

**федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение**

высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

кафедра физики элементарных частиц

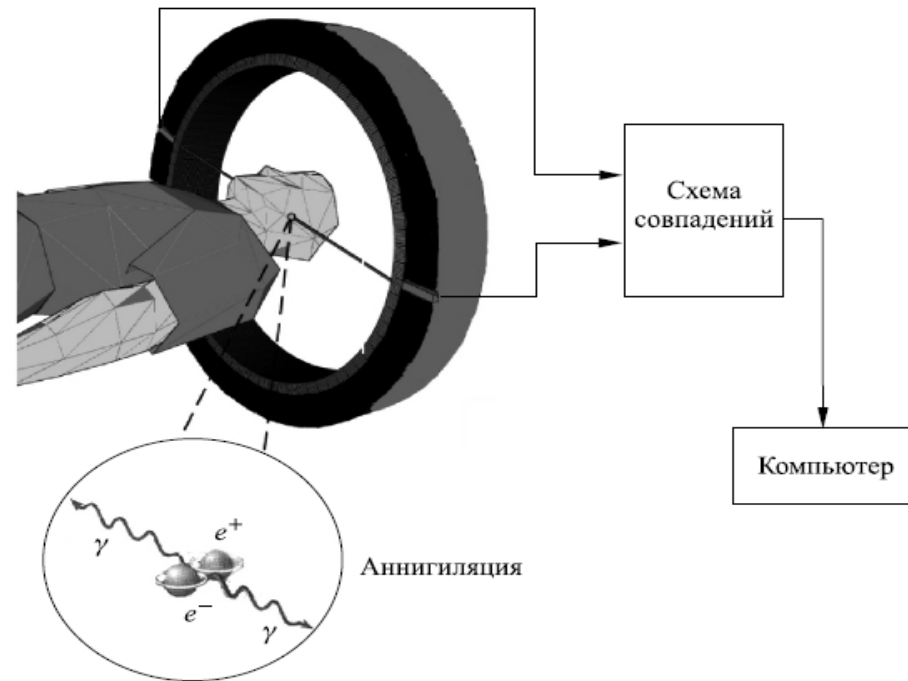
Применение ядерно-физических аппаратуры и методов в биологии и
медицине

Выполнил студент 214 группы
Кирютин И.С

Научный руководитель:
Фотина Ольга Владиленовна

Позитронно-эмиссионная томография

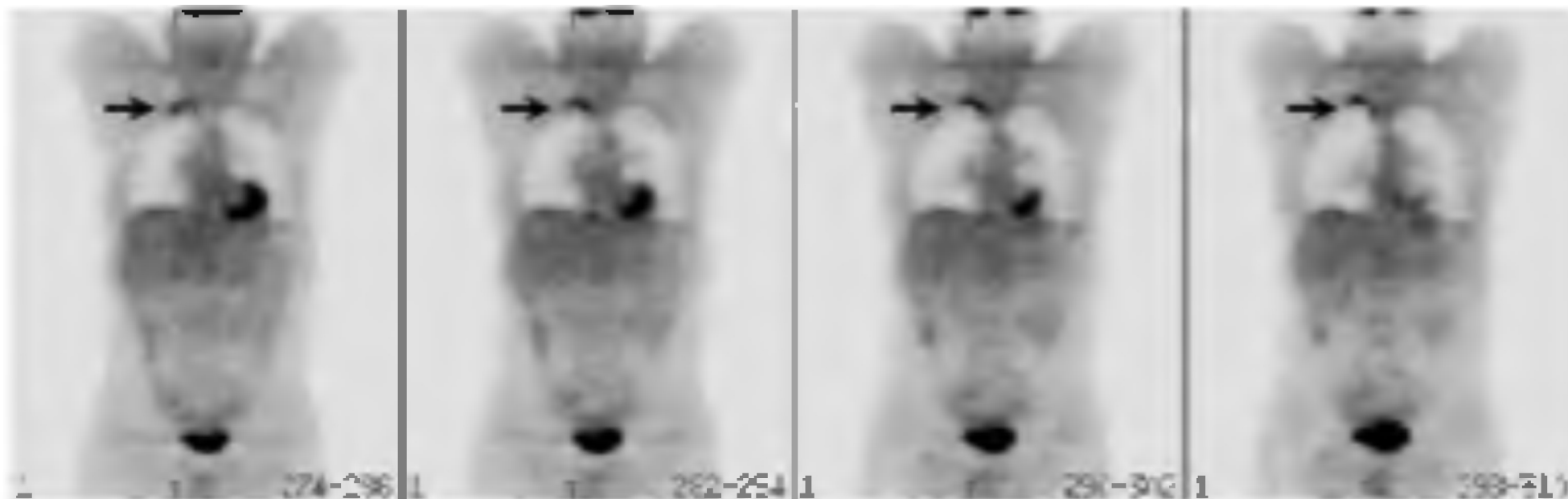
Метод основан на одновременной регистрации двух гамма-квантов, образованных в результате аннигиляции позитрона.



