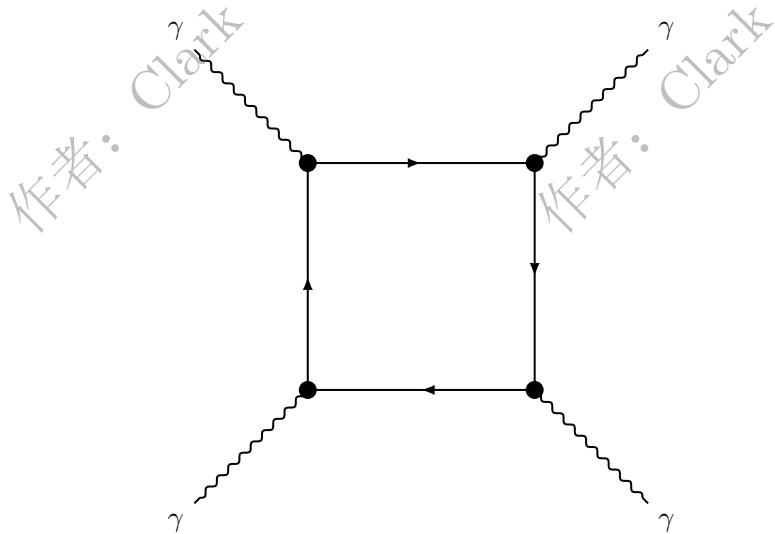


# 粒子物理基础作业

Clark

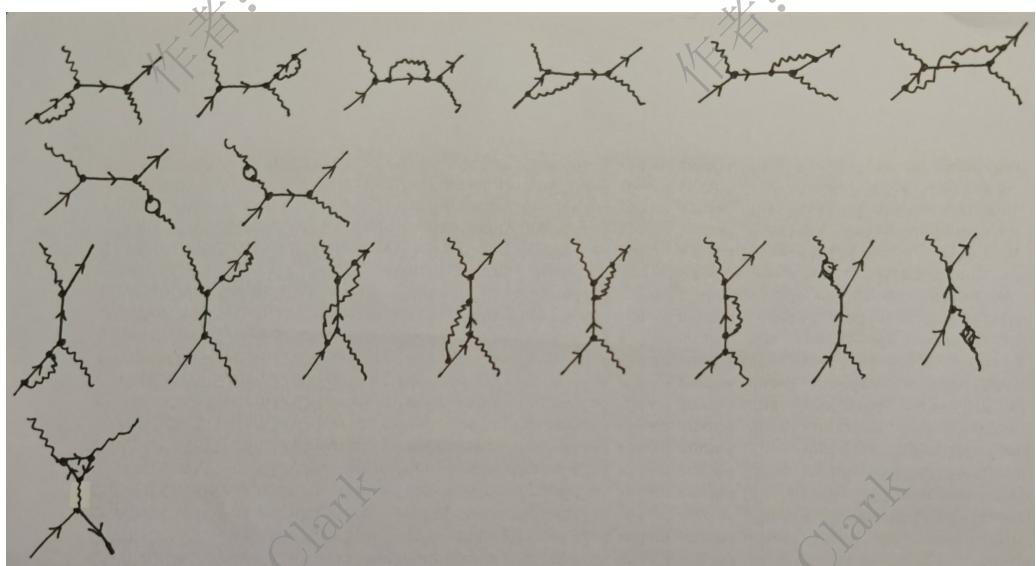
2.2 画出 Delbrunk 散射的最低阶 Feynman 图:  $\gamma + \gamma \rightarrow \gamma + \gamma$ 。(这个光光散射的过程没有其经典电动力学的类似物。)

解:



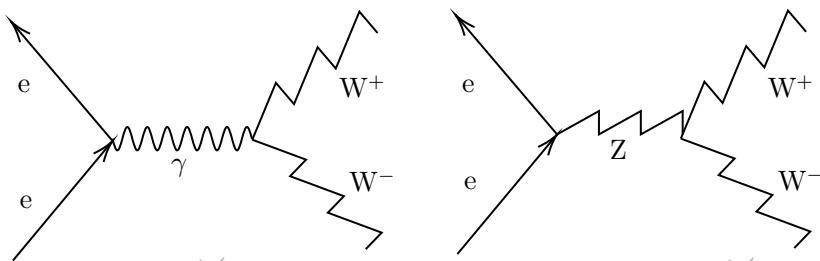
2.3 画出所有四阶（四个顶角）的 Compton 散射的 Feynman 图。（有 17 个，不连接图不算。）

