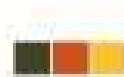
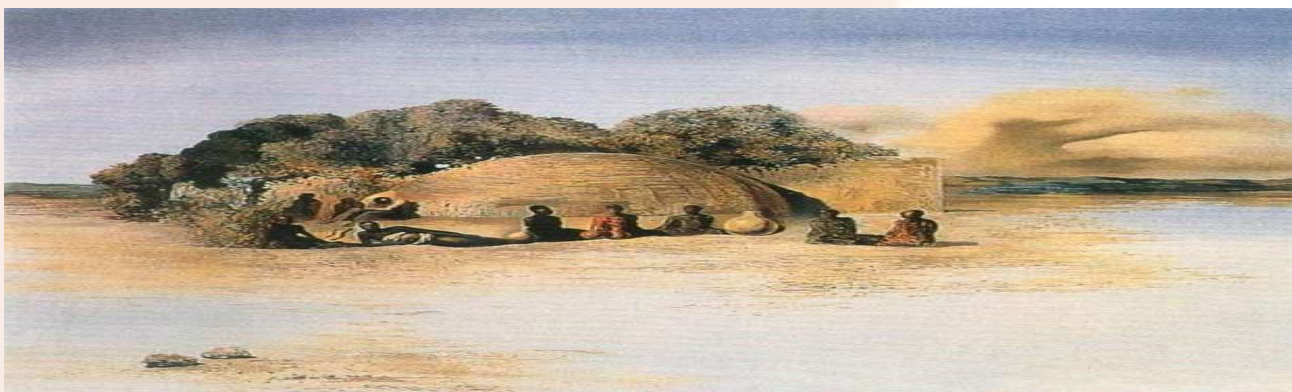


第六讲 科学事实的获取与假说

- 科学事实描述
- 数据的整理分析方法
- 科学观察
- 科学实验
- 观察和实验中的若干认识论问题
- 科学假说



一、科学事实描述

1、客观事实与“科学事实”

科学研究中，事实这个概念常常在下述二种意义上来使用的。

- 第一种意义：把客观实在的现象、事物、事件本身作为事实，叫做本体论意义上的事实；即事实1 = 客观事实。
- 第二种意义：人们关于事物的描述也叫事实，叫做认识论意义上的事实；即事实2 = 经验事实。





一、科学事实描述

- 为什么要引入事实2，事实2与事实1这两者有什么关系呢？
- 物质世界的事件、现象、过程等都是客观事实，即事实1。
- 大部分客观现象和过程都会随着观测或实验的结束而消失，那么如何才能保存事实？用科学语言对现象或过程的描述。
- 由于，后者是对前者的反映，所以，两者具有同一性。由于反映过程的复杂性，两者又往往并不直接一致。在通过科学事实对客观事实进行描述中，已经加入了主观判断，而且所使用的概念等都是主观的。使两者之间可能存在一定的距离。





一、科学事实描述

- 我们在很多情况下，将观察、实验的结果都看作是**经验事实**。
- 它们都是从大量的观察结果和观测数据中总结出来的，而不是从逻辑上推出来的。
- 加入了主观判断，但不是主观臆测，不是主观虚构，而是对某种客观事实的描述和反映。



一、科学事实描述

2、科学经验的主要功能与局限性

➤ 作用

(1)从科学发展史来看，各门科学都是从经验科学开始起步的，而后才逐步发展出相应的理论科学。

(2)科学经验是实践检验理论的必要环节。检验理论的实践标准都带有经验的性质。

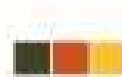
(3)在一定条件下和一定范围内，科学经验知识还可以使人们作出某种有效的预测。

一、科学事实描述

- 在科学史上，借助于经验定律的预测而作出重要发现的一个著名例子，就是提丢斯-波德定律。18世纪，天文学上由于这一经验定律的指导，取得了小行星的发现。
- 1766年，德国维滕贝格大学的物理学教授提丢斯（J.D.Titius, 1729~1796）提出：
- 如果取太阳到土星的距离为100，则各个小行星到太阳的距离可分别用4加上级数0, 3, 6, 12, 24, 48, 96等中的相应项表示，即水星为 $4 + 0 = 4$ ；金星为 $4 + 3 = 7$ ；地球为 $4 + 6 = 10$ ；火星为 $4 + 12 = 16$ 。

一、科学事实描述

- 但这序列的第五项 ($4 + 24 = 28$) 当时无对应天体, 木星为 $4 + 48 = 52$; 土星正好是 $4 + 96 = 100$ 。
- 提丢斯猜测对应这个序第五项的位置应有一未知天体。



一、科学事实描述

► 提丢斯-波德定则： $R=0.4+0.3 \times 2^{n-2}$

行星	行星顺序 (n)	观测值	计算值
水星	1	0.39	0.4
金星	2	0.72	0.7
地球	3	1.00	1.0
火星	4	1.53	1.6
	5		2.8
木星	6	5.22	5.2
土星	7	9.5	10.0
天王星	8	19.3	19.6
海王星	9	30.2	38.8
冥王星	10	39.5	77.2



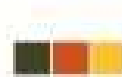
一、科学事实描述

- 1781年3月13日，英国天文学家威廉·赫歇尔（W.F.Herschel, 1733~1822）发现了“天王星”。
- 这颗行星到太阳的距离正巧位于提丢斯-波德定则所预言的位置附近。



一、科学事实描述

- 天文学家更努力地去寻找该定则所预言的离太阳**2.8**个天文单位，认为在这一空缺位置上一定有一个大行星存在。





一、科学事实描述

- 海王星发现后，比实际预言的要小。
观测值：30.2 ； 计算值：38.8
- 当冥王星被发现之后，相差就太大了。
观测值：39.5 ； 计算值：77.2



一、科学事实描述

- 这个情况是经验公式、经验定律乃至一切经验知识所遇到的普遍问题的一个范例。
- 表明经验知识是存在局限性的。

一、科学事实描述

➤ 局限性

- (1) 经验知识（包括经验事实）只是对现象的感知和描述，不能对事物的本质作出说明。
- (2) 经验知识大都是一些零散的知识，不能对事物的现象和联系作出统一的说明。
- (3) 经验知识（包括经验事实）往往是归纳的产物，而归纳的结论又往往是不可靠的。



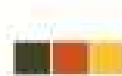


一、科学事实描述

3、“经验事实”也是可谬的简化的现象：

小鸡吃了食物，两小时后死了。

小鸡吃了食物，两小时后中毒死了。





一、科学事实描述

- 当发现某个事实是错误的时候，只能说事实2错了，或者说对事实的描述错了。
- 客观事实本身，事实1是无所谓对错的，它们是判断对错的依据。



一、科学事实描述

这一论点的含义：

(1)我们说事实2是可谬的，但它不等同于有意捏造的虚假事实。

(2)强调的是对事实的客观性要做认真的分析。

事实2作为科学认识的基本成分，应该是被检验过的，假象与错觉已被排除了，科学事实与客观事实达成一致。提出这一论点，强调的是对事实的客观性要做认真的分析。



一、科学事实描述

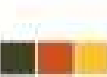
4、如何保证经验事实的可靠性？

- 原则上说，科学认识中关于事实的可靠性的信念只能建立在对广泛的经验事实的比较、对照和批判地审察的基础上。



一、科学事实描述

- 科学研究中，常常以科学事实的可重复性作为检验事实可靠性的一个主要标准。





一、科学事实描述

- 科学事实的可重复性是指：观察、实验的行为可以重复，观察、实验的结果可以用某种标准的方法进行重演。



一、科学事实描述

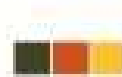
- 科学研究的一个规矩：
- 任何一个实验事实至少也应该被另一个研究者重复实现，否则就不能确立。
- 实验中发生的情况或事件，能够被多个研究者重复，一般来说就保证了科学事实的可靠性。





一、科学事实描述

- 1982年美国斯坦福大学的物理学家布拉斯·卡布勒拉，在一次实验中进行了他认为是找到单极子的一项测量之后，全世界对磁单极子的捕捉都关注起来。





一、科学事实描述

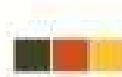
- 实验结果的可重复性体现了实验过程在本质上是客观的物质过程，实验事实是客观的事实，虽然实验离不开理性的指导，但它的结果却排除了任何主观随意性的支配。

一、科学事实描述

5、区分客观事实、经验事实与科学事实

(1)客观事实 是指客观世界存在的现象、事件和过程，它是纯客观的，只是存在而已，不包含人的主观认识因素，**属本体论意义上的范畴**。即不管人们是否已经认识到它的存在，它都是存在着的，既没有正确与错误之分，也没有精确与粗糙之别。

- 如月球上的山谷、木星的卫星、太阳的黑子、金星的盈亏等，在伽利略制造望远镜以前，没有与天文学家的认识活动发生联系，在没有进入人的认识领域之前，它们是客观存在着的，属于客观事实。
- 再如，电子、质子、中子、介子和中微子等，在人类发明放电管、探测器、高能加速器之前，没有进入人的认识领域，它们是客观存在着的，属于客观事实。



