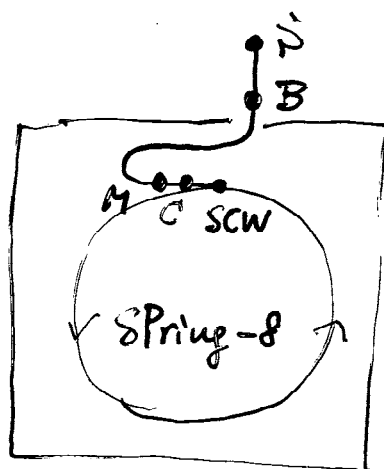


高エネルギー放射光からの陽電子発生に期待する

兵頭俊夫

(東京大学大学院総合文化研究科)

パルス陽電子源は理想的



Super Conducting Wiggler
Converter
Moderator
(Buncher)
Sample

比較

^{22}Na 線源 による fast e^+ 実験 vs.
SPring-8 の pulsed slow e^+ 実験

・線源

^{22}Na 利用

$$s \sim 30\text{mCi} \sim 10^9\text{s}^{-1}$$

$$s \sim 3\mu\text{Ci} \sim 10^5\text{s}^{-1}$$

SPring-8 slow e^+ 利用

$$s \sim 10^{10} \times 10^{-4} = 10^6\text{s}^{-1}$$

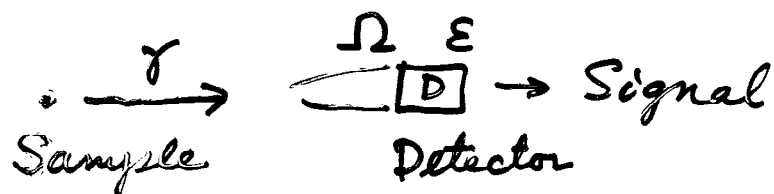
$$\nu_1 = (4.8\mu\text{s})^{-1} = 2 \times 10^5\text{s}^{-1} \quad (RF \text{ バケット } 1)$$

$$\nu_2 = (1.97\text{ns})^{-1} = 5 \times 10^8\text{s}^{-1} \quad (RF \text{ バケット } 2436)$$

$$w_p \sim 100\text{ps} \text{ (slow } e^+ \text{: 必要なら再バンチ)}$$

・検出器の効率

$$\Omega\varepsilon = \text{立体角} \times \text{検出効率 (エネルギー選択含む)}$$



Doppler Broadening 測定

要請： 計数率 $N_{\text{tot}} < 10^3 \text{ s}^{-1}$ (←エネルギー分解能維持)

^{22}Na 利用

$$N_{\text{tot}} = s\Omega\epsilon \sim s \times 10^{-2} < 10^3 \text{ s}^{-1}$$

$$\rightarrow s < 10^5 \text{ s}^{-1} \sim 3\mu\text{Ci}$$

SPring-8 slow e^+ 利用

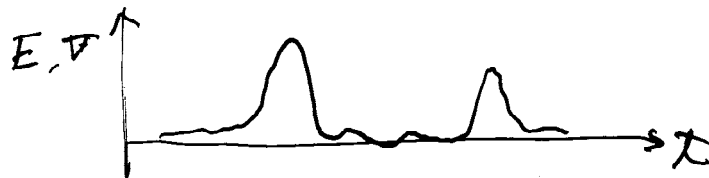
$$\frac{s}{\nu} \Omega\epsilon \times \nu \times 10^{-3} < 1 \text{ s}^{-1}$$

