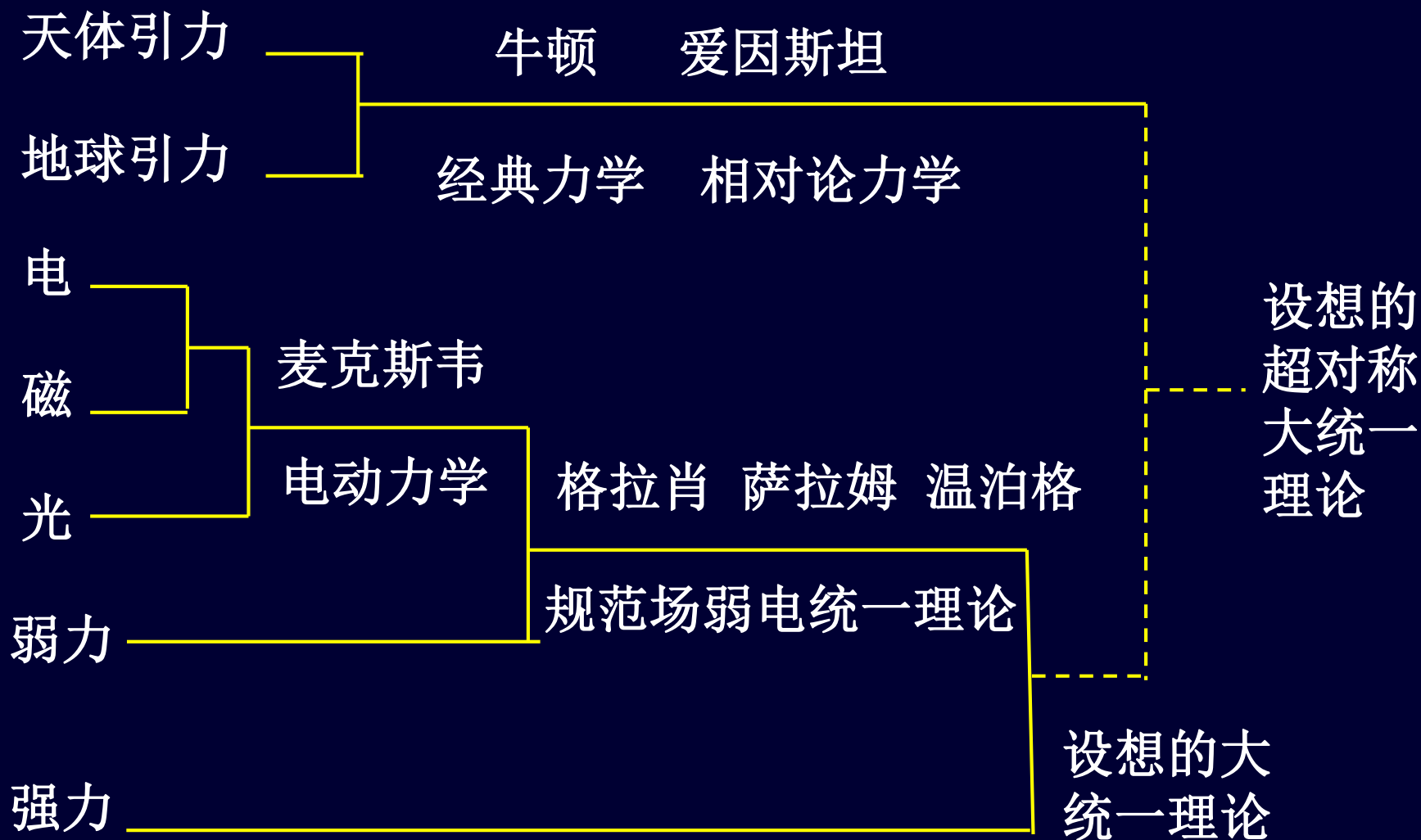
## 2. 四种基本相互作用

种类	作用对象	作用距离 (cm)	相对强度 ( $10^{-13}$ cm处)	传递作用的基本粒子
引力	所有粒子	$\infty$	$10^{-38}$	引力子?
弱力	大多数粒子	$< 10^{-16}$	$10^{-13}$	中间玻色子
电磁力	带电粒子	$\infty$	$10^{-2}$	光子( $\gamma$ )
强力	强子	$< 10^{-13}$	1	胶子( $g$ )