一、科学事实描述

(2) 经验事实 是指用某种语言或文字对观察到的客观事实所做出的陈述和判断。

➤ 分为两个层次：

一是人们通过感官或借助仪器对客观事实所作的反映和记录；

二是人们必须对观察到的客观事实作出陈述和判断，因为只有用语言表达的经验事实才能交流，才能成为公共知识的基础。

➤ 经验事实是被人所经验到、认知到的事实，是人类经验的内容，属认识论范畴。它既有客观性，又具主观性。

➤ 由于经验事实包含着人的主观认识因素，再加上客观事实的现象是复杂的，因而人们所得到的经验事实中常常掺杂着虚假或错误的事实描述。



一、科学事实描述

(3) 科学事实 是指人们对科学实践中所观察到的客观存在的事件、现象和过程的真实描述。

➤ 它也分为两个层次：

一是，客体与仪器相互作用结果的表征，如观测仪器上记录和显示的数据、图像等；这一层次的科学事实既与客体的性质有关，也与人所设定的认识手段有关。如压力的变化是表现为汞柱的升降还是压力指针的摆动，取决于认识手段。

二是，对观察实验所作的陈述和判断；这一层次的科学事实既与客体的性质有关，也与人用以描述事实的概念系统有关。同一事实在不同概念系统中所做出的描述可以是不同的。

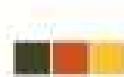
➤ 科学事实是这两个层次的统一，其内容是客观的，形式是主观的。属于认识论范畴。



一、科学事实描述

5、区别与联系

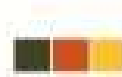
- 客观事实是第一性的，是经验事实、科学事实的客观基础；经验事实、科学事实是第二性的，它们从客观事实转化而来——客观事实被人们认识和描述后转化为经验事实；客观事实逐渐被人们真实描述和作出正确判断后则转化为科学事实。
- 科学事实是经验事实的一种特殊类型，与经验事实有着密切联系。
- 首先，科学事实属于经验事实，这不仅是指其内容与经验有关，它的获取方式也与经验、实践有关；
- 其次，科学事实不同于其它日常经验事实（即非科学研究领域的生产事实、生活事实等），只有进入科学研究领域的经过检验的正确的经验事实才是科学事实。



二、科学事实特点及作用

1、科学事实的特点

- **1.可靠性**：只有通过观察的直接检验，或是经过实验检验，或是在观察、实验的基础上，通过判断和推理等逻辑证明间接地进行检验，被证明为可靠的知识，才能构成科学事实；
- **2.理论渗透性**：科学事实的发现和确定需要依赖于特定的科学理论。这是科学事实不同于其它经验事实的最重要特点。
- **3.相对独立性**：科学事实一旦被发现和确定，就具有自己相对的独立性和不变性。如，意大利物理学家伏打根据电的“接触说”发明了化学电池，它能使验电器或电流计发生偏转，从而证明了“电流”这一科学事实。但后来的实验证明，“接触说”这一观念是错误的，“化学说”才是正确的。但是，当不同物体接触会产生“电流”这一科学事实却是没有歧义的。





二、科学事实特点及作用

2、科学事实的作用

- 1.重大科学事实本身就是一种科学新发现。

如伦琴偶然发现了X射线，但他并不能用理论加以说明；直到1912年，劳厄进行X射线衍射实验时才从理论上证明X射线是一种电磁波，是由原子内的低层电子跃迁引起的。

- 2.科学事实为科学理论的发现提供启示和支持，是形成新概念、新理论的基础。

如果没有黑体辐射、固体比热、光电效应等科学事实的发现，量子力学理论的建立就是不可想象的。

- 3.科学事实是对科学假说和科学理论进行评价的基本手段和依据。
当新的科学事实与原有理论不符时，会促使在解决这一矛盾过程中，推动科学理论的发展。



■1897年汤姆逊在实验中发现电子这一科学事实结束了原子不可分的历史；

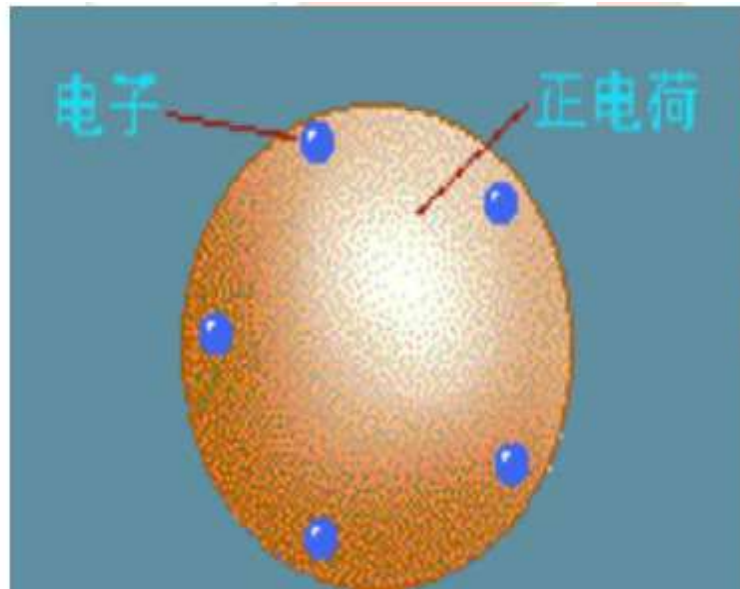
■1903年汤姆逊根据当时已知的有限数量的科学事实，提出了原子结构模型（假说）：电子像葡萄干一样粘在原子的带正电的主体上；

■后来，卢瑟福用 α 粒子散射实验来检验这个原子结构模型时发现少数 α 粒子偏转很厉害，这一新的科学事实与汤姆逊的模型不符；

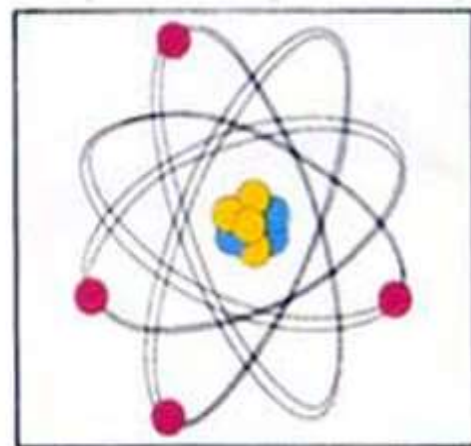
■于是，卢瑟福根据 α 粒子散射的事实提出了原子行星结构模型；为验证这个新模型的正确性，卢瑟福还推算出了 α 粒子散射时应遵从的一些规律；

■1913年盖革和马斯顿用实验证实了这些结论，原子行星结构模型才被人们所接受。

汤姆逊：葡萄干蛋糕模型



卢瑟福：原子行星模型



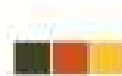
原子是由
质子
中子
• 电子
组成的。

原子 世界上一切物质都是由原子构成的。任何原子都由带正电的原子核和绕原子核旋转的带负电的电子构成的。

二、科学事实特点及作用

3、科学事实的获取途径

- ✓ 获取科学事实的途径一般有两种：
 - 查阅科技文献，搜集前人积累的科学事实；
 - 通过科学实践，直接获得关于研究对象的感性认识。
- ✓ 由于科技文献中所报道的科学事实归根结底也是来自人们的科学实践活动，因此，获取科学事实的根本方法就是科学实践活动中的科学观察方法、科学实验方法。



三、科学观察

1、科学观察

- “科学观察”是指人们在一定理论指导下，有计划地、有目的通过感官或借助于科学仪器，对自然发生条件下的研究对象进行感知和描述的一种活动。
- 每个健全的人都可以观察事物，但不一定能进行科学观察活动。科学观察是一种专门的才能，需经系统训练才能获得。
- 没有盲目的科学观察和纯粹的客观观察。



三、科学观察

2、科学观察特点

- 第一，科学观察是有计划有目的地感性认识活动。
- 第二，科学观察是在自然发生的条件下进行的，这一点使观察方法区别于实验方法。

局限性：缺乏可重复性、难以揭示深层次信息。

观察方法适用于：

- 受目前条件所限，无法控制研究对象，而不得不在自然发生条件下进行观察研究：如天文学、地质学、气象学、地理学、心理学等学科中大量科学事实的获取。
- 有些对象一旦被人为控制将失去信息的可靠性和真实性。

三、科学观察

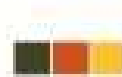
3、科学观察的类型

- 1.按观察手段或观察方式的不同，可以把观察方法分为直接观察和间接观察。
- 直接观察：观察主体凭借自己的感官，直接感知和描述研究对象，即观察者和观察对象之间不存在任何工具性中介。
- 间接观察：借助于一定的仪器设备，间接地感知被观察对象的信息。
- 随着现代科学技术的发展，直接观察也发展到了一个新的水平。例如，古代人们只能用肉眼观察月球，自伽利略（**Galileo**）发明望远镜以来，进入了运用仪器的间接观察，而今人们为克服间接观察的局限性，利用现代科学技术的成就，乘上宇宙飞船到月球，又回到了直接观察。
- 这是观察方法上的否定之否定的回归。现代的科学观察是在发展了的科学技术基础上的直接观察和间接观察的统一。



