

空间反射变换（对称变换）

空间反射变换——P变换

- 空间反射变换：定义为空间坐标都反号，但时间不变的变换，即
 $P\vec{x}P^{-1} = -\vec{x}$, $PtP^{-1} = t$, $P^2 = 1$
- 在P变换下，每一个运动状态变为另一个状态。
- 虽然对于一个特定的点来说，P变换的效果等价于某种转动。
- 但对于一个物理状态来说，它不完全等效于某种转动。
- 一般来说，P变换是一种典型的分立变换，不能等价于某种特殊的连续变换。
- 在经典物理范围内，P变换不变性不对应某种守恒定律，
- 但在微观物理中，P变换直接和宇称守恒相联系。

- 则可以发现
 - 空间动量: $P\vec{p}P^{-1} = -\vec{p}$; 能量: $PEP^{-1} = E$
 - 角动量: $P\vec{L}P^{-1} = P\vec{x} \times \vec{p}P^{-1} = (-\vec{x}) \times (-\vec{p}) = \vec{L}$
- 因此 $[P, \vec{L}] = 0$, 这意味着轨道角动量和 P 变换有共同本征态, 可以同时测量。

$$\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (1)$$

Gauss' law

$$\nabla \cdot B = 0 \quad (2)$$

Magnetic monopoles

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad (3)$$

Faraday's law

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t} \quad (4)$$

Ampere-Maxwell law

- 常见的一些物理量在P变换下的性质：

	位置	动量	角动量 (自旋)	电场	磁场	电偶极矩	磁偶极矩
	\vec{r}	\vec{p}	$\vec{L}(\vec{S})$	\vec{E}	\vec{B}	$\vec{\sigma} \cdot \vec{E}$	$\vec{\sigma} \cdot \vec{B}$
P变换							
	$-\vec{r}$	$-\vec{p}$	$\vec{L}(\vec{S})$	$-\vec{E}$	\vec{B}	$-\vec{\sigma} \cdot \vec{E}$	$\vec{\sigma} \cdot \vec{B}$

轨道宇称(orbital parity)和内禀宇称(intrinsic parity)

1. 轨道宇称——系统空间运动状态的P变换本征值

在量子力学中我们已经知道，当系统轨道角动量为L时，轨道角动量的本征态可以用球谐函数表示，

$$|LM\rangle = Y_{LM}(\theta, \varphi) = (-1)^m \left(\frac{(2L+1)(L-M)!}{4\pi(L+M)!} \right)^{1/2} P_L^M(\cos \theta) e^{iM\varphi}$$

在P变换下， $(\theta, \varphi) \rightarrow (\pi - \theta, \pi + \varphi)$ 。相应地有：

$$P_L^M(\cos \theta) \rightarrow P_L^M(\cos(\pi - \theta)) = (-1)^{L+M} P_L^M(\cos \theta)$$

$$e^{iM\varphi} \rightarrow e^{iM(\pi+\varphi)} = (-1)^M e^{iM\varphi}$$

所以 $Y_{LM}(\theta, \varphi) \rightarrow (-1)^L Y_{LM}(\theta, \varphi)$

$$P|LM\rangle = (-)^L |LM\rangle$$

这正是前面得到的结论，轨道角动量和P变换有共同的本征态，轨道角动量为L的态P变换本征值——空间宇称——为 $(-1)^L$

内禀宇称

在P变换下，粒子内部波函数还有一定的P 宇称，称作**内禀宇称**，简称为粒子的宇称。

- a) 粒子的内禀宇称与其内部运动性质有关，但我们目前还不十分清楚其内部运动性质，不能像轨道运动那样给出明显的P 变换表达式，只能从实验确定。
- b) 目前所用的假设是：强作用和电磁相互作用下宇称守恒+其它合理假设。
- c) P 变换是空间变换，它和内部对称变换正交，因此它与内部的对称性变换应该是对易的。

这就要求属于内部变换群的同一个不可约表示的各个粒子有相同的宇称量子数。

所以，同一个同位旋多重态的不同电荷态有相同的宇称。

- d) 中微子不参加电磁相互作用和强相互作用，所以无法确定其宇称。

相对宇称和绝对宇称

内禀宇称只能根据P 宇称守恒定律的要求来确定，从这一点上来说具有相对性。只有纯中性粒子才有绝对的内禀宇称：

- a) 纯中性粒子可以单独产生和湮灭，所以可以有绝对宇称；
- b) 重子数守恒要求正反重子同时产生，重子的宇称需要约定；
- c) 奇异数在电磁和强相互作用下守恒要求奇异粒子协同产生，因此宇称是相对的。

纯中性粒子定义为所有内部相加性守恒量都 = 0, e.g. Q, S, b ...

多粒子系统的P宇称

- 对于一般的两个粒子A和B，其中 $P'(A)$ 和 $P'(B)$ 已知，那么AB系统的P宇称为 $P'(AB) = P'(A)P'(B)(-1)^{L_{AB}}$ ，其中 L_{AB} 为A与B之间的轨道角动量。
- 对于更多的粒子构成的系统，例如三个粒子A、B和C组成的系统，其总的P宇称可以两两配对进行计算

$$P'(ABC) = P'(AB)P'(C)(-1)^{L_{AB,C}} = P'(A)P'(B)(-1)^{L_{AB}}P'(C)(-1)^{L_{AB,C}}$$

- 正反粒子系统的P宇称

$$P'(\bar{A}A) = (-1)^{L+2s}$$

QFT中的P变换

- 标记: $P\partial_\mu P = (-1)^\mu \partial_\mu$ 其中
 $(-1)^\mu \equiv 1$ for $\mu = 0$ and $(-1)^\mu \equiv -1$ for $\mu = 1,2,3.$
- 对费米子旋量场的变换
$$P\psi(t, \vec{x})P = \eta\gamma^0\psi(t, -\vec{x}), \text{ for } |\eta|^2 = 1$$
- 则
$$P\bar{\psi}(t, \vec{x})\psi(t, \vec{x})P = \eta^*\bar{\psi}\gamma^0\eta\gamma^0\psi = \bar{\psi}\psi$$
- 对于矢量流:
$$P\bar{\psi}(t, \vec{x})\gamma^\mu\psi(t, \vec{x})P = \eta^*\bar{\psi}\gamma^0\gamma^\mu\eta\gamma^0\psi = (-1)^\mu\bar{\psi}\gamma^\mu\psi$$
- 而
$$Pi\bar{\psi}(t, \vec{x})\gamma^5\psi(t, \vec{x})P = i\eta^*\bar{\psi}\gamma^0\gamma^5\eta\gamma^0\psi = -i\bar{\psi}\gamma^5\psi$$

1) 纯中性粒子的内禀宇称由实验测定, 例如:

- 考虑到P变换下: $\vec{E} \rightarrow -\vec{E}$, 可以知道: $P'(\gamma) = -1$
另外QED拉氏量: $\mathcal{L}_{\text{QED}} = -ie\bar{\psi}\gamma_\mu A^\mu \psi$
由于 $P\bar{\psi}(t, \vec{x})\gamma^\mu \psi(t, \vec{x})P = (-1)^\mu \bar{\psi}\gamma^\mu \psi$,
保证拉氏量不变则需要有 $A^\mu \rightarrow (-1)^\mu A^\mu$, 也就是 $\vec{A} \rightarrow -\vec{A}$
- 根据双光子衰变过程 $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ 末态轨道角动量为1,
则 $P'(\pi^0) = (-1)^L P'(\gamma)^2 = (-1)$

2) 质子和中子可以看作是同一种粒子——核子——的不同带电状态, 它们有相同的内禀宇称, 约定为: $P'(p) = P'(n) = +1$

3) 重子数守恒，所以可以约定所有的重子的内禀宇称为+1。规定核子的宇称为+1，根据正反费米子对所组成系统的合内禀宇称为-1，反核子的宇称应该为-1。换言之，如果宇称只取实数值，则反费米子的宇称与费米子相反。

4) 更一般地，对于非纯中性粒子的内禀宇称，针对各种不同的内部相加性守恒量，再补充一些约定以消除不确定性：

- 同一同位旋多重态的不同电荷态的P宇称相同；
- $P'(N) = (+1)$
- $P'(e) = P'(\mu) = P'(\tau) = (+1)$
- $P'(\pi) = P'(K) = P'(D) = P'(B) = (-1)$

现在基本粒子表中列出的宇称实验值，都是按上述约定标准定出来的。

正反粒子组成的纯中性系统的宇称

- 考虑一个正反费米子组成的系统，在系统的质心系中状态函数为

$$|^{2S+1}L_J\rangle = \sum_{m,\alpha,\beta} \int d^3p Y_{LM}(\vec{p}) \chi_m(\alpha, \beta) C_{Mm} a_\alpha^+(\vec{p}) b_\beta^+(-\vec{p}) |0\rangle$$

- $Y_{LM}(\vec{p})$ 是球谐函数，代表系统的空间波函数； χ_m 是系统的自旋波函数； C_{Mm} 是自旋轨道耦合的C-G系数。
- 两个费米子耦合可以有：单态自旋波函数反对称，而三重态自旋波函数对称。则 $\chi_m(\alpha, \beta) = (-1)^{S+1} \chi_m(\beta, \alpha)$ 。（虽然在后面没有用上）
- 同时空间波函数有： $Y_{LM}(-\vec{p}) = (-1)^L Y_{LM}(\vec{p})$