Radionuclides	Half-life	Mode of decay (%)	$E_{\beta^+,max}$ (MeV)
^{11}C	20.4 min	β^+ (100)	0.970
^{13}N	10 min	β^+ (100)	1.2
^{15}O	2 min	β^+ (100)	1.74
^{18}F	110 min	β^+ (97) EC (3)	0.64
^{68}Ga	68 min	β^+ (89) EC(11)	1.90
^{82}Rb	75 s	β^+ (95) EC(5)	3.15
^{124}I	4.2d	β^+ (23) EC(77)	2.14

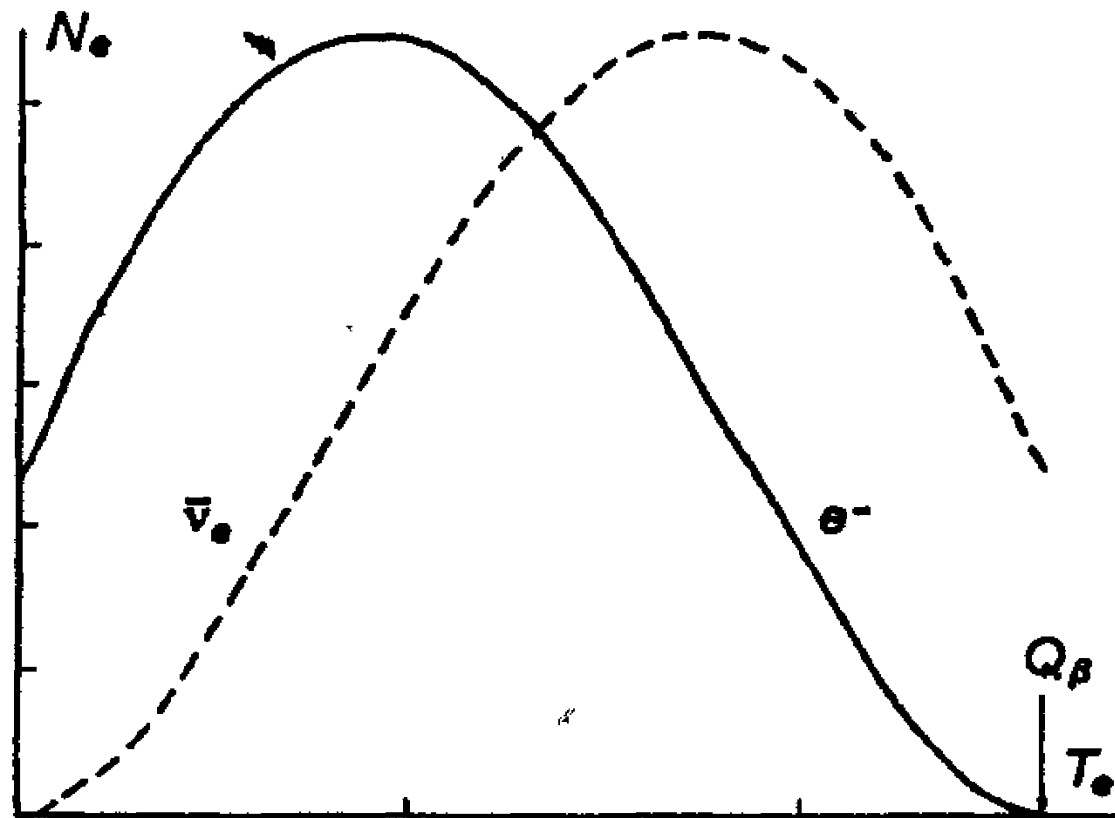
Наличие позитронных эмиттеров среди таких радионуклидов как углерод, азот, кислород позволяет использовать самые различные биологически активные соединения, меченные этими нуклидами.

Радиофармацевтические препараты(РФП), применяемые при ПЭТ, являются веществами участвующими во многих биологических процессах.



Применение ПЭТ имеет важное значение при диагностике многих заболеваний в таких разделах медицины как кардиология(например, при ишемической болезни сердца), заболевания нервной системы(болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, эпилепсии) и онкологии.