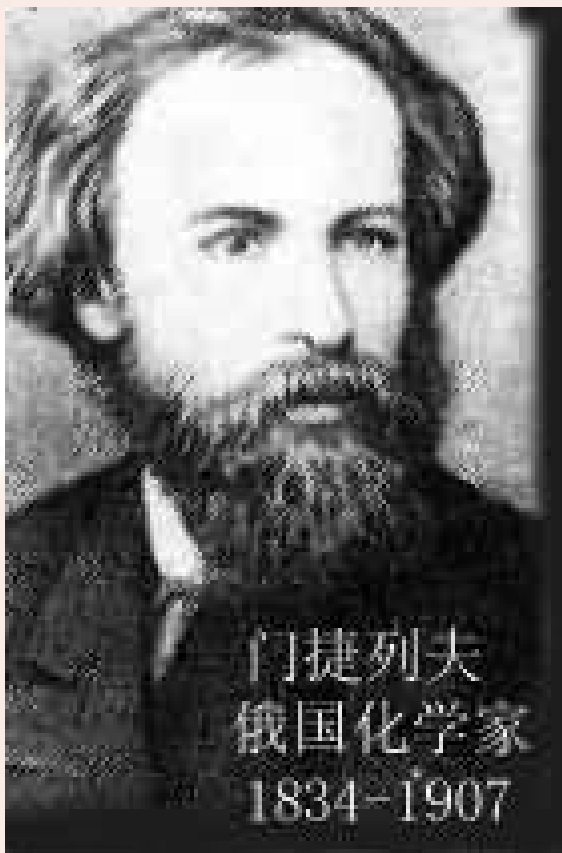
三、科学观察

- 2.按观察性质或目的的不同还可以把观察方法分为定性观察和定量观察。
- 定性观察 也称质的观察，是为了确定研究对象具有何种性质和特征以及与其它事物有何种性质的联系而进行的观察。
- 定量观察 也称观测或测量，即为了确定研究对象具有何种量的规定性而进行的观察。



三、科学观察

4、科学观察的作用



- 科学观察是科学研究的一个基本环节，它在科学认识发展中具有极其重要的地位。
- 俄国著名化学家门捷列夫说过：科学原理起源于实验的世界和观察的领域，观察是第一步，没有观察就没有接踵而来的前进。

三、科学观察

5、科学观察的基本原则

观察是获取科学事实的重要手段，为了确保通过观察方法收集到的信息，更好地为科学研究服务，达到认识事物的目的，就要求在观察时遵循以下原则：

1.客观性原则

科学观察的目的是为了获取反映客观事物本来面目的事实材料，所以，观察必须遵循客观性原则。这一原则要求我们要如实反映研究对象，既不能夸大，也不能缩小，更不能臆造一些不存在的资料。



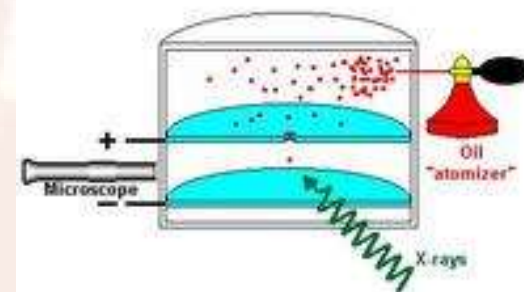
三、科学观察

不可无条件轻信实验数据！

- 有一句名言是这样说的：“除了观察实验者本人，人人都会倾向于无条件地相信观察实验所得到的数据；除了假说的提出者以外，人人都会倾向于否定甚至反对新出现的假说。”
- 然而，科学史却提醒我们：万万不可无条件轻信实验数据！只有对这个实验及其结果和解释进行周密的分析并使之重复显现后，实验数据才能够被采纳。

密立根的弥天大谎

- 1910年，美国物理学家罗伯特·密立根进行了一项世界知名的“油滴实验”，第一次测出了氢原子比一个电子重1836倍。与此同时，比他更有名望的物理学家埃伦菲尔德也在进行相同的实验，但没有得到相应的结果。
- 密立根实验所得出的数据实在太漂亮了，任何一个从事过物理学实验的人都有体会，理论上计算出的数据和实验中测量出的数据，一般不会那么接近。为此，埃伦菲尔德曾提出疑议，并由此而引发了物理学的一场论战。



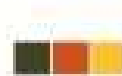
油滴实验





密立根的弥天大谎

- 密立根在论战中获胜了，还获得了科学界的最高奖赏---1923年的诺贝尔物理学奖。
- 事隔60年后，一个偶然的发现揭穿了密立根所谓的实验结果，这个结果来自密立根的实验笔记，是一位史学家发现后公之于众的。密立根发表的58次观测结果，并非如他信誓旦旦所说的那样是“没有经过选择的”，而是从140次观测中选出来的！他将实验的数据大动干戈，只采集那些对他有利的漂亮数据为“我”所用，对于不利的数据则一概删去。



三、科学观察

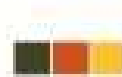
首先，我们在观察时要避免先入为主的成见。

➤ 成见就是人们脑子里先前就已经存在的对人、对事物、或是对于某人思想表示赞同或反对的看法，用既往已经形成的态度去判断事物，而不管自己的见解和认识是否正确。

➤ 邻人失斧.doc

令人哭笑不得的实验

- 贝弗里奇在其《科学研究的艺术》中，还描述过这样一个哭笑不得的实验：曼彻斯特市有个医生，在教学生的时候，用手指沾糖尿病人尿的样品来尝味。
- 然后他要求全体学生重复这个动作。学生们勉强强愁眉苦脸地照着做了，还一致同意尿是甜的。这时医生笑着说：“我这样做是为了教育你们观察细节的重要性。如果你们看得仔细就会注意到我伸进尿里的是拇指，舔的却是食指。”



令人哭笑不得的实验

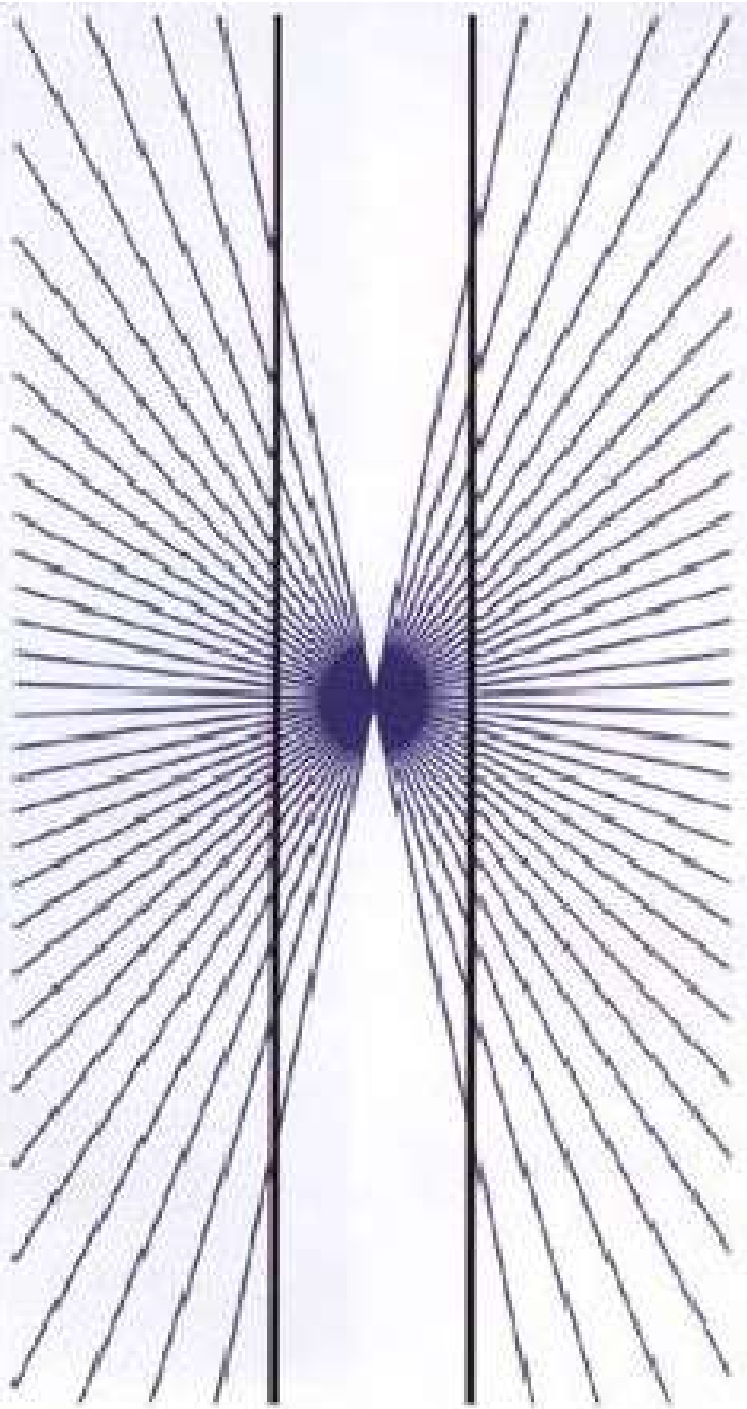
- 观察中的思维是不可缺少的。但是导致非客观观察结果的主观因素也是存在的。曼彻斯特市医生所做的实验中，学生们的感觉器官并没有充分发挥作用。
- 首先是视觉，没有看到由拇指到食指的变化；
- 其次是味觉，并不一定真实地品尝出了糖尿病人尿的味道。这时感官为什么会失去作用？**主要在于学生的脑子里存在着先入之见的主观因素。**或者完全从主观的想象出发或者过分地相信自己已有的经验或者从某种条条框框出发，都会给观察结果打上鲜明的主观印记，而使结果不可靠。
- 所以马克思指出，不带**偏见**的考察是不会受**迷惑**的，结果才有可能**是客观的**。



