

# 核态取向变化的实验观察 — 模型机制的检验

李广生

(中国原子能科学研究院 北京)

- 一. 引言
- 二.  $\gamma$ 射线角分布--核态取向的指针
- 三. 实验要点和必要的修正
- 四. 模型机制的检验
- 五. 小结

- 核结构研究的前沿阵地—高自旋态研究
- 高自旋态研究的热点课题
  - 磁转动
  - 手征双重带
  - 旋称反转
- TAC和TPS模型机制的共同特点
  - 转动轴方向发生改变**
- 实验上如何观察核态取向的变化？

## 二. $\gamma$ 射线角分布---核态取向的指针

### $\gamma$ 射线的发射几率

- ❖ 原子核发射 $\gamma$ 射线的几率不是各个方向都相同的，即各向异性
- ❖ 几率的大小，与发射方向和原子核自旋方向之间的夹角有关
- ❖  $\gamma$ - $\gamma$ 方向关联的测量



$\gamma$ 射线对应于核自旋方向的角分布

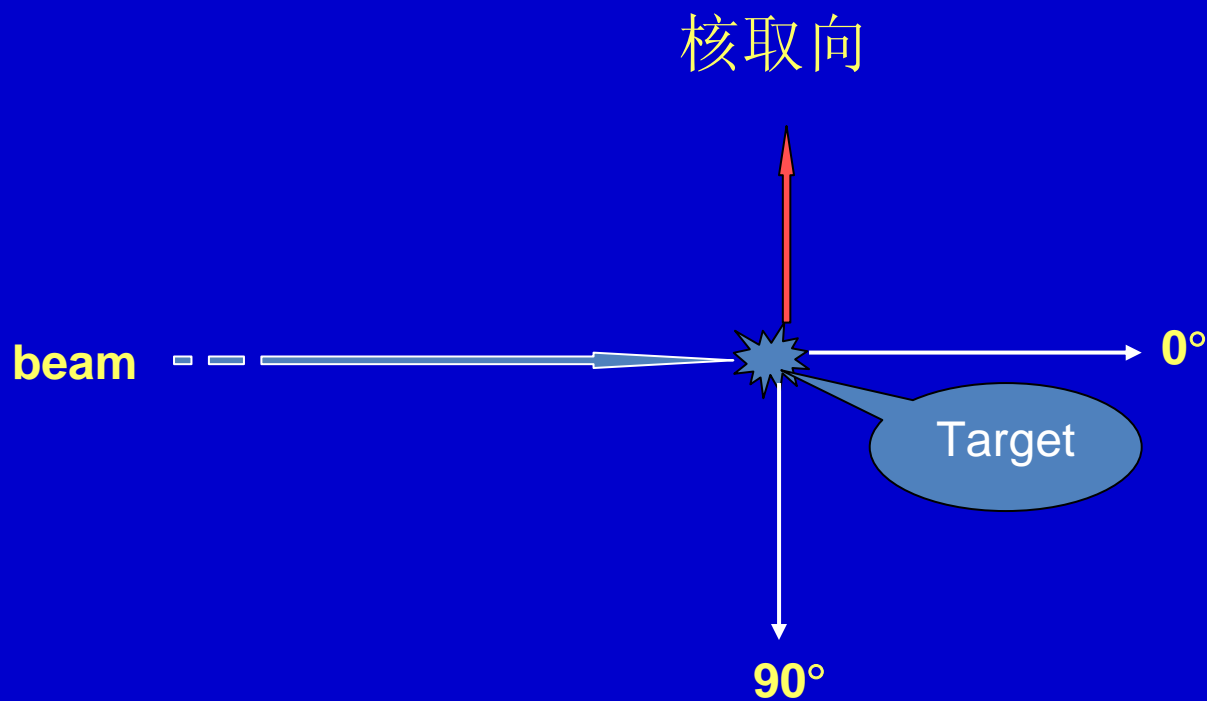
□ 复合核从炮弹得到大的角动量

其垂直于束流轴  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$

$\vec{r}$  : 到核中心的距离向量 (碰撞参

$\vec{p}$  ) : 运动粒子的动量

剩余核是定向的



□ 测量 $\gamma$ 射线相对于束流方向的各项异性度

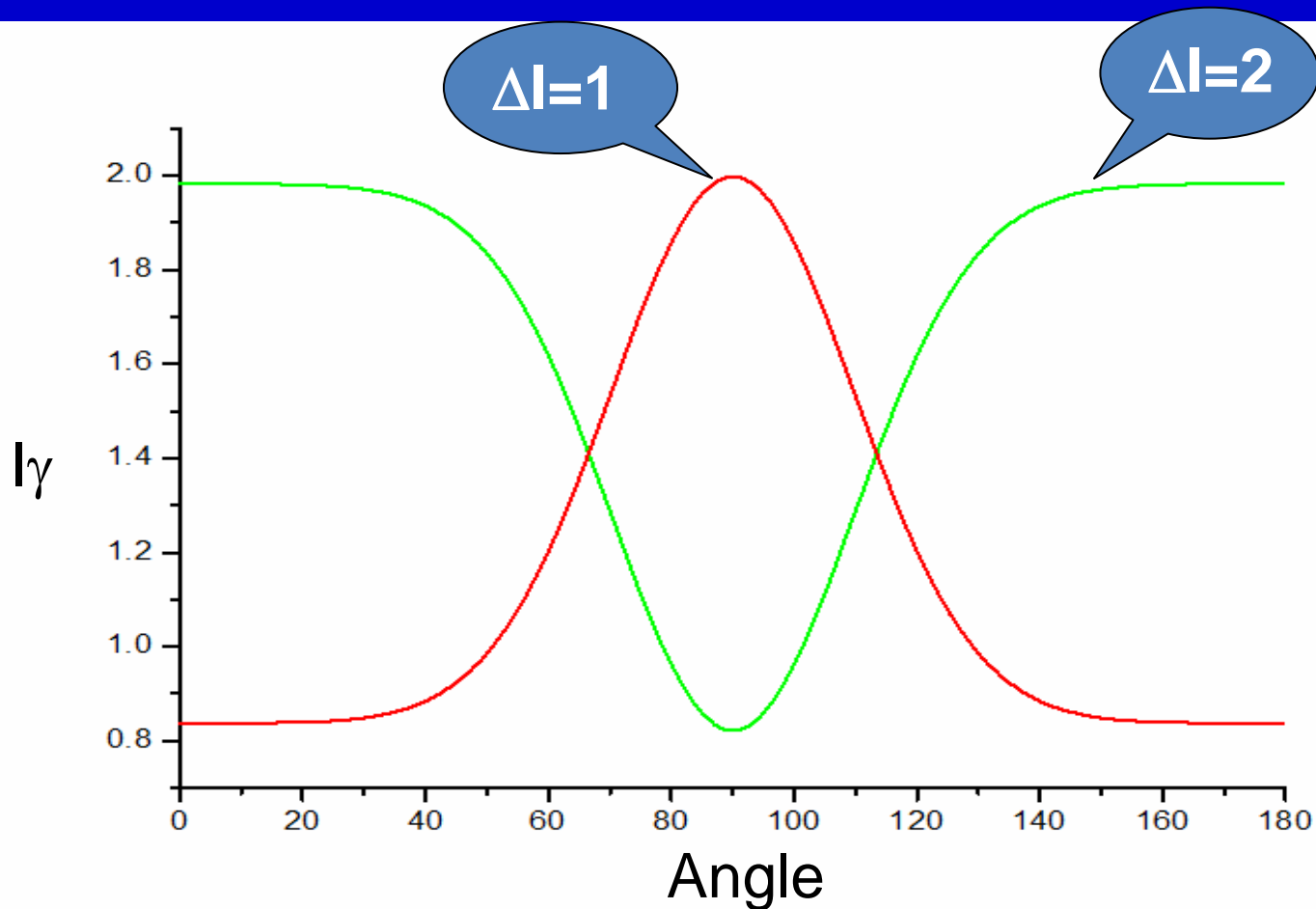


自旋

$\gamma$ 射线对应于核