Бета-распад



1) $\beta^- (n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e),$

$M(A, Z) > M(A, Z + 1) + m_e,$

2) $\beta^+ (p \rightarrow n + e^+ + \nu_e),$

$M(A, Z) > M(A, Z - 1) + m_e,$

3) e-захват ($p + e^- \rightarrow n + \nu_e$),

$M(A, Z) + m_e > M(A, Z - 1).$

Движение позитрона в веществе

Ионизационные потери

$$-\frac{dE}{dx} = \frac{2\pi e^4 n}{mv^2} \left\{ \ln \frac{mv^2 E}{2I^2 (1-\beta^2)} - (2\sqrt{1-\beta^2} - 1 + \beta^2) \ln 2 + 1 - \beta^2 + \frac{1}{8} (1 - \sqrt{1-\beta^2})^2 \right\},$$

Радиационные потери

$$\left(-\frac{dE}{dx} \right)_{\text{рад}} = \frac{E}{t_r},$$

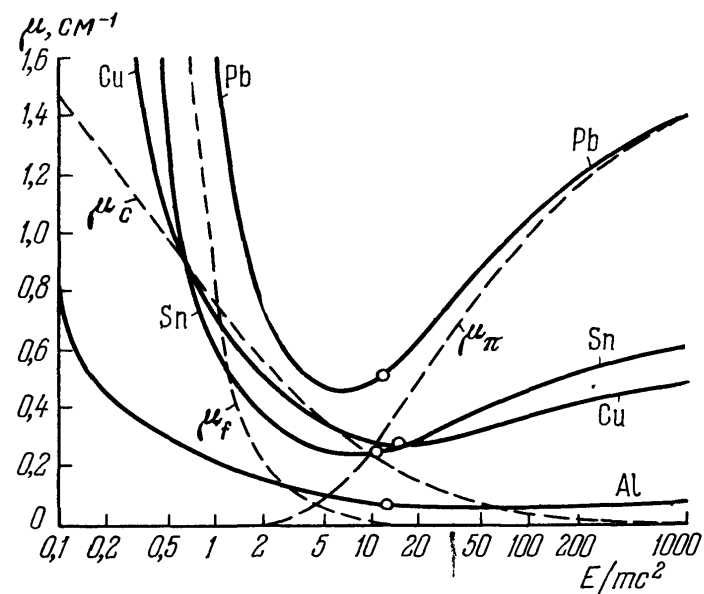
Максимальный пробег (г/см²)
 $R_{\text{max}} = 0,526E - 0,24,$

$E(\text{МэВ})$

Прохождение гамма-квантов через вещество

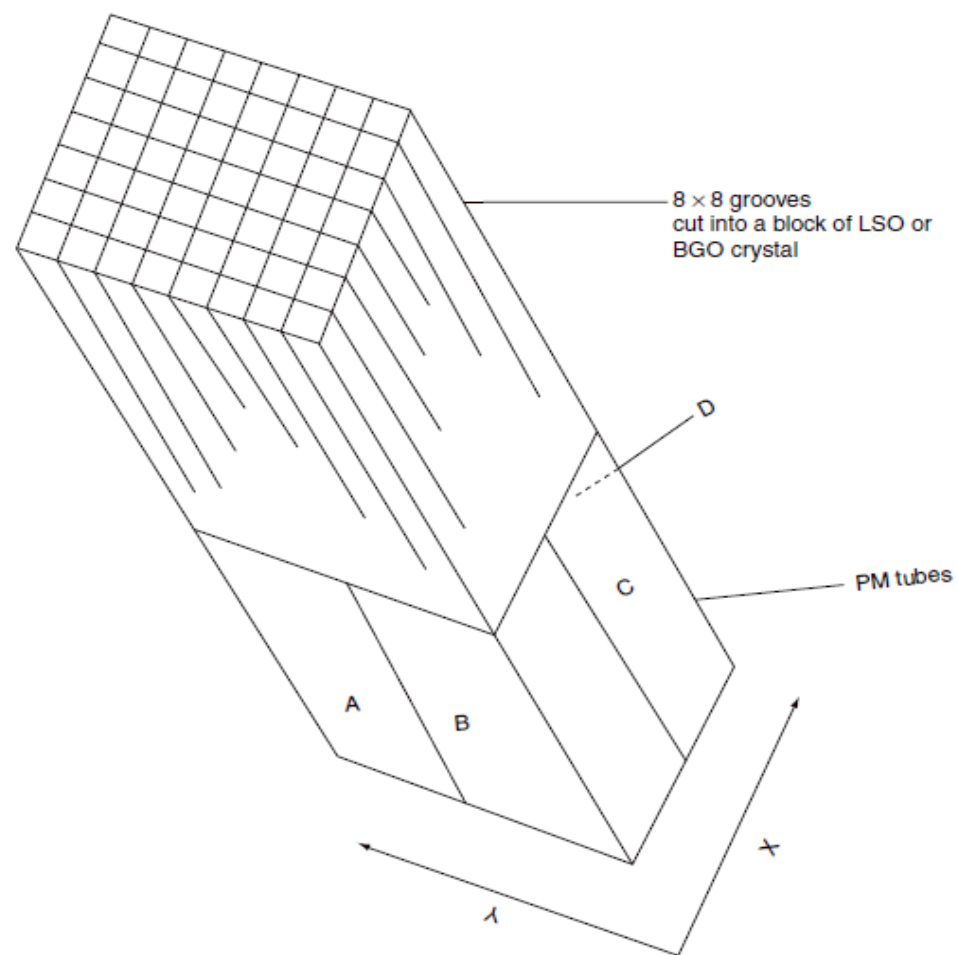
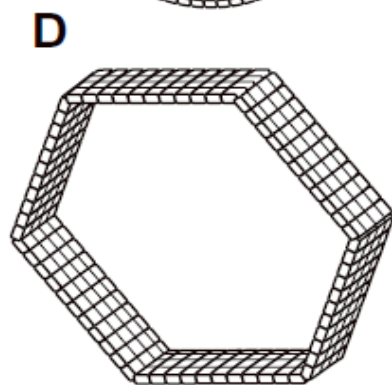
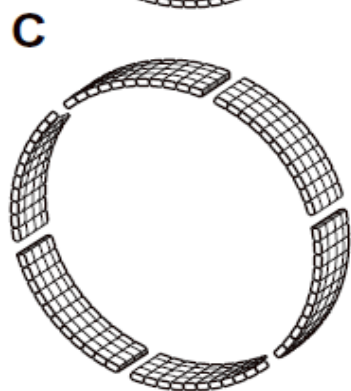
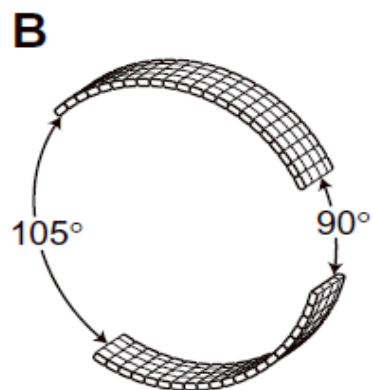
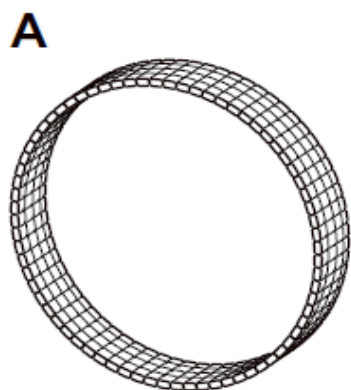
- 1) Фотоэффект
- 2) Комптон-эффект (комптоновское рассеяние)