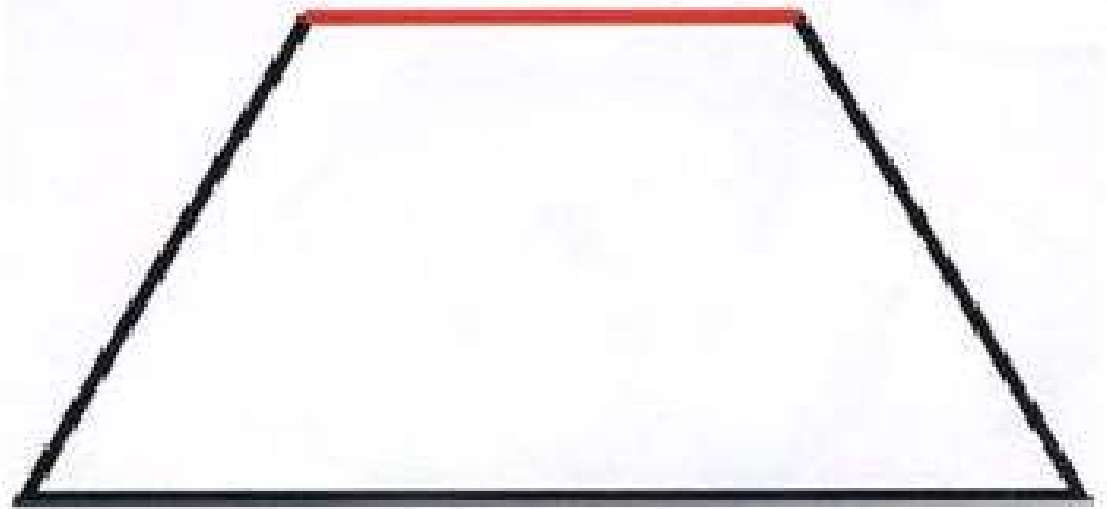
三、科学观察

其次，在观察时还要注意排除假象和错觉造成的干扰。

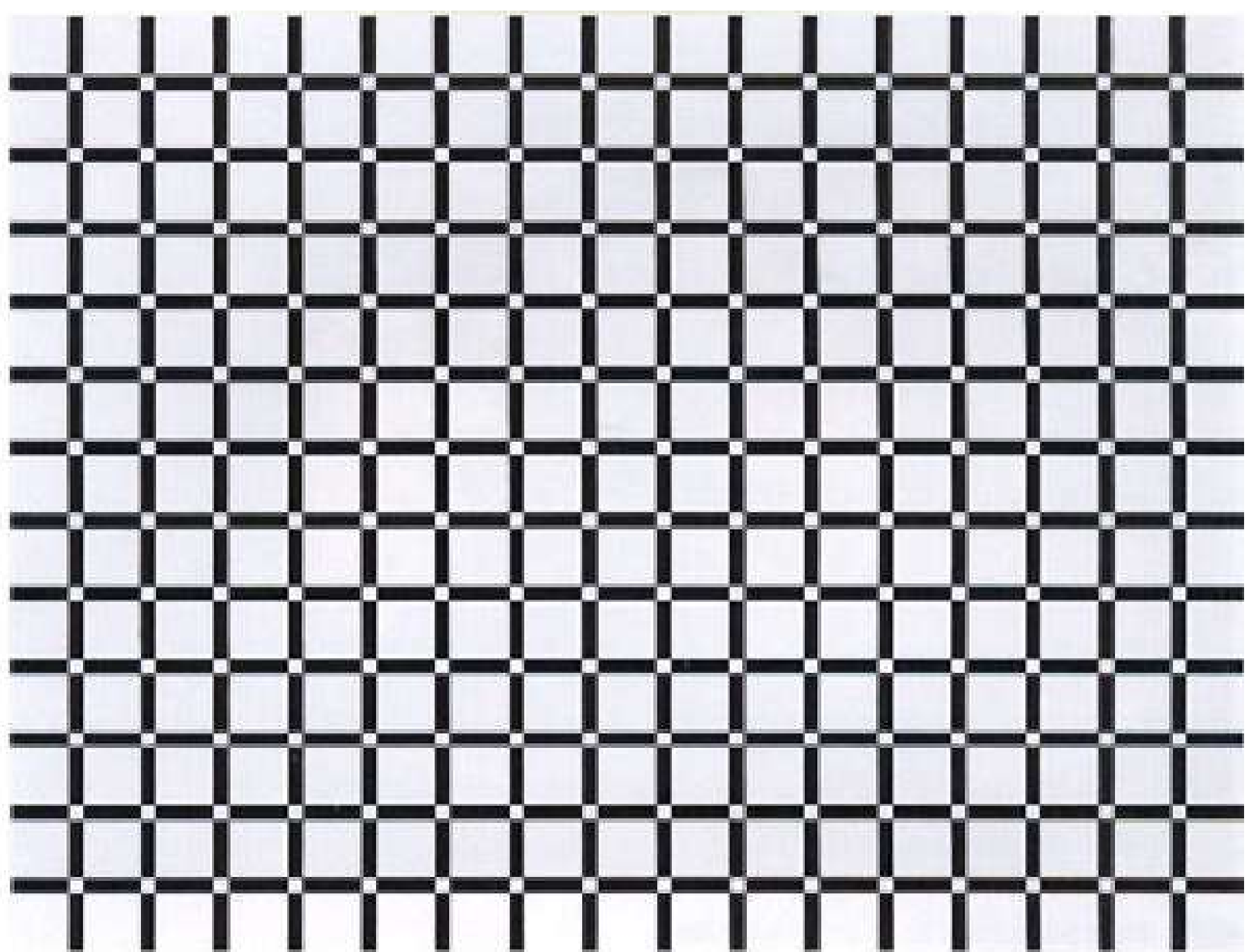
- 要排除由生理方面原因造成的错误。人们的感觉器官，不论是“眼、耳、鼻、舌、身”中哪一个，都在一定的情况下有很大的局限性，因而产生错误。为了避免各种生理原因造成的观察错误，一方面加强训练，可以避免一定的错觉。
- 另一方面是靠科学仪器来延伸和完善自己的感官功能，弥补感官的缺陷，并且，要借助于理性思维，反复观察，这样才可能在较大的程度上排除假象和错觉的影响。