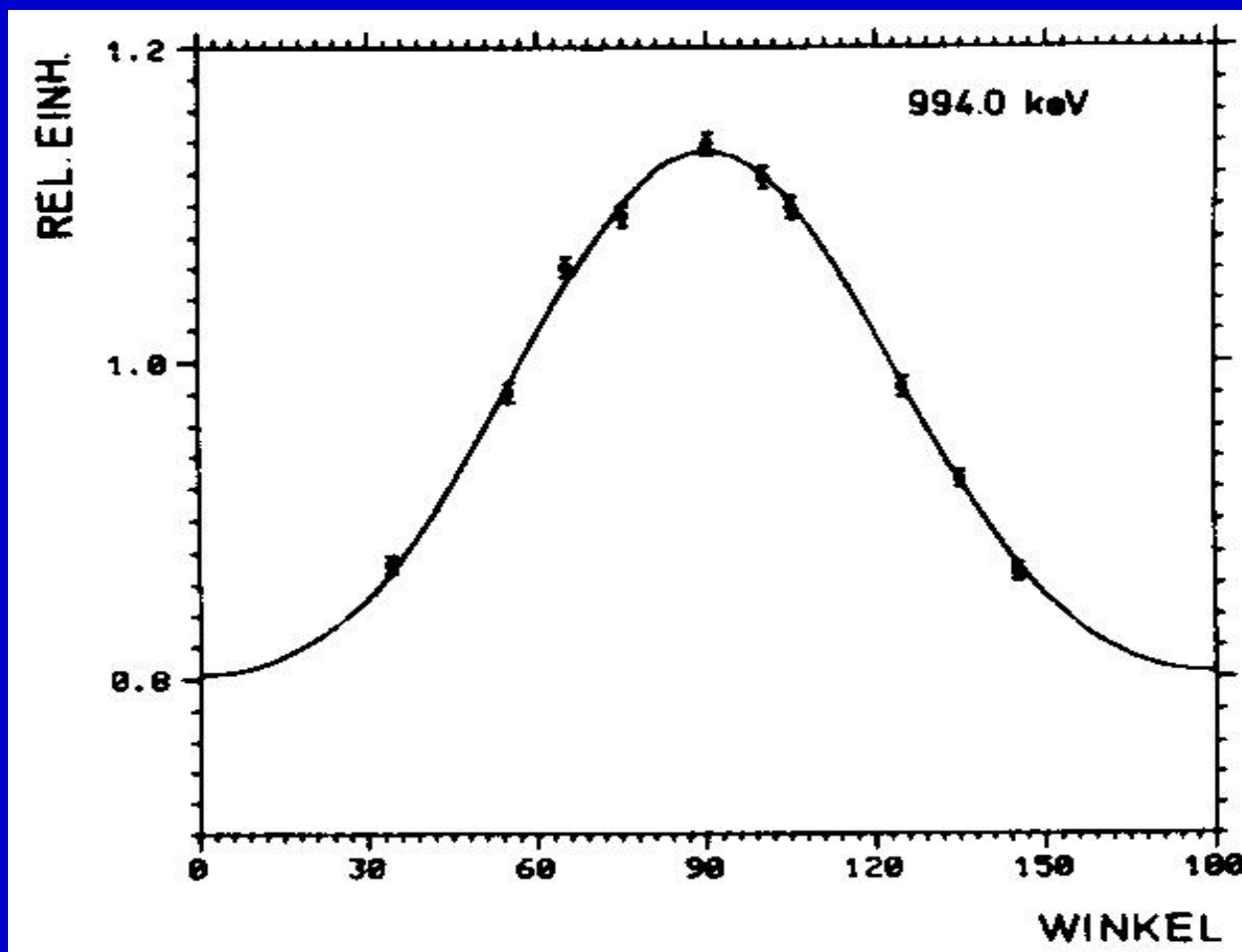
方向的角分布

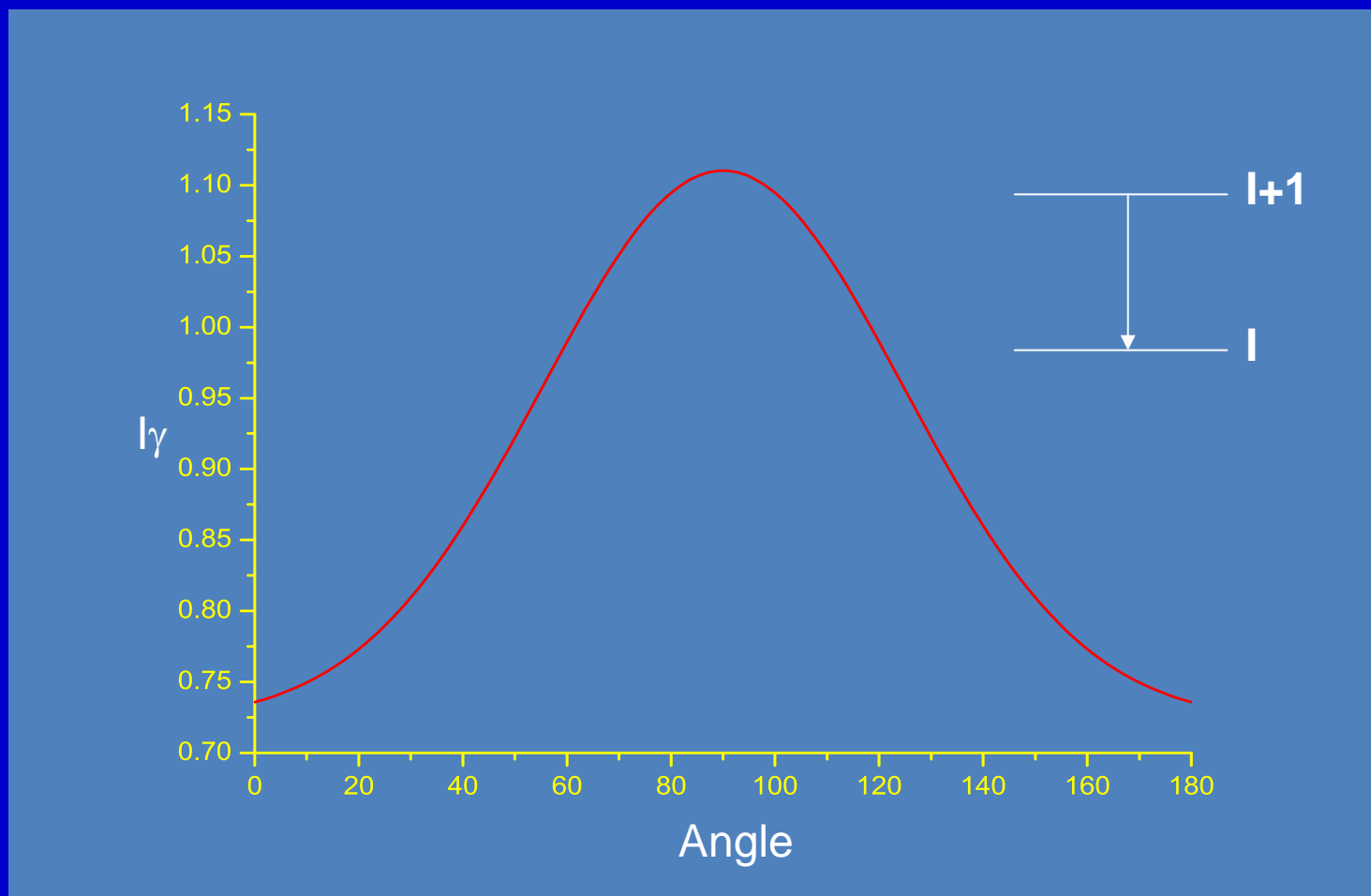
90°对称

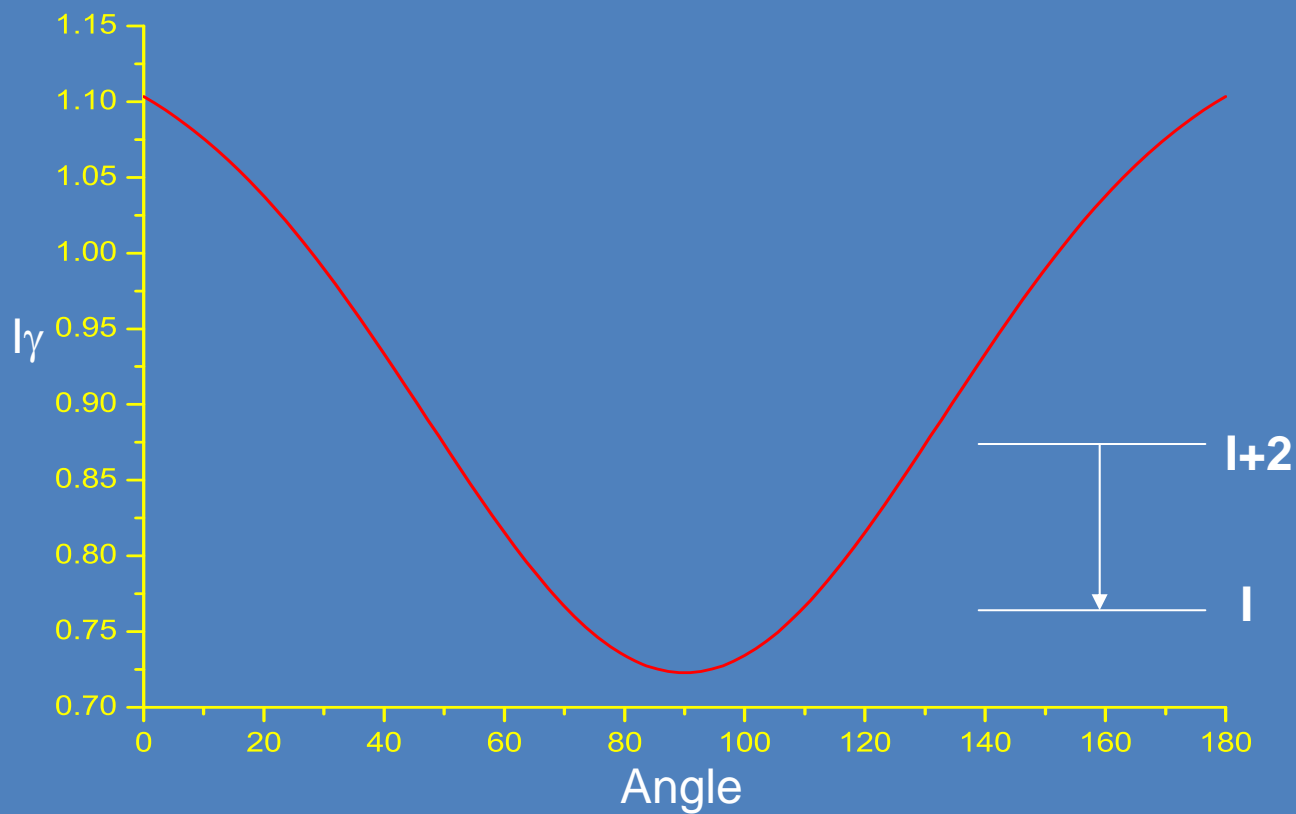


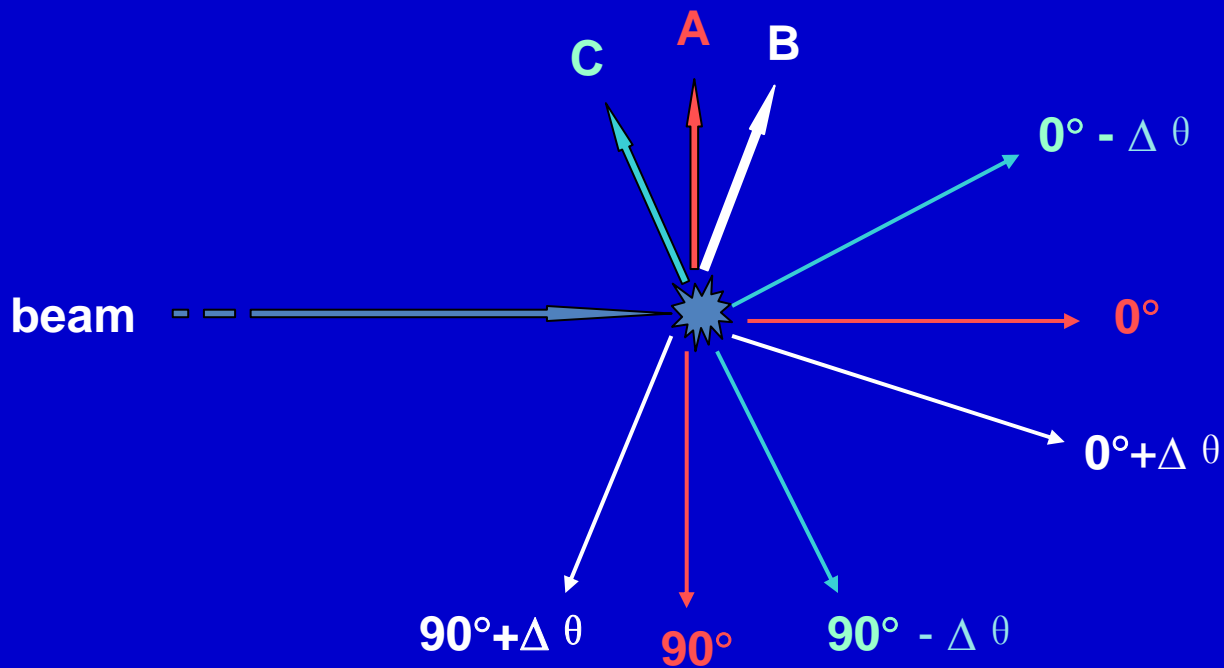


$^{70}\text{Ge}$  994keV  $19/2 \longrightarrow 17/2$  跃迁的角分布

