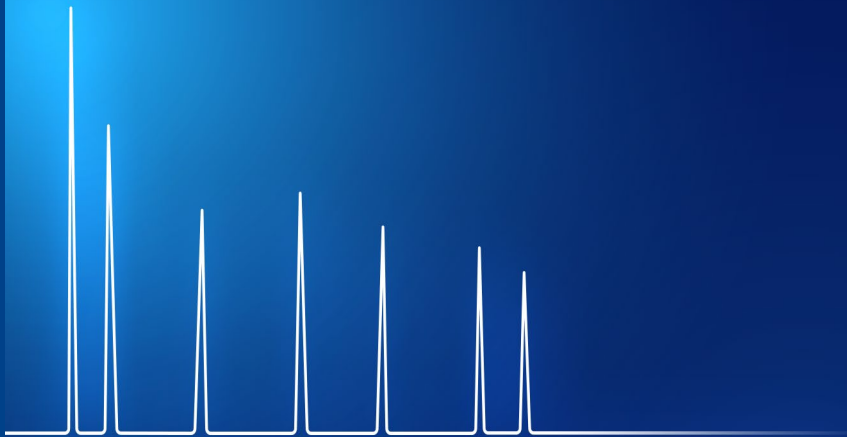


MACHEREY-NAGEL

NUCLEODUR[®] y

NUCLEOSHELL[®]

Cromatografía



Fases modernas para HPLC

MACHEREY-NAGEL

www.mn-net.com



Conceptos básicos.....	3
Lista de la USP	9
NUCLEODUR®	
Sílice de alta pureza para HPLC NUCLEODUR®	10
Sílice de alta pureza NUCLEODUR® para UHPLC	12
Resumen de las fases de NUCLEODUR®	14
NUCLEODUR® C18 Gravity · C8 Gravity	18
NUCLEODUR® C18 Gravity-SB	22
NUCLEODUR® C18 Isis	24
NUCLEODUR® C18 Pyramid	26
NUCLEODUR® PolarTec	28
NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl	30
NUCLEODUR® PFP	32
NUCLEODUR® π ²	34
NUCLEODUR® Sphinx RP	36
NUCLEODUR® C18 ec · C8 ec · C4 ec	38
NUCLEODUR® C18 HTec	45
NUCLEODUR® HILIC	48
NUCLEODUR® CN / CN-RP	50
NUCLEODUR® NH ₂ / NH ₂ -RP	52
NUCLEODUR® SiOH	54
NUCLEODUR® C18 PAH	56
NUCLEOSHELL®	
Sílice de tipo núcleo-corteza NUCLEOSHELL® para HPLC	60
Resumen de las fases de NUCLEOSHELL®	68
NUCLEOSHELL® RP 18	70
NUCLEOSHELL® RP 18plus	72
NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18	75
NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl	78
NUCLEOSHELL® Biphenyl	81
NUCLEOSHELL® PFP	84
NUCLEOSHELL® HILIC	86
Sistemas de columnas MN	88
Sistema de protección de columnas para columnas analíticas de HPLC	90
Sistemas de protección para columnas de HPLC preparativa	91
Accesorios	92
Lista de abreviaturas y marcas comerciales	94
Aviso legal y restricciones de uso del producto	95

Conceptos básicos

La cromatografía de líquidos de alto rendimiento (HPLC) forma parte de los procesos de separación cromatográfica de líquidos de mezclas de sustancias y de su análisis. Al principio, esta técnica también se denominaba cromatografía de líquidos de alta presión debido a la elevada contrapresión de la columna. La HPLC permite realizar análisis cualitativos (identificación de sustancias) y cuantitativos (determinación de la concentración) por medio la comparación con sustancias patrón. El término «HPLC» se introdujo en la década de 1970 para describir el método de alto rendimiento desarrollado a partir de la cromatografía de líquidos en columna, que surgió en la década de 1930. A principios del siglo XXI, la HPLC se complementó con una técnica aún más eficiente, la UHPLC (cromatografía de líquidos de ultraalto rendimiento). En la UHPLC, unas presiones aún mayores (> 400 bares) permiten acortar el tiempo de análisis y mejorar la eficiencia, lo que se traduce en un mayor rendimiento con volúmenes de muestra menores.

Uso

La HPLC/UHPLC se utiliza como complemento de la cromatografía de gases (GC) para la separación y determinación de mezclas complejas compuestas por sustancias poco volátiles, polares e iónicas, de alto peso molecular o térmicamente inestables. Por lo tanto, se requiere una solubilidad adecuada de la muestra en un disolvente o en una mezcla de disolventes. La HPLC/UHPLC se utiliza para el control de la pureza de productos químicos e industriales, la determinación de principios activos para el desarrollo, la producción y el ensayo de fármacos, el análisis medioambiental, el control de calidad y pureza de los alimentos, el análisis de ingredientes en cosméticos, así como el aislamiento de biopolímeros.

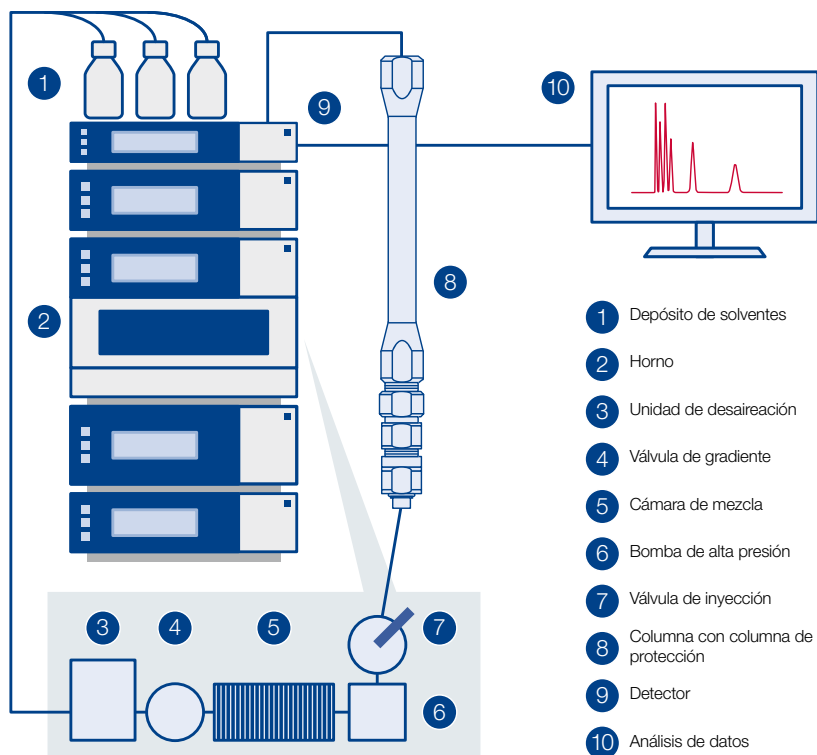
Principio básico

En la cromatografía de líquidos en columna, una fase móvil (eluyente) fluye a través de un tubo relleno de partículas (columna de separación, fase estacionaria). En la cromatografía en columna clásica, este tubo es una columna de vidrio con un diámetro interior de varios centímetros y una longitud de hasta 450 mm o incluso más. El material de relleno suele estar compuesto por partículas de grano grueso, como gel de sílice 60. El eluyente se hace circular por la columna de separación mediante presión hidrostática o una bomba de baja presión a una presión de entre 1,5 y 2 bares.

Por el contrario, las columnas de HPLC están fabricadas en acero inoxidable, con un diámetro interior de entre 2 y 4,6 mm y una longitud de entre 20 y 300 mm. El relleno de la columna, en su mayoría sílice porosa modificada, tiene generalmente un tamaño de partículas de 3, 5, 7 o 10 μm y un tamaño de poro de 50, 100, 120 (para analitos de bajo peso molecular) o de 300 a 4000 Å (para analitos de alto peso molecular). En la UHPLC se utilizan columnas más cortas, de entre 20 y 150 mm de longitud, con partículas de alta eficiencia de 1,8 μm de tamaño (inferiores a 2 μm). Se puede utilizar una columna de protección de unos pocos milímetros de longitud e instalarla junto con un sistema de protección de columnas específico para prolongar la vida útil de la columna. La HPLC/UHPLC utiliza una bomba de alta presión para transportar el eluyente desde un depósito de almacenamiento al sistema, con una contrapresión en la columna de hasta 600/1200 bares.