11、两条竖线是平行的么？



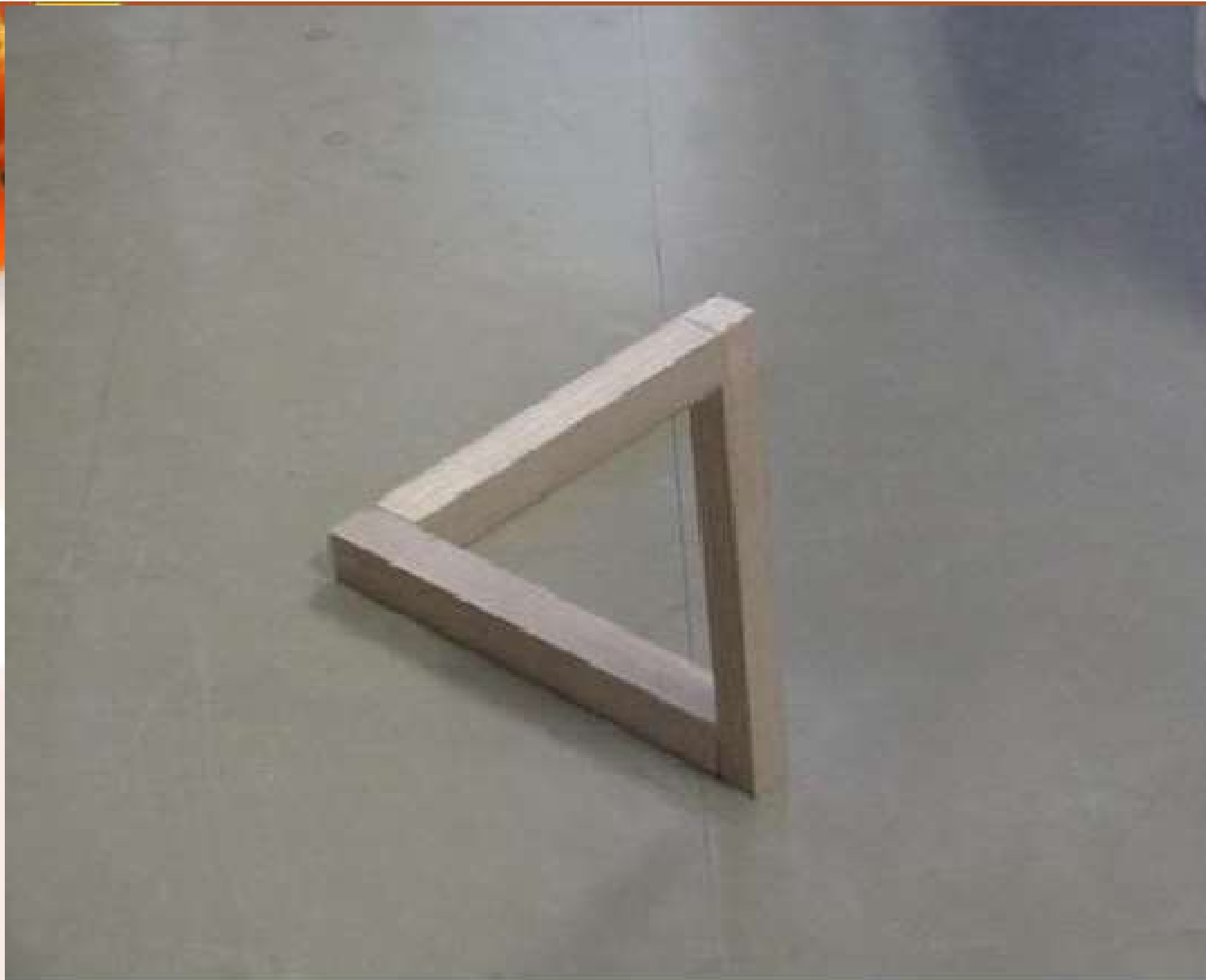
19、哪条线显得长一点，红线还是蓝线？



9、交叉部分的白点是不是显得比白色方格更白更亮？



53、柱子是圆的还是方的？



54、三角架的位置？



三、科学观察

排除心理方面造成的错觉

对于“科学事实”的认定，存在着某种心理因素。

- 心理定势
- 心理期待



排除心理方面造成的错觉

例1：在心理学史上有这样一个例子：在德国哥廷根的一次心理学会议上，突然从门外冲进一个人，后面还有另一个人紧跟着，手里拿着枪。两个人在会场中混战一场，最后响了一枪，又一起冲了出去。从进门到出去共**20**秒钟。大会主席立即发下调查表，请所有到会者填写他们目击的经过。

- 这件事是预先安排、经过排演并全都录了像。当然，与会者并不知道这是一次测验。在交上来的**40**篇观察报告中，只有一篇在主要事实上错误少于**20%**，有**14**篇观察报告中的错误在**20% ——40%**之间，在**25**篇中错误超过了**40%**。特别值得一提的是，在半数以上的报告中，**10%**或更多的细节纯属臆造。所以科学观察要借助于仪器，坚持观察的客观性不是一件容易的事。

三、科学观察

例2. N射线事件

➤ 1903年，法国科学院通信院士布隆德洛（René-Prospér Blondlot, 1849~1930）宣布，他发现了“N 射线”。



穿着法国科学院院士服的布隆洛



三、科学观察

在1899年英国科学家伦琴发现X射线后，1903年，法国著名物理学家布朗洛宣布他发现了一种新射线——N射线。它引起了法国物理学界的狂热追捧，包括诺贝尔奖得主贝克勒尔在内的众多学者纷纷跟进。1904年上半年，仅法国科学院院刊就发表了54篇有关N射线的论文。但在法国之外，竟然没有一个人能发现这种射线。后来，英国物理学家伍德证明，N射线纯属子虚乌有。布朗洛出于急于做出重大成就与英国人一较高下的心理，把自己的主观判断当作了客观事实。而其他法国科学家则出于一种民族自豪感而团结在布朗洛周围，从而制造了这幕集体自我欺骗的闹剧。

三、科学观察

例3：2018年8月15日，红芯宣布已顺利完成2.5亿元C轮系列融资。仅仅过了几个小时，就有网友发现，号称“国产可控、自主创新”的红芯浏览器，操作界面和谷歌的chrome高度相似，而且解压红芯浏览器的exe文件之后出现了chrome的安装包，被质疑是chrome套了个壳。又称“红芯浏览器换肤门”。红芯辩称，并非抄袭，而是“站在巨人的肩膀上去做创新”。8月17日，处在风口浪尖上的红芯公司认错并道歉。此事件引发国内外广泛关注。

谷歌Chrome浏览器的内核是开源的，但是，把开源代码稍加包装之后宣传成“自主创新”，那就是红芯的不对了。而且，红芯采用谷歌Chrome内核，却未与谷歌签订修改协议。也许是为了宣传效果，“国产”“自主创新”“打破国外垄断”等词汇频频见诸报端，似乎这代表着“一招致胜”。尖端技术和产品不能一蹴而就，需要呕心沥血潜心钻研。



三、科学观察

第三，对观察结果要有详细而确实的记录。

为了对事物进行周密地、全面地系统地观察，保证所获得的信息资料真实可靠，在观察时还应做好翔实的记录，用规范的术语、约定的符号、标准的计量单位，并借助绘图等手段，把观察结果及时、详细地记录下来。这不仅可以为下一步研究工作打好基础，而且还能够使我们从中揭示出事物的本质和规律性。

三、科学观察

2. 全面性原则

- 由于研究对象的本质的外部表现多种多样，所以我们必须在时空两个角度全面地把握观察对象的各种属性、规定以及它们之间的联系，以获得广泛而联系的、完整而有系统的可靠材料，如实地反映客观事物的全貌。
- 因此，在观察中要全方位、多角度、多层次地认识被研究对象及其与其他事实的联系与区别。



三、科学观察

- 要做到全面的观察，必须注意以下几点：
- 第一，要避免和克服片面性。
- 第二，要做到观察的系统性。
- 第三，要注意观察的条件性。

三、科学观察

- 一切事物都处于变化之中。坚持观察的全面性原则，就是要使认识符合客观事物本身的辩证法，不仅要看到事物的存在，同时也要看到事物的变化，力戒孤立、静止、凝固不变的形而上学观点。
- 所以观察的全面性还要求注意观察的时间、地点、条件和范围，不能把在特定条件下观察的结果随意延伸，应妥善处理典型性与随机性、特殊性与普遍性的辩证关系。



三、科学观察

3. 典型性原则

- 是指在观察过程中，应选择典型事物作为研究对象，并选择典型的观察条件。
- **典型研究对象**：就是具有代表性的、能代表同类事物共同特征的事物。
- **典型的观察条件**：就是有利于研究对象尽快暴露出其本质和规律的时间、地点和环境等条件。



四、科学实验

1、科学实验的概念及其特点

1.概念：科学实验是人们根据一定的科学研究目的，运用一定的物质手段，在人为控制、变革或模拟客观事物的条件下，获得科学事实的方法。

四、科学实验

2. 特点:

(I) 实验方法能更好地发挥人的主观能动性

- 观察方法是在自然发生的条件下感知研究对象，无法改变观察对象的状态和过程，因此，观察方法有一定的被动性。
- 而实验方法则是在人为的干预、变革控制或模拟研究对象的条件下，通过排除干扰，突出主要因素，强化重点因素等方式，使观察客体以纯粹的典型的形式暴露出来供人们研究。
- 可见，实验方法比观察方法有更大的主动性，能够更好地发挥人的主观能动性。

四、科学实验

(2) 实验方法能证明客观必然性

- 靠自然观察往往只能观察到事物的一些外部现象和联系，而通过实验，则可以在内在机制上说明某些事物产生某些现象的原因和事物之间的因果关系，从而能够预测某些事物发展的客观趋势，为进一步认识自然和改造自然提供理论基础。

