

«Основы производства радиоактивных изотопов»

Лекция 5. Радиоактивное мечение химических соединений.

*и.о. доцента кафедры
теоретической и ядерной физики
PhD Зарипова Ю.А.*

МЕТОД РАДИОАКТИВНЫХ ИНДИКАТОРОВ

использует

МЕЧЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

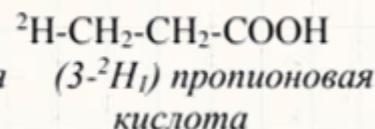
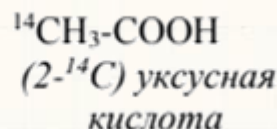
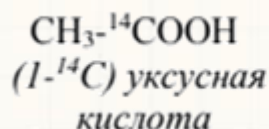
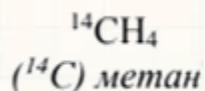
Все радионуклиды существуют в какой-то химической форме. Химические соединения, имеющие в своем составе радионуклиды, называются мечеными соединениями.

Изотопная метка может быть и нерадиоактивной. Например, тяжелая вода – это вода, в которой атомы водорода замещены на атомы дейтерия ${}^2\text{H}_2\text{O}$ (D_2O).

Меченые соединения

– химические соединения, в которых атомы одного или нескольких элементов имеют изотопный состав, отличающийся от природного.

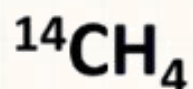
- 1. Изотопно-замещённые (isotopically substituted)



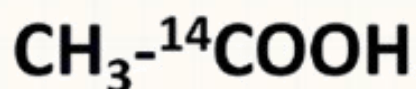
- 2. Изотопно-меченные (isotopically labeled)

Тип	Написание формулы
Специфично-меченные	$\text{CH}_3\text{C}[^2\text{H}_3]$ [1- $^2\text{H}_3$] этан
Селективно-меченные	[1- ^2H] CH_3CH_3 [1- ^2H] этан
Неселективно-меченные	[^2H] CH_3CH_3 [^2H] этан
Равномерно-меченные	[U- ^2H] CH_3CH_3 [U- ^2H] этан
Обще-меченные	[G- ^2H] CH_3CH_3 [G- ^2H] этан
Изотопно-дефицитные	[def- ^2H] CH_3CH_3 [def- ^2H] этан

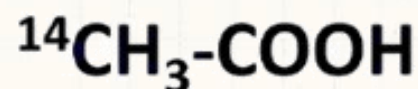
Как правильно написать название изотопно-замещенного соединения



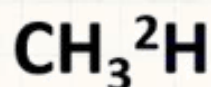
(^{14}C)метан



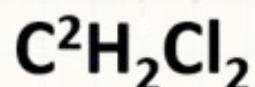
(1- ^{14}C)уксусная
кислота



(2- ^{14}C)уксусная
кислота



($^2\text{H}_1$)метан



дихлор($^2\text{H}_2$)метан



2-(^{35}Cl)хлор(1- $^2\text{H}_2$)пропан



(3- $^2\text{H}_2$)пропионовая кислота

Способы получения радионуклидов:

1. Выделение из природных объектов (полезных ископаемых и т.п.) – уран, торий и продукты их распада;
2. Выделение из отработанного ядерного топлива – трудная задача из-за многообразия радионуклидов и большой активности;
3. Облучение материалов в ядерном реакторе, реакция (n, γ) ;
4. Облучение мишеней на циклотронах потоками заряженных частиц (протоны, дейтроны, более тяжелые ядра), реакции (p, n) , (d, n) и др.
5. Изотопные генераторы (из долгоживущего материнского нуклида – генератора извлекают дочерний продукт).