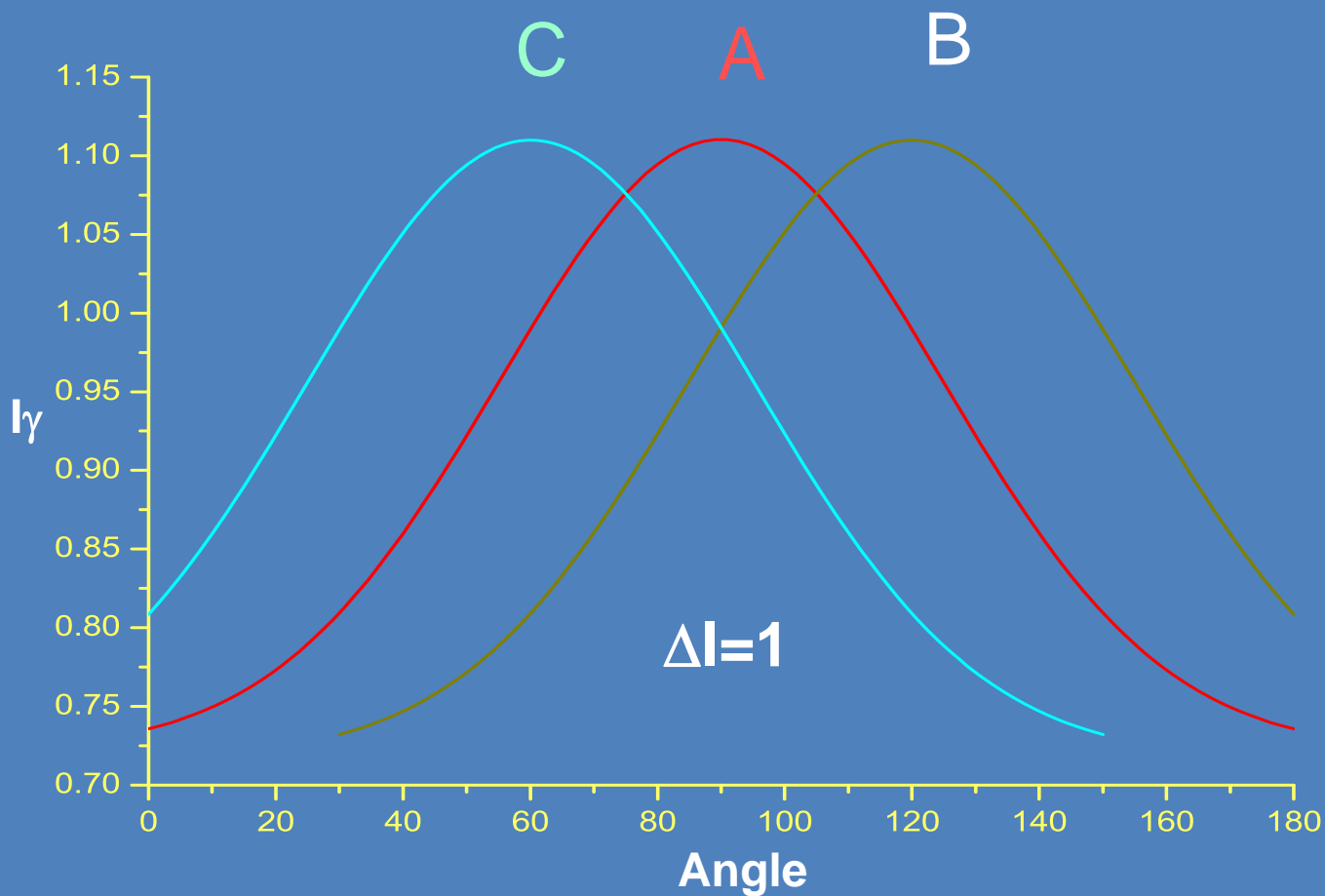




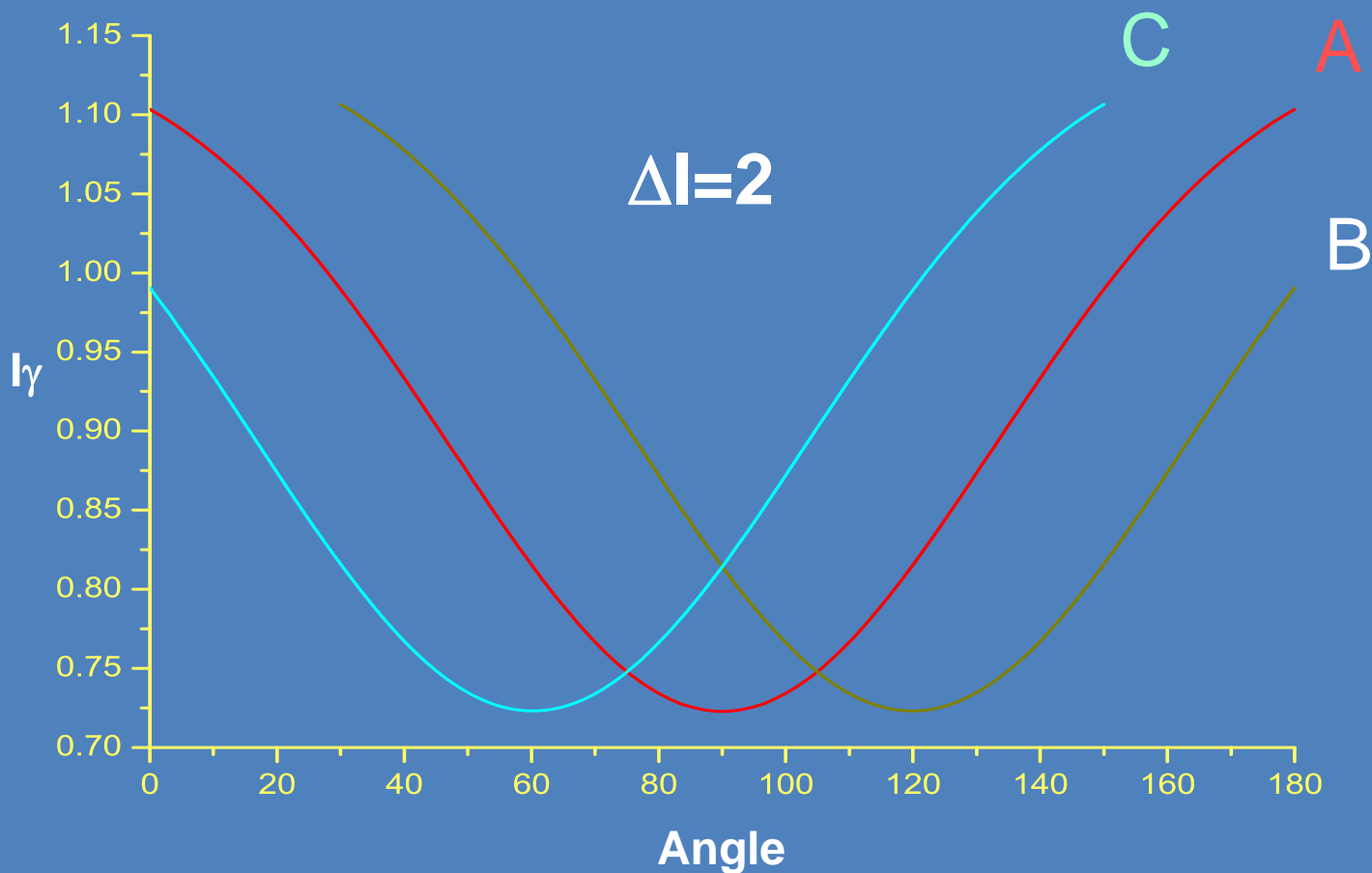




## B和C非90°对称



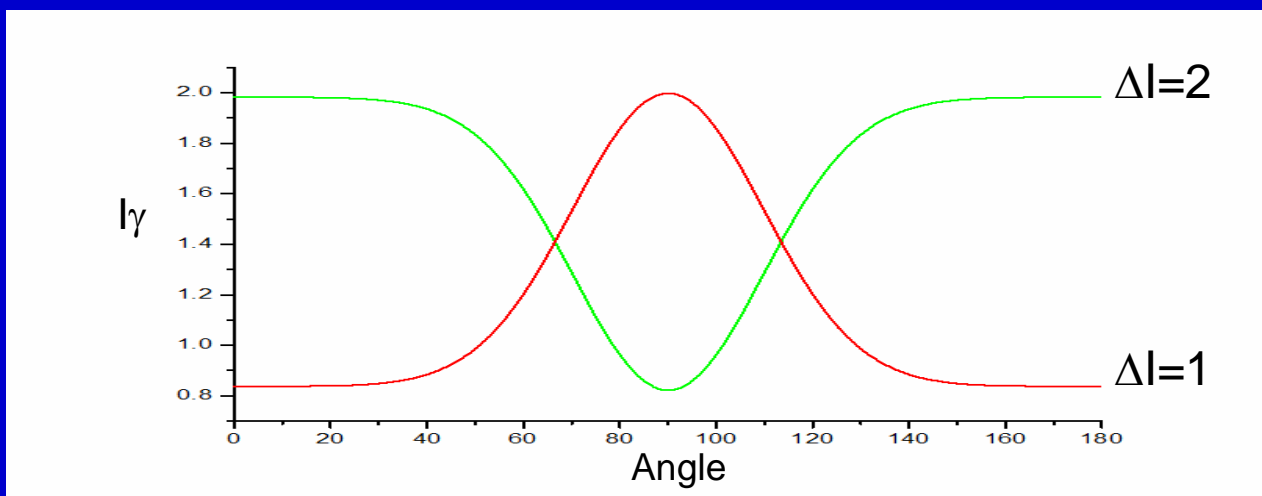
## B和C非90°对称



- 通过 $\gamma$ 射线角分布对 $90^\circ$ 对称性的位移，观察核态取向的改变

- 正常核取向**A**的情况（即γ角分布是90°对称）