正反粒子组成的纯中性系统的宇称

- 那么正反费米子对系统在P变换下有

$$\begin{aligned}\hat{P} \left| \begin{smallmatrix} 2S+1 \\ L_J \end{smallmatrix} \right\rangle &= \sum_{m,\alpha,\beta} \int d^3p Y_{LM}(\vec{p}) \chi_m(\alpha, \beta) C_{Mm} \hat{P} a_\alpha^+(\vec{p}) b_\beta^+(-\vec{p}) |0\rangle \\ &= \sum_{m,\alpha,\beta} \int d^3p Y_{LM}(\vec{p}) \chi_m(\alpha, \beta) C_{Mm} \hat{P} a_\alpha^+(\vec{p}) \hat{P}^{-1} \hat{P} b_\beta^+(-\vec{p}) \hat{P}^{-1} \hat{P} |0\rangle \\ &= \sum_{m,\alpha,\beta} \int d^3p Y_{LM}(\vec{p}) \chi_m(\alpha, \beta) C_{Mm} a_\alpha^+(-\vec{p}) b_\beta^+(\vec{p}) |0\rangle \\ &= - \sum_{m,\alpha,\beta} \int d^3p Y_{LM}(-\vec{p}) \chi_m(\alpha, \beta) C_{Mm} a_\alpha^+(\vec{p}) b_\beta^+(-\vec{p}) |0\rangle \quad (\vec{p} \rightarrow -\vec{p}) \\ &= - (-1)^L \sum_{m,\alpha,\beta} \int d^3p Y_{LM}(\vec{p}) \chi_m(\alpha, \beta) C_{Mm} a_\alpha^+(\vec{p}) b_\beta^+(-\vec{p}) |0\rangle \\ &= (-1)^{L+1} \left| \begin{smallmatrix} 2S+1 \\ L_J \end{smallmatrix} \right\rangle\end{aligned}$$

正反粒子组成的纯中性系统的宇称

在正反粒子系统的质心系中，设系统的轨道角动量为 L 。Dirac 的费米子理论要求正反费米子有相反的宇称(反对称波函数)。这是被电子偶素的实验所验证的。

所以在空间波函数全对称情况下 ($L=0$)

$P' = (-1)$, 对费米子

$P' = (+1)$, 对玻色子

所以，正反粒子系统的（绝对）宇称为

- $P' = (-1)^{L+1}$ (正反费米子对)
- $P' = (-1)^L$ (正反玻色子对)

其中 $(-1)^L$ 是轨道角动量的贡献，

扣除轨道宇称的贡献，一对正反粒子组成的系统的内禀宇称为：

- $P' = (-1)$ (正反费米子对)
- $P' = (+1)$ (正反玻色子对)

或者统一写成： $P' = (-1)^{2s}$

这反映出下面一个事实：

- 正反费米子的内禀宇称符号相反；
- 正反玻色子的内禀宇称符号相同。

这个结论可以从量子场论直接导出

宇称守恒

在宏观范围内运动规律具有很好的左右对称性，亦即在空间反射变换下具有不变性，但在宏观范围内这种不变性并不对应存在守恒定律。

在微观范围内如果运动规律具有左右对称性，则对应存在P宇称守恒定律。

大量的实验表明，宇称在电磁相互作用和强相互作用下守恒，但在弱作用下不守恒。



中子的电偶极矩

设中子的磁偶极矩值为 μ_m ，电偶极矩值为 μ_e ，则在外电磁场中的Hamiltonian 为
$$H = H_0 + \mu_m \vec{\sigma} \cdot \vec{B} + \mu_e \vec{\sigma} \cdot \vec{E}$$

其中 H_0 为P变换不变的部分。在P变换下，有 $PHP^{-1} = H_0 + \mu_m \vec{\sigma} \cdot \vec{B} - \mu_e \vec{\sigma} \cdot \vec{E}$

选定有确定宇称的态 $|\alpha\rangle$ 来讨论，

$$\langle \alpha | \mu_e \vec{\sigma} \cdot \vec{E} | \alpha \rangle = \langle \alpha | P^{-1} P \mu_e \vec{\sigma} \cdot \vec{E} P^{-1} P | \alpha \rangle = -P'(\alpha)^2 \langle \alpha | \mu_e \vec{\sigma} \cdot \vec{E} | \alpha \rangle$$