$$\mu = N\sigma_f + NZ\sigma_c + N\sigma_{\pi},$$



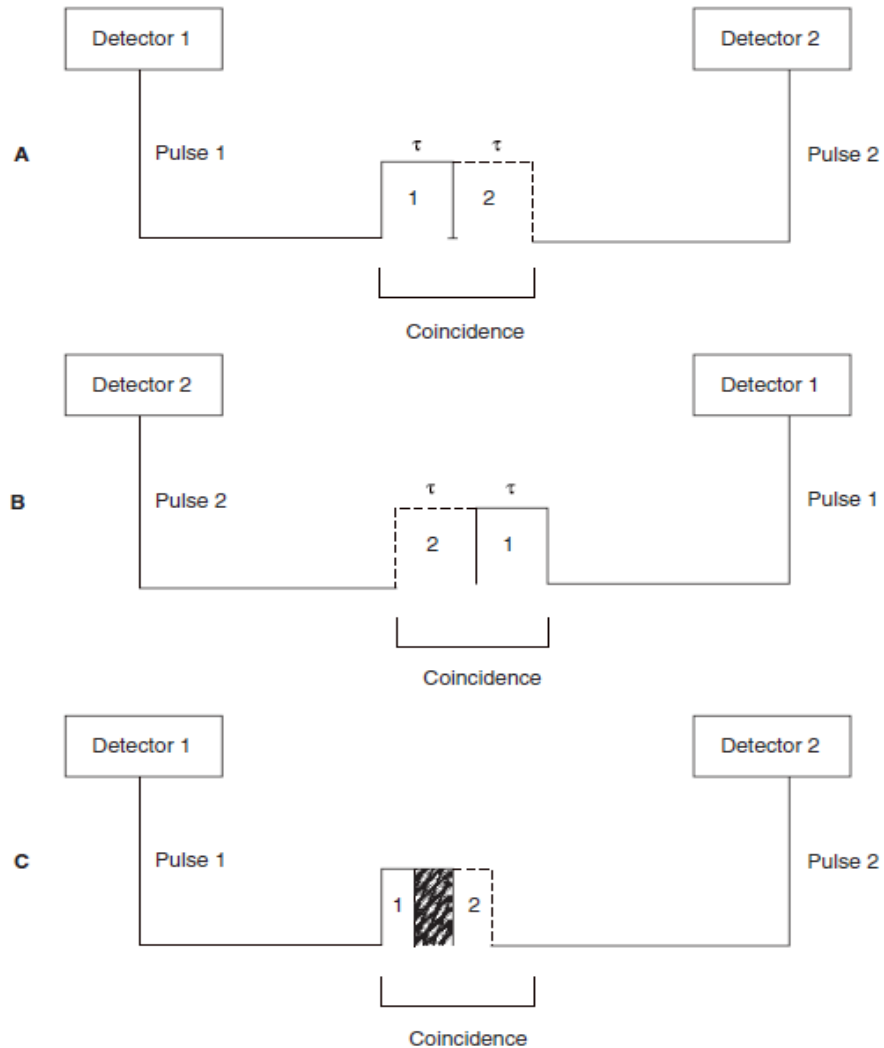
Зависимость полного коэффициента μ поглощения фотонов от энергии в различных веществах.