迄今为止，人类了解得最早的是引力，了解得最晚的是强力；了解得最少的是引力，了解得最多的是电磁力。想想其中的原因！



# 物理理论的发展趋向统一

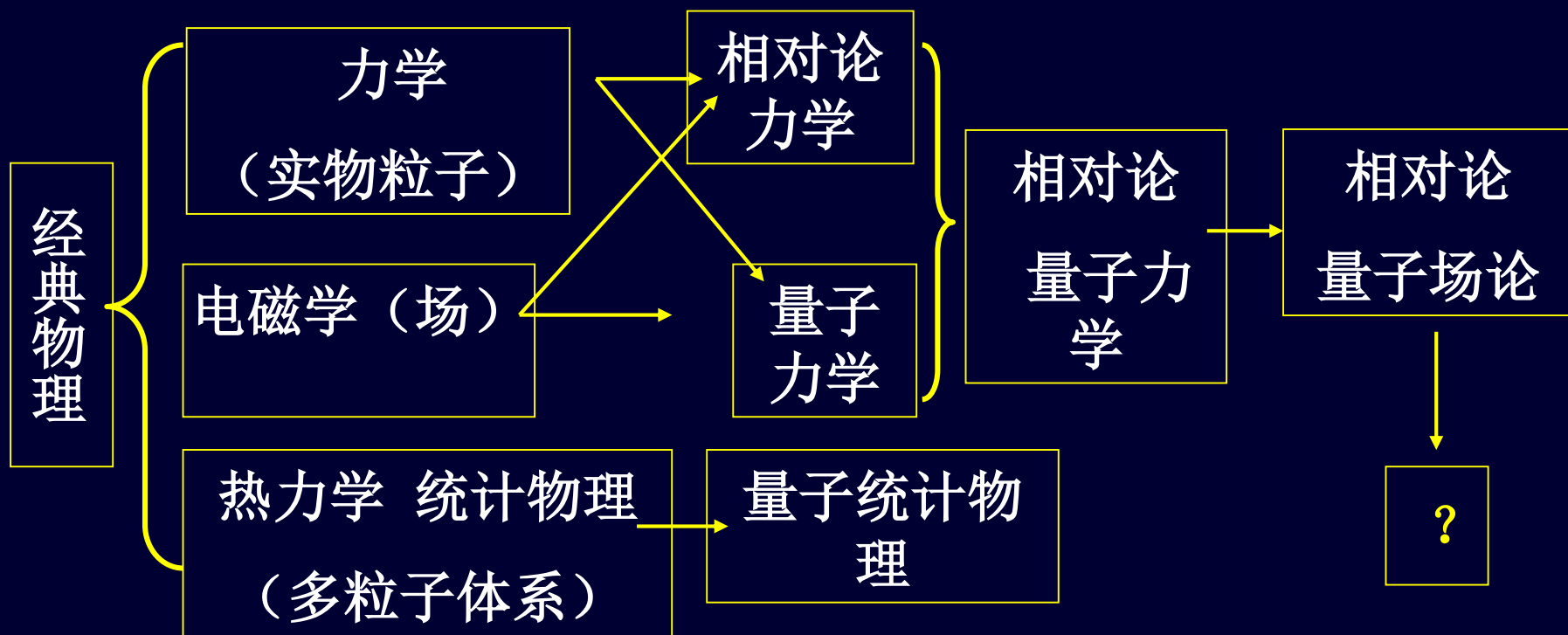


### 3、物理学的发展：经典物理与近代物理学

分支学科：激光物理，半导体物理，原子物理，核物理...