所以有 $\mu_e = 0$

而目前实验测到的中子的电偶极矩为 $\mu_e < 10^{-25} \text{e} \cdot \text{cm}$ ，这是一个很小的量。

这说明在目前的实验精度范围内：电磁作用下宇称守恒。

宇称不守恒

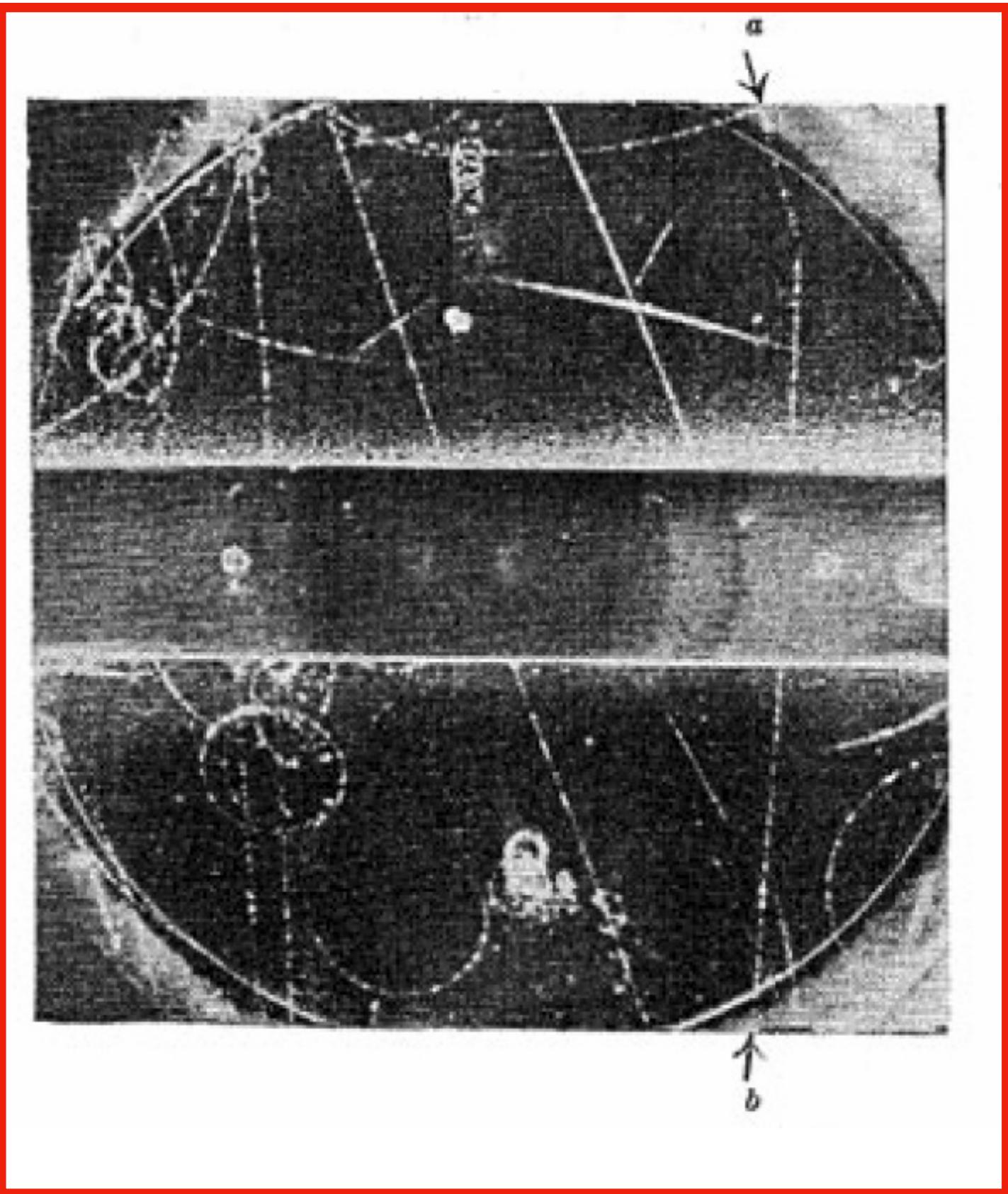
1. $\theta-\tau$ 疑难

发现奇异粒子后，在对最轻的奇异粒子衰变过程的研究中遇到了一个疑难，即“ $\theta-\tau$ 疑难”。这个疑难表现为：

实验中发现了两种质量和电荷都相同的粒子 θ 和 τ ，衰变时， θ 衰变为两个 π 介子， τ 衰变为三个 π 介子。

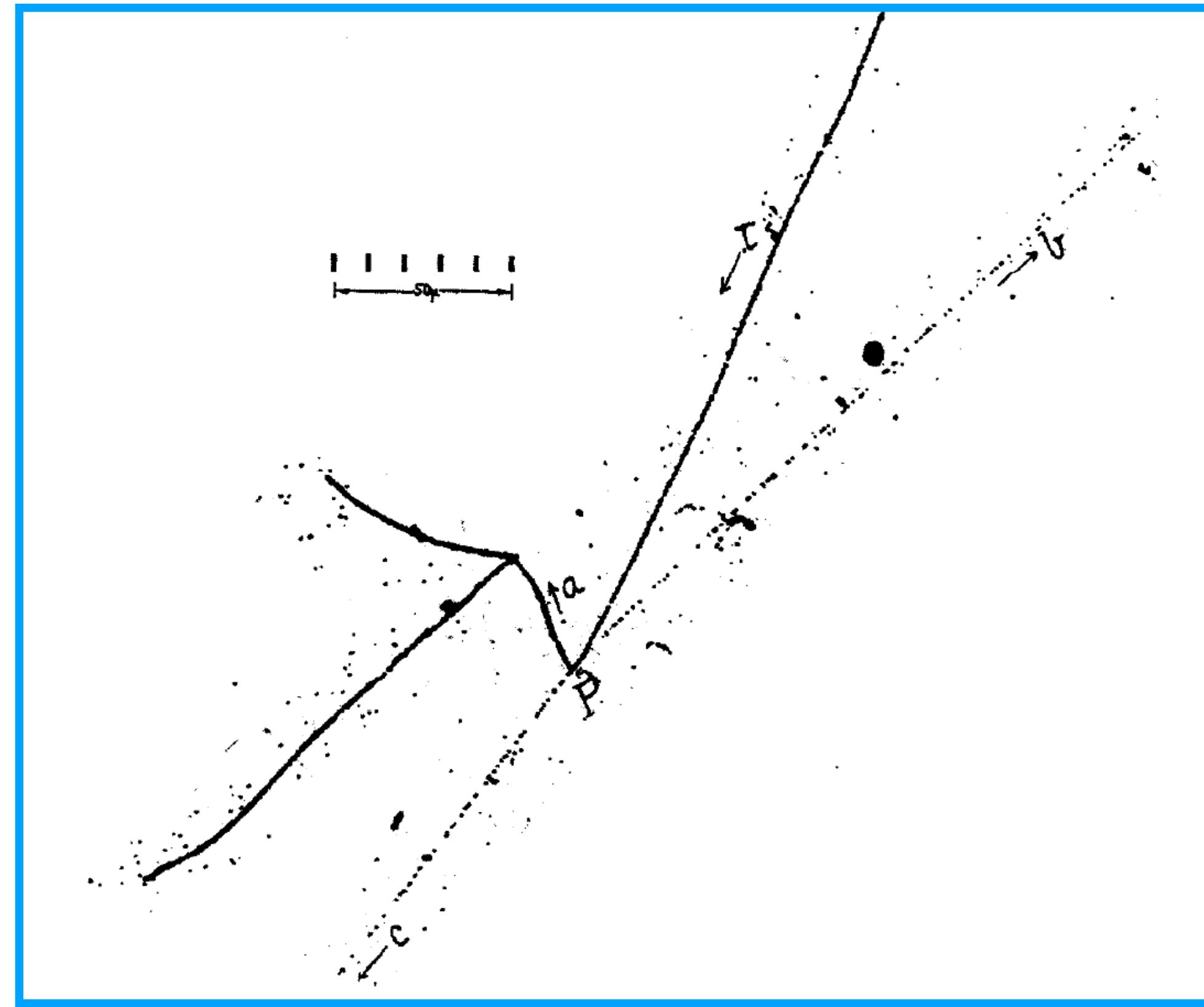
实验结果的分析表明，三个 π 介子的总角动量为零，宇称为负；而两个 π 介子的总角动量如为零，则宇称只能是正。因此从质量和电荷来看， θ 和 τ 似乎应是同一种粒子，但是从衰变行为来看，如果宇称是守恒量，则 θ 和 τ 就不可能是同一种粒子。

$$P'(\theta^+) = (-1)(-1) = (+1)$$



same mass
same lifetime
opposite P-parity

$$P'(\tau^+) = (-1)^3 = (-1)$$



$$\theta^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0, \ m_\theta = 495 \text{ MeV} \approx m_p/2$$