ПЭТ-сканеры

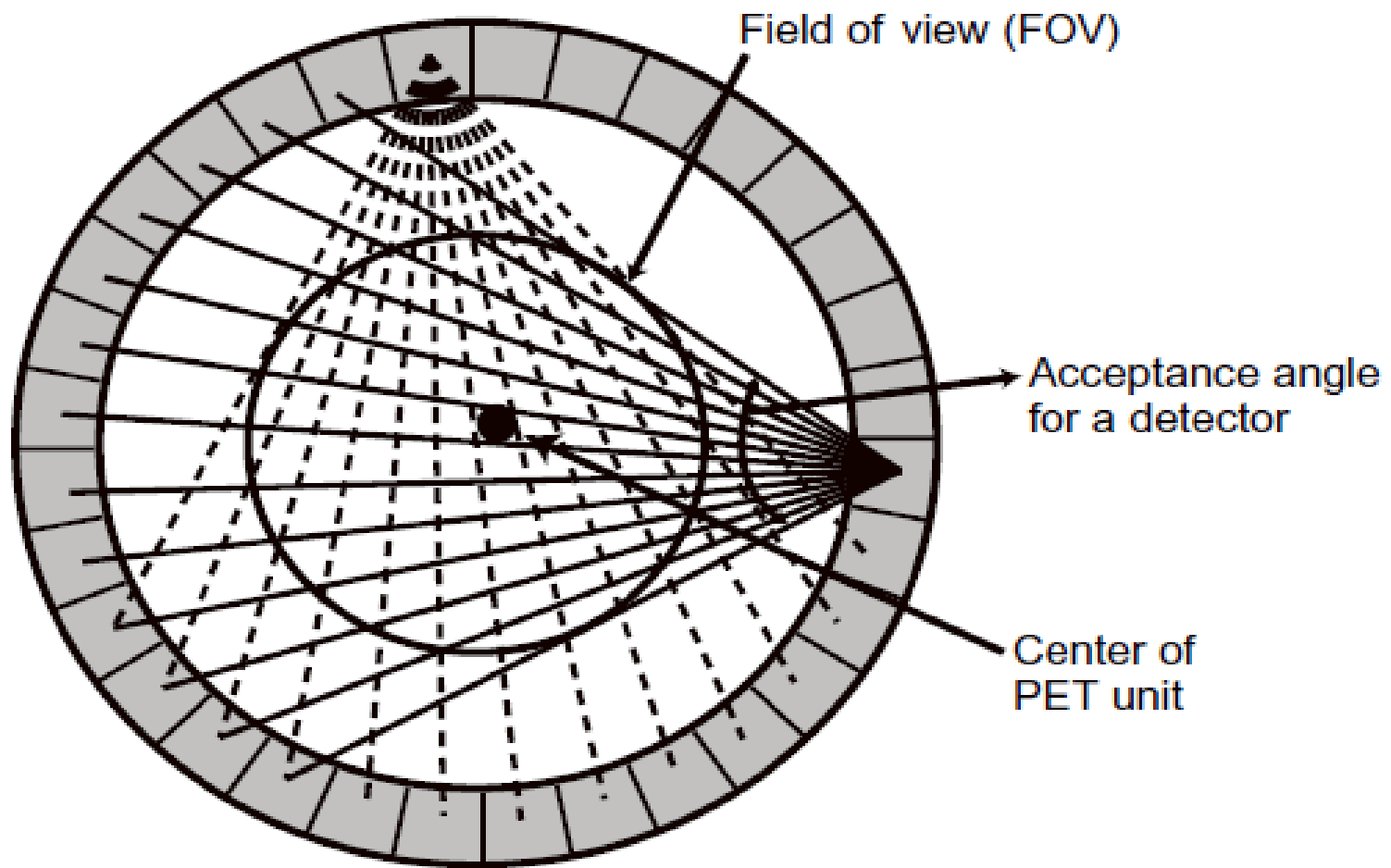


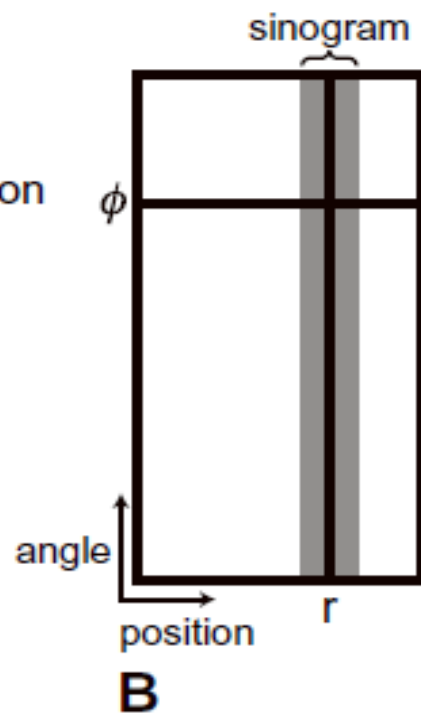