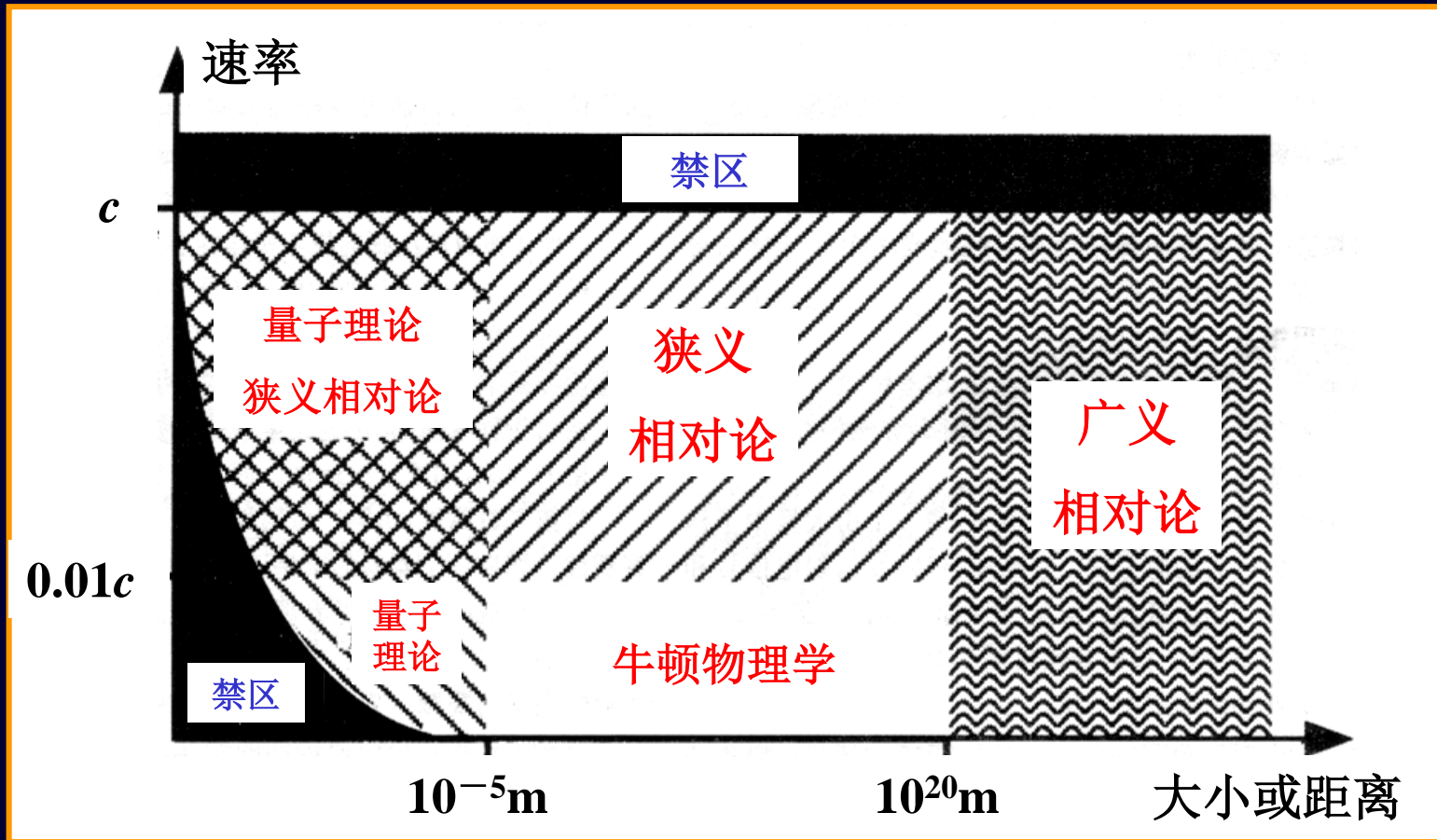
交叉学科：生物物理，量子化学，地球物理，海洋物理...

#### 物理学的基本框架





# 物理学的基本框架



来自《物理学：基本概念及其与方方面面的联系》

按客体大小划分：  
微观系统  
宏观系统

按空间尺度划分：  
量子力学  
经典物理学  
宇宙物理学

物理现象

按运动速度划分：  
低速现象  
高速现象

按速率大小划分：  
相对论物理学  
非相对论物理学

## ● 物理学的发展

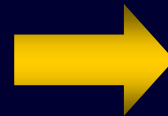
实验  
物理

+

理论  
物理

+

计算  
物理



今日物理学

## 二、物理学的发展 与对人类社会进步所起的作用

1.物理学的发展大大促进生产力的发展

2.物理学是自然科学和工程技术的基础

# 1. 物理学的发展大大促进生产力的发展

## ◆第一次工业革命（17~18世纪）

建立在牛顿力学和热力学发展的基础上，其标志是以蒸汽机为代表的一系列机械的产生和应用。

## ◆第二次工业革命（19世纪）

建立在电磁理论发展的基础上，其标志是发电机、电动机、电讯设备的出现和应用。

## ◆第三次工业革命（20世纪）

建立在相对论和量子力学发展的基础上，其标志是以信息技术为代表的一系列新学科、新材料、新能源、新技术的兴起和发展。

## ◆第四次工业革命（21世纪）

建立在相对论和量子力学发展的基础上，正在悄然发生的，给予网络物理系统与生物、物理和数学技术的融合，将全方位改变当今世界。

## 2. 物理学是自然科学和工程技术的基础

### 物理学与技术关系的两种模式

◆技术 —— 物理 —— 技术（典型例子：热学）

◆物理 —— 技术 —— 物理（典型例子：电磁学）

在现代社会中主要以第二种方式进行。

[例]

计算机技术、激光技术、核技术、  
空间技术.....