G. D. Rochester & C. C. Butler, Nature 160 (1947) 855-857

$$\tau^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-, \ m_\tau = 495 \text{ MeV} \approx 970 m_e$$

R. Brown et al., Nature 163, 47, 82 (1949)

宇称不守恒概念的提出

1956年李政道和杨振宁全面分析了 $\theta-\tau$ 疑难有关的全部实验和理论工作之后指出，这个疑难的焦点在于认为微观粒子的运动过程中宇称守恒。

他们指出，在强相互作用和电磁相互作用过程中宇称守恒是得到了实验的判定性检验的，但是在弱相互作用过程中宇称守恒并没有得到实验的判定性检验。

李政道和杨振宁提出，这个疑难产生的原因在于弱相互作用过程中宇称可以不守恒。他们进一步建议可以通过钴60的衰变实验来对这一点进行判定性检验。

T.D. Lee & C.N. Yang PRL 104, 254 (1956) $\theta^+ = \tau^+$ (now = K^+ meson) & parity is violated in weak decays

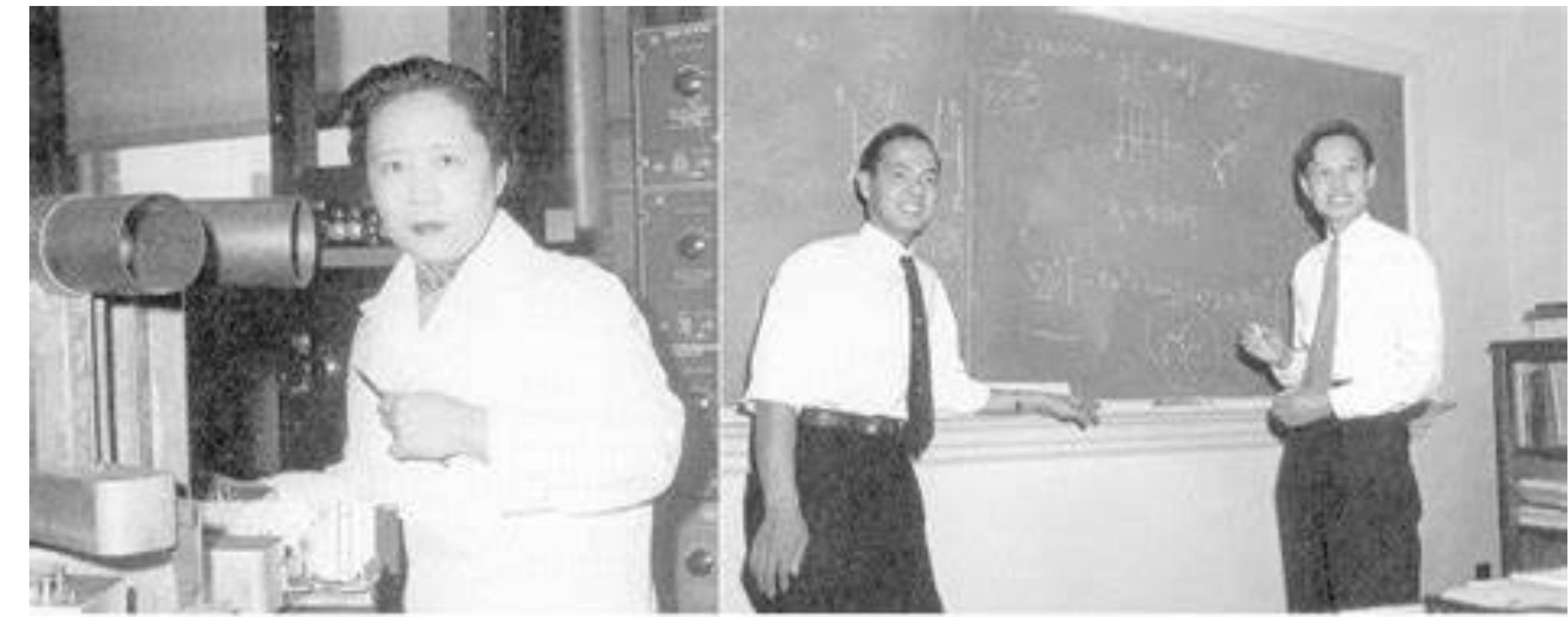
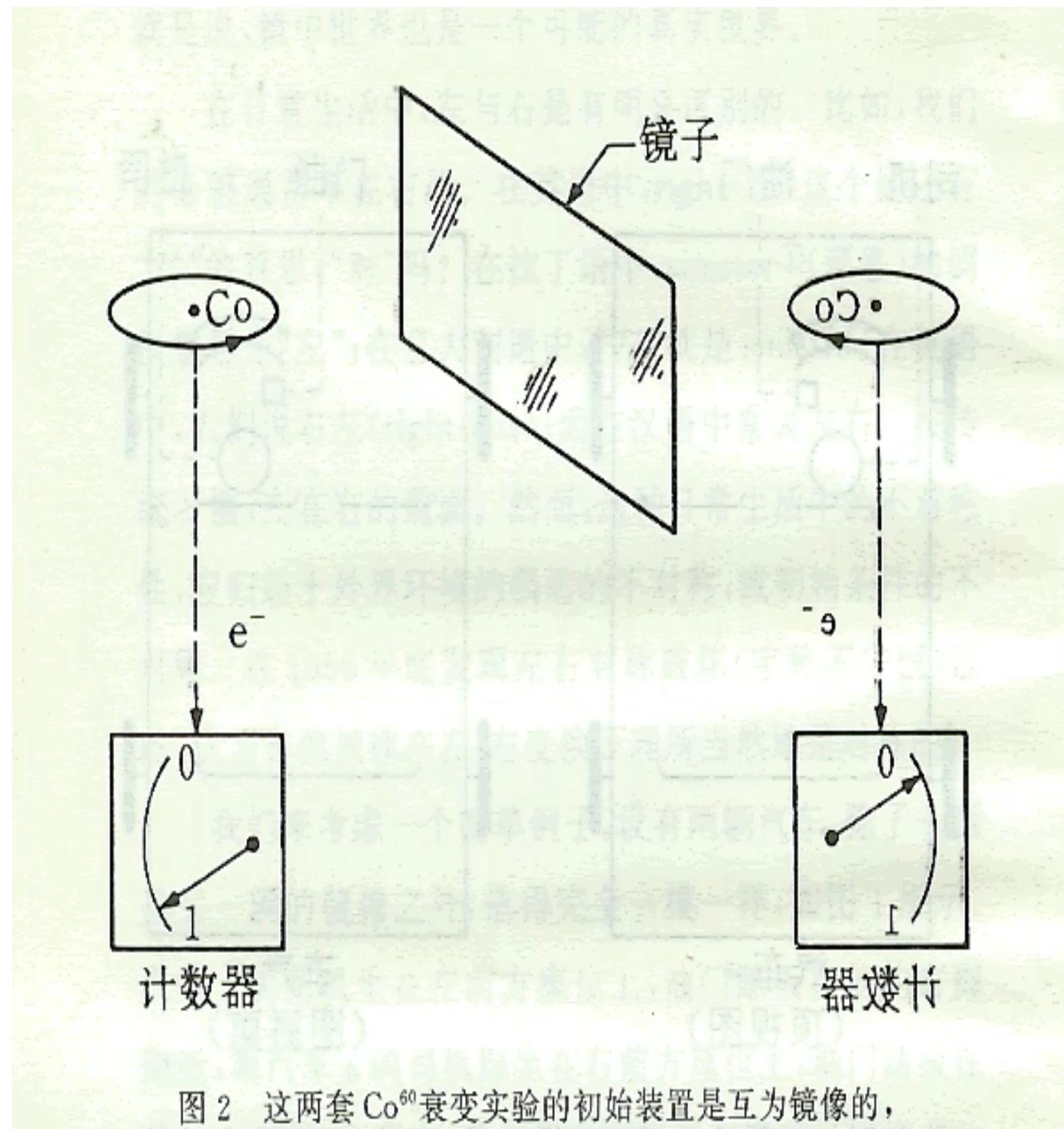
宇称不守恒的实验检验