$$\rightarrow s\Omega\epsilon \sim s \times 10^{-2} < 10^3$$

$$\rightarrow s < 10^5 \text{ s}^{-1} \quad (\text{十分})$$



03-11-3



2D-ACAR 測定

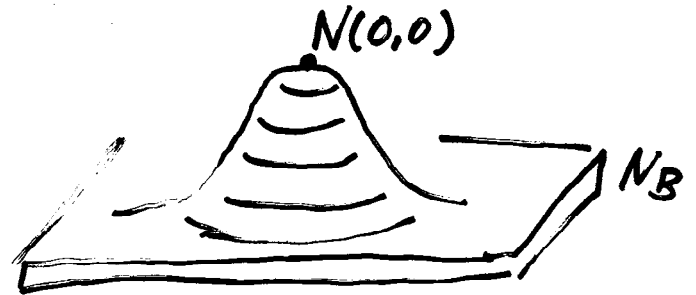
2次元運動量計数率： $N(\theta_x, \theta_y)$

立体角分解能： $\Delta\Omega \sim (0.3\text{mrad})^2 \sim 10^{-7}$

運動量分布幅： $W^2 \sim (10\text{mrad})^2 \sim 10^{-4}$

分解時間： $\Delta\tau \sim 100 \text{ ns}$

要請： $\frac{N_B}{N(0,0)} < 10^{-2}$



^{22}Na 利用

ピーク計数率： $N(0,0) \sim 2s\Omega_1\epsilon_1 \times (\Delta\Omega/W^2)\epsilon_2$

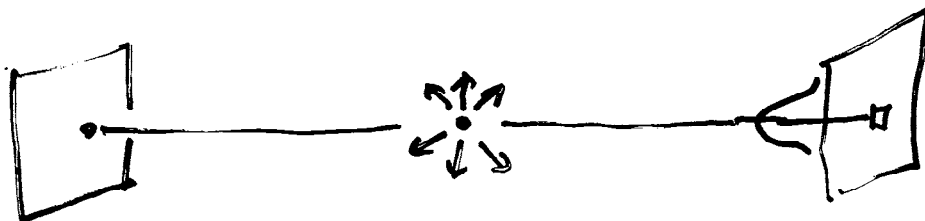
ランダム BG： $N_B \sim 2s\Omega_1\epsilon_1 \times 2s(\Delta\Omega/4\pi)\epsilon_2\Delta\tau$

$$\rightarrow \frac{N_B}{N(0,0)} \sim \frac{sW^2\Delta\tau}{2\pi} < 10^{-2}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &< \frac{2\pi \times 10^{-4}}{W^2\Delta\tau} \sim \frac{2\pi \times 10^{-4}}{10^{-4} \times 10^{-7}} \\ &= 2\pi \times 10^9 \text{s}^{-1} \sim 200 \text{mCi} \end{aligned}$$

SPring-8 slow e^+ 利用

$\nu_2^{-1} < \Delta\tau$ なので, ^{22}Na の場合と同じ条件でよい
 $s < 2\pi \times 10^9 \text{s}^{-1}$ (最大出力が出せればOK)



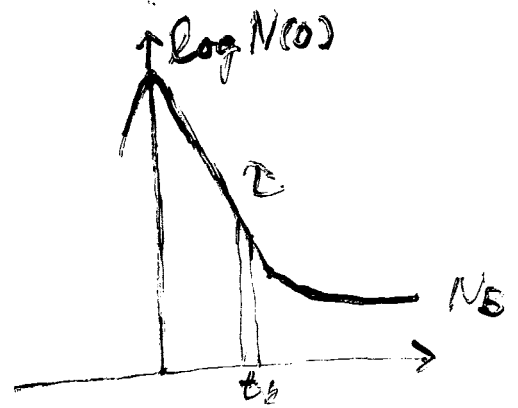
陽電子寿命測定

陽電子寿命： $\tau \leq 1 \text{ ns}$ の場合

寿命スペクトル： $f(t) = \frac{1}{\tau} e^{-t/\tau}$

分解時間： $\Delta\tau$

スペクトルのビン幅： Δt_b



^{22}Na 線源利用

スペクトル計数率： $N(t)\Delta t_b = s\Omega_1\epsilon_1 \times 2f(t)\Omega_2\epsilon_2\Delta t_b$

ランダム BG： $N_B\Delta t_b = s\Omega_1\epsilon_1 \times 2s\Omega_2\epsilon_2\Delta t_b$

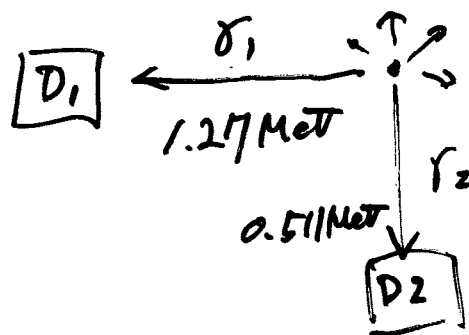
要請： $\frac{N_B}{N(0)} < 10^{-3}$

$$\rightarrow \frac{N_B}{N(0)} = \frac{s}{f(0)} = s\tau < 10^{-3}$$

$$\rightarrow s < \frac{10^{-3}}{10^{-9}} = 10^6 \sim 30\mu\text{Ci}$$

$$N_{\text{tot}} \sim s\Omega\epsilon_1 \times 2\Omega_2\epsilon_2 \sim 10^6 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} = 200\text{s}^{-1}$$

(十分)



SPring-8 slow e^+ 利用

要請： $\frac{s}{\nu} \Omega \varepsilon < 1 \quad \nu^{-1} \gg \tau$

→ $\nu_1^{-1} \sim 5 \times 10^{-6} \text{s}$ のみ利用可能

→ $s < 2 \times 10^5 \times 10^{-2} = 10^3$

→ $N \sim \nu = 2 \times 10^5 \text{s}^{-1}$

(ADC の速度で制限を受ける)

自由空間中の Ps ($\tau \sim 100 \text{ ns}$) を測定するには
 $\nu^{-1} > 10^{-5} \text{ s}$ とするために、陽電子に変換した後で、
ゲートをかけてパルスの間引く。(十分)