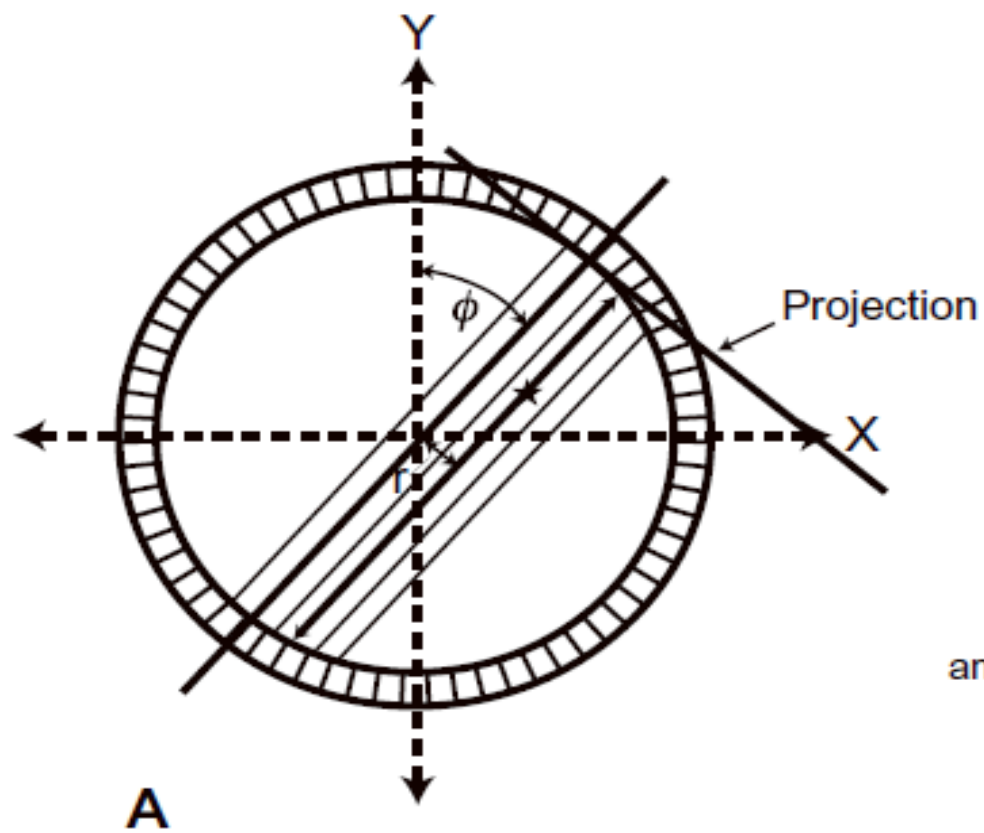
Регистрация совпадений