实验的原理是利用核磁技术使钴60的原子核极化，即原子核的自旋方向沿确定方向排列，观察钴60通过 β 衰变(弱作用)放出电子的方向分布。

如果宇称是守恒的，则包含自旋轴正向的半球方向内射出的电子数应与包含自旋轴负向的半球方向内射出的电子数相近（自旋与角动量在镜像变换下不变），即左右对称。

反之如果这两个半球方向内射出的电子数不相等，即表现出明显的左右不对称性；则表明弱相互作用过程中宇称可以不守恒。

1957年吴健雄进行了这个实验，证实了李政道和杨振宁提出的分析判断。

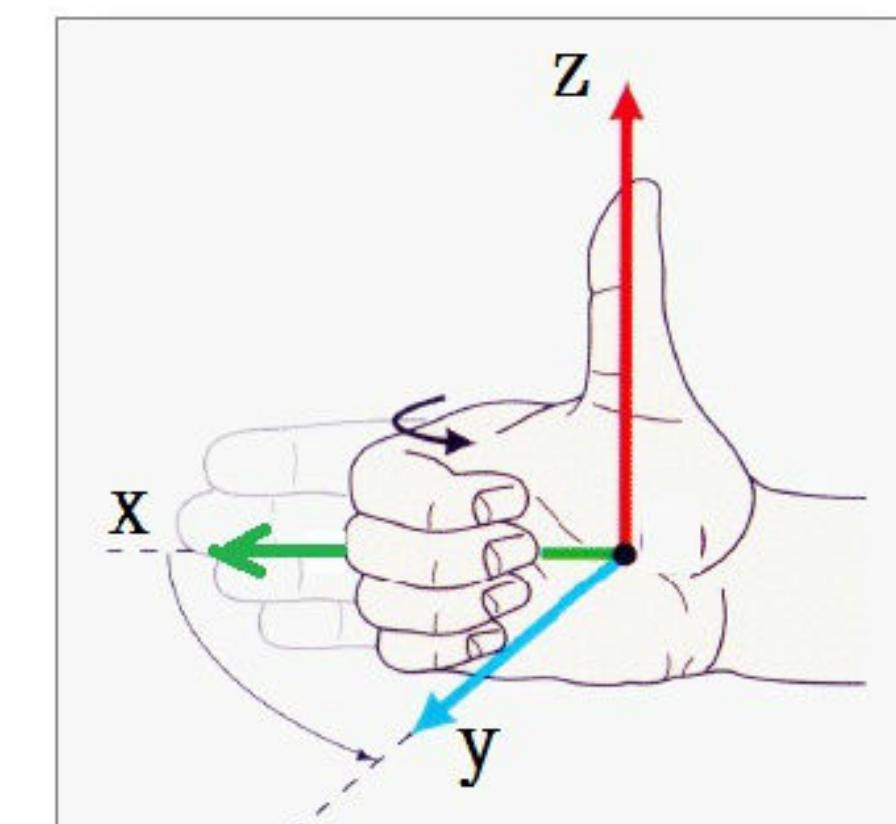


C. S. Wu

T. D. Lee

C. N. Yang

The Nobel Prize in Physics 1957

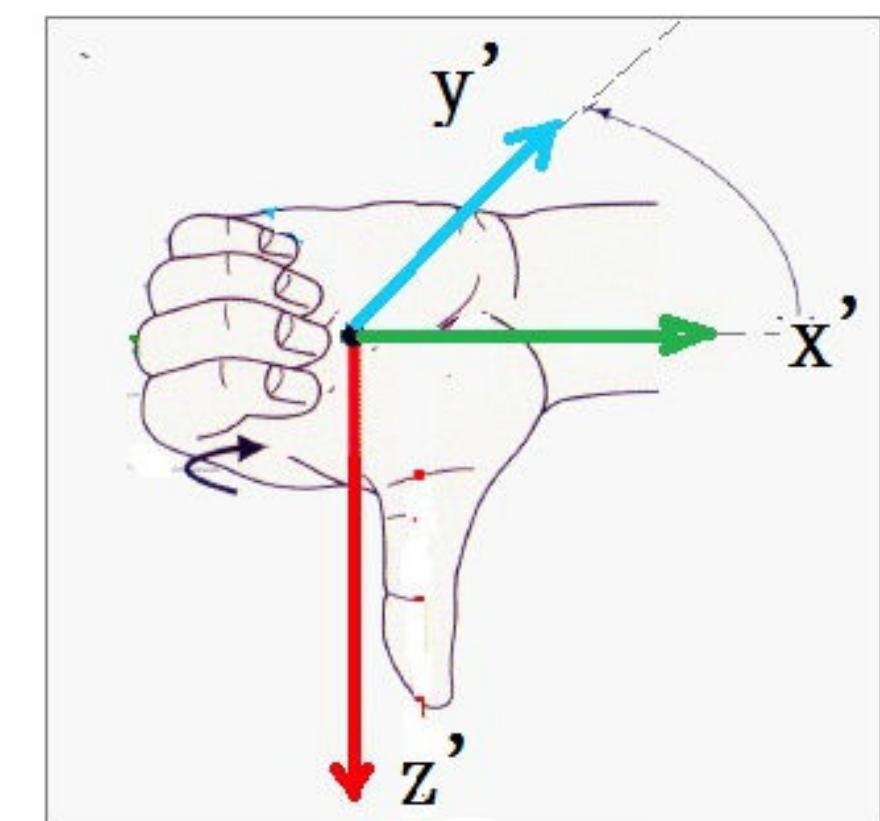


右手坐标系

宇称变换

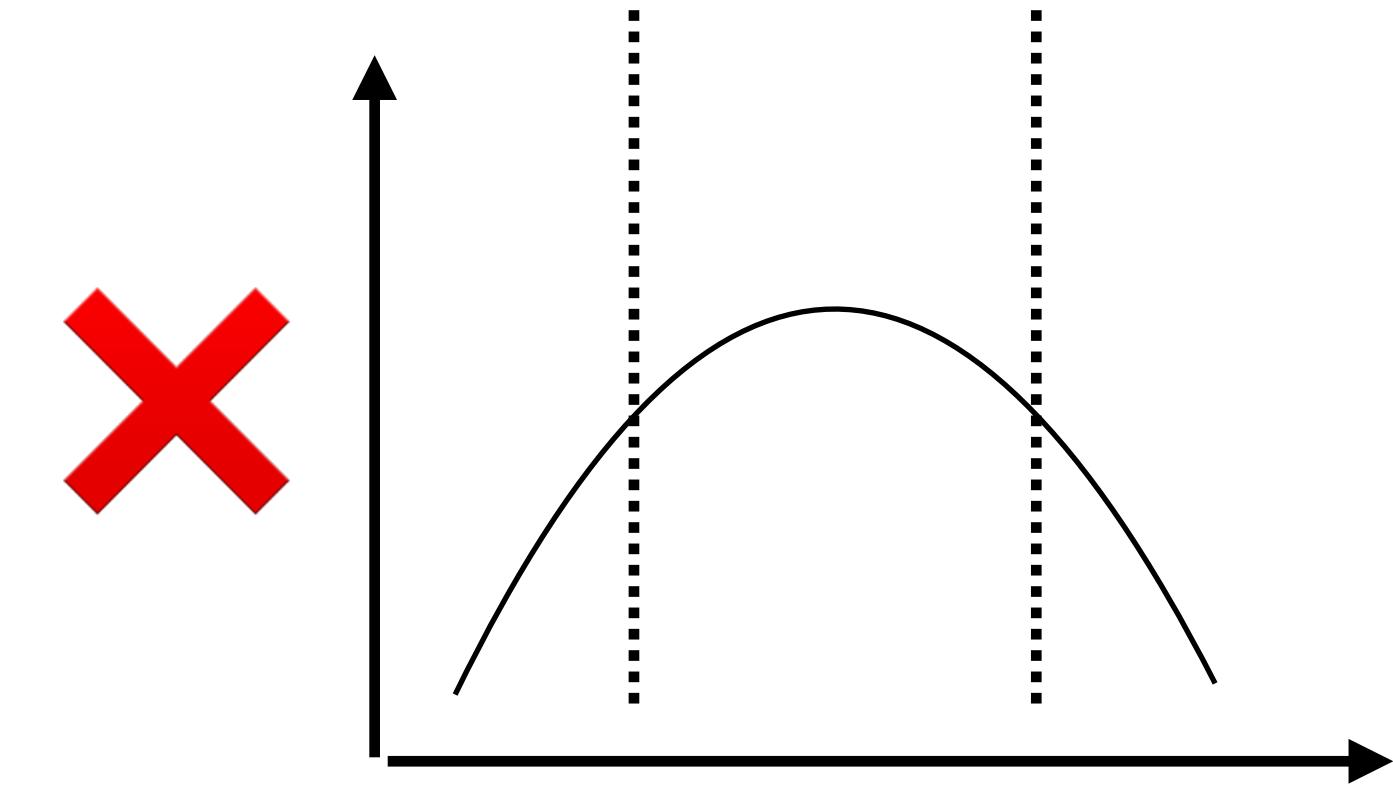
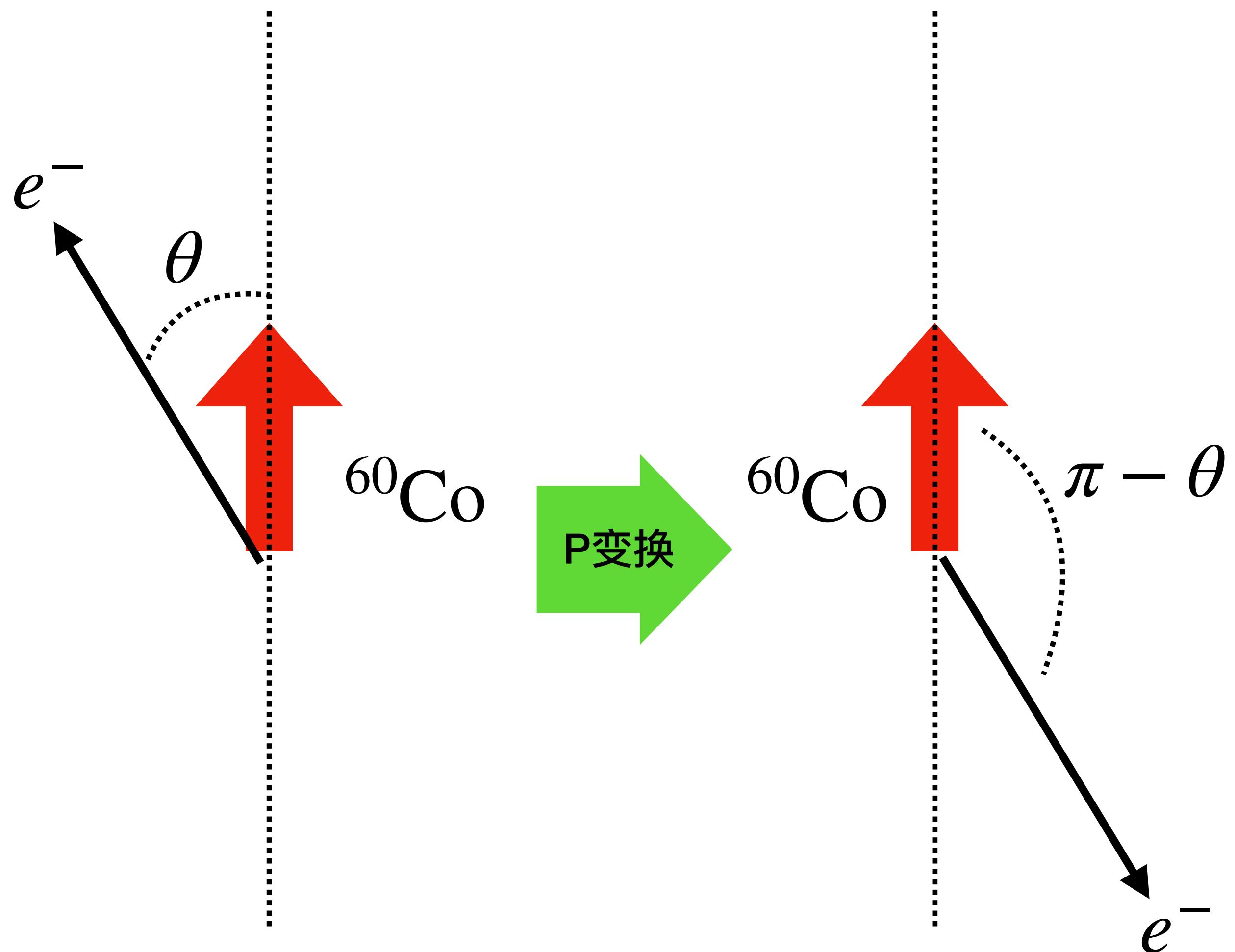