其基础正是过去大半个世纪的现代  
物理学的研究成果。



### 三、物理学研究方法

观察、实验、模拟、演绎、归纳、分析、综合、类比、理想化、假说.....

形成指导性原理：

- ◆**简单性原理**：逻辑前提越简单，普遍程度越高。
- ◆**对应原理**：新理论应包容在一定条件下被证实是正确的旧理论，并在极限条件下过渡到旧理论。

是否运用物理学方法已经成为一门学科是否成熟的标志之一。

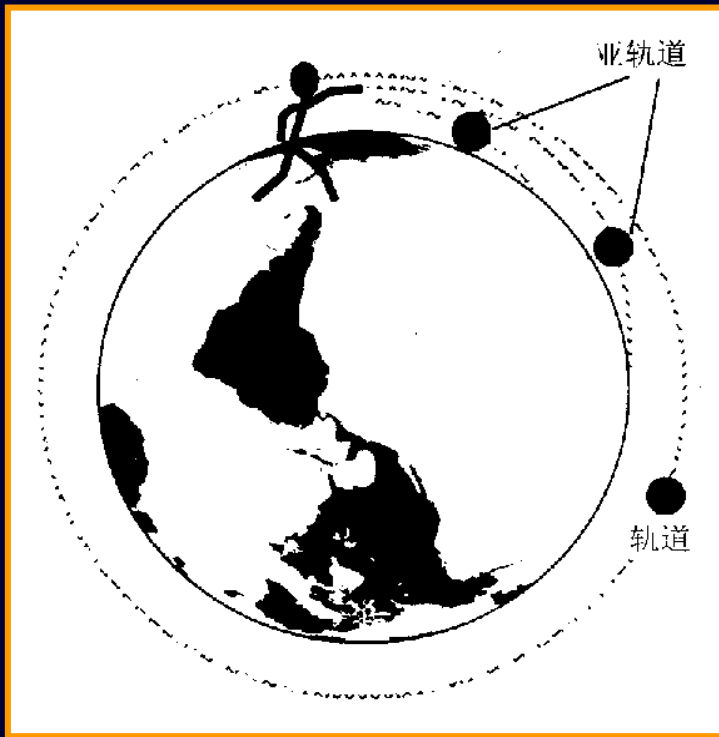
# 例如

理想化  
方法

理想模型（单摆、弹簧振子、理想气体.....）

理想实验（伽利略、牛顿.....）

理想过程（准静态、绝热.....）



方法实质：

简化、纯化，抓住主要矛盾，  
摒弃次要因素。

重要意义：

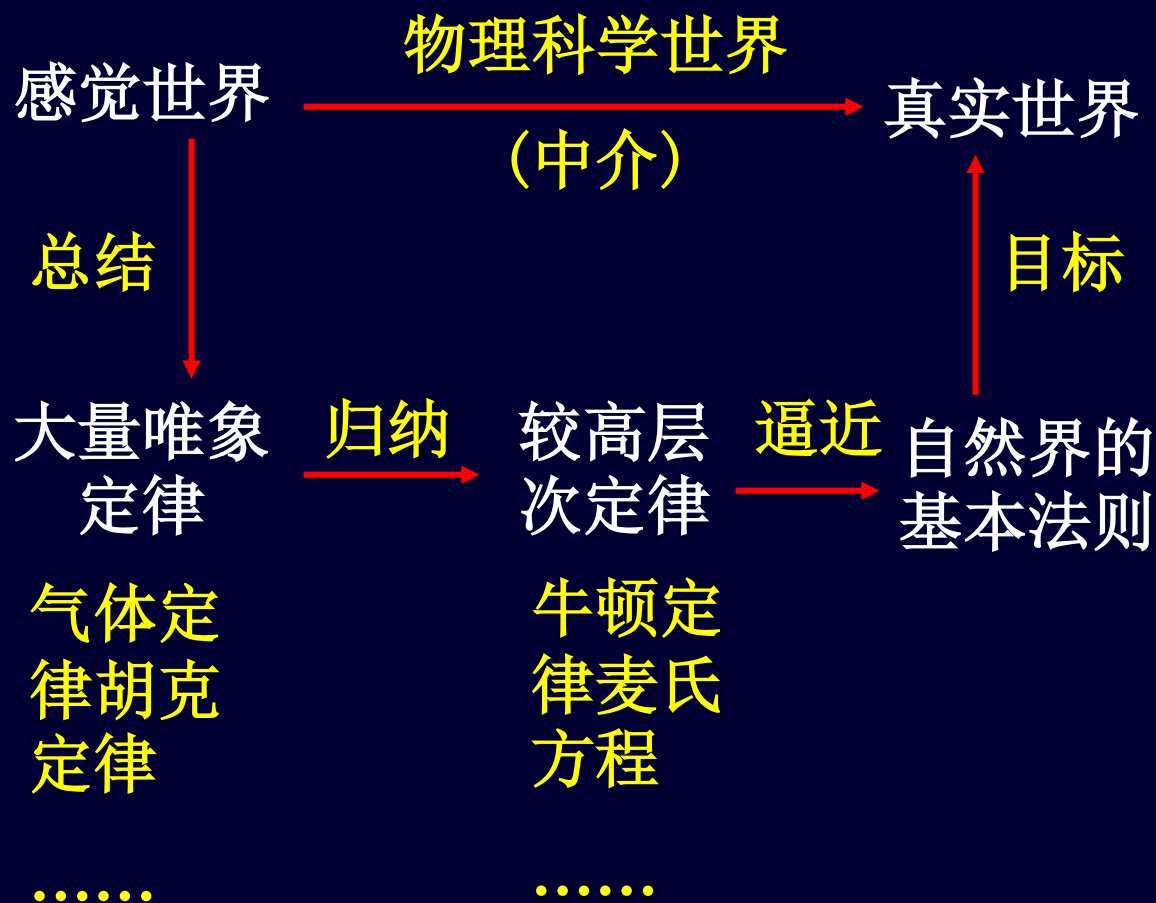
人类认识世界的基本策略。

牛顿的理想实验



# 物理学的基本思想方法：

用模型来描述自然，用数学来表达模型，用实验来检验模型。



Max Planck

(1858-1947)

物理学描述的是关于实在世界的模型

物理概念、规律与自然实在并非完全同一。人类是依靠建立模型、不断改进模型来逐渐认识自然的。

避免将物理规律视为一成不变的  
僵死教条，寻求发展和创新！

## 又如：科学假说方法

牛顿时代：以经验观察，逻辑归纳为主。

现代物理：： 问题——假说——(实践)——科学——（证伪）——新问题——新假说——.....

不是由观察结果归纳出理论，而是由理论决定观察什么。  
——爱因斯坦

## 四、物理学习中应该注意的几点

### 1.学习物理知识要注意整体性、发展性和迁移性。

#### 整体性

形成物质世界的整体物理图象

注意掌握知识的结构和联系

避免：只见树木，不见森林。

只得到一堆支离破碎的公式。

## 发展性

不断从新的角度审视和理解物理概念和规律，关注其内涵的丰富，应用的扩展，相互关系的变化。

## [例] 质量 $m$

初中:  $m = \rho V$ ,  $\rho = m/V$  循环定义?