PEI Scanners 187



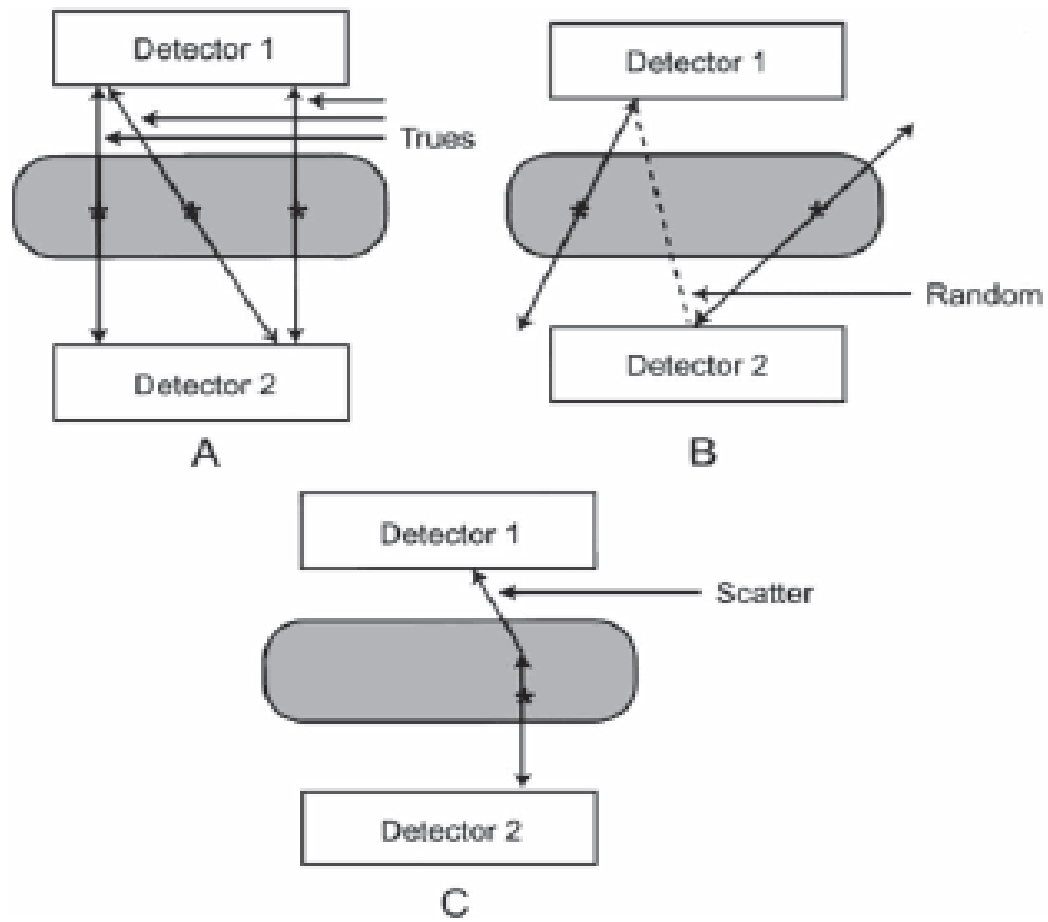
Рассмотрим два сигнала, сформированных от обоих гамма-квантов А и В (оба шириной τ). Один из этих сигналов (скажем В) может прибыть на время, равное ширине сигнала, раньше или позже А. В указанном случае фиксация сигналов будет рассматриваться как одновременная регистрация. Перекрывание обоих сигналов будет также рассматриваться как совпадение