$$\begin{aligned}x' &= -x \\y' &= -y \\z' &= -z\end{aligned}$$

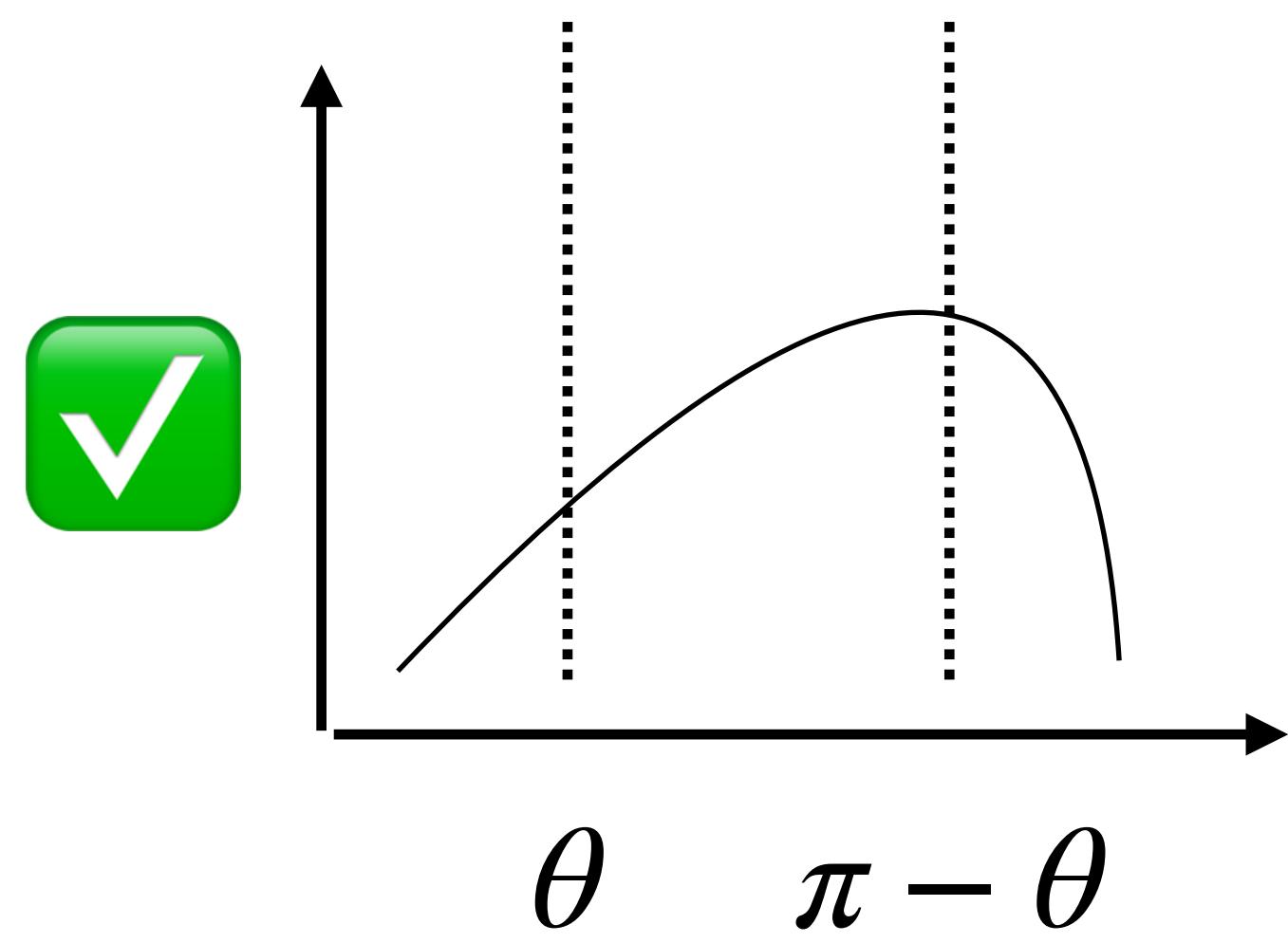


左手坐标系

如果宇称守恒，则 θ 分布对称



如果宇称破坏，则 θ 分布不对称



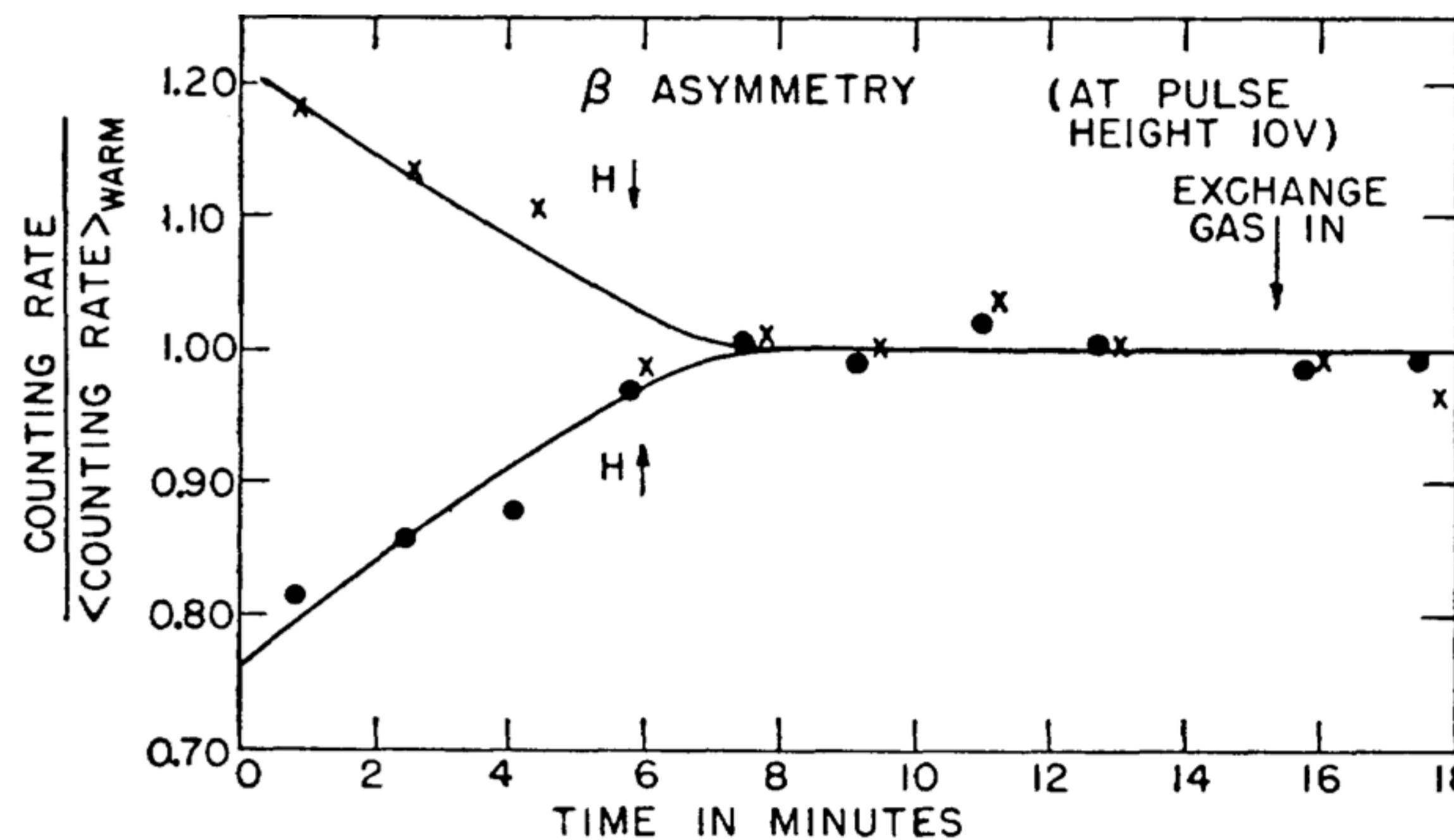
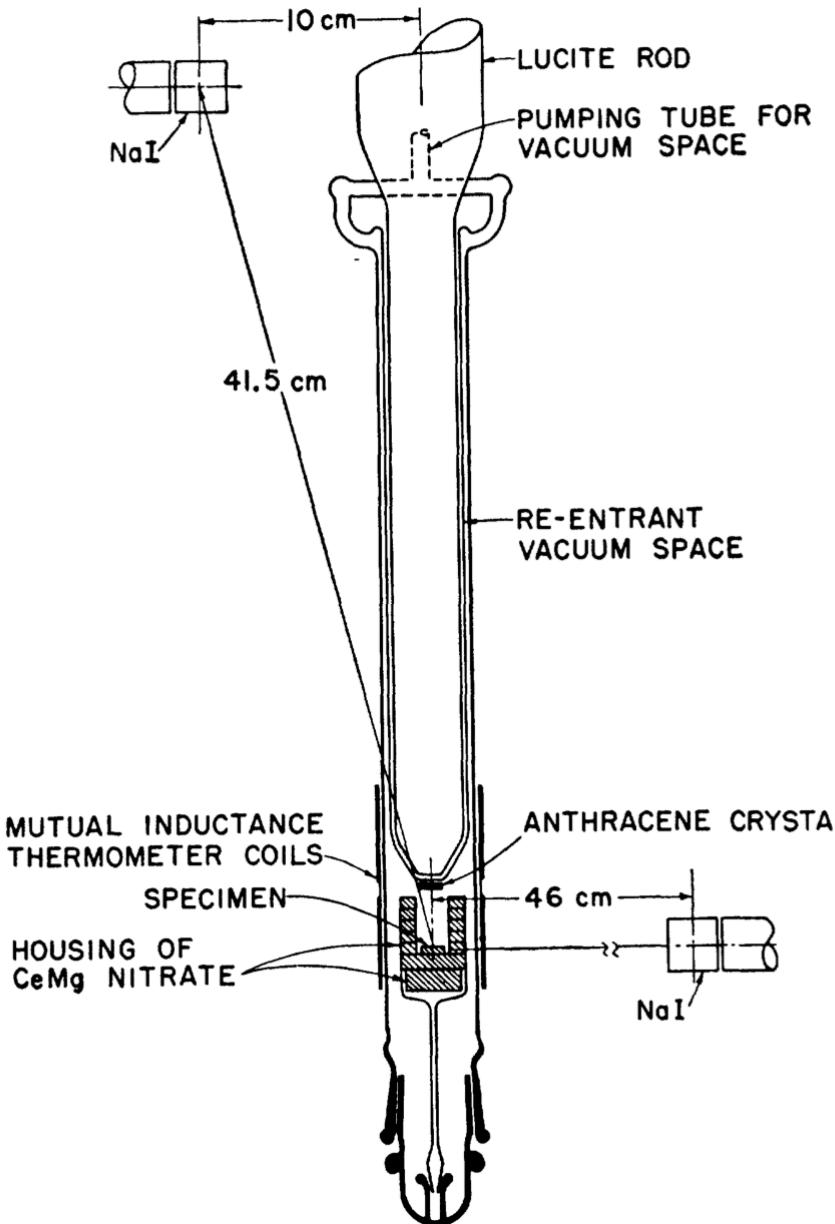
Experimental Test of Parity Conservation in Beta Decay*

C. S. WU, *Columbia University, New York, New York*

AND

E. AMBLER, R. W. HAYWARD, D. D. HOPPES, AND R. P. HUDSON,
National Bureau of Standards, Washington, D. C.

(Received January 15, 1957)



The sign of the asymmetry coefficient, α , is negative, that is, the emission of beta particles is more favored in the direction opposite to that of the nuclear spin. This

过去人们对于守恒定律的理解比较简单，弱相互作用宇称不守恒的确立告诉人们：

各种守恒定律的适用范围可以不同，有的物理量在一切相互作用过程中都是守恒的，而有些物理量则只在某些相互作用过程中才是守恒的。

宇称就是人们认识的第一个只在某些相互作用过程中才守恒的相乘性守恒量。

在研究各种守恒定律时，无论涉及的是相加性守恒量还是相乘性守恒量，都要注意和研究这些守恒定律的适用范围。

吴健雄先生

原子弹之母：一位卓越的世界公民，一个永远的中国人 (<https://zhuanlan.zhihu.com/p/258455884>)