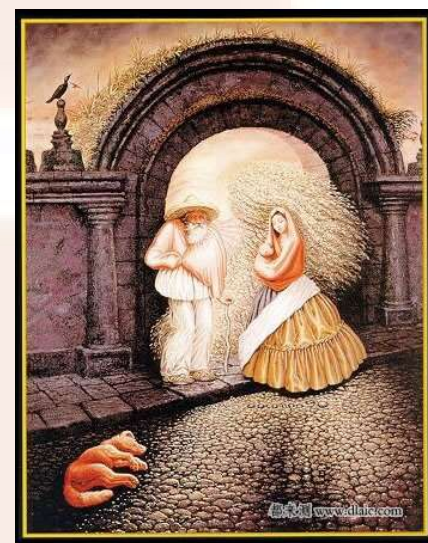
四、科学实验

2、实验方法的作用

实验方法的上述特点决定了它能使人们按照研究目的，主动有效的收集科学事实，检验假说，证实和发展科学理论。

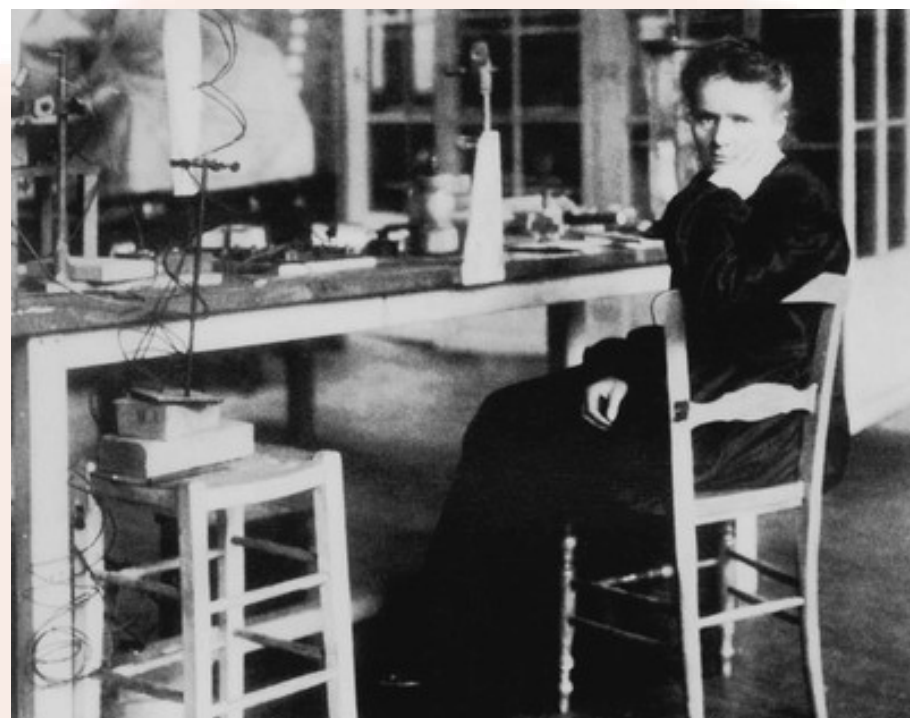
具体地说实验方法有以下几个方面的作用：

1.纯化和简化研究对象：实验将对象置于严格控制条件下，使其摆脱各种偶然、次要因素和外界干扰，从而使对象的特定属性以纯粹的形式呈现出来，观察到在自然状态下难以观察到的特性。



四、科学实验

2. 强化或弱化研究对象：利用各种实验手段，创造出地球上无法或几乎无法出现的条件，如超高温、超高压、超低温、超真空等，从而发现对象在通常条件下没有的性质，发现许多新事实。如**1911年**荷兰物理学家昂奈斯发现汞在超低温**4.173K**以下时失去电阻，将这种新发现的性质命名为“超导”。



居里夫人





四、科学实验

3.模拟自然过程：对那些时过境迁以及无法进行直接实验的现象，运用模拟方法可以间接进行实验研究。如我国在实验室模拟大气层运动，其大气环流转台，**3**小时即可模拟一年的气候变化。

4.经济可靠性：实验方法相对于生产实践来说，规模小、周期短、费用低，即使发生多次失败，损失也较小。





四、科学实验

3、科学实验的分类

实验方法是科学思维与生产技术有机结合的产物，自**16**世纪起逐渐发展成为科学研究的基本手段，在人类认识自然和改造自然的过程中发挥着巨大的作用。

随着科技的发展，实验的种类也越来越多，人们根据不同的分类标准，可将实验划分为不同的种类：



四、科学实验

- 1.根据实验目的的不同，可以把实验分为定性实验、定量实验和结构分析实验。
- 2.根据实验在科学认识中的作用或功能不同，可以分为探索性实验和验证性实验。探索性实验包括析因实验和对照实验;验证性实验如判决性实验。
- 3.根据实验手段是否直接作用于被研究对象，可以分为直接实验和模拟实验。[一个著名实验.doc](#)



五、观察实验中的认识论问题

1、观察与理论的关系

辩证唯物主义认为，科学认识是感性认识和理性认识的高度统一。没有对客观事物的观察，科学认识就失去了源泉和基础。但是科学观察又不是一个完全被动接受的过程，如果没有理论指导，就会陷入被动盲目的境地，感性认识就不能上升到理性认识，因而就达不到对事物的本质和规律性的认识。



五、观察实验中的认识论问题

由此可见，观察渗透着理论，理论在观察过程有重要作用，具体包括以下几个方面：

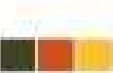
1.科学理论对观察具有定向作用。

- 科学观察是一种有计划有目的的认识活动，要进行观察，首先要进行选题，而正确的选题总是在正确理论的指导下进行的。
- 人们在进行观察时，要观察什么，怎样观察以及观察手段的选择，都需要观察者有相应的理论思维来决定，没有关于观察对象的相应理论知识，就达不到观察的目的，就只能是一种盲目的被动地观看。

五、观察实验中的认识论问题

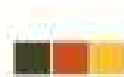
2.理论对整理观察实验资料具有指导作用

- 视觉观察不同于视网膜上的映像，还取决于观察者所具有知识、经验、期望及内心的一般状态等。训练有素的观察者**VS**外行
- 观察和实验，不仅是接受信息的过程，而且也是对信息的加工整理过程。但只有以正确的理论思维为指导，对这些信息资料进行分析综合，才能揭示出它的深刻含义，从而导致新的科学定律的发现；相反，没有正确理论的指导，是不可能获得成功的。
- 这也就是说，观察实验事实的价值和意义是随着观察者的理论思维水平的变化而变化的，不存在“纯粹”的观察事实。



五、观察实验中的认识论问题

- 3.理论对观察实验结果具有陈述作用。
- 观察陈述不同于视觉观察，它需要用公共语言（概念、术语）加以描述，而概念是不能靠观察得来的，只能靠在理论中起到一定作用才能获得明确含义。所以，理论是观察陈述的前提。
- 没有相应的理论知识，就无法准确表达观察实验的结果，因而就无法完成科学研究的任务。
- 病理检查报告:送检材料:宫颈组织。肉眼所见:灰红色组织5块，总体积直径0.9厘米，全取。光镜所见:腺上皮鳞化，局灶腺体增生，大量急慢性炎症细胞浸润。病理诊断:宫颈慢性活动炎症，局灶腺体增生。





五、观察实验中的认识论问题

2、理论指导观察中怎样保持观察的客观性

- “观察的客观性”：即人们通过观察所获得的认识要符合事物的本来面貌。
- 观察中的客观因素和主观因素是相互联系的，其内容是客观的，形式是主观的。
- “观察的客观性”并不意味着排斥任何主观的东西，而是指主观的东西要符合客观的东西。



五、观察实验中的认识论问题

1. 科学观察要求其结果可以用某种标准的方法进行重演。这是科学研究中必须共同遵循的基本原则。实验中发生的情况或事件，能够被多个观察者重复检验，一般来说，这就保证了科学实验结果的客观性。

因为观察者的主观的、偶然的失误都很容易在重复的实验中暴露出来，并加以消除。一个事实被复核重演的次数越多，也就越显示其客观性。相反，不可重复的观察和实验结果，其客观性就会受到怀疑。



五、观察实验中的认识论问题

2. 科学观察要求以正确反映客观事物本质的理论为指导。这类理论能够提供正确的概念系统、推理规则和消除假象与误差的方法，从而使日常观察中模糊不清的现象变得清晰起来。

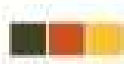
3. 科学观察要求使用先进的观察技术和仪器，这是保证科学观察客观性的物质基础。由于仪器精度的提高和可观察范围的扩大，就能更准确地记录客体运动的状态，提高观察的客观性。由于现代技术的应用和自动化测量系统与计算机相配合，实验观察者所观测到的已不是最原始的图像和数据，而是经过计算机处理过的数据。这样，即扩大了科学观察的视野，又可以避免某些主观的差错。



五、观察实验中的认识论问题

4. 科学观察要求科学家具有严谨的、实事求是的学风，即要尊重客观实际，不急于求成，全面地、坚持不懈地进行长期观察，努力防止片面性，避免以主观愿望影响观察和数据整理。在科学观察中，要尊重事实，避免主观偏见。马克思说：“不带偏见的考察是不会受迷惑的”。在观察中，绝不能带任何主观偏见，先入为主。观察中固然要“思”，离开头脑思考的纯客观观察是不存在的，但必须把看到的和想到的严格地区别开来，不能把想到的当成看到的。

为了防止不可避免的主观偏见，采取一定的办法，如生物学观察的“随机分组”，医学中的“双盲法”是非常必要和必不可少的。这既是保证观察客观性的前提，也是获得科学成果的重要条件。





五、观察实验中的认识论问题

应当指出的是，渗透在观察实验中的理论，主要是指经过实践检验的理论。如果否认或贬低观察实验的客观性，科学认识就会失去它的客观基础；如果忽视理论思维的作用，观察实验就会成为盲目的行动。因此，主张观察渗透着理论与强调观察实验对科学认识的形成和发展起基础性作用并不矛盾，观察是一个主观与客观相统一的过程。



五、观察实验中的认识论问题

3、观察实验中的机遇

1.机遇的概念、特点

机遇就是在观察实验过程中，偶然或意外观察到的现象，并由此导致科学问题的解决或做出科学上的新发现或新发明。机遇是相对于原来预定的研究计划和目的而言的，其最大特点是意外性。