$$R = \frac{I(0^\circ)}{I(90^\circ)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta I=2, R \text{ 大} \\ \Delta I=1, R \text{ 小} \end{array} \right.$$





$\Delta l=2$ 時

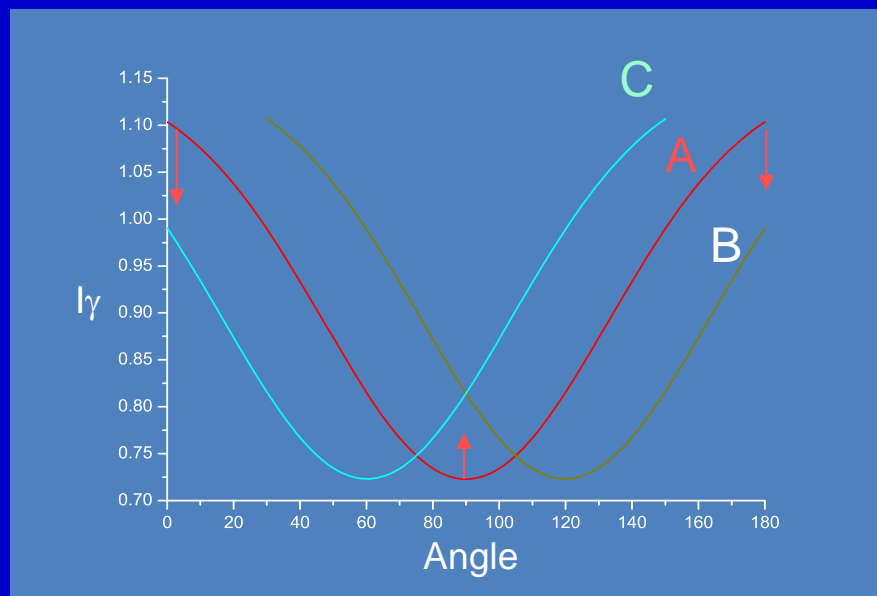
- $I(90^\circ)$ 增大，而 $I(0^\circ)$ 或 $I(180^\circ)$ 減小