1912年5月31日，吴健雄生于江苏省苏州太仓浏河镇书香门第。

这个「雄」取自「英雄豪杰」，吴健雄先生的父亲吴仲裔希望自己的女儿能够如同穆桂英一般「巾帼不让须眉」，并且希望她能为所有的女性争光。这样的教育理念在那个年代的中国可以说非常先进了，并且吴仲裔还在当时的其所在镇上创办了一所名为「明德」的女子学校，并且不收任何学费。因为他打从心底里认为，男女是平等的存在，甚至更加偏向于中国女性也能做出不输于大男子的大事业。



十一岁，吴健雄从明德女子学校毕业，以第九名的成绩考入苏州女子师范学校。这时的吴健雄，唯一的课外活动便是看小说，其中最得她喜爱的小说，莫过于居里夫人的传记和《拿破仑传》。在不经意间，吴健雄的物理学之路似乎已经萌芽。

1930年，吴健雄凭借自己的聪慧和努力，进入中央大学，攻读数学专业。她第二学年便申请转到了物理学系，师从著名教授施士元先生。

从中央大学毕业之后，吴健雄渐渐意识到自己的专业知识相较于世界领先的物理学家还十分匮乏，于是为了追寻自己的梦想，吴健雄选择了去美国留学。

这一次选择，成就了吴健雄的物理学者的一生，却也给吴健雄留下了不可弥补的遗憾。这一次，却是吴健雄最后一次见到自己的家人。

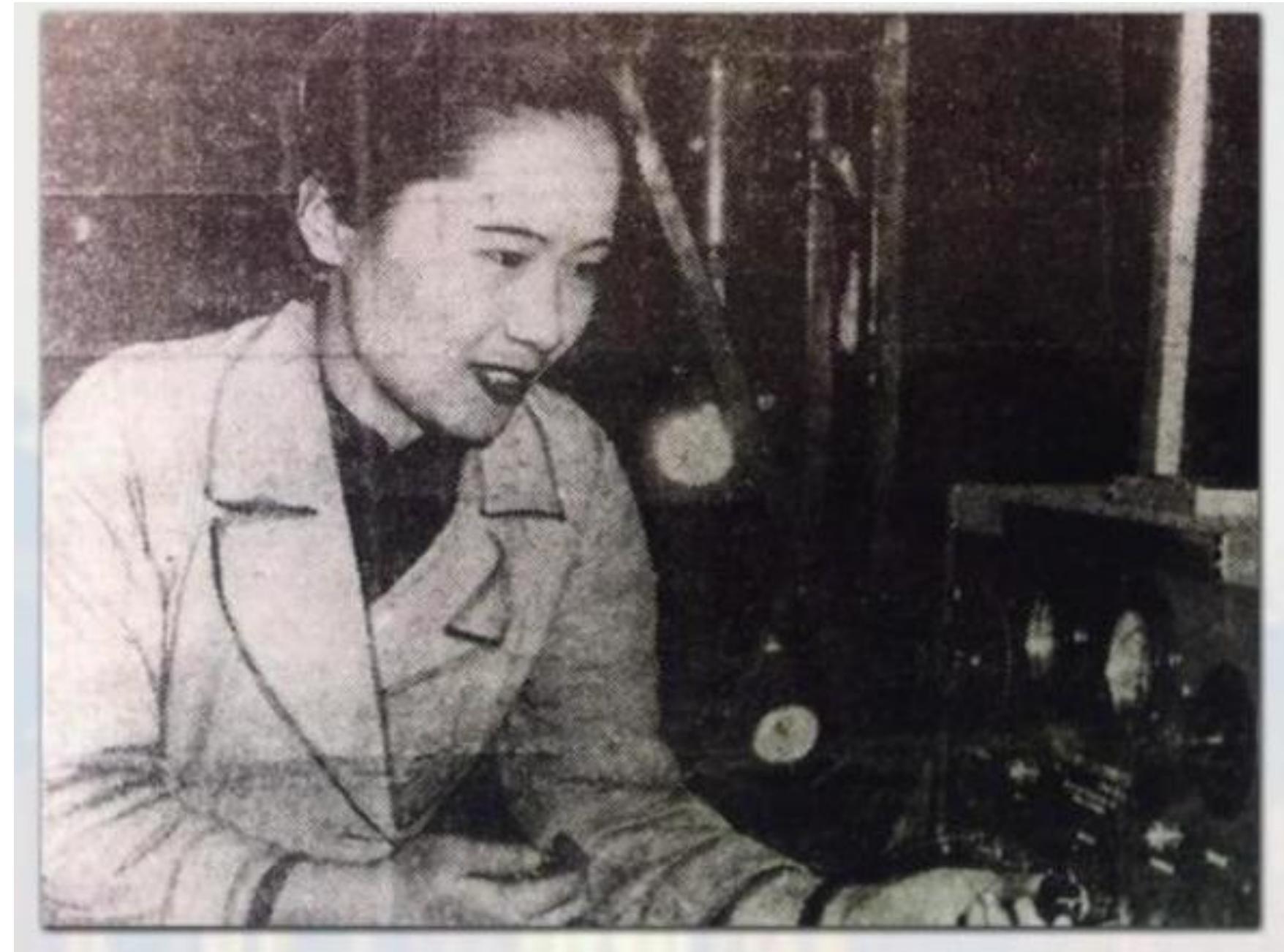


来到美国之后，吴健雄进入加州大学伯克利分校，并跟随当时物理学巨头：欧内斯特·劳伦斯（Ernest Orlando Lawrence）、赛格瑞（E.Segre）等人学习，丰富自己的理论知识。

从1938年开始，吴健雄就开始进行原子核物理实验，1939年她独自完成了「探究铀原子核裂变产物」的实验，并在实验中发现了铀原子核裂变过程中会产生放射性同位素氙-135，这种同位素对中子具备一定的吸收性。

次年，吴健雄以该实验结果为主题的博士学位论文被刊登在物理学界最权威的《物理评论》上，这证明吴健雄在核子物理研究方面已经获得了世界物理学界的认可，而劳伦斯、赛格瑞和奥本海默等一行杰出的物理学家更是亲口承认吴健雄已经是世界一流的实验物理学家。

即便此时的吴健雄获得了权威期刊和世界上最好的物理学家的认可，但是身为一名中国人并且是女性，博士毕业后仍然无法在大学里获得一份正经的教授工作，无奈她只得在实验室里继续当一个研究员。



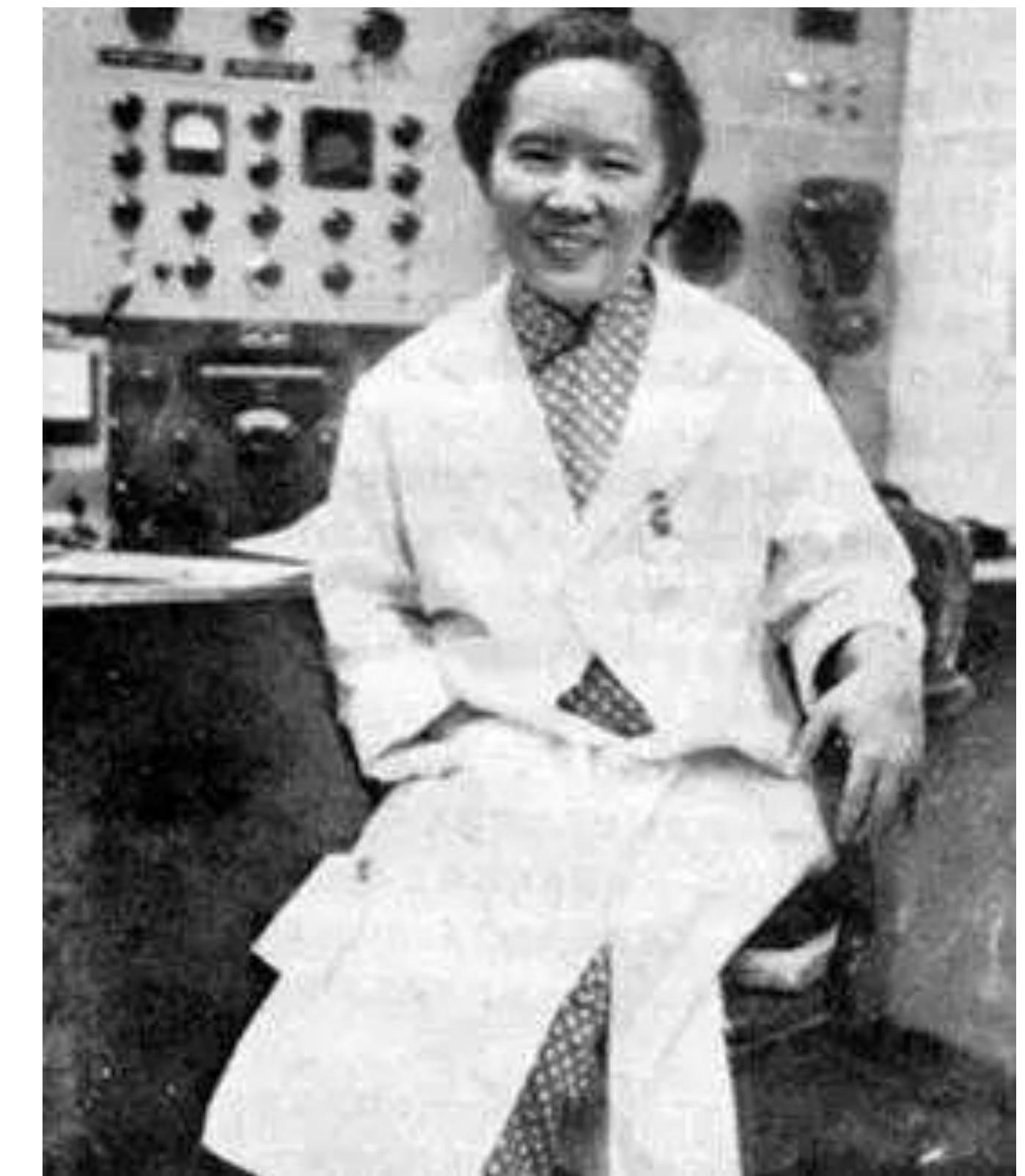
1942年，美国为了先于纳粹研发出原子弹，聚集了当时西方世界上最杰出的科学家开始实施「曼哈顿计划」，当时吴健雄却因为没有美国国籍没被邀请参加。

