

Новая концепция
квадрупольного анализатора

KONIK MS Q12

Серия С

Многорежимная масс-
спектрометрическая система
3 в 1: ГХВР/ВЭЖХ/МС с прямым
ВВОДОМ

KONIK MS Q12 1



KONIK MS Q12 ГХ-МС

KONIK MS Q12 2





Серия KONIK MS Q12 C обладает следующими характеристиками:

- 3 масс-фильтра по выбору: до **800, 1500 2500 . . .**
- Новый **ионный источник**, с возможностью модернизации, для ГХ, ВЭЖХ и быстрого нагрева/испарения из микротигля
- **Гибкая настройка параметров** ГХ/МС и ЖХ/МС при всех режимах ионизации
- **Стабильность работы** во всех режимах
- Удаленная регистрация данных, управление прибором и модернизация программного и аппаратного обеспечения через Интернет.

KONIK MS Q12 5

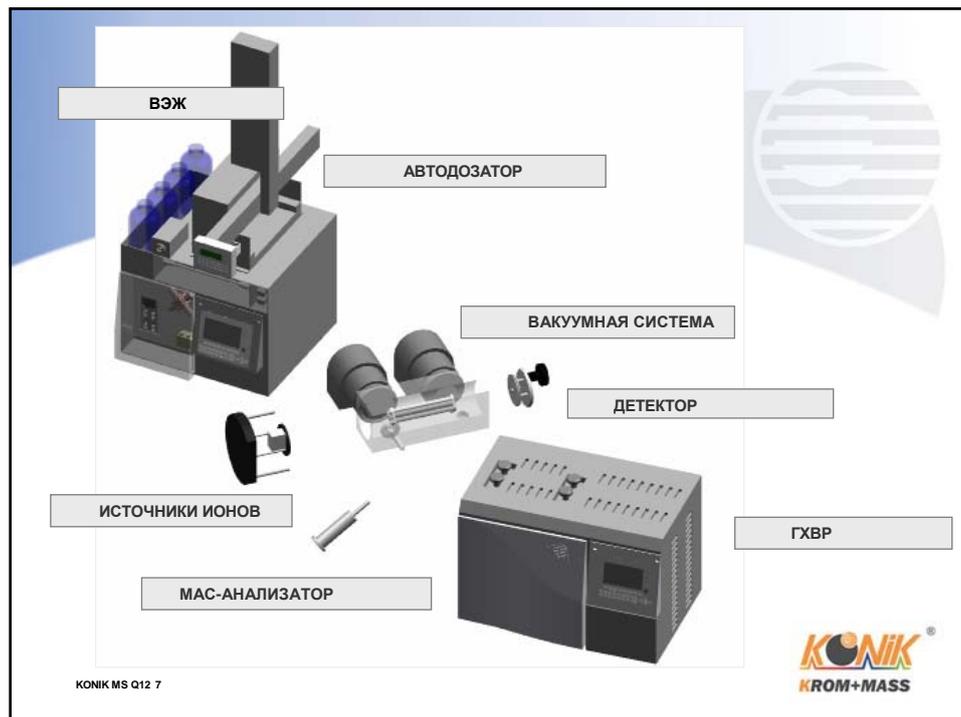


Серия KONIK MS Q12 C обладает следующими характеристиками:

- Непревзойденная **скорость сканирования**. Программируется пользователем.
- Высокая скорость **переноса** благодаря большому диаметру входной апертуры для ионов, даже при высокой скорости сканирования и большой молекулярной массе ионов
- Гибкость, прочность и надежность
- Модульная конструкция
- Минимальное устаревание
- Двойные источники во всех режимах
- Быстрый и простой обмен источников в любой конфигурации

KONIK MS Q12 6



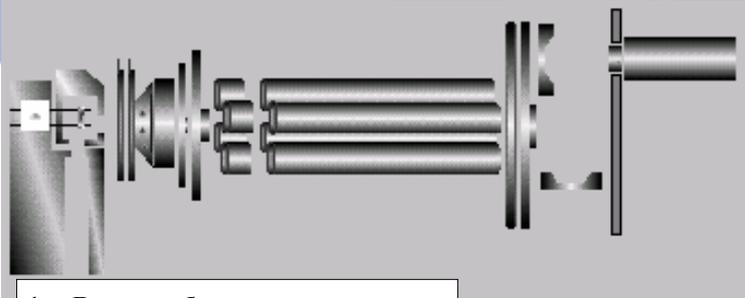


ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ KONIK MS Q12

- **KONIK MS Q12** – инновационная МС-платформа, позволяющая проводить 3 типа анализа с 12 режимами ионизации: ГХВП (ЭИ /ХИ / ±), ВЭЖХ (ионизация электрораспылением / ХИ при атмосферном давлении / ±) и прямой ввод (ЭИ /ХИ / ±), в одном компактном настольном квадрупольном масс-спектрометре с возможностью быстрой смены конфигураций.
- Система, основанная на квадрупольных масс-фильтрах с высоким пропускной способностью, **KONIK MS Q12**, обеспечивает наивысшую чувствительность ГХ/МС и ЖХ/МС при всех режимах ионизации.
- Революционная концепция этой системы позволяет легко перейти от ГХ/МС к ЖХ/МС менее чем за 15 минут.

KONIK MS Q12 8

КОМПОНЕНТЫ МС



1. Ввод пробы
2. Ионизация
3. Фокусировка ионного луча
4. Масс-фильтр
5. Детекция
6. Система обработки данных

KONIK MS Q12 9



ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА

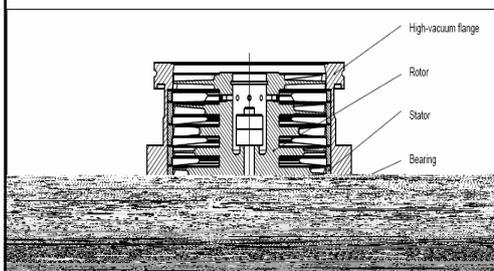


200 / , усиленная двухтактным ротационным центробежным лопастным насосом 5м³/ч. Может работать с любым источником и режимом ионизации, упрощает возможности модернизации на месте и повышает общую производительность.

KONIK MS Q12 10



ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА



KONIK MS Q12 11

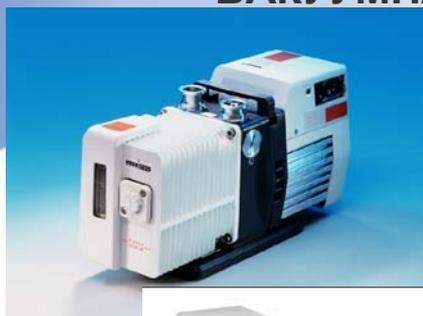
- Эти
нового поколения

благодаря меньшей скорости ротора (36000 об/мин), что значительно уменьшает стоимость эксплуатации системы KONIK MS Q12.

Максимальный уровень шума при работе турбомолекулярных насосов **54 А**, а первичного насоса – **48 А**, что создает дополнительный комфорт при работе.



ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА



KONIK MS Q12 12

- Первичный насос 5 м³/ч (режим ГХ/МС) и дополнительный двухтактный роторный лопастной насос 21 м³/ч с масляным уплотнением (режим ЖХ/МС).
- По желанию – дополнительный безмасляный насос для большей чистоты.
- Электронные клапаны с компьютерным управлением и манометры для автоматической регулировки вакуума; предусмотрены защитные устройства блокировки.



ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА

- (два фланца DN100 ISO-K) обеспечивает:
 - Большую производительность и лучшее соединение с анализатором и ионизационной камерой для (ХИ, ЭИ, ионизация электрораспылением/ХИ при атм. давлении и др.)
 - Для смены источников (напр., с ЭИ/ХИ на электрораспыление/ХИ при атм. давлении) требуется около 15 минут.

KONIK MS Q12 13

KONIK
KROM+MASS

РЕЖИМ ГХ/МС. ПЕРЕХОДНАЯ ЛИНИЯ

Переносит элюированные компоненты из системы ГХ в МС



- Природа компонентов не имеет значения
- Отсутствие деградации
- Отсутствие эффекта памяти или адсорбции
- Совместима с разными типами колонок
- Регулировка температуры до 350°C
- Нерж. сталь с внутренним стеклянным покрытием
- Введение калибровочных компонентов

KONIK MS Q12 14

KONIK
KROM+MASS

ДВОЙНОЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОННОЙ/ХИМИЧЕСКОЙ ИОНИЗАЦИИ



KONIK MS Q12 15

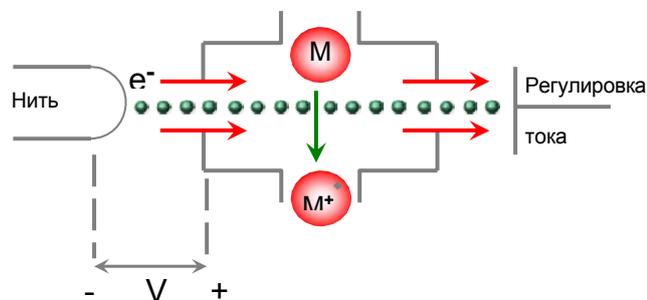
- Легко очищается, позволяет **выбирать объемы ионизации** для оптимальной чувствительности в выбранном режиме ионизации
- Электронная регуляция потока реакционного газа в режиме ХИ. Один или два газа по выбору.
- **Дополнительно ACE:** Автоматический переход от ЭИ к ХИ или наоборот, таким образом, можно получить оба спектра за один анализ даже при высокой скорости элюирования компонента.

KONIK
KROM+MASS

ЭЛЕКТРОННАЯ ИОНИЗАЦИЯ



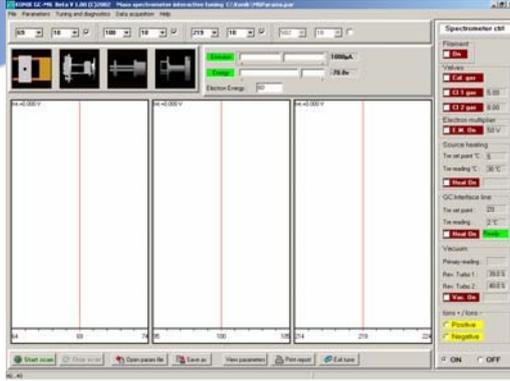
ИСТОЧНИК ИОНОВ



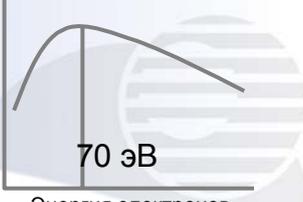
KONIK MS Q12 16

KONIK
KROM+MASS

ЭЛЕКТРОННАЯ ИОНИЗАЦИЯ



KONIK MS Q12 17



70 эВ
Энергия электронов

Ток эмиссии: 0 - 2 мА
Энергия ионизации: 0 -250 эВ
Потенциал ловушки: +150 В



ИСТОЧНИК ИОНОВ



ЭЛЕКТРОННАЯ ИОНИЗАЦИЯ

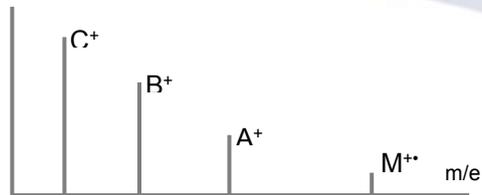
$$\begin{array}{ccccccc}
 e^- & \xrightarrow{\quad} & 2e^- & & & & \\
 \text{M} & \xrightarrow{\quad} & \text{M}^{+*} & \cdots & \rightarrow & \text{A}^+, & \text{B}^+, & \text{C}^+, \\
 \text{ЭИ } 70 \text{ эВ} & & & & & \text{N}_0 & \text{N}_1 & \text{N}_2
 \end{array}$$

Где M: молекула компонента A⁺,B⁺... вторичные ионы
M^{+*}: молекулярный ион N₀,N₁... нейтральные частицы



KONIK MS Q12 18

ЭЛЕКТРОННАЯ ИОНИЗАЦИЯ



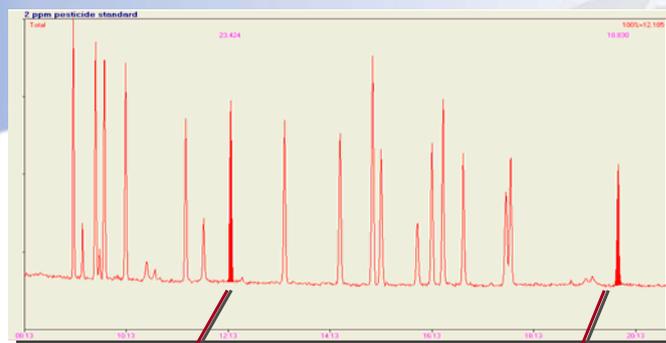
Все ионы M⁺, A⁺, B⁺, C⁺ составляют масс-спектр ЭИ

«Отпечатки пальцев» компонентов
Поиск по библиотеке
Определение компонентов

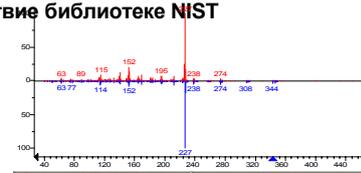
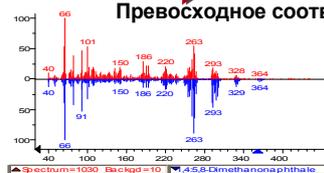
KONIK MS Q12 19



ЭИ: ПОЛНЫЙ ДИАПАЗОН СКАНИРОВАНИЯ



Превосходное соответствие библиотеке NIST



KONIK MS Q12 20



ЭИ: СКАНИРОВАНИЕ ПО СЕЛЕКТИВНЫМ ИОНАМ



KONIK MS Q12 21

ХИМИЧЕСКАЯ ИОНИЗАЦИЯ

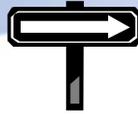
- Мягкий метод ионизации (низкая энергия ионов)
- Основана на ионно-молекулярных реакциях, в которых образуются исследуемые ионы
- Требуется дополнительный реакционный газ под давлением 0.1 торр (средний свободный пробег 10^{-4} м): метан, изобутан, аммиак, ...
- Положительные ионы (ПХИ).
- Отрицательные ионы (ОХИ).



KONIK MS Q12 22

KONIK KROM+MASS

ХИМИЧЕСКАЯ ИОНИЗАЦИЯ



Количественный метод определения химической структуры

Фрагменты изобутана

C_4H_{10} :

• $C_3H_7^+$: 43

• $C_4H_9^+$: 57

Образуются ионы M+1,

Подходящие для

анализа:

- Углеводородов <C3

- Ароматических соединений, спиртов, тиолов <C₃

- Галогенсодержащих производных <C₂

- ~ПАУ <C₂

Фрагменты метана

CH_4 :

• CH_5^+ : 17

• $C_2H_5^+$: 29

• $C_3H_5^+$: 41

Образуются ионы M+1, M+29,

M+41

Подходящие для анализа

многих компонентов

Фрагменты аммиака NH_3 :

NH_4^+ : 18

$N_2H_7^+$: 35

$N_3H_{10}^+$: 52

Образуются ионы M+1 или M+18

Подходящие для анализа

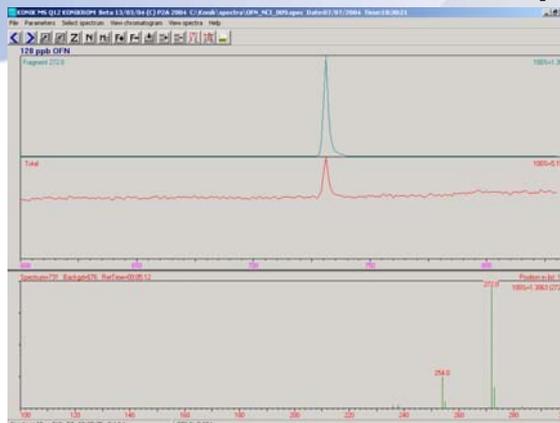
- аминов - M+1

Групп -ОН - M+18

KONIK MS Q12 23

KONIK
KROM+MASS

ХИМИЧЕСКАЯ ИОНИЗАЦИЯ



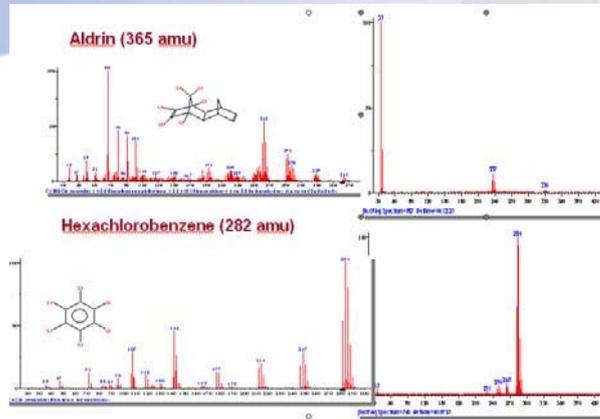
Стандарт: 120 ppb в режиме ОХИ: полный ионный ток и избранные ионы)

KONIK MS Q12 24

KONIK
KROM+MASS



СРАВНЕНИЕ ЭИ/ХИ

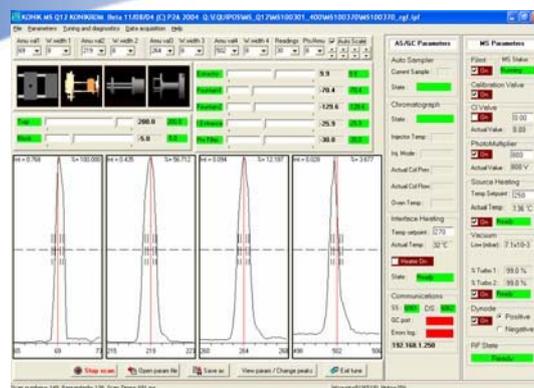


Анализ опытной пробы воды на хлорорганические пестициды: спектры ЭИ и ОХИ

KONIK MS Q12 27

KONIK
KROM+MASS

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

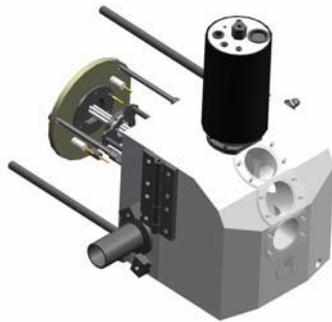


- Экстрактор: -50 - +50В
- Пучок1: -50 - +50В
- Пучок2: -250 – 250В
- Инжектор ионов: -100 – 100В
- Префильтр: -50 - +50В

KONIK MS Q12 28

KONIK
KROM+MASS

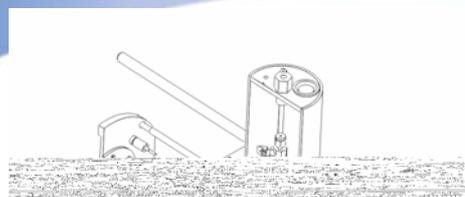
ИСТОЧНИКИ ИОНИЗАЦИИ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ



KONIK MS Q12 29

KONIK
KROM+MASS

- Один источник для электрораспыления и ХИ при атм. давлении. Быстрая замена зонда без нарушения вакуума.
- Ожидающая патента система регулировки ориентации распыляемого потока (0°, 30°, 60° and 90°) между концом капилляра и коническим входным отверстием.
- Улучшенная фокусировка сушащего газа для лучшей десольвации и разрушения сгустков (0 - 500 л/час и до 350°C).
- Общее повышение чувствительности благодаря расположению насоса на одной оси и эффективному переносу ионов.

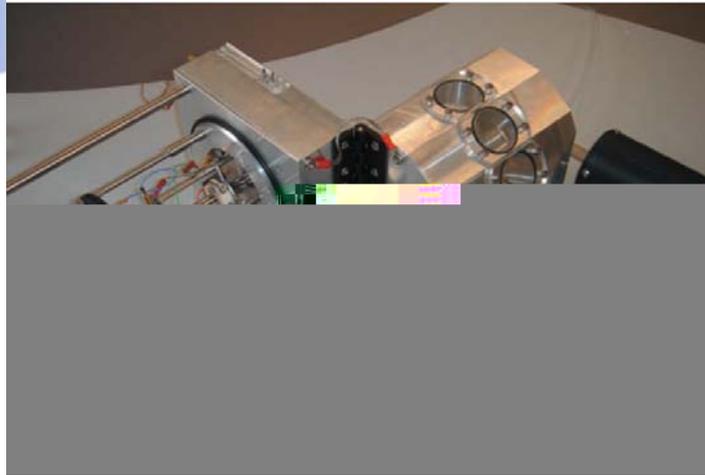


KONIK MS Q12 30

KONIK
KROM+MASS

- **СИД (диссоциация, индуцированная столкновениями)** путем регулировки напряжения конуса пробоотборника (0 - 150 В) делает возможной фрагментацию ионов и, следовательно, определение структуры.
- Гексапольный ионопровод для передачи ионов через область высокого вакуума анализатора.
- Цифровое управление напряжением на всех участках и скоростью потока (включая рч) для абсолютной воспроизводимости.

ИСТОЧНИКИ ИОНИЗАЦИИ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ



KONIK MS Q12 31

KONIK
KROM+MASS

ЗОНД ДЛЯ ИОНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОРАСПЫЛЕНИЕМ

- Простая конструкция, легкая в применении.
- Положительные и отрицательные ионы.
- Скорость от 2 мкл до 2 мл/мин.
- По желанию - источник для нанопотока.
- Напряжение на капилляре от 0 до 5 кВ.
- Скорость потока при распылении от 0 до 50 л/час.

KONIK MS Q12 32

KONIK
KROM+MASS

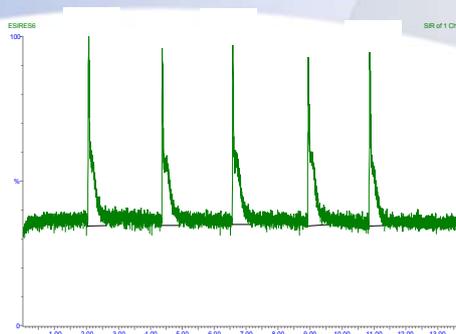
ЗОНД ДЛЯ ХИ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

- Простая конструкция, легкая в применении.
- Положительные и отрицательные ионы.
- Скорость от 2 мкл до 2 мл/мин.
- По желанию - источник для нанопотока.
- Различная скорость потока в газовом чехле – от 0 до 250 л/час
- Регулируемая температура зонда до 600°C
- Напряжение короны до 4 кВ.

KONIK MS Q12 33

KONIK
KROM+MASS

ИОНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОРАСПЫЛЕНИЕМ



Чувствительность метода при анализе последовательных проб резерпина (10 пг). Соотношение сигнал : шум= 50 (на основании среднеквадратичного значения шума).

KONIK MS Q12 34

KONIK
KROM+MASS

ХИ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

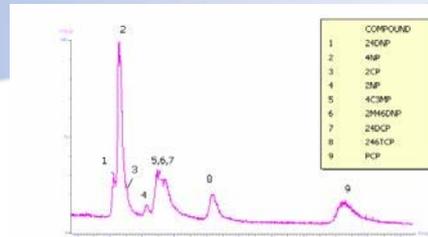


Figure 1. Full-scan Chromatogram for phenols (2 ppm mixture).

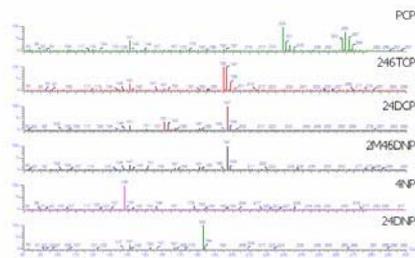


Figure 2. Examples of full-scan spectra for some of the analysed phenols (PCP, 246TCP, 24DGP, 2M46DNP, 4NP, 24DNP).

KONIK MS Q12 35

KONIK
KROM+MASS

НАГРЕВ НА ПРОВОЛОКЕ/ИСПАРЕНИЕ ИЗ МИКРОТИГЛЯ (DEP/ DIP)



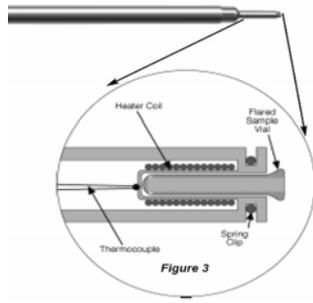
- Двойное сочетание устройства для непосредственного ввода твердых и жидких проб со стандартным источником положительной и отрицательной ЭИ/ХИ
- Быстро заменяемые источники, совместимые с ГХ-МС
- Простота применения и настройки
- Водяное охлаждение
- Низкий расход расходных материалов

KONIK MS Q12 36

KONIK
KROM+MASS

ИСПАРЕНИЕ ИЗ МИКРОТИГЛЯ

НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ПОГРУЖЕНИЕ



- Чистая твердая проба помещается внутрь алюминиевого микротигля, помещенного внутрь источника, быстро испаряется и ионизируется методом электронной и химической ионизации
- Максимальная температура 450°C с тремя периодами нагрева/охлаждения

KONIK MS Q12 37

KONIK
KROM+MASS

НАГРЕВ НА ПРОВОЛОКЕ

ПРЯМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

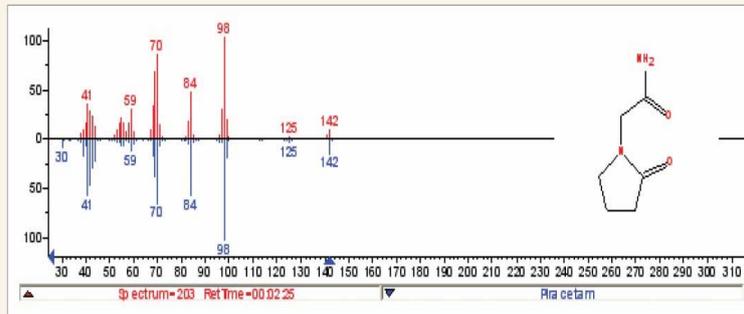


- Платиновая проволока контактирует с жидкой пробой, которая испаряется и вводится в источник
- Максимальная температура 450°C с тремя периодами нагрева/охлаждения

KONIK MS Q12 38

KONIK
KROM+MASS

ИСТОЧНИКИ DIP/DEP



El direct probe analysis of Piracetam. The spectrum is obtained by placing the sample into the probe tip and inserting the probe directly into the MS. This technique can be used to determine the purity of a pharmaceutical compound

KONIK MS Q12 39

KONIK
KROM+MASS

МАСС-ФИЛЬТРЫ



**3 квадрупольных
масс-фильтра по
выбору в одном
приборе:**

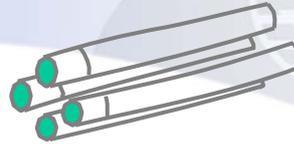
- до 800 а.е.м., оптимизирован только под ГХ-МС благодаря высокой чувствительности и разрешению
- До 1,500 а.е.м. при использовании ГХВР/ЖХ-МС
- До 2,500 а.е.м. при ЖХ-МС
- Легко чистящиеся съемные префильтры

KONIK MS Q12 40

KONIK
KROM+MASS

КВАДРУПОЛЬ – ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Принцип действия
квадрупольного
анализатора



Разделение ионов в соответствии с массой/зарядом

4 стержня: высокочастотный фильтр

РЧ и пост. ток

Ионы с соотношением m/z меньше установленного
отфильтровываются



4 Префильтра (не всегда): низкочастотный фильтр

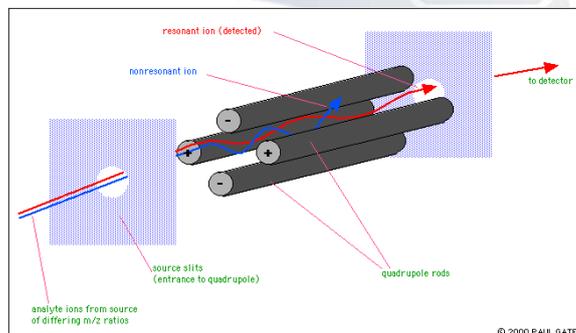
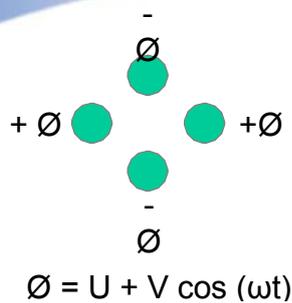
Только РЧ

Ионы с соотношением m/z больше установленного
отфильтровываются

KONIK MS Q12 41

KONIK
KROM+MASS

КВАДРУПОЛЬ (ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ)

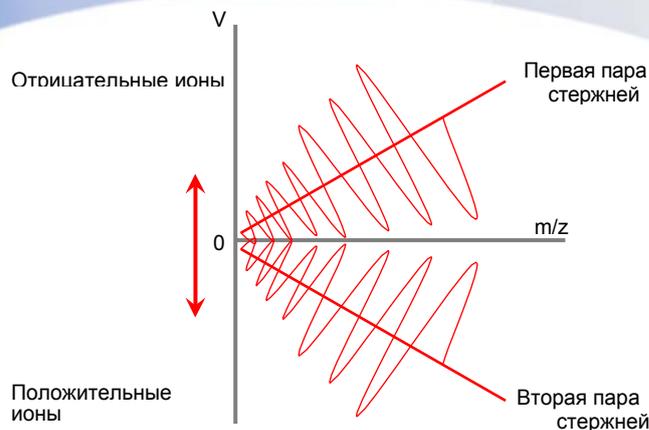


$$r/r_0 = 1.148$$

KONIK MS Q12 42

KONIK
KROM+MASS

КВАДРУПОЛЬ – ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ



KONIK MS Q12 43

KONIK
KROM+MASS

КВАДРУПОЛЬ – ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

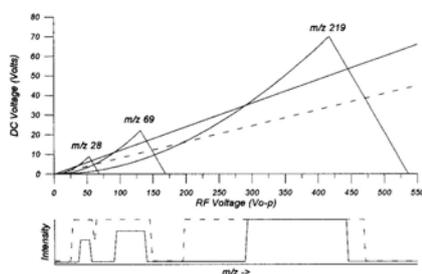


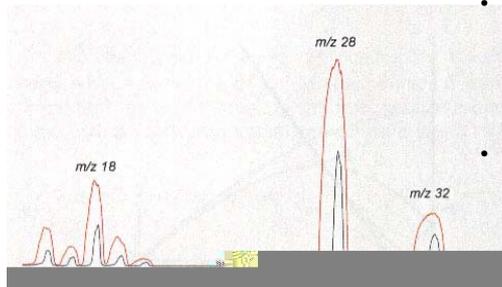
Figure 5. When the slope of the scan line is reduced (dotted scan line through the stability diagrams), the mass peaks widen, with the center of mass position moving to lower apparent mass.

KONIK MS Q12 44

KONIK
KROM+MASS

- Данный график представляет собой диаграмму стабильности для m/z 28, 69 и 219 в пространстве рч-пост. ток; на ней представлена прямая сканирования и ионный ток, прошедший через фильтр.
- Положение и ширина ионного пика зависит от напряжения тока рч и пост. тока соответственно и коррелирует с соответствующими границами на диаграмме стабильности.

КВАДРУПОЛЬ – ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

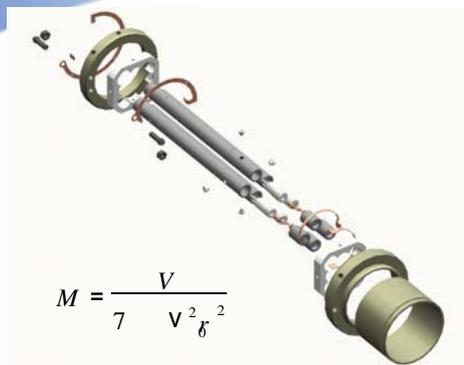


- Учитывайте, что изменения массового разрешения влияют на калибровку (положение)!
- Теоретически идеальный квадруполь работает при постоянном соотношении рч/пост. ток (постоянное разрешение масс)
- Практически квадруполь работает при постоянной **ширине пика или разрешении, принимаемом за единицу**, поэтому линия сканирования слегка искривлена (разрешение по массам возрастает линейно с возрастанием массы)

KONIK MS Q12 45

KONIK
KROM+MASS

КВАДРУПОЛЬ



$$M = \frac{V}{7 V^2 \delta^2}$$

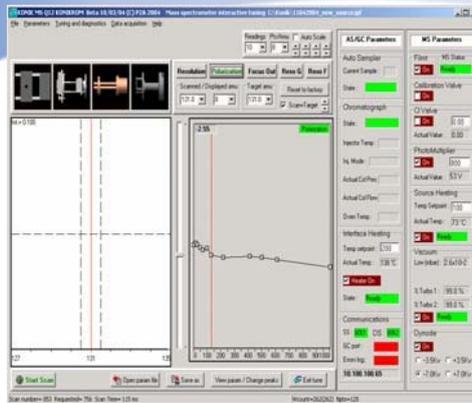
KONIK MS Q12 46

Два квадруполя с тремя диапазонами масс:

- Длина 220 мм x наруж. диам. 15.5 мм: 800 и 1,500 АЕ
- Длина 220 мм x наруж. диам. 12 мм: 2500 АЕ
- рч = 7 кВ_{р-р}
- пост. ток = 600 В
- $\omega_0 = 850 - 905$ аГц
- энергия ионов до 15 эВ
- Разрешающая способность до 2.5M

KONIK
KROM+MASS

ПАРАМЕТРЫ КВАДРУПОЛЯ



- Разрешение (соотношение рч/пост.ток)
- Поляризация: -15 - +15V
- Фокусировка: -200 -200В, программируется во время сканирования

KONIK MS Q12 47



КАЛИБРОВКА МАСС



KONIK MS Q12 48



ОТЧЕТ О КАЛИБРОВКЕ МАСС

KONIK
KROM+MASS

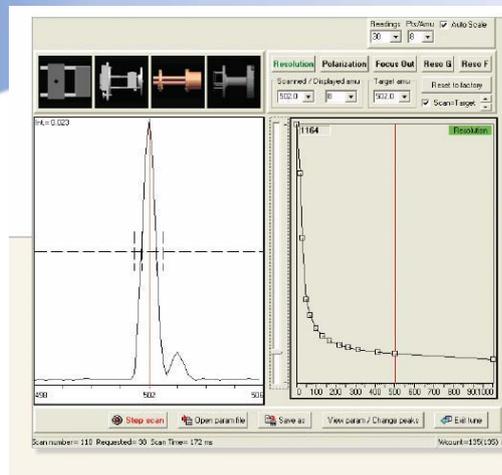
KONIK MS Q12 49

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

KONIK
KROM+MASS

KONIK MS Q12 50

РАЗРЕШЕНИЕ



KONIK MS Q12 51

Лучшее разрешение при большой массе.
8 пунктов/а.е.м. и 30 замеров/ точку.

Возможно до 64 пунктов/а.е.м.

$$R = \frac{M}{\Delta M} = 2.5M \quad \Delta M = 0.4$$

$$\Delta M = \frac{4 \times 10^{-9} V_z}{v^2 / 2}$$

KONIK
KROM+MASS

СКОРОСТЬ СКАНИРОВАНИЯ

Скорость сканирования KONIK MS Q12 составляет 100 кГц, или 20 мкс на шаг

- Для квадруполя 1500 а.е.м. установка 32 шагов/ а.е.м. соответствует 48 000 шагам * 10 мксшаг = 0.48 с на получение полного спектра, то есть **скорость сканирования составляет 125 а.е.м./сек**
- При установке 8 шагов/а.е.м.: 12,000 шагов * 10 мкс/шаг = 0.12 с на получение полного спектра, то есть **скорость сканирования 12500 а.е.м./сек.**
- При установке 4 шагов/а.е.м.: 6000 шагов * 10 мкс/шаг = 0.06 с на получение полного спектра, то есть, **скорость сканирования составляет 25000 а.е.м./сек.**
- При установке 1 шага/а.е.м.: 1500 шагов * 10 мкс/шаг = 0.015 с на получение полного спектра, то есть **скорость сканирования 100000 а.е.м./сек**, что соответствует теоретически возможной максимальной скорости сканирования.

KONIK MS Q12 52

KONIK
KROM+MASS

СКОРОСТЬ СКАНИРОВАНИЯ

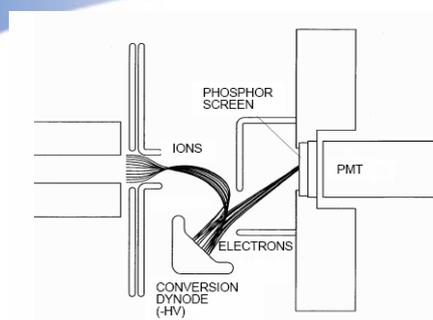
Некоторые теоретические вопросы:

- Максимальная скорость сканирования зависит от диапазона масс и энергии ионов. При низкой энергии ионов (1 - 3 эВ) получается хорошее разрешение пиков, но скорость сканирования ограничена.
- При высокой энергии ионов (3 - 15 эВ) скорость сканирования больше, но разрешение пиков ухудшается; при повышении чувствительности разрешение сильно снижается.
 - При слишком высокой скорости сканирования много массы теряется.
- Разрешение зависит от квадрата числа колебаний ионов внутри квадруполя.
- При удвоении длины квадруполя разрешение возрастает в 4 раза.
- При возрастании скорости сканирования снижается скорость переноса.
- Для повышения скорости сканирования нужен более короткий квадруполь, но разрешение и скорость переноса при этом снизятся.

KONIK MS Q12 53

KONIK
KROM+MASS

ДЕТЕКТОР



- Динод преобразует ионы, выходящие из анализатора, в поток электронов
 - Электроны ударяются о фосфоресцирующий экран, при возбуждении излучающий УФ-фотоны.
 - После усиления фотоны сталкиваются с фотокатодом, что приводит к испусканию электронов.
 - Электронный ток усиливается фотоумножителем
- Стекланный фотоумножитель герметичен и находится под вакуумом.

KONIK MS Q12 54

KONIK
KROM+MASS

ДЕТЕКТОР

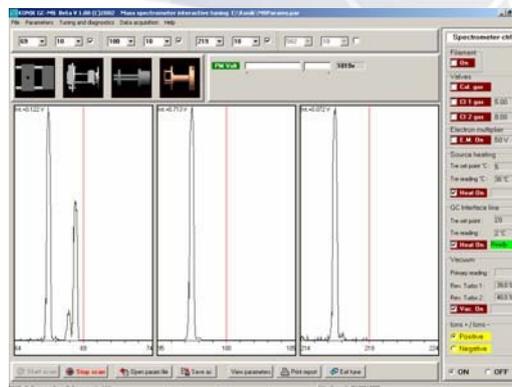


KONIK MS Q12 55

KONIK
KROM+MASS

ПАРАМЕТРЫ ДЕТЕКТОРА

- Напряжение: 100 -2000 В
- Положительный диод: +7kV
- Отрицательный диод: -7kV



KONIK MS Q12 56

KONIK
KROM+MASS

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ: KONIKROM PLUS MS

- Встроенный аналого-цифровой преобразователь
- 1 - 64 точек/пик
- Частота 100 кГц
- Резервное копирование на жесткий диск
- Встроенный компьютер с TCP/IP

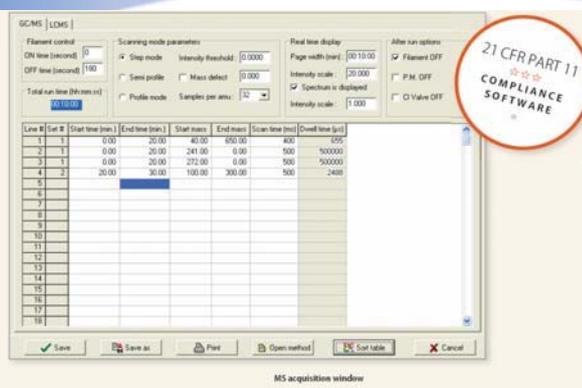


KONIK MS Q12 57

KONIK
KROM+MASS

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ: KONIKROM PLUS MS

- Возможность одновременного **ПОЛНОГО СКАНИРОВАНИЯ** и получения спектров **ПО ИЗБРАННЫМ ИОНАМ**
- Три режима получения данных:
 - Пошаговый: от а.е.м. к а.е.м.
 - Половинный профиль: 16 точек/ а.е.м.
 - Полный профиль от 1 до 64 точек/а.е.м.

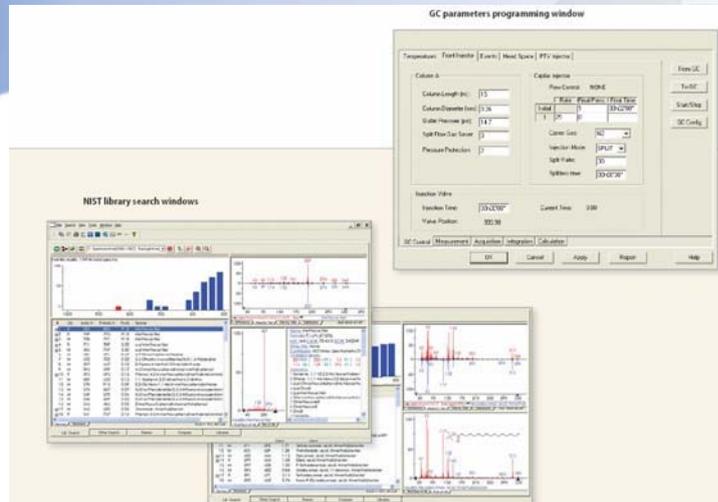


- до 50 наборов функций сканирования

KONIK MS Q12 58

KONIK
KROM+MASS

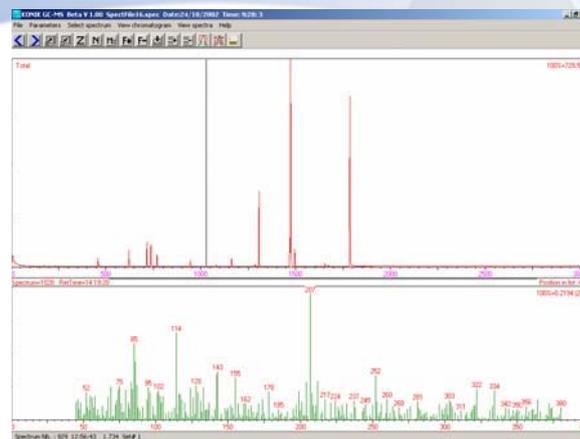
СИСТЕМА ОБРАБОТКА ДАННЫХ: KONIKROM PLUS MC



KONIK MS Q12 59



СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И СЖАТИЕ ДАННЫХ



KONIK MS Q12 60

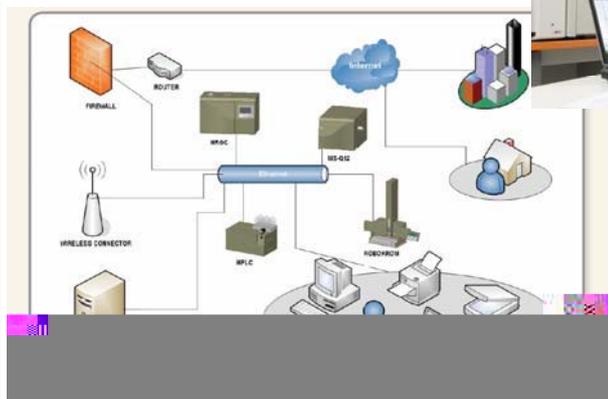


ДИАГНОСТИКА

KONIK MS Q12 61



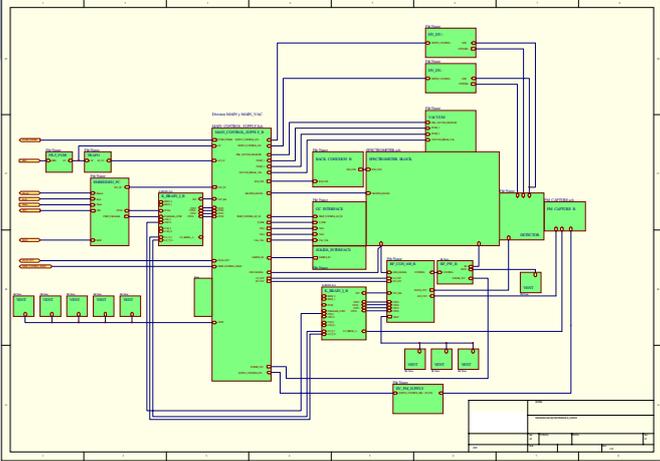
ПОЛНОСТЬЮ УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ



KONIK MS Q12 62



ЭЛЕКТРОНИКА

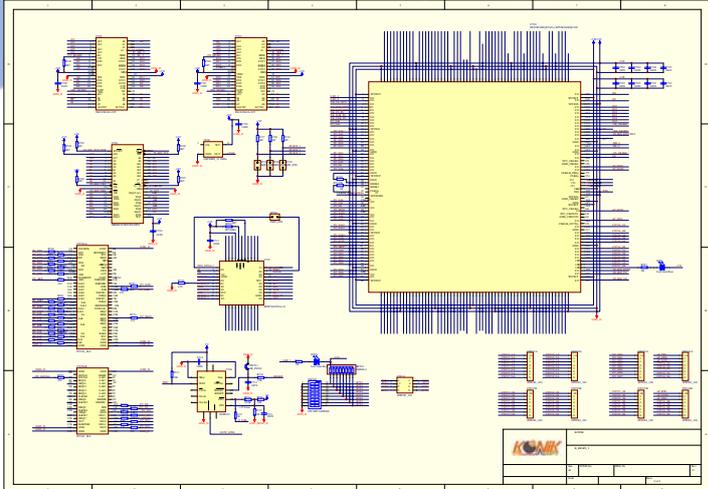


Функциональные платы для каждого модуля. Простота обслуживания

KONIK MS Q12 63



ЭЛЕКТРОНИКА



Технология на основе FPGA для удаленной и немедленной конфигурации ПО

KONIK MS Q12 64



СБОРКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

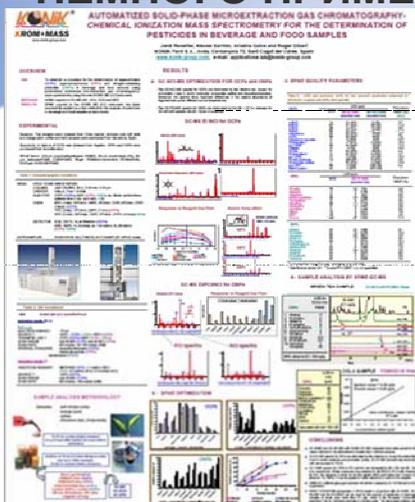


Компоненты, требующие особой чистоты, собираются в чистых комнатах и проходят индивидуальный контроль. Полный контроль качества, конфигурация и калибровка на заводе гарантируют максимальную производительность с первого дня.

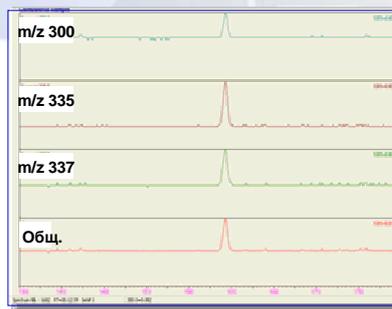
KONIK MS Q12 65

KONIK
KROM+MASS

НЕМНОГО ПРИМЕРОВ ПРИМЕНЕНИЯ



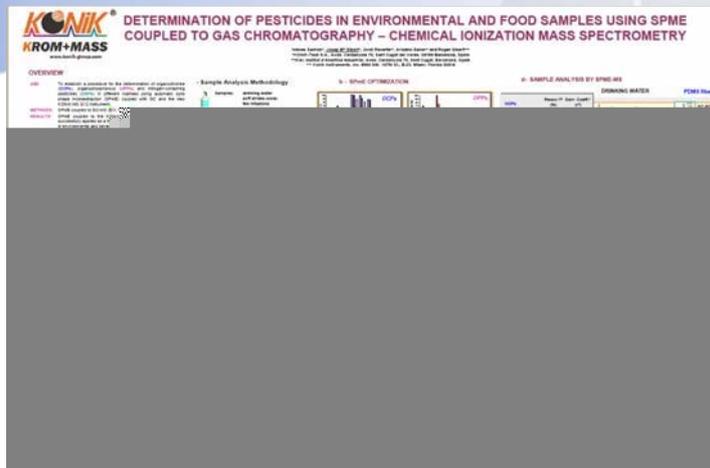
KONIK MS Q12 66



Хроматограмма кленбутерола по селективно выбраным ионам при m/z 300, 335 и 337 и общему ионному току

KONIK
KROM+MASS

НЕМНОГО ПРИМЕРОВ ПРИМЕНЕНИЯ



KONIK MS Q12 67



НЕМНОГО ПРИМЕРОВ ПРИМЕНЕНИЯ



Специальная лаборатория по разработке методов и сопровождению

KONIK MS Q12 68