Instrumento

Los instrumentos de HPLC y UHPLC tienen componentes básicos diferentes. El depósito de almacenamiento (depósito de eluyente, 1) suele incluir una unidad de desaireación (3) para los disolventes. Le sigue una válvula de gradiente (4) con cámara de mezcla (5) en la dirección del flujo, lo que permite utilizar métodos isocráticos y de gradiente. Una bomba de alta presión (6) transporta la muestra al sistema. La muestra se inyecta a través de una válvula de inyección (7). Esto se suele realizar de forma automática mediante una jeringa controlada por un muestreador automático. Por medio del flujo del eluyente, la muestra se transporta a la columna de protección y separación (8). Para mejorar la reproducibilidad de la separación, se recomienda realizar una atemperación con un horno de columnas (2). Las sustancias separadas se determinan mediante un detector (9). En el cromatograma resultante, cada señal del detector correspondiente a una sustancia (pico) está relacionada con el tiempo de retención en la columna. Mediante el análisis de los datos (10) es posible identificar estos picos y determinar su concentración.



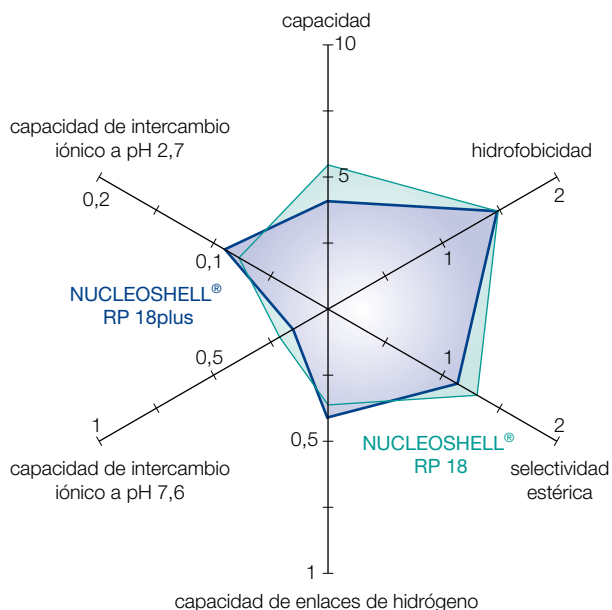
Mecanismo de separación

A medida que fluye a través de la columna, cada componente de la mezcla disuelta interactúa de forma diferente con la fase estacionaria. Según las características de la sustancia (hidrófoba, polar, iónica, aromática, con impedimento estérico, etc.), la intensidad de las interacciones varía y, por lo tanto, los compuestos son retenidos por la fase estacionaria de diferentes maneras. Básicamente, se distingue entre cromatografía de fase normal (NP), cromatografía de fase inversa (RP) y cromatografía de intercambio iónico. En función de la estructura de la fase estacionaria, se pueden producir diversas interacciones —por ejemplo, fuerzas de van der Waals o apilamiento π - π — y se requieren diferentes fases móviles polares. Para las fases normales polares estacionarias (p. ej., SiOH, CN, OH, NH₂), se pueden utilizar eluyentes no polares como el *n*-heptano, el hexano, el diclorometano o el 2-propanol. Mientras que para las fases inversas (p. ej., C₁₈, C₈, C₄, C₂, C₆H₅) se suelen utilizar eluyentes de RP polares (p. ej., acetonitrilo o metanol con agua ultrapura o tampón) y para el intercambio iónico (p. ej., SA, SB) se suelen emplear tampones acuosos (p. ej., fosfato, acetato, tampón cítrico).

Selectividad

El comportamiento característico de separación de las fases en determinadas condiciones también se denomina selectividad. Depende de diversos parámetros, como la estructura y las modificaciones del gel de sílice base, la naturaleza del enlace químico o el tipo de terminación.

En las últimas décadas se han desarrollado varios métodos para comparar y diferenciar la selectividad de diversos geles de sílice y sus modificaciones. En este contexto, se analizan determinadas sustancias o clases de sustancias y se representan gráficamente los parámetros cromatográficos. Un modelo que se utiliza con frecuencia en la literatura especializada es, p. ej., el gráfico de TANAKA, que permite comparar rápidamente diferentes fases de HPLC [1].



Parámetros del diagrama de Tanaka:

Capacidad = k' (pentilbenceno)

Hidrofobicidad = α (pentilbenceno, butilbenceno) Selectividad estérica = α (trifenilo, o-terfenilo)

Capacidad de enlace de hidrógeno (capacidad del silanol) = α (cafeína, fenol) Capacidad de intercambio iónico a pH 2,7 = α

(bencilamina, fenol)

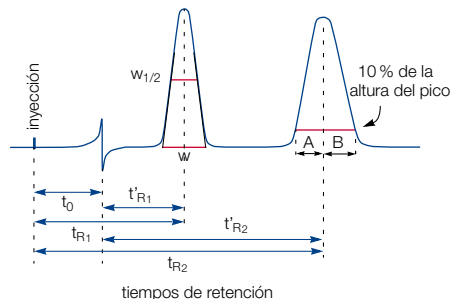
Capacidad de intercambio iónico a pH 7,6 = α (bencilamina, fenol)

La comparación entre NUCLEOSHELL® RP 18 y NUCLEOSHELL® RP 18plus, por ejemplo, muestra una menor capacidad de intercambio iónico a un pH de 7,6 en el caso del NUCLEOSHELL® RP 18plus monomérico. El gráfico radial también refleja una selectividad estérica más marcada de NUCLEOSHELL® RP 18, debido a una mayor densidad de modificaciones con cadenas C₁₈.

Conceptos básicos

Parámetros característicos

El éxito de una separación cromatográfica depende, además de las fases estacionaria y móvil, de otras características como la calidad de la columna de separación o el caudal lineal. El siguiente cromatograma esquemático ilustra los parámetros más importantes que caracterizan una separación.



Leyenda del cromatograma esquemático

Anchura del pico:

$w_{1/2}$ anchura del pico a la mitad de la altura

w anchura del pico (punto de intersección de las tangentes de inflexión con la línea de ceros)

Simetría del pico:

A frente del pico al máximo del pico, al 10 % de la altura del pico

B pico máximo al final del pico, al 10 % de la altura del pico

Tiempo de retención:

t_0 tiempo muerto de una columna = tiempo de retención de una sustancia no retardada

t_{R1} , t_{R2} tiempos de retención de los componentes 1 y 2

t'_{R1} , t'_{R2} tiempos de retención netos de los componentes 1 y 2

En un sistema cromatográfico, las sustancias difieren por su tiempo de retención en la fase estacionaria. El tiempo que tarda una muestra en desplazarse desde la entrada de la columna (inyección de la muestra) hasta el extremo de la columna (detector) es el tiempo de retención t_{R1} o t_{R2} . El tiempo muerto t_0 es el tiempo que tarda un compuesto inerte en desplazarse desde la entrada de la columna hasta su extremo sin sufrir ningún retraso por la fase estacionaria. Por consiguiente, el tiempo muerto es idéntico al tiempo de retención del componente de la muestra que permanece en la fase estacionaria. La diferencia entre el tiempo de retención total y el tiempo muerto da como resultado el tiempo de retención neto t'_{R1} o t'_{R2} , que es el tiempo que un componente de la muestra permanece en la fase estacionaria.

$$t'_{R1} = t_{R1} - t_0 \text{ y } t'_{R2} = t_{R2} - t_0$$

Para comparar cromatogramas registrados con columnas de diferentes longitudes y diámetros internos, así como con diferentes caudales, el tiempo de retención se convierte en un factor de capacidad adimensional k' .

$$k'_1 = \frac{t_{R1} - t_0}{t_0} \text{ y } k'_2 = \frac{t_{R2} - t_0}{t_0}$$

La retención relativa α , también conocida como factor de separación, describe la capacidad de un sistema cromatográfico (fase estacionaria y fase móvil) para diferenciar dos compuestos. Esto se calcula a partir de la relación entre los factores de capacidad de las sustancias, siendo el compuesto de referencia la cifra que figura en el denominador.