但在研发原子弹的过程中，遇到了让全世界科学家都一筹莫展的难题。那就是核爆炸的引燃十分容易，但是因为大多数中子消失，在核爆炸之后理论上应该产生的链式反应却突然中断。中子的突然消失让奥本海默和费米等一众科学家非常困惑。

就在原子弹的研发陷入停滞之时，奥本海默突然想起了吴健雄曾经做过关于铀原子核分裂产物的研究。于是奥本海默立马以「曼哈顿计划总负责人」的身份找到了吴健雄，并把这个难题交给他心中最权威的核物理学女王。**1944年，吴健雄受老师劳伦斯、奥本海默之邀，参与到美国绝密的“曼哈顿计划”之中，成为参与该绝密计划中唯一的华人女物理学家。**

但是，美国对于这一部分的历史很多时候选择避而不提。

直到1992年，哥伦比亚大学授予吴健雄美国理工界最高荣誉普宾奖时，这个秘密才被公之于众，吴健雄对于人类历史上第一颗原子弹的贡献才被世界所承认。

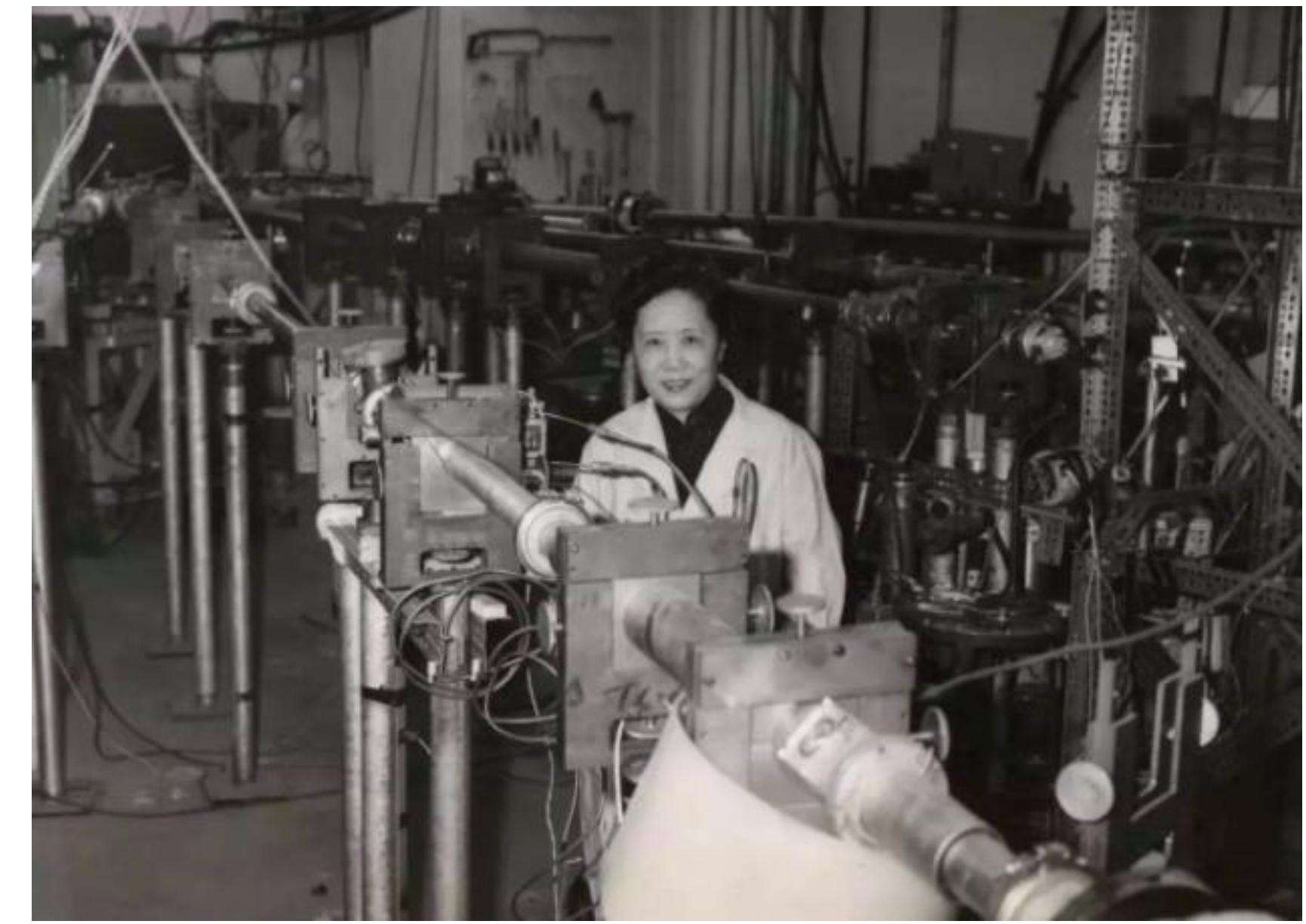


吴健雄设计了一个极化核钴60 β 衰变的实验去检验宇称是否守恒。这个实验在技术上是相当困难的，不单要进行 β 衰变，而且还需要在极低温的环境下才能进行进一步的观察，但当时拥有制造极低温环境设备的美国国家标准局却在华盛顿。

好在天道酬勤，经过一遍又一遍的尝试，吴健雄终于发现「 β 射线的不对称现象非常明显」，但为了保证实验万无一失，她还设计了多个方案来否定自己已经取得的成果，直到多次自我否定无果后，吴健雄才将自己的实验结果证实在美国物理学会上公布。

至此，认为是金科玉律的「宇称守恒定律」被彻底推翻，整个科学界都为之震惊。1988年诺贝尔物理学奖得主史坦伯格称：“如果没有吴健雄的出现，恐怕这条错误的「宇称守恒定律」将会继续误导世界物理学的研究从而导致人类探索真相的脚步走向完全错误的方向。”

1957年，瑞典皇家科学院将诺贝尔物理学奖授予了杨振宁和李政道，但是却将证实了这一定律的吴健雄拒之门外。要知道，在此之前仅有玛丽居里（居里夫人）和其长女伊蕾娜·约里奥·居里两位女性获得过诺贝尔奖。



对于诺贝尔奖将吴健雄拒之门外是否存在性别歧视，在当时的科学界引发了巨大争议，许多科学家都对为吴健雄感到惋惜和不平。吴健雄本人却很淡然的说：“虽然这件事深深的伤害了我，但是我并不是为了争得荣誉才去做学问和实验的，何况我还得到了许多科学家的承认，这已经足够了。”

1943年，成为普林斯顿大学有史以来首位女教员；1958年，打破普林斯顿大学百年传统，成为该校第一位女性荣誉博士，1975年，吴健雄当选成为美国物理学会会长，成为美国物理学会76年历史上首位女会长。除此之外，她还曾先后担任美国国家科学院院士、麦丁堡皇家科学院院士、中国科学院首批外籍院士、台湾中央研究院院士等。

1946年，一位美国教授在退休前希望将藏书捐赠给中国的一所大学，在吴健雄的努力下，才将这批图书送给了北京大学。1982年，吴健雄受聘为南京大学、北京大学、中国科学技术大学等校的名誉教授，是中国科学院高能物理研究所学术委员会委员，1994年当选为中国科学院首批外籍院士。晚年，吴健雄拿出25万美元，捐给母校明德学校作为基建费。

周恩来总理在接见吴健雄和其丈夫时说道：“你们是华人的杰出代表，为世界科学作出了巨大贡献，你们是华人的骄傲，更是世界的骄傲。”

1993年，在吴健雄和其丈夫的建议和全程参与下，被称为「科学神灯」的第三代同步辐射加速器正式启用。这一成果使中国在这一领域取得亚洲第一的地位，并且在世界范围内与美国、欧洲并驾齐驱，形成「三足鼎立」之势。而这也是吴健雄对于中国最大的科学贡献。

1997年2月16日，吴健雄在纽约病逝，享年85岁。遵照吴健雄本人的意愿，丈夫将其骨灰带回祖国，安葬在她的故乡：江苏太仓。



就如同吴健雄的墓碑上刻着的那句话。

「她是一个卓越的世界公民，和一个永远的中国人」



知乎 @英国报姐

1958年，普林斯顿大学将名誉博士学位第一次授予一位女性科学家——吴健雄(前左二)，同时获得普林斯顿大学名誉博士学位的还有李政道(前右一)、杨振宁(前右二)