- 第一类是部分意外。即寻找的目标是明确的，但发现的场合和方式却是非常意外的。
- 第二类是完全意外。即本来要寻找**A**，但研究中却发现了完全不同甚至更重要的**B**。

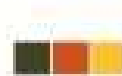


五、观察实验中的认识论问题

2. 机遇在科学研究中的作用

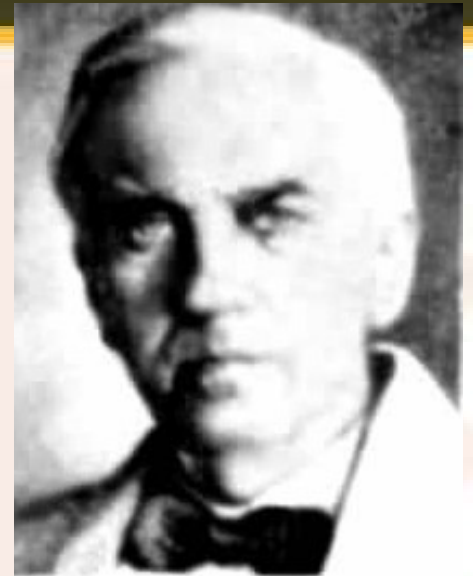
(1) 机遇能够为新知识的增长提供重要线索，由此开辟新的研究领域，从而成为新理论的先导。

例如，弗莱明偶然发现青霉素，导致药物化学理论的产生和发展；巴斯德偶然发明了免疫法，导致医学免疫学理论的产生和发展；伦琴和伯克勒尔偶然发现放射现象，导致原子核物理学理论的产生和发展。



青霉素的发现

- 英国圣玛利学院的细菌学家亚历山大·弗莱明一九二八年开始研究葡萄球菌，观察在不同条件下各种葡萄球菌的生长状况。有一次，他发现在一只培养球菌的碟子中原来生长得很好的葡萄球菌忽然消失了。
- 这一偶然现象引起了弗莱明的深思。这是什么原因呢？他经过仔细观察后发现，原来是一些偶然落到培养基上的青霉菌在葡萄球菌的培养碟内生长起来了。碟内葡萄球菌的消失，说明青霉菌具有杀死葡萄球菌的能力。这正是弗莱明所期待已久的。



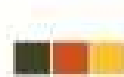
弗莱明，A.





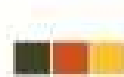
青霉素的发现

- 他从青霉菌中提炼出了一小瓶透明的液体，并将这种液体滴到长满葡萄球菌的培养碟内。几小时后，培养碟内的葡萄球菌全部溶化了。他又将这种液体注射到兔子身上，兔子照样生活得很好，证明这种液体对动物和人没有毒性。
- 这种能够杀菌的物质被命名为“青霉素”。弗莱明和他的助手把这些极有价值的发现写成科学论文，发表在一九二九年英国的一本医学杂志上。弗莱明指出，青霉素在治疗一些由细菌引起的疾病方面是很有作用的。



青霉素的发现

- 弗莱明的偶然发现导致了青霉素的诞生，但是要把它实际应用于医疗上却还有一段艰难的路程。因为这种绿色霉菌所分泌的青霉素毕竟太少，而且提纯的过程又非常麻烦，大量生产有许多困难都难以克服。
- 所以在当时弗莱明还没有办法来解决这些实际问题。尽管这是一项十分有意义的工作，他也不得不停顿下来。青霉素在弗莱明实验室的试管里沉睡了十年之久。



11年后的重新发现

➤ 11年过去了，英国牛津大学的病理学家霍华施·弗洛里教授从书堆里找到了弗莱明11年前写成的论文，对这种能够杀死多种病菌的青霉素产生了浓厚兴趣。他认为当时青霉素未能投入生产的原因是没有依靠集体的力量。于是，在一次科学家的集会上，他将自己的想法告诉了大家，会上除了生物学家外，还有化学家恩斯特·钱恩。科学家们怀着对病人深切的同情开始了对青霉素的联合实验研究工作。

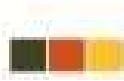


弗洛里，H. W.





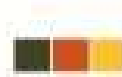
11年后的重新发现

- 为了青霉素的工厂和生产，弗洛里、钱恩等人四处奔波，希望英国的药厂能大量投产这一大有前途的新药，遗憾的是多数药厂都借口战时困难而置之不理。
 - 最后，他们带着满身的疲惫和残存的希望，远涉重洋，来到了美国。在美国，弗洛里等人终于得到了自己需要的帮助。1941年12月美国军方宣布青霉素为优先制造的军需品。农业部 and 私人工业也在全力以赴地寻找成批生产这种新药的方法。到1942年末，美国制药企业已开始对青霉素进行大批量生产。到了1943年，制药公司已经发现了批量生产青霉素的方法。
 - 青霉素的偶然发现是人类取得的一个了不起的成就。为表彰弗莱明等人对人类做出的杰出贡献，1945年的诺贝尔医学奖授予了弗莱明、弗洛里和钱恩三人。
- 

五、观察实验中的认识论问题

(2) 机遇能够为科学技术发明提供线索

- 例如，从奥斯特在偶然中发现电和磁之间的联系之后，法拉第进行了磁转化为电的研究，终于导致1831年以后电子技术的迅速发展，电动机代替了蒸汽机。
- 19世纪末，人们研究成功有实用价值的发电机和电动机，相继建立了庞大的输电网和照明网，开创了人类生产生活的电气化时代。随着无线电技术的迅速发展，人类进入了自动化时代。
- 从电磁的发现到电力的发现，生动地表明：科学上的机遇能够导致新的科学发现，形成新的科学理论，导致新技术发明，引起生产的巨大发展。



五、观察实验中的认识论问题

(3) 机遇能够加快研究进程达到预期目的

➤ “知识+汗水+灵感+机遇=成功”

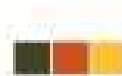
➤ 这是袁隆平告诉别人他成功的秘诀，并且还讲了一个故事：

“从1953年到1966年，我在农校一边教课，一边做育种研究，每年都去农田选种。从野外选出表现优异的植株，找回种子播种，看它第二年的表现，这样来筛选具有稳定遗传优异性状的品种，这称为系统选育法，是常用的一种方法。1962年，我在一块田里发现一株稻鹤立鸡群，穗特别大，而且结实饱满、整齐一致，我是有心人，没有放过它。



五、观察实验中的认识论问题

- “第二年我把它种下去，辛苦培育，满怀希望有好的收获，不料大失所望，再长出来的稻子高的高，矮的矮，穗子大小不一。这时候一般人感到失败就放弃了，我坐在田埂上想为什么失败了呢，我想到第一年选出的是一棵天然杂交种，不是纯种，因此第二年遗传性状出现分离，而如果按照那棵原始株杂交种的产量来计算，亩产能达到1 2 0 0斤，这在6 0年代是非常了不起的——我突发灵感，既然水稻有杂交优势，我为什么非要选育纯种呢？从此我致力于杂交水稻育种。”
- 在上面这个故事中，可以看出袁隆平很擅长于观察：首先观察到鹤立鸡群的特殊植株，然后又观察到它的后代出现了性状分离，再经过思考，才恍然大悟，明确了选题的方向。



五、观察实验中的认识论问题

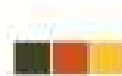
2. 机遇产生的根源

- 首先，机遇的产生有着极其深刻的客观原因。
- 机遇的产生从形式上来说偶然性的表现，从根源上来说又是以必然性为基础的，具体来说就是事物客观存在的内在本质。
- 其次，机遇的产生还有其认识论根源。
- 在我们本来计划认识研究对象的某些方面的未知时，而它暴露出来的却是其它方面的未知，甚至是研究对象和其它事物的关系，从而在认识主体的主观目的与认识客体的表现形态之间产生了矛盾，结果使主体意外的认识到了没有想得到的、而又同样重要甚至更重要的方面。

五、观察实验中的认识论问题

3.捕捉机遇的条件

- 第一，敏锐的洞察力，弗莱明发现青霉素
- 第二，知识和经验的准备，伽利略发明和使用望远镜
- 第三，要有创新精神，巴拉尔发现溴元素
- 第四，积极投身于观察实验活动中去。





六、科学假说的形成

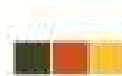
1. 形成科学假说的方法论原则
2. 经验定律型假说的形成方法
3. 原理定律（理论定律）型假说的形成方法

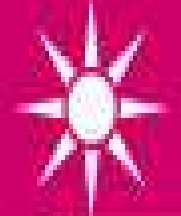


六、科学假说的形成

1. 形成科学假说的方法论原则

(1) 对应原则：一般来说假说不应与经过检验的科学理论相矛盾。在新假说转化为新理论并取代旧理论时，它应继承旧理论中被实践检验过的合理内容，并把旧理论作为特例或极限形式包含进来。





牛顿力学和爱因斯坦相对论的关系

牛顿力学体系概括了物体机械运动的基本定律，这些定律有一个不容忽视的前提，即物质运动是在低速情况下，这些定律才适用。

相对论否定了牛顿的绝对时空观，提出时空不是绝对不变的，而是随物质的运动而变化，物质质量随运动的速度变化而变化，并提出了质能转化原理，奠定了利用原子能的理论基础，加深了人们对物质和运动的认识，在科学、哲学上有重大意义。