$$\alpha = \frac{k'_2}{k'_1}$$

Conceptos básicos

La resolución R es una medida de la eficiencia de la columna para separar dos sustancias. Además del tiempo de retención t_R , también se incluye la anchura del pico a la mitad de la altura $w_{1/2}$.

$$R = 1.18 \cdot \frac{t_{R2} - t_{R1}}{(w_{1/2})_2 + (w_{1/2})_1}$$

Por razones prácticas, la simetría del pico se calcula al 10 % de la altura del pico. Lo ideal es que la simetría sea 1, es decir, $A = B$. Los valores > 1 indican que el pico se alarga hacia atrás (tailing), mientras que los valores < 1 indican que el pico se alarga hacia delante (fronting).

$$\text{Simetría del pico} = \frac{B}{A}$$

En lugar del caudal volumétrico de la fase móvil [mL/min], que se controla en el instrumento de HPLC, resulta más conveniente utilizar la velocidad lineal u [cm/s]. La velocidad lineal es independiente de la sección transversal de la columna y proporcional a la disminución de la presión en la columna. La velocidad lineal se puede calcular a partir del tiempo muerto, donde L es la longitud de la columna en centímetros y t_0 el tiempo muerto en segundos.

$$u = \frac{L}{t_0}$$

La calidad del relleno de una columna viene determinada por el número de platos teóricos N . Unos valores elevados de N indican una gran capacidad para separar mezclas de muestras complejas.

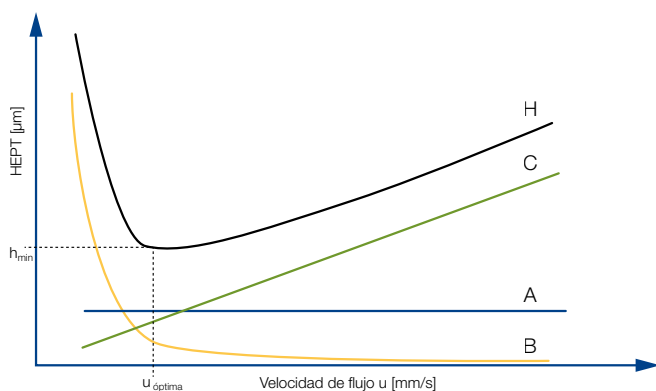
$$N = 5.54 \cdot \left(\frac{t_{R1}}{w_{1/2}} \right)^2$$

El valor de la altura equivalente a un plato teórico HEPT es un criterio que permite evaluar la calidad de una columna. HEPT es la longitud a la que se ha ajustado una vez el equilibrio cromatográfico entre la fase móvil y la fase estacionaria. Su valor depende del tamaño de las partículas, la velocidad de flujo, la viscosidad de la fase móvil y, sobre todo, de la calidad del relleno. Unos valores de HEPT reducidos, lo que indica un número elevado de platos teóricos N , facilitan la separación de mezclas de muestras complejas en la columna.

$$H = \frac{L}{N}$$

La ecuación de Van Deemter muestra la dependencia de la HEPT con respecto a la velocidad u .

$$H = A + \frac{B}{u} + C \cdot u$$



Término A = difusión por remolinos, término B = coeficiente de difusión longitudinal, término C = coeficiente de transferencia de masa, H = HEPT = altura equivalente a un plato teórico

Conceptos básicos

El término A, también denominado «difusión por remolinos», es una función del tamaño de las partículas; el término B, una función del coeficiente de difusión de la sustancia en la fase móvil; y el término C, el retraso que sufre una sustancia al pasar por la interfaz entre la fase estacionaria y la fase móvil. En el punto de intersección entre h_{\min} y u_{opc} se obtiene la eficiencia de separación óptima para una columna con una elevada simetría de los picos de las sustancias separadas.

Calidad de las columnas

Cada columna de HPLC/UHPLC de MACHEREY-NAGEL se somete a pruebas individuales de acuerdo con los parámetros característicos más importantes del control de calidad, y los resultados se recogen en un certificado de análisis.

En las páginas siguientes encontrará información detallada sobre las propiedades específicas de las fases modernas de sílice de alta pureza NUCLEODUR® y el material de tipo núcleo-corteza NUCLEOSHELL®, así como las correspondientes columnas de HPLC y UHPLC.

Especificaciones de calidad estrictas Fiabilidad excepcional



Más altos estándares de producción

- Nuestras instalaciones cuentan con la certificación ISO 9001
- Reproducibilidad perfecta entre lotes y dentro de cada lote
- Columnas sometidas a pruebas individuales, suministradas con el cromatograma de prueba y las condiciones correspondientes



Lista de la USP

Especificaciones de la USP para las fases de HPLC de MN			
Código	Especificación	Fases HPLC de MN	Página
USP L1	octadecilsilano unido químicamente a partículas de sílice porosas de entre 1,5 y 10 µm de diámetro, o gel de sílice monolítico	NUCLEODUR® C18 ec	38
		NUCLEODUR® C18 Gravity	18
		NUCLEODUR® C18 Gravity-SB	22
		NUCLEODUR® C18 HTec	45
		NUCLEODUR® C18 Isis	24
		NUCLEODUR® C18 Pyramid	26
		NUCLEODUR® PolarTec	28
		NUCLEODUR® Sphinx RP	36
		NUCLEOSHELL® RP 18	70
		NUCLEOSHELL® RP 18plus	72
		NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18	75
USP L3	partículas de sílice porosas, de 1,5 a 10 µm de diámetro, o gel de sílice monolítico	NUCLEODUR® SiOH	54
USP L7	octilsilano unido químicamente a partículas de sílice totalmente porosas, con un diámetro de entre 1,8 y 10 µm	NUCLEODUR® C8 ec	38
		NUCLEODUR® C8 Gravity	18
USP L8	una capa esencialmente monomolecular de aminopropilsilano unida químicamente a un soporte de gel de sílice totalmente poroso, con un diámetro de entre 1,5 y 10 µm	NUCLEODUR® NH2 / NH2-RP	52
USP L10	grupos nitrilo unidos químicamente a partículas de sílice porosas, 1,5 a 10 µm de diámetro	NUCLEODUR® CN / CN-RP	50
USP L11	grupos fenilo unidos químicamente a partículas de sílice porosas, 1,5 a 10 µm de diámetro	NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl	30
		NUCLEODUR® π ²	34
		NUCLEODUR® Sphinx RP	36
		NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl	78
		NUCLEOSHELL® Biphenyl	81
USP L26	butilsilano unido químicamente a partículas de sílice totalmente porosas, 5 a 10 µm de diámetro	NUCLEODUR® C4 ec	38
USP L43	grupos pentafluorofenilo unidos químicamente a partículas de sílice mediante un puente propílico, 1,5 a 10 µm de diámetro	NUCLEODUR® PFP	32
		NUCLEOSHELL® PFP	84
USP L60	gel de sílice poroso esférico, tamaño de partículas de 10 µm de diámetro o inferior, cuya superficie se ha modificado covalentemente con grupos de alquilamida y terminado	NUCLEODUR® PolarTec	28
USP L118	grupos de C ₁₈ acuoso polimerizado sobre partículas de sílice, 1,2 a 5 µm de diámetro	NUCLEODUR® C18 PAH	56

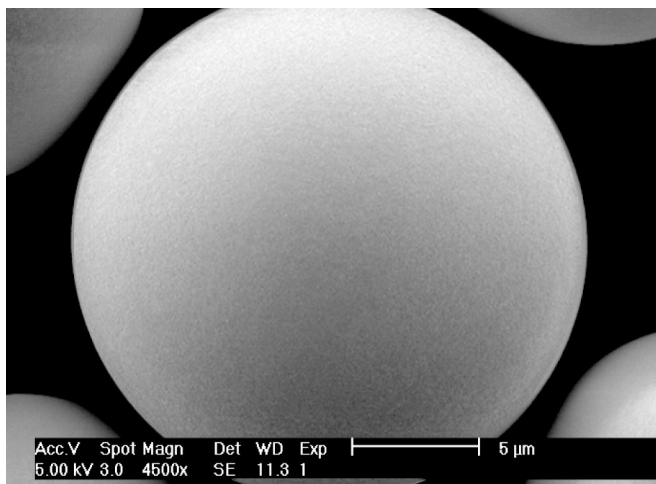
Sílice de alta pureza para HPLC NUCLEODUR®

NUCLEODUR® es una sílice de tipo B totalmente sintética (sílice de tercera generación) que ofrece propiedades físicas muy avanzadas, como una forma de partícula totalmente esférica, una microestructura superficial excepcional, una gran estabilidad a la presión y un bajo contenido en metales.