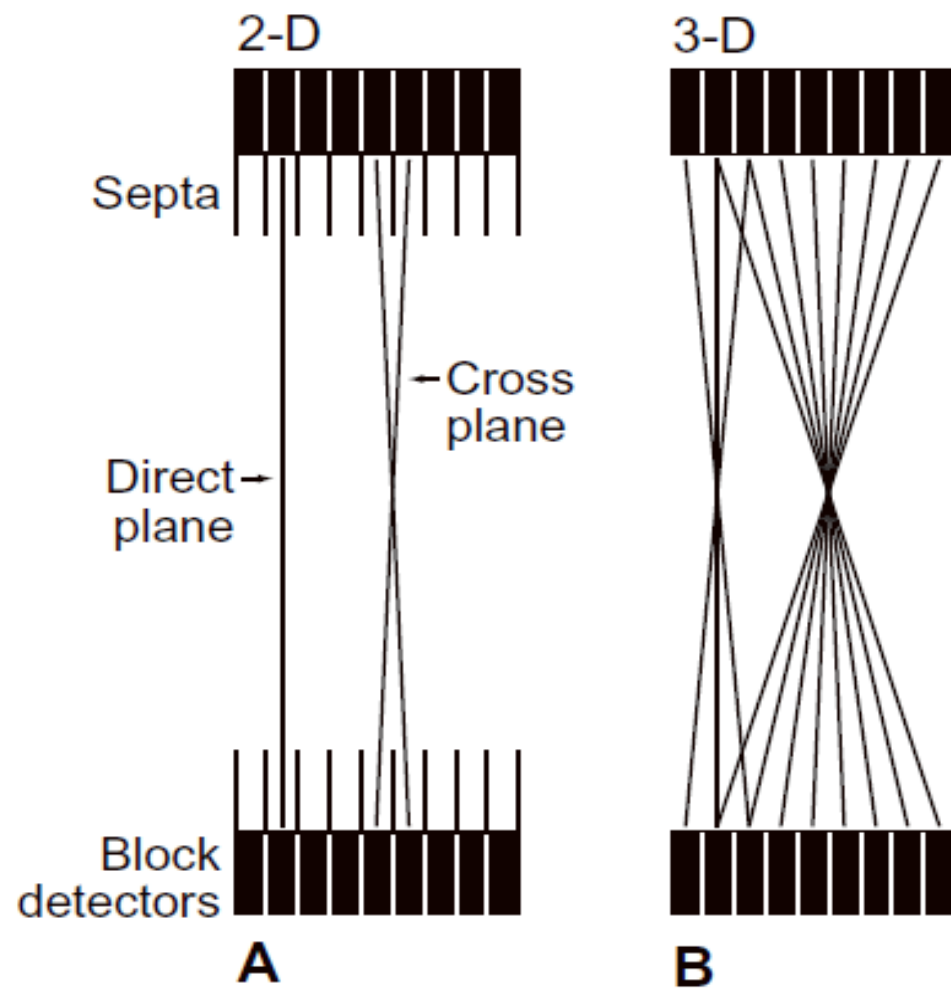




$$X = \frac{(C + D) - (A + B)}{A + B + C + D}$$

$$Y = \frac{(A + D) - (B + C)}{A + B + C + D}$$



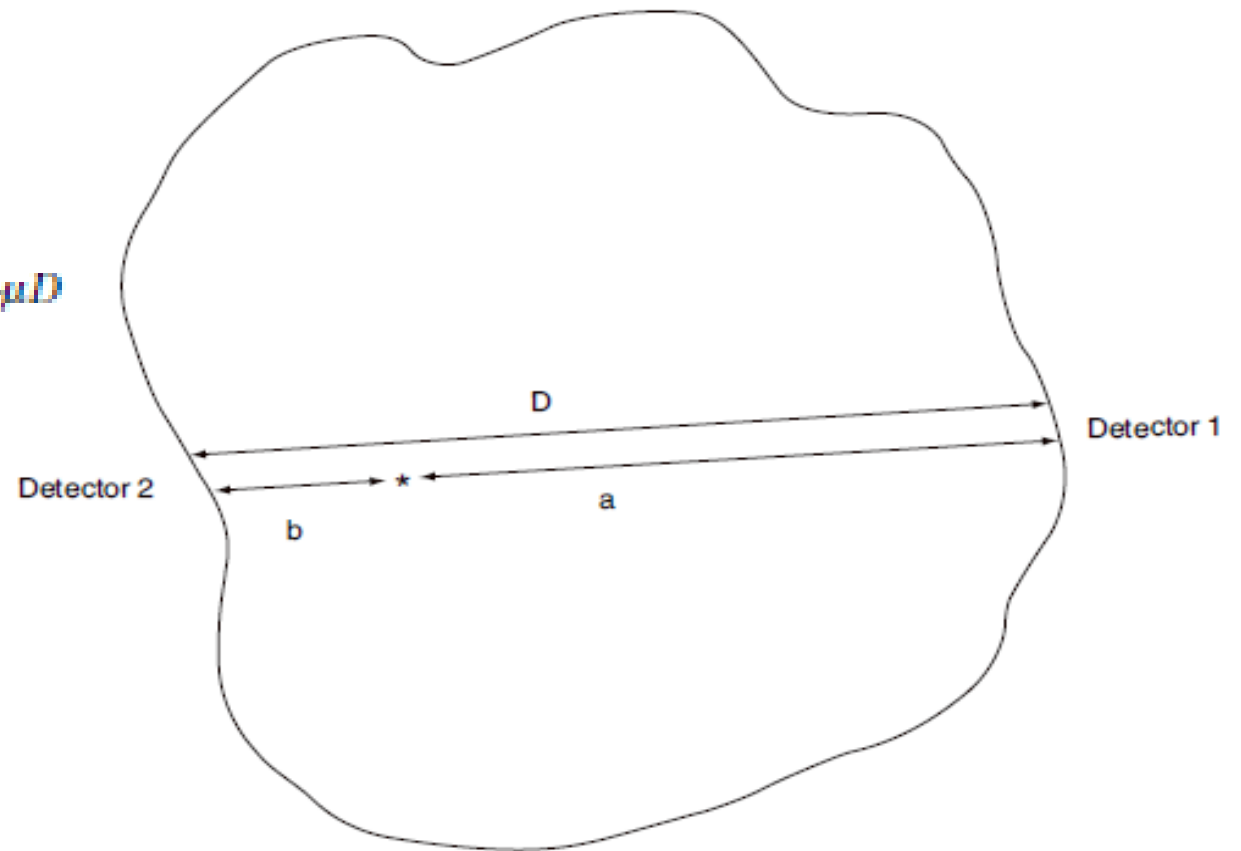


Явления, влияющие на ПЭТ

- 1) Нормировка
- 2) Ослабление фотонов
- 3) Случайные совпадения
- 4) Рассеяние
- 5) Мертвое время
- 6) Радиальное удлинение

Ослабление фотонов

$$P = e^{-\mu a} \times e^{-\mu b} = e^{-\mu(a+b)} = e^{-\mu D}$$



Случайные совпадения

$$R_c = 2\pi R_1 R_2$$