- 則

$$R = \frac{I(0^\circ)}{I(90^\circ)} \quad \text{變小}$$

- 於是  $R(B, C) < R(A)$

核取向改變

→ DCO比值減小



$\Delta l=1$ 時

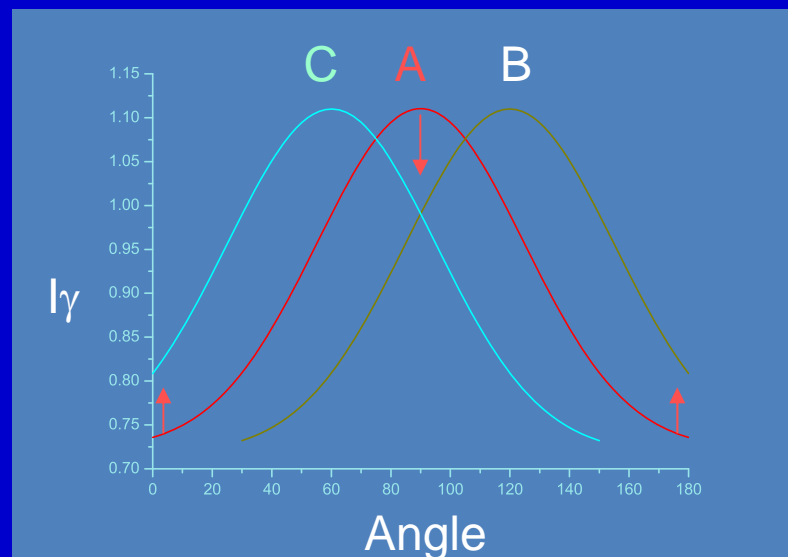
- $I(90^\circ)$ 減小，而 $I(0^\circ)$ 或  $I(180^\circ)$ 增大
- 則