NUCLEODUR®, al ser una sílice de vanguardia, es el material base ideal para las fases modernas de HPLC. Es el resultado de la investigación pionera de MACHEREY-NAGEL en el campo de la cromatografía durante más de 40 años.

En la cromatografía de líquidos de fase inversa, la eficacia del relleno se ve intensamente afectada por la calidad de la propia sílice base. Las imperfecciones en la geometría superficial de las partículas o la presencia de contaminantes metálicos son las principales causas de una cobertura insuficiente con los alquilsilanos unidos covalentemente en las etapas posteriores de la conversión en derivados. Es bien sabido que una cobertura superficial insuficiente y, en consecuencia, una elevada actividad de los silanoles libres residuales suelen provocar un efecto de cola de los picos o la adsorción, especialmente en el caso de los compuestos básicos.

Forma de las partículas y simetría de la superficie



Las sílices NUCLEODUR® se sintetizan mediante un proceso de fabricación exclusivo y cuidadosamente controlado que permite obtener partículas de sílice totalmente esféricas. La imagen muestra la extraordinaria suavidad de la superficie de NUCLEODUR®.

Pureza

Como ya se ha mencionado anteriormente, se requiere sílice de alta pureza para obtener picos simétricos y máxima resolución. Las inclusiones de, p. ej., iones de hierro o de metales alcalinotérreos en la superficie de la sílice son en gran medida responsables de las interacciones indeseadas con analitos ionizables, como las aminas o los compuestos fenólicos.

NUCLEODUR® está prácticamente libre de impurezas metálicas y de silanoles superficiales de baja acidez. En la página siguiente se recogen los datos del análisis elemental de NUCLEODUR® 5 µm, medidos mediante AAS.

Análisis elemental (iones metálicos) del NUCLEODUR® 100-5		
Aluminio	< 5	ppm
Hierro	< 5	ppm
Sodio	< 5	ppm
Calcio	< 10	ppm
Titanio	< 1	ppm
Circonio	< 1	ppm
Arsénico	< 0,5	ppm
Mercurio	< 0,05	ppm

Sílice de alta pureza para HPLC NUCLEODUR®

Estabilidad a la presión

El gel de sílice, totalmente esférico y 100 % sintético, presenta una estabilidad mecánica excepcional, incluso a presiones y caudales del eluyente elevados. Además, tras varios ciclos repetidos de relleno, no se observa ninguna disminución significativa de la presión. Esto último reviste una importancia fundamental para las aplicaciones preparativas y a escala industrial.

La sílice NUCLEODUR® está disponible con dos tamaños de poro – 110 Å como material estándar y 300 Å como material de poro ancho para la separación de biomoléculas, como péptidos y proteínas.

Características físicas de NUCLEODUR®

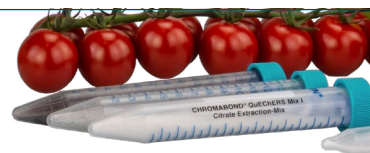
	Estándar	Poros anchos
Tamaño de poro	110 Å	300 Å
Área (BET)	340 m ² /g	100 m ² /g
Volumen de poro	0,9 mL/g	0,9 mL/g
Densidad	0,47 g/mL	0,47 g/mL

Modificaciones de NUCLEODUR®

En las últimas dos décadas se han desarrollado diversas modificaciones superficiales basadas en la sílice NUCLEODUR®, lo que ha permitido ofrecer una gama completa de fases de HPLC específicas y una herramienta ideal para cada separación.

Para un resumen de las propiedades más importantes de nuestras fases NUCLEODUR®, consulte la página 14.

CHROMABOND® QuEChERS Mezclas para la preparación de muestras



“Quick Easy Cheap Effective Rugged Safe”

- Alto rendimiento gracias a su fácil manejo
- Ahorra disolventes y tiempo
- Alta reproducibilidad y altos índices de recuperación
- Amplia gama de aplicaciones (p. ej., plaguicidas en alimentos)



Partículas de 1,8 µm para una mayor eficacia de separación

Ventajas del tamaño de partículas de 1,8 µm

La miniaturización comenzó en las primeras etapas de la HPLC con la reducción del tamaño de las partículas, de 10 µm a 7 µm, hasta llegar a los de 5 µm estándar —que sigue siendo el diámetro de partículas más utilizado en la HPLC analítica— y, finalmente, a partículas esféricas de 3 µm. Con la introducción de las partículas NUCLEODUR® de 1,8 µm, los investigadores han marcado un antes y un después en la tecnología de columnas de HPLC, ya que ofrecen mejoras extraordinarias en cuanto al número de platos, la eficiencia de la columna y la resolución en comparación con las partículas de 3 µm.

Mayor eficiencia de separación gracias a un mayor número de platos teóricos (N):

- 50 x 4,6 mm NUCLEODUR® C18 Gravity
- 3 µm: $N \geq 100\,000$ platos/m (valor $h \leq 10$)
- 1,8 µm: $N \geq 166\,667$ platos/m (valor $h \leq 6$)

El aumento del número de platos en aproximadamente un 67 % permite utilizar columnas más cortas con el mismo número de platos, lo que se traduce en una reducción del tiempo de análisis.

Mejora significativa de la resolución

$$R_s = \frac{\sqrt{N}}{4} \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha} \right) \left(\frac{k'_i}{k'_i + 1} \right)$$

R_s = resolución, α = selectividad (factor de separación), k'_i = retención
 N = número de platos con $N \propto 1/d_p$, d_p = diámetro de partícula

Características principales

- Reducción del tiempo de análisis (HPLC ultrarrápida)
- Columnas más cortas con alta eficiencia de separación y mejora significativa de la resolución y la sensibilidad de detección
- Apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas

Fraccionamiento

- Las partículas de NUCLEODUR® de 1,8 µm se fraccionan especialmente para limitar el aumento de la contrapresión.

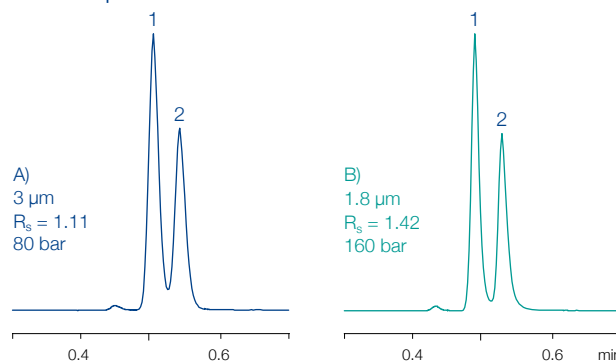
Disponibilidad

- Las siguientes fases de NUCLEODUR® están disponibles en 1,8 µm: C18 Gravity, C8 Gravity, C18 Gravity-SB, C18 Isis, C18 Pyramid, PolarTec, Phenyl-Hexyl, PFP, Sphinx RP, C18 HTec e HILIC

Resolución como función del tamaño de partícula

Columna: 50 x 4 mm NUCLEODUR® C18 Gravity
A) 3 µm, B) 1.8 µm
Eluyente: acetonitrilo – agua (80:20, v/v)
Caudal: 2 mL/min
Detección: UV, 254 nm

Picos:
1. Naftaleno
2. Etilbenceno



El uso de partículas de 1,8 µm en lugar de 3 µm produce un aumento de la resolución por un factor de 1,29 (29 %), ya que la resolución es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del tamaño de las partículas.

Sílice de alta pureza NUCLEODUR® para UHPLC

Contrapresión de la columna

Debido al menor tamaño de las partículas, la contrapresión aumentará de acuerdo con

$$\Delta_p = \frac{\Phi \cdot L_C \cdot \eta \cdot u}{d_p^2}$$

Δ_p = caída de presión, Φ = resistencia al flujo (sin dimensión), L_C = largo de la columna, η = viscosidad, u = velocidad lineal, d_p = diámetro de partícula

La elevada esfericidad de las partículas de NUCLEODUR® y una distribución granulométrica muy estrecha permiten mantener la contrapresión en un nivel moderado.

Comparación de contrapresiones

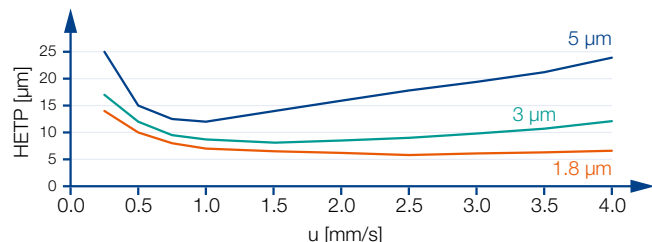
Eluyente 100 % metanol, caudal 1,5 mL/min
temperatura: 22 °C, dimensiones de la columna 50 x 4,6 mm

	NUCLEODUR® C18 Gravity	Competencia
3 µm	70 bares	-
1,8 µm	130 bares	170 bares

Caudales mayores y tiempos de ejecución menores

El caudal óptimo para las partículas de 1,8 µm es mayor que para las de 3 y 5 µm (ver figura – el caudal se debe situar en el mínimo de Van Deemter).

Curvas de Van Deemter




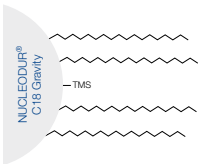

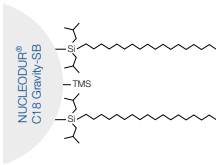

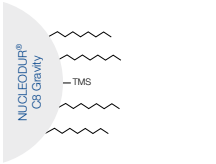

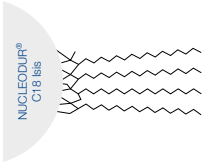

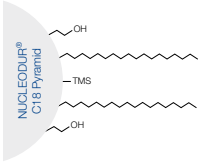

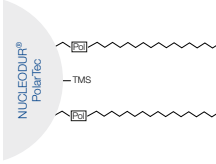

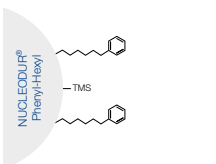

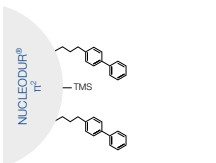

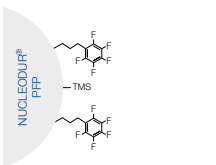
Columna 50 x 4,6 mm, acetonitrilo – agua (50:50, v/v), analito: tolueno

Requisitos técnicos

Para obtener los mejores resultados con partículas de 1,8 µm, es necesario cumplir determinados requisitos técnicos, entre los que se incluyen bombas para caudales de 2–3 mL y presiones de 250–1000 bares, un volumen muerto mínimo y un registro rápido de datos.



Resumen de las fases de NUCLEODUR®

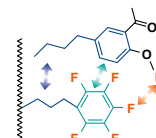
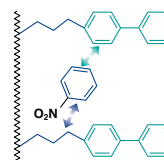
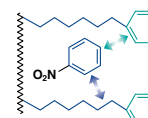
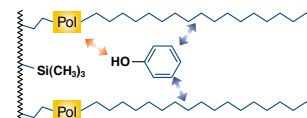
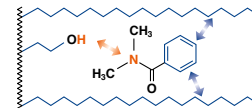
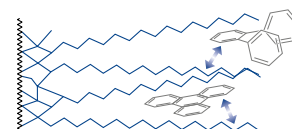
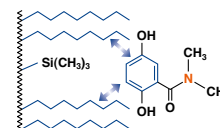
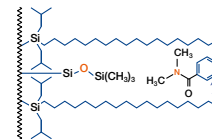
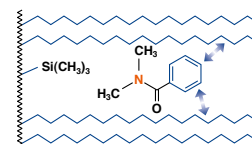
Fase	Especificación	Página	Característica*	Estabilidad	Estructura
 C18 Gravity	octadecilo, recubrimiento de alta densidad, endcapping múltiple 18 % C USP L1	18	A ●●●●● B ● C ●●●	pH 1 – 11, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 C18 Gravity-SB	octadecilo (monomérico), endcapping amplio 13 % C USP L1	22	A ●●●●● B ●●●● C -	pH 1 – 9, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 C8 Gravity	octilo, recubrimiento de alta densidad, endcapping múltiple 11 % C USP L7	18	A ●●●● B ● C ●●	pH 1 – 11, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 C18 Isis	fase de octadecilo con una modificación superficial especialmente reticulada y endcapping 20 % C USP L1	24	A ●●●●● B ●●● C ●●●●●	pH 1 – 10, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 C18 Pyramid	octadecilo con endcapping polar 14 % C USP L1	26	A ●●●●● B ●●●● C ●●●	estable en un eluyente 100 % acuoso, pH 1 – 9, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 PolarTec	octadecilo con un grupo polar incorporado, endcapping 17 % C USP L1 y L60	28	A ●●●●● B ●●●● C ●●●●●	estable en un eluyente 100 % acuoso, pH 1 – 9, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 Phenyl-Hexyl	fenilhexilo, endcapping múltiple 10 % C USP L11	30	A ●●● B ●●●● C ●	pH 1 – 10, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 π ²	bifenilpropilo, endcapping múltiple 17 % C USP L11	34	A ●●● B ●●●●● C ●●●	pH 3 – 10	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 PFP	pentafluorofenilpropilo, endcapping múltiple 8 % C USP L43	32	A ●●● B ●●●●● C ●●●●●	pH 1 – 9, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 

* A = ● selectividad hidrófoba, B = ● selectividad polar / iónica, C = ● selectividad estérica


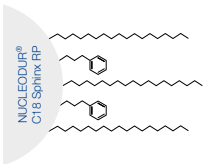

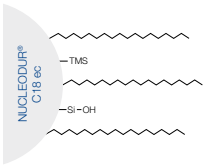

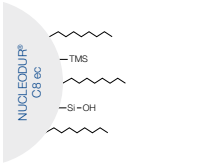

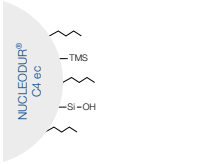

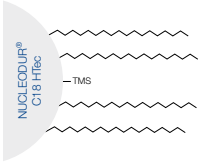

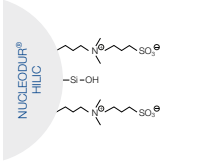

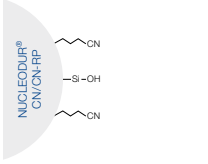

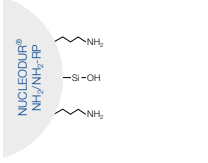


** fases que ofrecen una selectividad similar basada en propiedades químicas y físicas

Resumen de las fases de NUCLEODUR®

Uso	Fases similares**	Interacciones · mecanismo de retención
en general, compuestos con grupos funcionales ionizables, como fármacos básicos y plaguicidas	NUCLEOSIL® C18 HD Xterra® RP18 / MS C18; Luna® C18(2), Gemini®, Synergi® Max RP; Zorbax® Extend-C18; Inertsil® ODS III; Purospher® STAR RP-18; Hypersil™ BDS	hidrófobas (interacciones de van der Waals)
separaciones analíticas sofisticadas en general, especialmente para compuestos polares, p. ej., antibióticos, vitaminas hidrosolubles, ácidos orgánicos	-	hidrófobas (interacciones van der Waals) con interacciones polares adicionales
como C ₁₈ Gravity, sin embargo, los tiempos de retención suelen ser más cortos para los compuestos no polares	NUCLEOSIL® C8 HD Xterra® RP8 / MS C ₈ ; Luna® C ₈ ; Zorbax® Eclipse XDB-C ₈	hidrófobas (interacciones de van der Waals)
alta selectividad estérica, por lo que resulta adecuado para la separación de isómeros posicionales y estructurales, así como de moléculas planares y no planares	NUCLEOSIL® C18 AB Inertsil® ODS-P; Pro C18 RS	estéricas e hidrófobas
productos farmacéuticos básicos, compuestos muy polares, ácidos orgánicos	Aqua, Synergi® Hydro-RP; AQ; Atlantis® dC18; Polaris® C18-A	hidrófobas y polares (uniones H)
fármacos básicos, ácidos orgánicos, plaguicidas, aminoácidos, vitaminas hidrosolubles	NUCLEOSIL® C18 Nautilus ProntoSIL® C18 AQ, Zorbax® Bonus-RP, Polaris® Amide-C18; Ascentis® RP Amide, SymmetryShield™ RP18; SUPELCOSIL™ LC-ABZ+; HyPURITY™ ADVANCE; ACCLAIM Polar AD.II	hidrófobas y polares (enlaces H)
compuestos aromáticos e insaturados, compuestos polares como fármacos y antibióticos	Luna® Phenyl-Hexyl; Zorbax® Eclipse Plus Phenyl-Hexyl; Kromasil® Phenyl-Hexyl	π-π e hidrófobas
compuestos aromáticos e insaturados, compuestos polares como fármacos y antibióticos	Pinnacle® DB Biphenyl; Ultra Biphenyl	π-π e hidrófobas
compuestos aromáticos e insaturados, compuestos halogenados, fenoles, isómeros, fármacos polares, antibióticos	ACQUITY® CSH Fluoro-Phenyl; Hypersil™ GOLD PFP; Luna® PFP(2); Discovery® HS F5; Allure® PFP Propyl; Ultra II PFP Propyl	polares (enlace H), dipolo-dipolo, π-π e hidrófobas



Resumen de las fases de NUCLEODUR®

Fase	Especificación	Página	Característica*	Estabilidad	Estructura
 Sphinx RP	bifuncional, relación equilibrada de propilfenilo y octadecilo, endcapping 15 % C USP L1 y L11	36	A ●●● B ●●● C ●	pH 1–10, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 C18 ec	octadecilo, densidad media, endcapping disponible con un tamaño de poro de 110 Å y 300 Å 17,5 % / 4 % C USP L1	38	A ●●●●● B ● C ●●●●	pH 1–9	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 C8 ec	octilo, densidad media, endcapping 10,5 % C USP L7	38	A ●● B ●● C ●●●	pH 1–9	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 C4 ec	butilo, densidad media, endcapping, tamaño de poro de 300 Å 2,5 % C USP L26	38	A ● B ●● C ●●	pH 1–9	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 C18 HTec	octadecilo, recubrimiento de alta densidad, alta capacidad, endcapping múltiple 18 % C USP L1	45	A ●●●●● B ● C ●●●	pH 1–11, apta para LC/MS	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 HILIC	fase de ácido amonio-sulfónico zwitteriónica, sin endcapping 7 % C	48	A ● B ●●●●● C -	pH 2–8,5	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 CN/CN-RP	ciano (nitrilo) para separaciones NP y RP, endcapping 7 % C USP L10	50	A ● B ●●●● C -	pH 1–8, estable frente a fases móviles con alto contenido en agua	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 NH ₂ /NH ₂ -RP	aminopropilo para separaciones NP y RP, sin endcapping 2,5 % C USP L8	52	A ● B ●●●● C -	pH 2–8, estable frente a fases móviles con alto contenido en agua	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 
 SiOH	silice de alta pureza no modificada, sin endcapping USP L3	54	A - B - C -	pH 2–8	NUCLEODUR® (Si-O ₂) _n 

* A = ● selectividad hidrófoba, B = ● selectividad polar / iónica, C = ● selectividad estérica
** fases que ofrecen una selectividad similar basada en propiedades químicas y físicas

Resumen de las fases de NUCLEODUR®

Uso	Fases similares**	Interacciones · mecanismo de retención	
compuestos con sistemas de enlaces aromáticos y múltiples	sin fases similares	π - π e hidrófobas	
fase C ₁₈ robusta para análisis de rutina	NUCLEOSIL® C18 Spherisorb® ODS II; Symmetry® C18; Hypersil® ODS; Inertsil® ODS II; Kromasil® C18; LiChrospher® RP-18	hidrófobas (interacciones de van der Waals) algunas interacciones residuales con silanol	
fase C ₁₈ robusta para análisis de rutina	NUCLEOSIL® C8 ec / C8 Spherisorb® C8; Symmetry® C8; Hypersil® MOS; Kromasil® C8; LiChrospher® RP-8	hidrófobas (interacciones de van der Waals) algunas interacciones residuales con silanol	
macromoléculas biológicas como proteínas o péptidos	Jupiter® C ₄ ; ACE® C ₄	hidrófobas (interacciones de van der Waals) algunas interacciones residuales con silanol	
fase C ₁₈ desactivada, robusta y bien fundamentada; todas las tareas de separación con potencial preparativo	Xterra® RP18 / MS C18 / SunFire™ C18; Luna® C18(2), Gemini®, Synergi® Max RP; Zorbax® Extend-C18; Inertsil® ODS III; Purospher® STAR RP-18; Hypersil® BDS	hidrófobas (interacciones de van der Waals)	
compuestos hidrófilos, como ácidos y bases orgánicos polares, compuestos naturales polares	Sequant™ ZIC®-HILIC; Obelisc™	iónicas / hidrófilas y electrostáticas	
compuestos orgánicos polares (fármacos básicos), moléculas que contienen sistemas de electrones π	NUCLEOSIL® CN / CN-RP	π - π y polares (enlace H), hidrófobas	
azúcares, alditoles y otros compuestos hidroxilados, bases de ADN, compuestos polares en general	NUCLEOSIL® NH ₂ / NH ₂ -RP	polares / iónicas e hidrófobas	
compuestos polares en general	NUCLEOSIL® SiOH	polares / iónicas	

Desactivación de bases

NUCLEODUR® C18 Gravity y NUCLEODUR® C8 Gravity se basan en la sílice ultrapura NUCLEODUR®. La conversión en derivados genera una superficie homogénea con una alta densidad de silanos unidos (~ 18 % C para C₁₈, ~ 11 % C para C₈). La terminación minuciosa suprime cualquier interacción polar indeseada entre la superficie de sílice y la muestra, lo que convierte a «Gravity» en especialmente apta para la separación de analitos básicos y otros analitos ionizables. Incluso los fármacos fuertemente básicos, como la amitriptilina, se eluyen sin efecto de cola en condiciones isocráticas. Para un análisis del comportamiento de retención de las fases C₁₈ frente a las fases C₈, consulte la página 40.

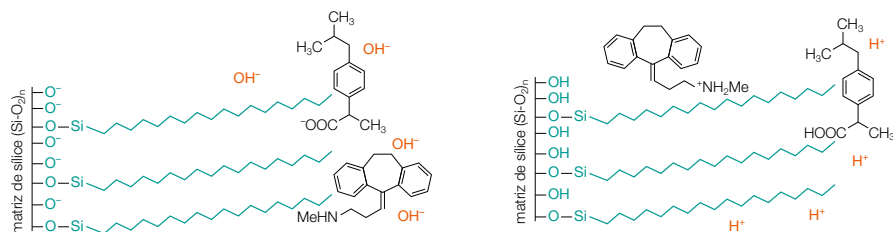
Estabilidad de pH mejorada

Una de las principales desventajas de las fases estacionarias de sílice es su estabilidad limitada a un pH muy ácido o básico. La escisión del enlace siloxano por hidrólisis, o la disolución de la sílice, provocará rápidamente una pérdida considerable del rendimiento de la columna. Por lo general, no se recomienda realizar fases de RP con fases móviles a un pH > 8 o < 2 durante periodos prolongados. La tecnología especial de unión superficial y la baja concentración de oligoelementos de NUCLEODUR® C18 y C₈ Gravity permiten utilizarlos en un mayor intervalo de pH, desde 1 a 11.

Ventajas de la estabilidad de pH mejorada

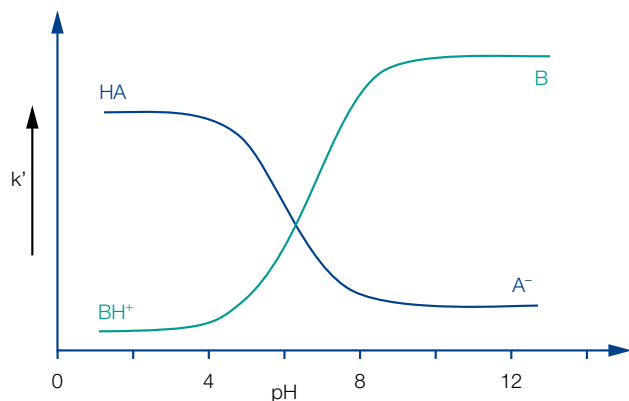
En el desarrollo de métodos suele ser necesario un intervalo de pH más amplio. Muchos compuestos que contienen nitrógeno, como los fármacos básicos, se protonan a pH ácido o neutro y presentan una retención deficiente en una fase C₁₈ estándar. El comportamiento de retención se puede mejorar trabajando con un pH mayor, en el que el analito ya no está protonado, sino que tiene una carga formalmente neutra, por lo general entre pH 9 y 10. En el caso de los analitos ácidos, ocurre exactamente lo contrario: la retención máxima se alcanza a un pH bajo.

Silanos superficiales a diferentes valores de pH



La figura anterior muestra el grado de protonación de los silanos superficiales y de dos analitos de ejemplo a pH ácido y alcalino. El siguiente gráfico ilustra la correlación general entre la retención y el pH.

Correlación entre la retención y el pH en compuestos básicos y ácidos



Un ejemplo de cómo se puede controlar la selectividad mediante el pH es la separación del ácido ketoprofeno, la base lidocaína y la benzamida. En condiciones ácidas, la lidocaína protonada se eluye muy rápidamente debido a la falta de interacciones hidrófobas

Características principales

- Apta para LC/MS y HPLC en condiciones de pH extremas (pH 1–11)
- Desactivación de bases superior
- Ideal para el desarrollo de métodos

Datos técnicos

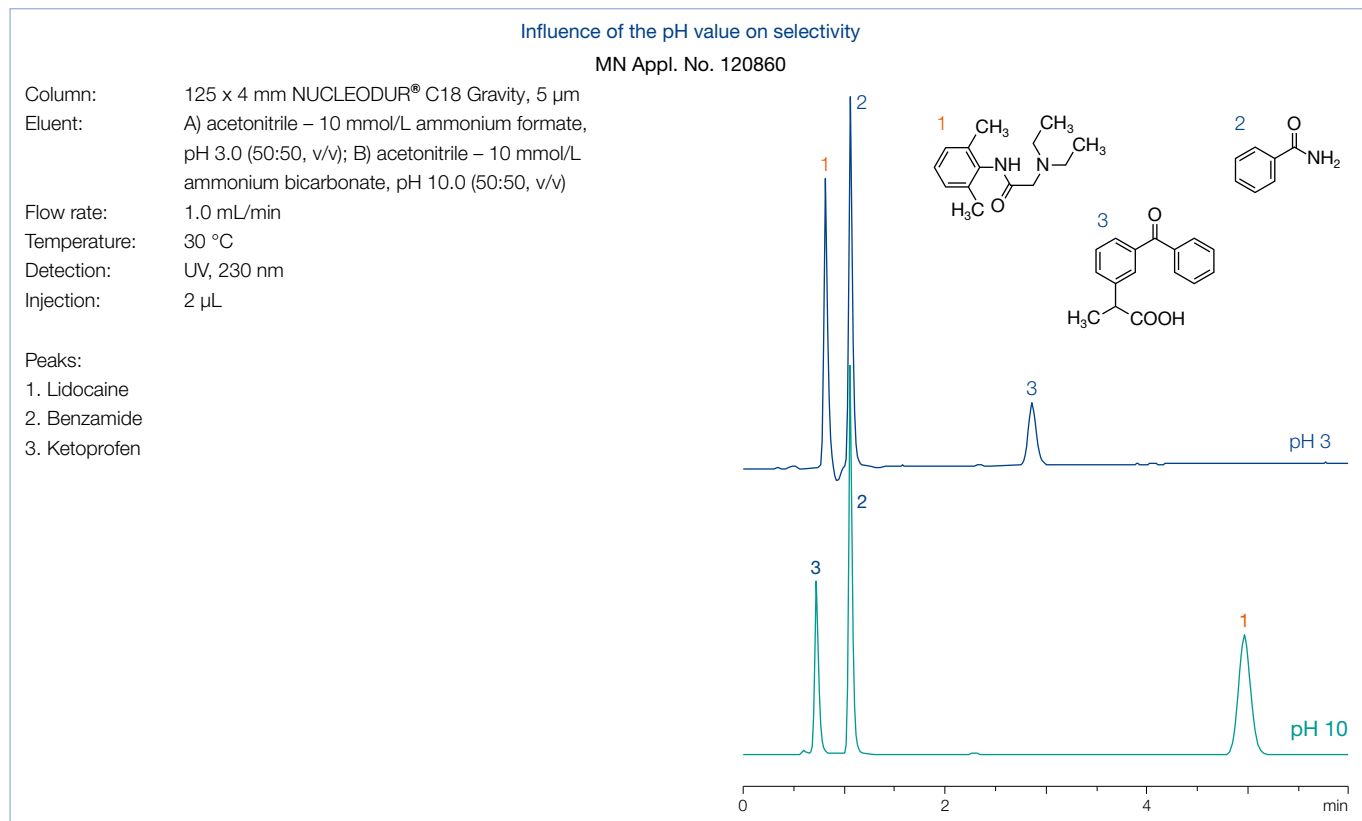
- Fase de octadecilo (C₁₈) y octilo (C₈); con terminación múltiple
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partículas 1,8 µm, 3 µm y 5 µm para C₁₈; 1,8 µm, 3 µm y 5 µm para C₈; partículas de 7 µm, 10 µm, 12 µm y 16 µm con fines preparatorios, previa solicitud
- Contenido de carbono 18 % para C₁₈, 11 % para C₈

Aplicaciones recomendadas

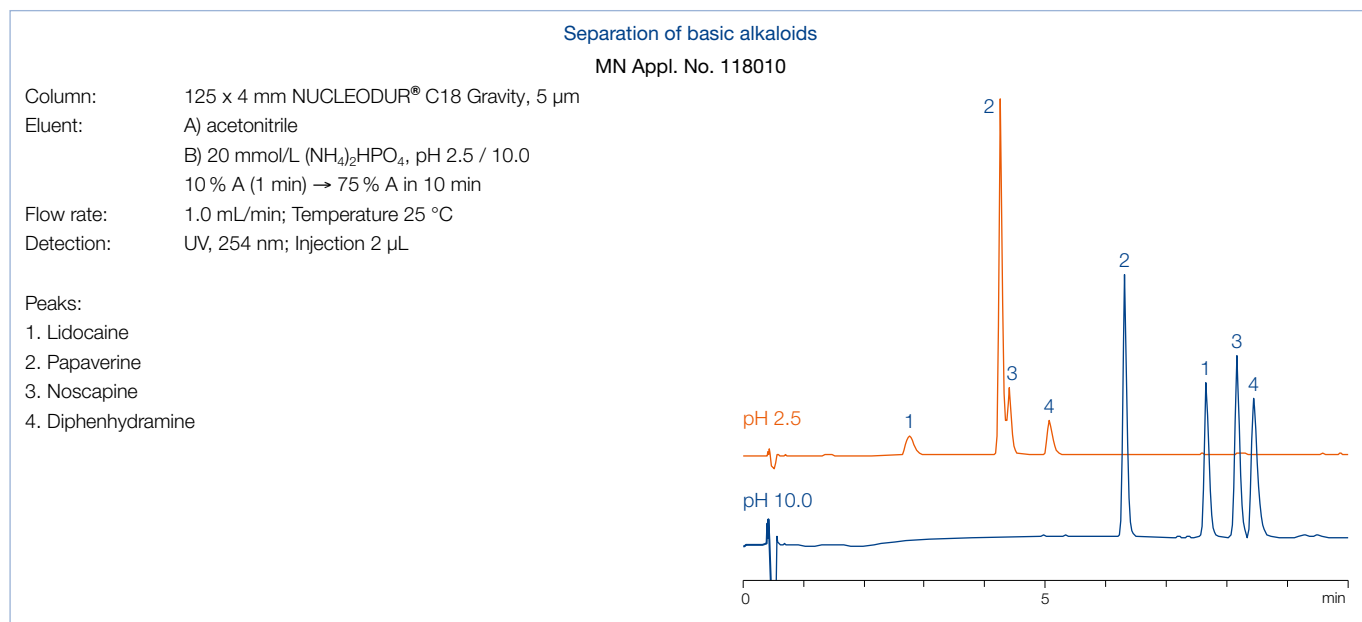
- Lista de la USP L1
- Separaciones analíticas sofisticadas en general
- Las clases de compuestos que se pueden separar incluyen fármacos, p. ej., analgésicos, antiinflamatorios, antidepresivos; herbicidas; productos fitofarmacéuticos; inmunosupresores

NUCLEODUR® C18 Gravity · C8 Gravity

suficientemente fuertes entre el analito y las cadenas C₁₈, mientras que el ketoprofeno, formalmente neutro, se eluye tras unos 3 minutos. Sin embargo, a pH 10 se observa una inversión del orden de elución, con un tiempo de retención visiblemente mayor para la lidocaína básica.