解:



2.6 画出对  $e^+ + e^- \rightarrow W^+ + W^-$  过程有贡献的所有最低阶 Feynman 图。一个涉及 Z 到 W 的直接耦合，另一个涉及  $\gamma$  到 W 的耦合，因此当 LEP (在 CERN 的电子-正电子对撞机) 达到足够的能量去产生两个 W 时，1996 年，这些例外的过程就能被实验所研究了。见 B. Schwarzschild, *Physics Today* (September 1996), p21。)

解：



2.7 检验如下过程，对每一个按标准模型（不包括大统一及其可能的轻子数和重子数守恒的破坏）说明它是否是可能或不可能的。对前者，说明所负责的相互作用——强、电磁或弱；对后者，引用禁戒它发生的守恒定律。（按照通常的习惯，当无含混时我将不会指明电荷，因此  $\gamma$ 、 $\Lambda$  和  $n$  是中性的； $/p$  是正的， $e$  是负的；等等。）

- |  |   |
|--|---|
| (a) $p + \bar{p} \rightarrow \pi^+ + \pi^0$                | (l) $p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$         |
| (b) $\eta \rightarrow \gamma + \gamma$                     | (m) $n + \bar{n} \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ |
| (c) $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \pi^0$                 | (n) $\pi^+ + n \rightarrow \pi^- + p$               |
| (d) $\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$                       | (o) $K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$                 |
| (e) $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$                  | (p) $\Sigma^+ + n \rightarrow \Sigma^- + p$         |
| (f) $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$                  | (q) $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \gamma$         |
| (g) $\Delta^+ \rightarrow p + \pi^0$                       | (r) $\Xi^- \rightarrow \Lambda + \pi^-$             |
| (h) $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$                  | (s) $\Xi^0 \rightarrow p + \pi^-$                   |
| (i) $e + p \rightarrow \nu_e + \pi^0$                      | (t) $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + K^0$           |
| (j) $p + p \rightarrow \Sigma^+ + n + K^0 + \pi^+ + \pi^0$ | (u) $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$             |
| (k) $p \rightarrow e^+ + \gamma$                           | (v) $\Sigma^- \rightarrow n + e + \bar{\nu}_e$      |

解：

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| (a) 不可能，违背电荷守恒                | (f) 不可能，违背轻子数守恒 ( $\mu$ 子数不守恒) |
| (b) 可能，电磁相互作用                 | (g) 可能，强相互作用                   |
| (c) 不可能，违背能量守恒                | (h) 可能，弱相互作用                   |
| (d) 可能，弱相互作用 (奇异数不守恒，通过弱衰变允许) | (i) 不可能，违背重子数守恒                |
| (e) 可能，电磁相互作用                 | (j) 可能，强相互作用                   |

- (k) 不可能, 违背重子数守恒  
 (l) 可能, 强相互作用  
 (m) 可能, 强相互作用  
 (n) 不可能, 违背电荷守恒  
 (o) 可能, 弱相互作用 (奇异数不守恒)  
 (p) 不可能, 违背电荷守恒  
 (q) 可能, 电磁相互作用  
 (r) 可能, 弱相互作用 (奇异数不守恒)  
 (s) 不可能, 弱相互作用只允许  $\Delta S = 0, \pm 1$ , 而这里  $\Delta S = -2$   
 (t) 可能, 强相互作用  
 (u) 可能, 电磁相互作用  
 (v) 可能, 弱相互作用 (奇异数不守恒)

2.8 有些衰变涉及两种 (或甚至三种) 不同的力。对下列过程画出可能的 Feynman 图:

$$(a) \mu \rightarrow e + e + e^+ + \nu_\mu + \bar{\nu}_e$$

$$(b) \Sigma^+ \rightarrow p + \gamma$$

解:

