**解析与解答**

这个问题的核心是分析两种不同性质的粒子（无静止质量的光子 vs. 有质量的中子）与质子发生对心碰撞（能量转移最大）时的能量和动量关系。

## （1）假说 A：入射粒子为光子（康普顿散射模型）

我们考虑光子与静止质子的“对心”散射，即光子沿原路返回（180°散射），此时质子获得最大动能。

根据 **能量守恒** 和 **动量守恒** 定律： - **能量守恒**:

$$E_\gamma + m_p c^2 = E'_\gamma + (K_p + m_p c^2) \Longrightarrow E_\gamma = E'_\gamma + K_p$$

- **动量守恒**:

$$p_\gamma = p_p - (-p'_\gamma) \quad （定义入射方向为正，光子反弹后动量为负）$$

即:

$$p_p = p_\gamma + p'_\gamma$$

其中，$E_\gamma$ 和 $E'_\gamma$ 分别是光子碰撞前后的能量，$p_p$ 是质子的动量。

根据光子的能量动量关系 $E = pc$，有:

$$p_\gamma = \frac{E_\gamma}{c}, \quad p'_\gamma = \frac{E'_\gamma}{c}$$

代入动量守恒方程:

$$p_p = \frac{E_\gamma}{c} + \frac{E'_\gamma}{c}$$

由能量守恒知 $E'_\gamma = E_\gamma - K_p$，代入上式:

$$p_p = \frac{E_\gamma}{c} + \frac{E_\gamma - K_p}{c} = \frac{2E_\gamma - K_p}{c}$$

即：

$$p_p c = 2E_\gamma - K_p$$

对于质子，其总能量与动量关系为：

$$(K_p + m_p c^2)^2 = (p_p c)^2 + (m_p c^2)^2$$

展开得：

$$K_p^2 + 2K_p m_p c^2 + (m_p c^2)^2 = (p_p c)^2 + (m_p c^2)^2$$

简化：

$$(p_p c)^2 = K_p^2 + 2K_p m_p c^2$$

代入数据计算 $(p_p c)^2$：

$$(p_p c)^2 = (5.7)^2 + 2 \times 5.7 \times 938 \approx 32.49 + 10{,}693.2 = 10{,}725.69$$

$$p_p c = \sqrt{10{,}725.69} \approx 103.6 \text{ MeV}$$

代回光子能量方程：

$$103.6 = 2E_\gamma - 5.7$$

$$2E_\gamma = 109.3 \Longrightarrow E_\gamma \approx 54.7 \text{ MeV}$$

**计算结果分析（假说 A）**：如果入射粒子是光子，它必须拥有约 55 MeV 的巨大能量，才能在一次碰撞中将 5.7 MeV 的动能转移给质子。

---

## （2）假说 B：入射粒子为中子（弹性碰撞模型）

我们考虑中子与静止质子的“对心”弹性碰撞。在这种情况下，可以使用经典力学（因为粒子的动能远小于其静止能量，相对论效应不显著）。

根据经典弹性碰撞理论，当质量为 $m_1$ 的物体以速度 $v_1$ 撞击静止的质量为 $m_2$ 的物体后，被撞物体 $m_2$ 的最终速度 $v_2$ 为：

$$v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$$

在本题中，$m_1$ 是中子，$m_2$ 是质子，且 $m_n \approx m_p$。因此：

$$v_p \approx \frac{2m_n}{m_n + m_n} v_n = v_n$$

这意味着，质子获得的最大动能等于中子入射时的动能：

$$K_p^{\max} = K_n = 5.7\ \text{MeV}$$

**计算结果分析（假说 B）**：如果入射粒子是中子，它只需要拥有 5.7 MeV 的动能。

---

## (3) 最终结论

- **光子假说** 需要一个能量高达 $\sim 55$ MeV 的光子。这远远超过了$\alpha$粒子轰击铍核反应所能释放的总能量（$\sim 14$ MeV）。这个能量来源无法解释，因此该假说不合理。
- **中子假说** 只需要一个能量为 5.7 MeV 的中子。这个能量完全在核反应释放的能量范围之内，是一个非常合理的结果。