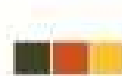
相对论发展了牛顿力学，把牛顿力学概括在相对论力学中，牛顿力学只是相对论力学在低速运动状态时的一个特例。

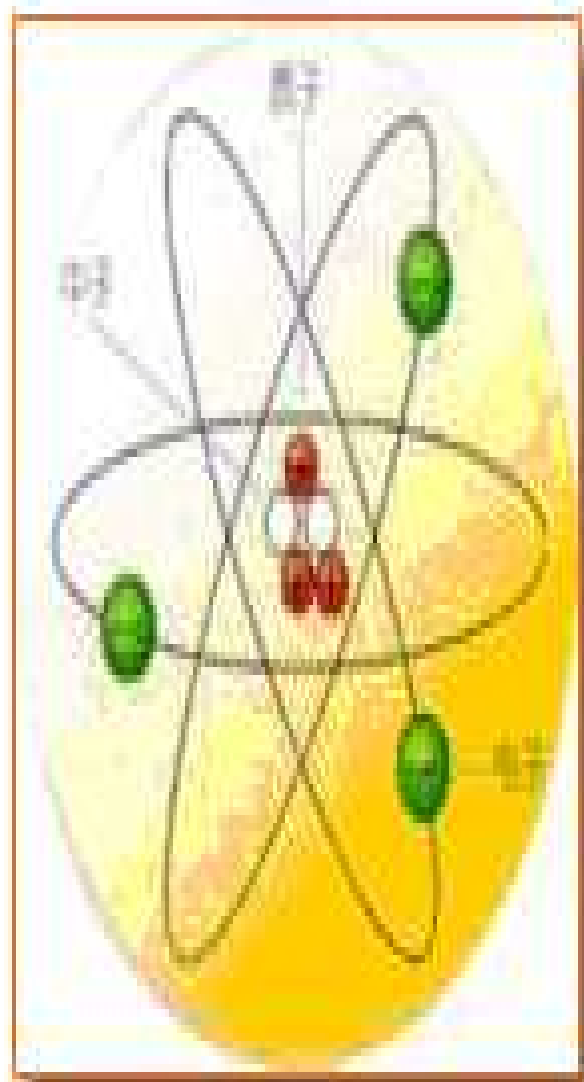


六、科学假说的形成

1. 形成科学假说的方法论原则

(2) 解释性原则：假说应当与已知的经过实践复核的事实相符合，不仅能解释个别事实，而且能解释该领域已知的全部事实。





原子结构模型的科学假说的创立就经历了一个新旧假说更替的过程。1911年卢瑟福根据 α 粒子散射实验提出了原子结构的行星模型。但是这一模型和原子发射不连续的分立光谱、原子的稳定性等事实相矛盾。1913年，玻尔提出了轨道量子化的原子结构模型。

原子结构的行星模型



六、科学假说的形成

1. 形成科学假说的方法论原则

(3) 可检验性原则：提出的假说必须能用观察、实验加以检验，从而判定它的真伪。不可检验的假说是不科学的。



杨振宁



李政道

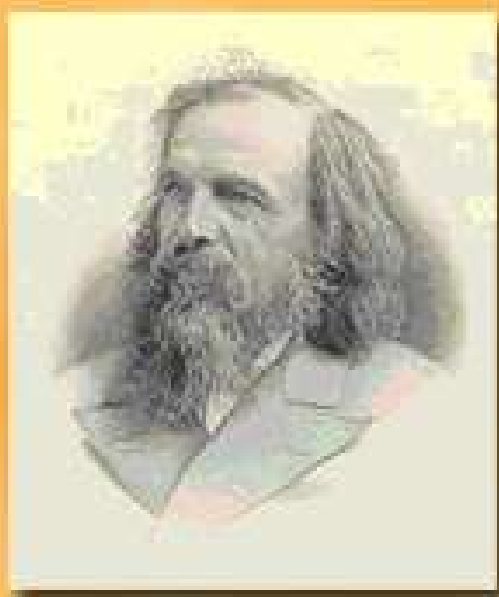


吴健雄

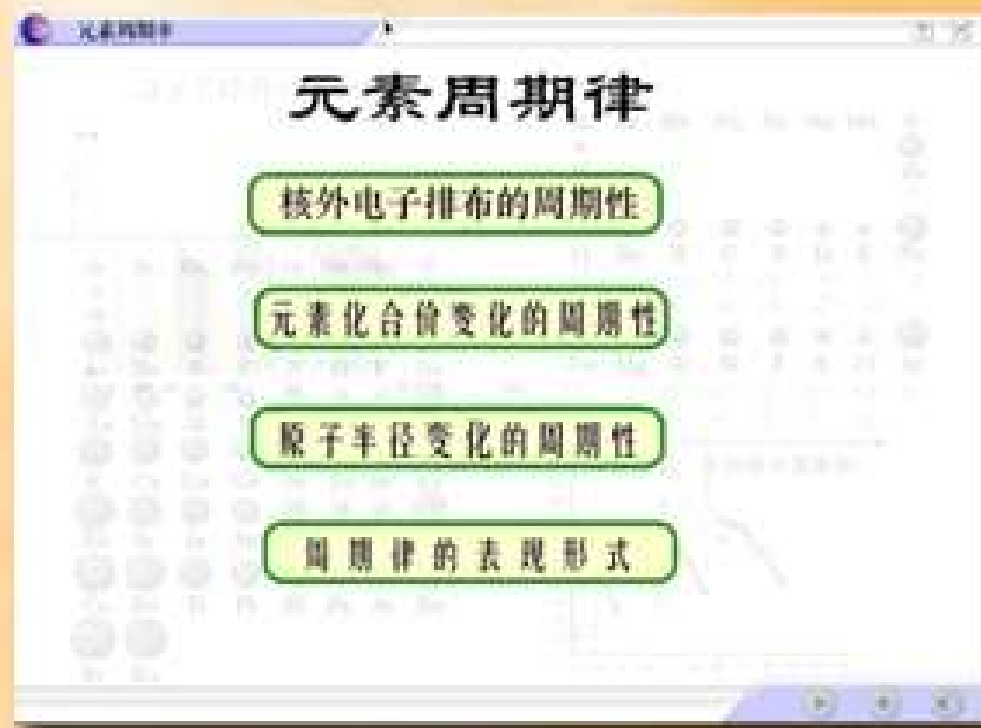
1956年李政道、杨振宁提出弱相互作用下宇称不守恒的假说时，就设计了五种实验方案来探索宇称守恒原理在衰变现象中是否正确。同年，吴健雄组成的一个实验小组在华盛顿美国国家标准局的低温实验室用钴做了其中的一个实验，确证了他们的假说。

六、科学假说的形成

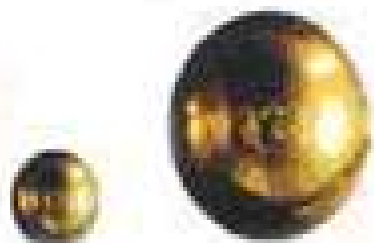
2. 经验定律型假说的形成方法



门捷列夫



门捷列夫的元素周期律，不仅能够说明元素的化学性质，还能预言一些新的化学元素。



自由落体定律是一条经验定律，它说明了自由落体下落的距离与时间之间的关系，但不能解释原因。

伽利略的自由落体试验

经验定律描述的是事物表面的规律，揭示了现象之间某种普遍联系（共同特征），但限于揭示表面联系，不能理解这种联系的普遍性，“知其然而不知其所以然”。

六、科学假说的形成

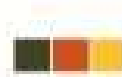
2. 经验定律型假说的特征

其一，采用描述性的语词（具体的科学概念）；
其二，相对稳定。

经验定律可分为性质描述型的和关系描述型的。

性质描述型经验定律是对某类现象共同性质和特征的普遍化描述，是对已有经验知识的总结和推广（例如，描述液体表面张力的经验定律）。

关系描述型经验定律是对两类现象或若干类现象之间因果关系的普遍化描述（例如，波义耳—马略特气体定律）。





六、科学假说的形成

3. 原理定律型假说的形成方法

原理定律型假说是对事物内部必然联系的反映或解释。它寻求的是对经验定律的解释（说明“为什么”）。在科学知识体系中，原理定律处于比经验定律更高的层次。经验定律能够说明相关的科学事实，原理定律能够解释经验定律。

原理定律型假说的形成方法：溯因方法与科学猜想。

原理定律型假说是通过溯因方法获得的

溯因方法的基本模式为：

①相关的经验定律L;



②若H（设定的原理定律型假说）为真，则L可被解释;



③所以，有理由认为H为真。



科学猜测是发挥想象力的产物。想象力在提出假说的过程中发挥着重要作用



爱因斯坦

“想象力比知识更重要，因为知识是有限的，而想象力概括着世界上的一切，推动着进步，并且是知识进化的源泉。严格地说，想象力是科学研究中的实在要素。”