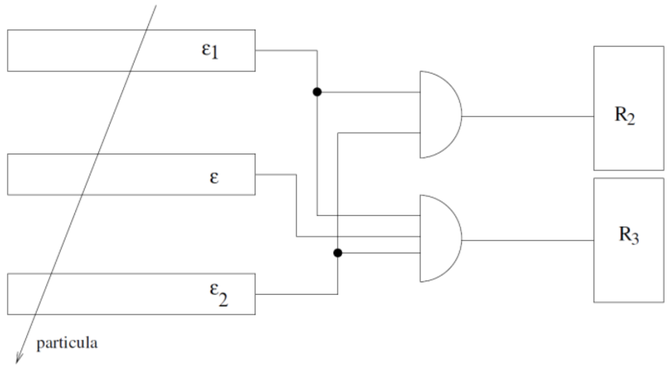
Experimento 5: Circuitos de coincidência e eficiência

A eficiência de um detector pode ser medida através de um experimento simples, conforme representado no esquema da figura abaixo.



O detector cuja eficiência ε queremos determinar é posicionado entre dois detectores com eficiências ε_1 e ε_2, de forma a termos certeza de que o trigger da coincidência dupla entre estes dois também gera um trigger no detector sob investigação.

A taxa de coincidências duplas é $R_2 = \varepsilon_1\varepsilon_2 N$, para *N* partículas passando pelo arranjo, enquanto que a taxa de coincidências triplas é $R_3 = \varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon N$.

De onde a razão entre as duas taxas é a eficiência a ser medida do detector central:

$$\varepsilon = \frac{R_3}{R_2} = \frac{\varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon N}{\varepsilon_1\varepsilon_2 N}.$$

Agora, a probabilidade de um detector ser eficiente *r* vezes em *n* experimentos (experimento de Bernoulli), com probabilidade *p* de ser eficiente e *q=1-p* de ser ineficiente é dada pela distribuição binominal:

$$f(n,p,q) = \binom{n}{r} p^r q^{n-r} = \frac{n!}{r!(n-r)!} p^r q^{n-r},$$

onde o valor esperado $< r >= np$ e a variância é $\sigma^2 = npq \Longrightarrow \sigma = \sqrt{np(1-p)}$.

Assim, o erro na taxa de contagens da coincidência tripla é:

$$\sigma_{R_3} = \sqrt{R_2\varepsilon(1-\varepsilon)}$$

e o erro relativo, normalizado pelo número de triggers duplos, é:

$$\frac{\sigma_{R_3}}{R_2} = \sqrt{\frac{\varepsilon(1-\varepsilon)}{R_2}}.$$

No caso em que a eficiência é baixa: $R_3 \ll R_2 \Leftrightarrow \varepsilon \ll 1$:

$$\sigma_{R_3} = \sqrt{R_2\varepsilon(1-\varepsilon)} \simeq \sqrt{R_2\varepsilon} = \sqrt{R_3}.$$

E no caso em que a eficiência é ata: $R_3 \simeq R_2 \Leftrightarrow \varepsilon \simeq 1 \Leftrightarrow 1-\varepsilon \ll 1$:

$$\sigma_{R_3} = \sqrt{R_2\varepsilon(1-\varepsilon)} \simeq \sqrt{R_2(1-\varepsilon)} = \sqrt{R_2 - R_3}.$$