高中:  $F = ma$  — 惯性质量  
 $F = \frac{GmM}{r^2}$  — 引力质量

$$m_{\text{引}} \stackrel{?}{=} m_{\text{惯}}$$

大学:  $m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$

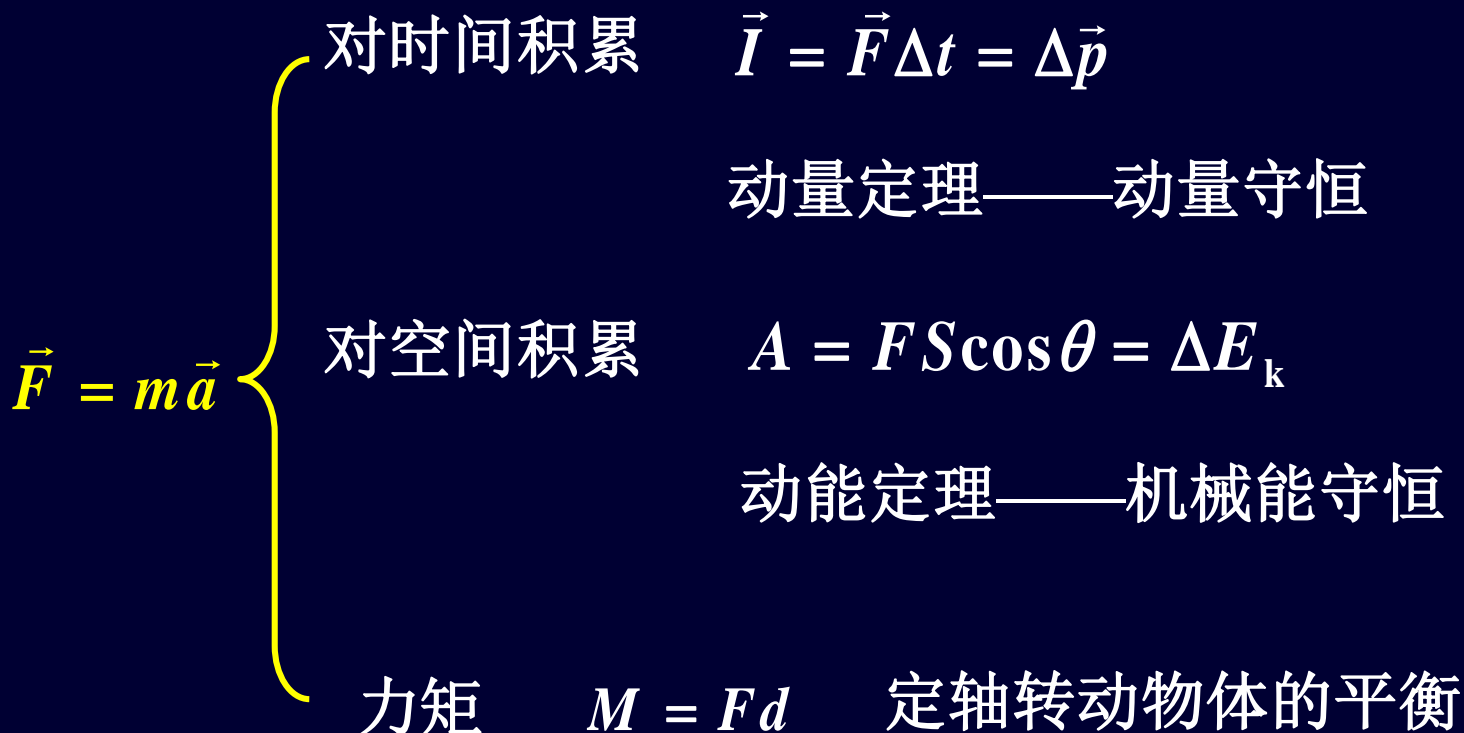
$$E = mc^2$$

$$m_{\text{引}} = m_{\text{惯}}$$

前沿: 质量究竟是什么? 是如何产生的?

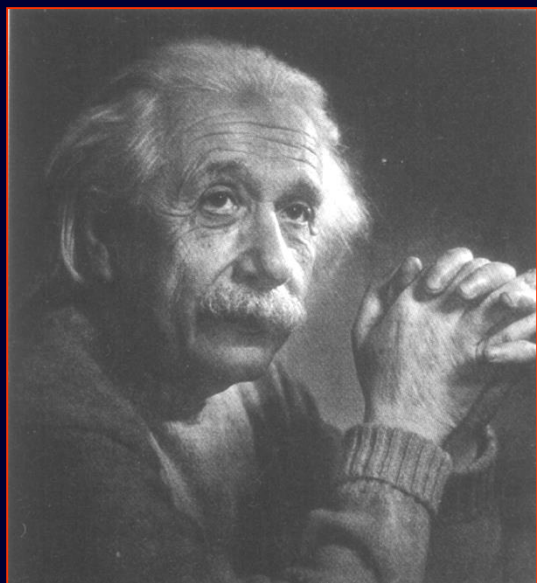
## [例] 力 $\vec{F}$

中学：以“力”为中心。



## 迁移性

注意提高应用物理知识理解、解决实际问题的能力。



德裔（美）爱因斯坦

(1879-1955)

发展独立思考和独立判断的一般能力，应该始终放在首位，而不应当把获得专业知识放在首位。如果一个人掌握了他的学科的基础理论，并且学会了独立地思考和工作，他必定会找到他自己的道路，而且比起那种主要以获得细节知识为其培养内容的人来说，他一定会更好地适应进步与变化。

——阿尔伯特·爱因斯坦

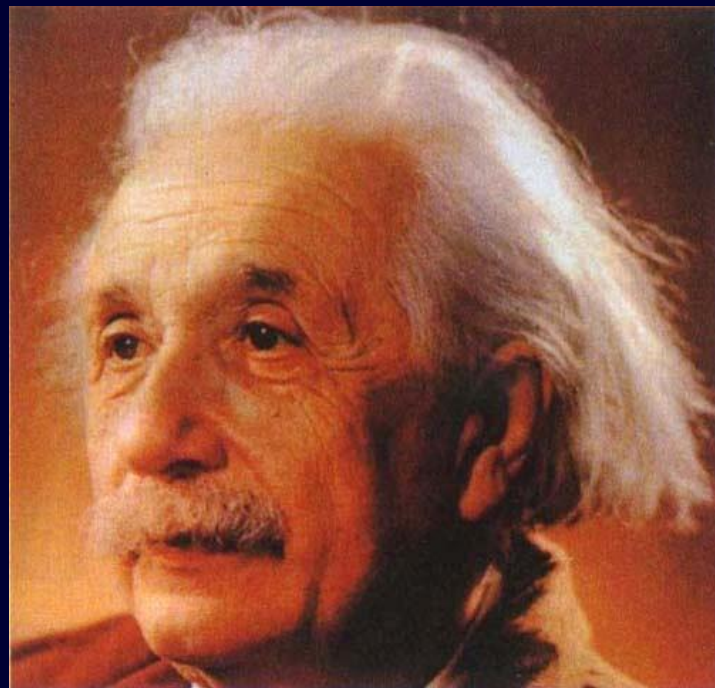


## 2.处理好物理思想与数学逻辑的关系

物理书都充满了复杂的数学公式。可是思想及理念，而非公式，才是每一物理理论的开端。

——爱因斯坦

《物理学的进化》



物理上真实的东西，一定是逻辑上简单的东西。

——爱因斯坦

### 3.学习先进的科学观念， 树立科学世界观

#### 物理学中的唯物论：

实践（实验）是判断（检验）真理（科学）的唯一标准。

#### 物理学中的辩证法：

相对性原理，变革性原理，对应原理，互补原理.....

物理学“美”的标准：简单、和谐、统一、对称。

应当期望物理学家的美感有一种用途：  
协助物理学家去选择可帮助我们了解大自然  
的理念。

—— 温伯格

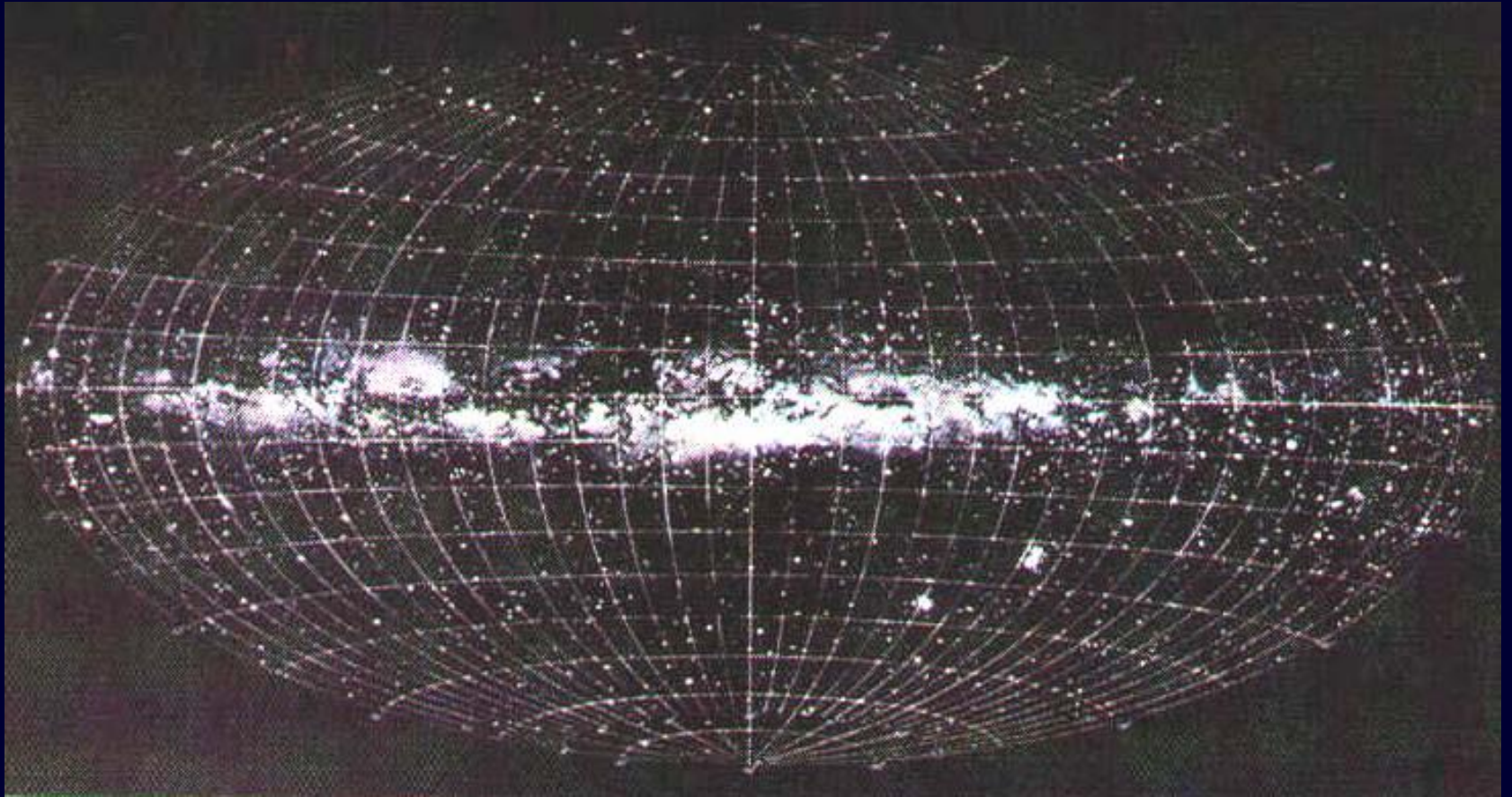
## 4.怎样学习物理学？

科学是一种方法，它教导我们：一些事物是怎样被了解，什么事情是已知的，现在了解到什么程度（因为没有事情是绝对已知的），如何区别真伪和表面现象。  
——理查德·费曼

关键是“勤于思考，悟物穷理”，就是要对问题建立自己的物理图象。

书山有路勤为径，学海无涯悟作舟

# 银河系全景



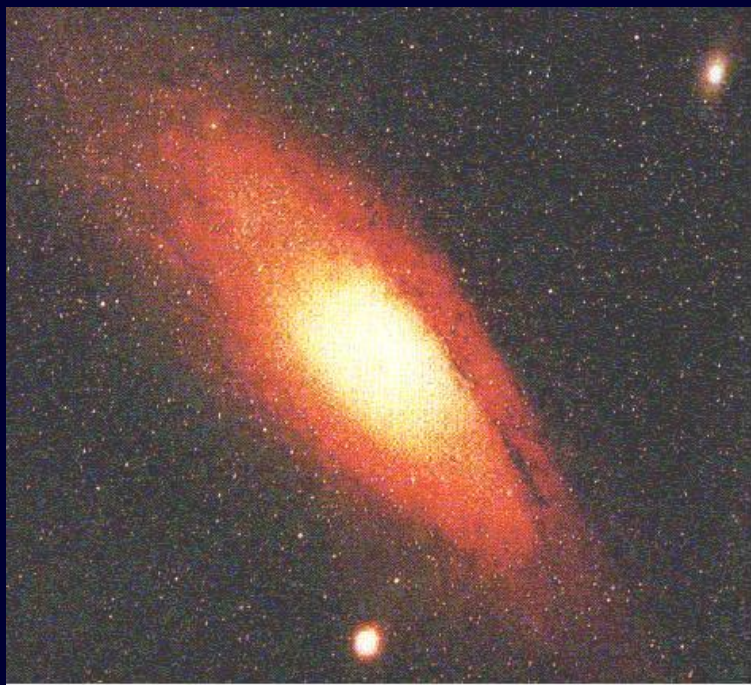


# 银河系



扁平铁饼状结构，直径达10万光年  
3000亿个恒星 + 星团 + 星云  
太阳距银河系中心约3.3万光年

## 河外星系



距银河系200万光年  
的仙女座星系



星系NGC4946  
典型的涡旋星系

## 星团

——由众多恒星集中在一个较小的空间内、相互有物理联系、在天空中形成稠密的**星团**的**积尸星团**、**昴星团**、**毕宿星团**等。



## 星云

——天空中云雾状的天体，有的亮，有的暗，呈现各种美丽的形状与图案。





玫瑰星云



气体星云



马头星云



长蛇座星云



半人马



猎户座旋涡  
星云MSI