Методы получения меченных соединений:

1. Химический синтез (основной для введения метки);
2. Изотопный обмен (простой и удобный способ ввести метку в нужную молекулу в одну стадию);
3. Биосинтез (специфичное выделение необходимой химической формы соединения);
4. Ядерно-химические методы:
 - а. «Горячий» синтез (метод атомов отдачи);
 - б. β -распад меченных соединений;
5. Физико-химические методы:
 - а. Фотолиз;
 - б. Химические ускорители и разряд;
 - с. Радиационно-химический синтез.

Чистота меченых соединений:

Химическая чистота – доля вещества в указанной химической форме. Выражается обычно в процентах.

Радиохимическая чистота – доля указанного нуклида в указанной химической форме.

Ядерно-физическая (радионуклидная) чистота – доля радиоактивности препарата, относящейся к указанному нуклиду, включая дочерние продукты. Химическая форма существования радионуклида не принимается во внимание.

Радио- нуклид	Радиоактивность, МБк					
	в момент получения	через 1 сут	через 15 сут	через 89 сут	через 1 год	через 2 года
³⁵ S	950	943	845	475	55	3,2
³⁶ Cl	6	6	6	6	6	6
⁴² K	44	11	0	0	0	0
всего	1000	960	851	481	61	9,2
РНЧ (³⁵ S)	95%	98,2%	99,3%	98,8%	90%	35%

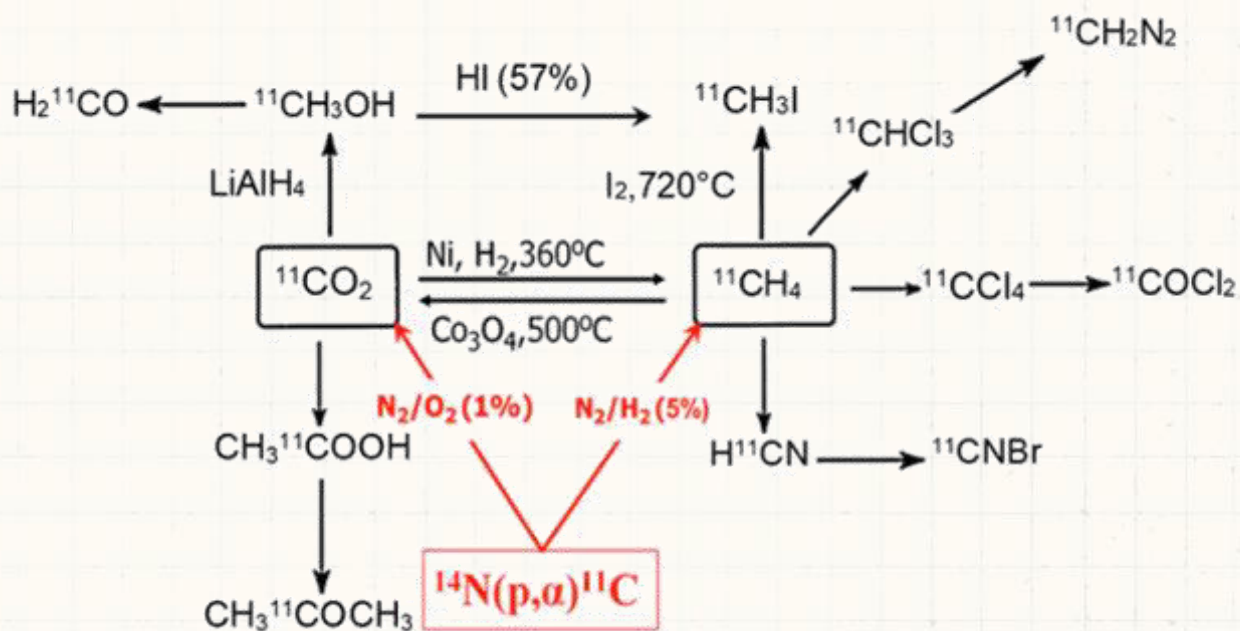
Радионуклиды, используемые для получения меченных органических соединений

Нуклид	$T_{1/2}$	Тип расп.	$E_{\max}$, МэВ	Получение	Р/акт. на 1 моль
^3H	12,3 лет	β^-	0,018	$^6\text{Li}(n,\alpha)$	1,07 ПБк
^{14}C	5730 лет	β^-	0,16	$^{14}\text{N}(n,d)$	2,3 ТБк
^{32}P	14,3 сут	β^-	1,71	$^{31}\text{P}(n,\gamma)$ $^{32}\text{S}(n,p)$	340 ПБк
^{33}P	25,4 сут	β^-	0,25	$^{33}\text{S}(n,p)$	190 ПБк
^{35}S	87,5 сут	β^-	0,16	$^{35}\text{Cl}(n,p)$	56 ПБк

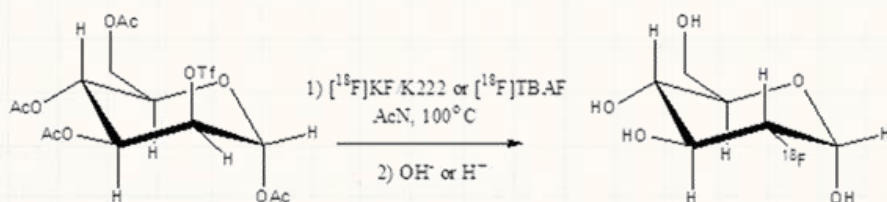
Радионуклиды, используемые для получения меченных органических соединений

Нуклид	$T_{1/2}$	Тип распада	$E_{\max},$ МэВ	Получение	Р/акт. на 1 моль
^{11}C	20 мин	β^+	0,96 (γ)	$^{14}\text{N}(\text{p}, \alpha)$ $^{10}\text{B}(\text{d}, \text{n})$ $^{11}\text{B}(\text{p}, \text{n})$	340 ЭБк
^{13}N	10 мин	β^+	1,19 (γ)	$^{16}\text{O}(\text{p}, \alpha)$ $^{12}\text{C}(\text{d}, \text{n})$	700 ЭБк
^{15}O	2 мин	β^+	1.74 (γ)	$^{14}\text{N}(\text{d}, \text{n})$ $^{15}\text{N}(\text{p}, \text{n})$	3500 ЭБк
^{18}F	109 мин	β^+ ЭЗ (3%)	0,64 (γ)	$^{18}\text{O}(\text{p}, \text{n})$ $^{20}\text{Ne}(\text{d}, \alpha)$	64 ЭБк

Радионуклиды, используемые для получения меченных органических соединений



Радионуклиды, используемые для получения меченных органических соединений

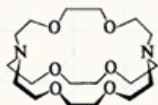


В 1,3,4,6-тетраацетил-О-ацетил-трифлат-β-D-маннопиранозе с помощью нуклеофильного радиофторирования трифлатная группа замещается на $[^{18}\text{F}]$ фторид с обращением конфигурации.

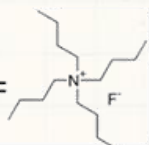
Синтез $[^{18}\text{F}]$ ФДГ

TfO- это CF_3SO_3^-

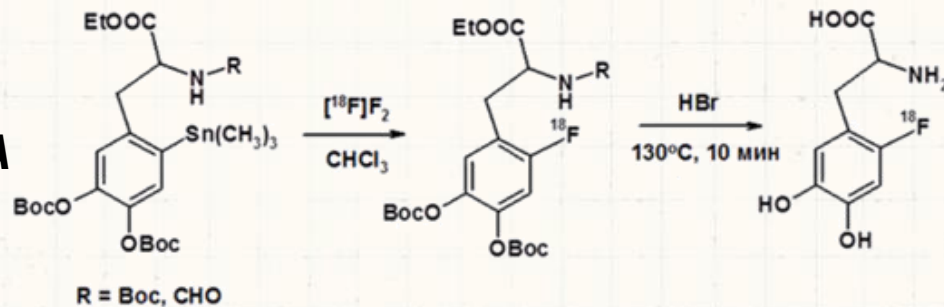
Криптант K222 это



TBAF

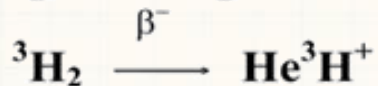


6- $[^{18}\text{F}]$ -фтор-L ФДОФА

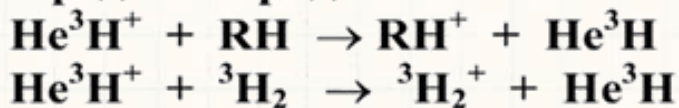


Ядерно-химический синтез

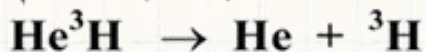
1. β -распад трития с составе ${}^3\text{H}_2$



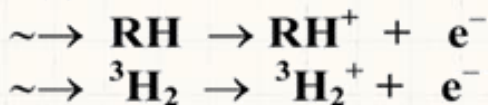
2. Передача заряда



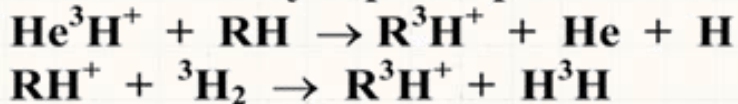
3. Диссоциация



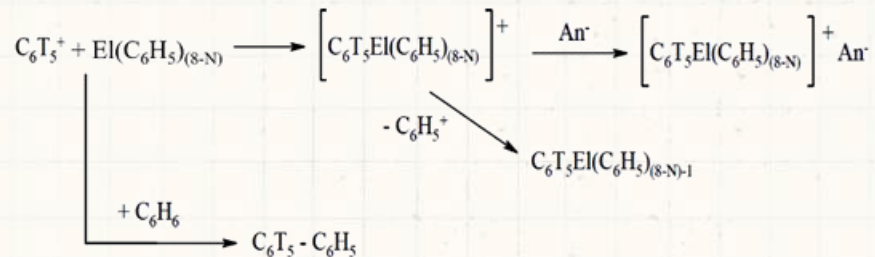
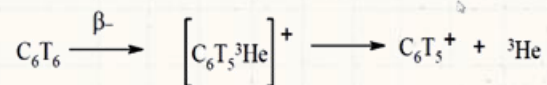
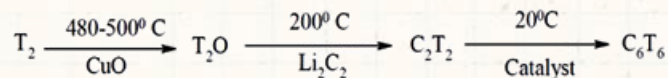
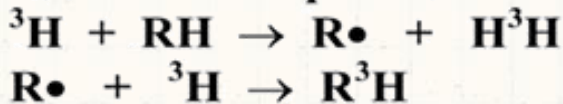
4. Радиоллиз



5. Ионно-молекулярные реакции

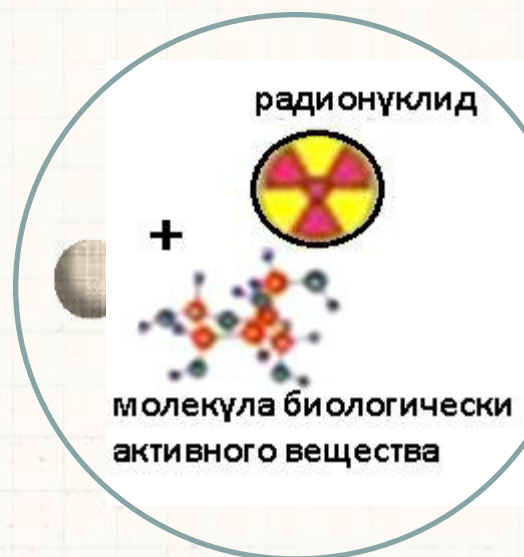


6. Радиcальные реакции



Принципы радионуклидной диагностики

РФП



Детектор



1. Введение в организм РФП, содержащих радиоактивные изотопы, испускающие гамма-излучение.
2. Регистрация гамма-излучения и получение изображения распределения РФП в организме.

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**