$$R = \frac{I(0^\circ)}{I(90^\circ)} \quad \text{变大}$$

- 于是  $R(B, C) > R(A)$

核取向改变

→ DCO比值增大



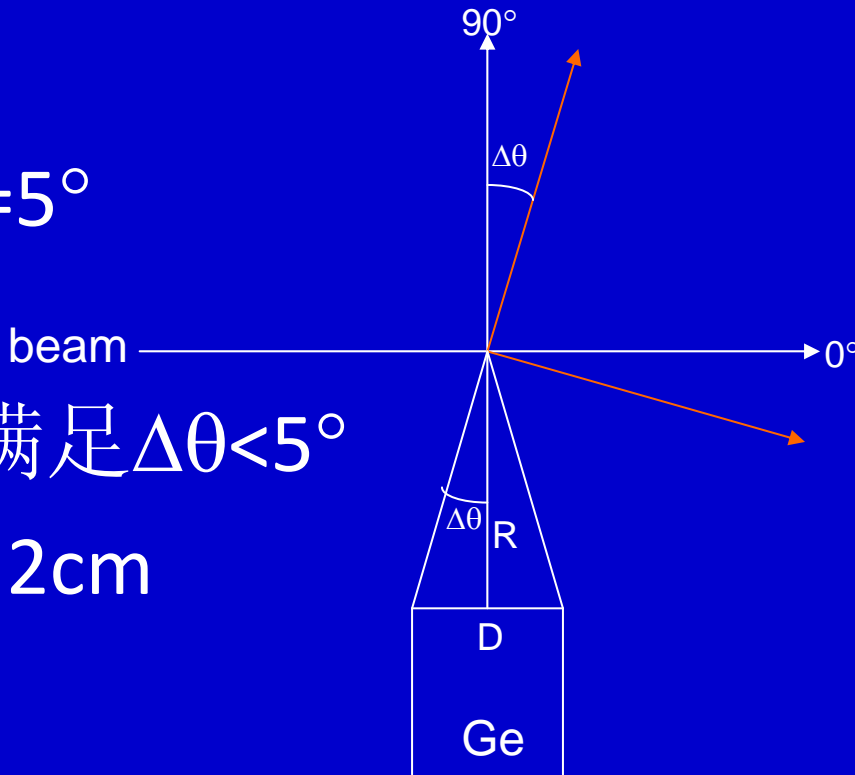
## 1. 探测器相对于靶点小的张角

- $\tan(\Delta\theta) = 0.5D/R$
- 设核态取向改变  $\Delta\theta = 5^\circ$
- $\tan 5^\circ = 0.087$
- 探测器的摆放必须满足  $\Delta\theta < 5^\circ$

若  $D = 10\text{cm}$ , 则  $R > 57.2\text{cm}$

若  $D = 5\text{cm}$ ,

$R > 28.6\text{cm}$



## 2. 高效率的探測器

提高待測效应的计数统计

## 3. 束斑小似点源

准确测定 $\gamma$ 射线与束流方向之间的夹角，  
提高 $\gamma$ 射线角分布测量的精确度

## 4. 探測器立體角的修正

测量的角分布与点探测器的角分布不同

## 5. 多普勒效应的影响

对小角和大角记录的 $\gamma$ 谱

# 四. 模型機制的檢驗



- 相當於核態取向為  $A$
- 對於核態取向相同的  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  (假定E2或M1) 來說，它們的 $\gamma$ 角分布對應於同樣的對稱角
- 它們的DCO比值 $R$ 是一樣的

- 如果转动轴改向，即核态取向由A改变为B或C（上图中白箭头所示）。
- $\gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$ 有同样的角分布，但与 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ 的角分布不同。
- 即 $\gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$ 的 $R_{DC0}$ 比值不同于 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ 的 $R_{DC0}$ 比值

通过 $R_{DC0}$ 比值的变化观察核态取向的改变

- 磁转动和手征二重带源于倾斜轴转动（TAC模型）
- 旋称反转源自转动轴的漂移（反射不对称壳模型）
- 电转动向磁转动的演化解释为转动轴的突变（投影壳模型）
- 验证摆动(Wobbling)带中不存在旋称反转的解释



- 极化核的  $\gamma$  射线角分布---核态取向的指针
- TAC模型和TPS模型机制的检验

谢谢