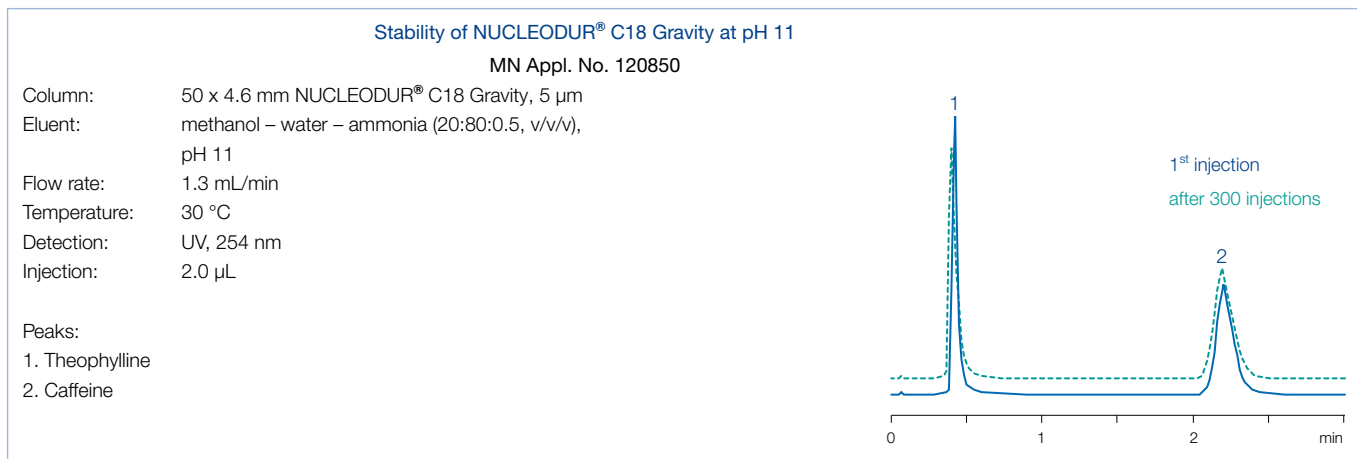


Como se ha mencionado anteriormente, la estabilidad del pH de la fase estacionaria puede resultar útil para mejorar la selectividad en el desarrollo de métodos. La siguiente figura muestra la separación de 4 fármacos básicos en condiciones ácidas y básicas. A un pH de 2,5, los analitos protonados presentan una retención deficiente (elución temprana) y, además, una resolución insuficiente para la papaverina y la noscapina, mientras que las moléculas ionizadas se pueden separar inicialmente gracias a su mejor patrón de retención a un pH alcalino.



NUCLEODUR® C18 Gravity · C8 Gravity

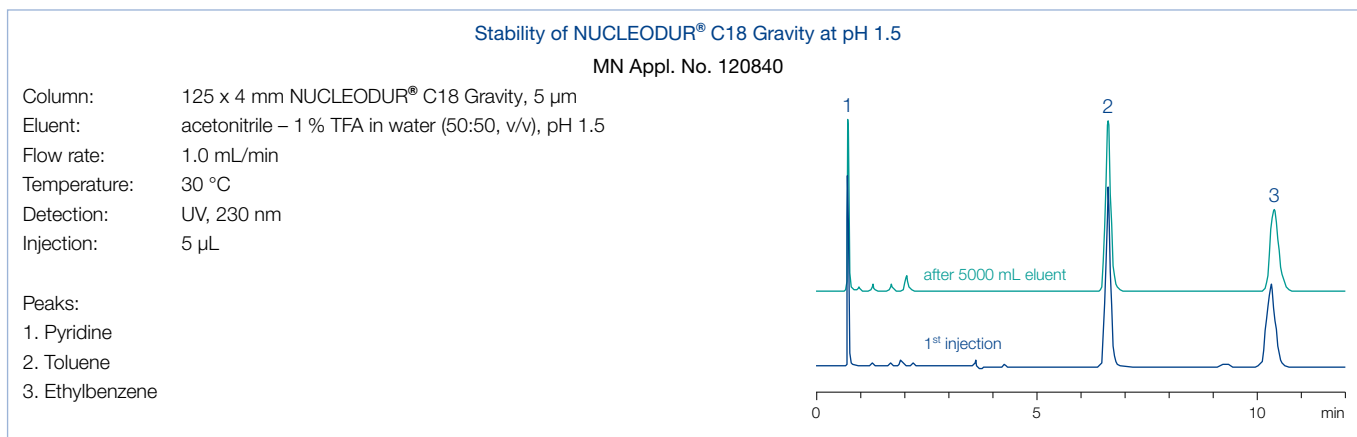
El siguiente cromatograma demuestra la estabilidad de NUCLEODUR® C18 Gravity en condiciones alcalinas. El Gravity ultrapuro resiste, gracias a su exclusiva tecnología de unión superficial de alta densidad, condiciones de fase móvil altamente alcalinas.



Ni siquiera tras 300 inyecciones se observó una pérdida de eficiencia de la columna, identificada, p. ej., por el ensanchamiento de los picos o la disminución de los tiempos de retención.

En condiciones alcalinas, es posible que se produzca la disolución del soporte de sílice, lo que da lugar a un volumen muerto y, por lo tanto, a un ensanchamiento de los picos. Cabe señalar que este fenómeno también depende del tipo y la concentración de los tampones, así como de la temperatura. Es bien sabido que el uso de tampones fosfatos, especialmente a temperaturas elevadas, puede reducir la vida útil de la columna incluso a un pH moderado. Si es posible, los tampones fosfatos se deberán sustituir por alternativas menos nocivas.

Los siguientes cromatogramas muestran la excelente estabilidad de la columna NUCLEODUR® C18 Gravity en condiciones ácidas. Los tiempos de retención de los tres compuestos en la prueba de rendimiento de la columna se mantienen constantes y prácticamente inalterados, incluso después de haber procesado en la columna 5000 mL de eluyente. Gracias a la modificación extremadamente estable de la superficie, no se produce ninguna rotura del enlace Si-O-Si, por lo que se evita con éxito el deterioro de la columna.



NUCLEODUR® C18 Gravity · C8 Gravity

Información de pedido

NUCLEODUR® C18 Gravity

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C18 Gravity (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760101.46	761903.30
250	4	5	760101.40	761903.30
250	3	5	760101.30	761903.30
150	4,6	5	760103.46	761903.30
250	3	3	760082.30	761902.30
150	2	3	760083.20	761902.20
125	4,6	3	760081.46	761902.30
50	4,6	3	760080.46	761902.30
100	4,6	1,8	760076.46	761901.30
50	2	1,8	760079.20	761901.20

*Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Información de pedido

NUCLEODUR® C8 Gravity

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C8 Gravity (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760753.46	761907.30
250	4	5	760753.40	761907.30
150	4,6	5	760752.46	761907.30
150	4	5	760752.40	761907.30
125	4,6	5	760751.46	761907.30
125	4	5	760751.40	761907.30
250	4,6	3	760659.46	761906.30
50	3	3	760653.30	761906.30
150	2	1,8	760759.20	761905.20
50	3	1,8	760755.30	761905.30

*Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Fase hidrófoba con selectividad polar

NUCLEODUR® C18 Gravity-SB destaca por su hidrofobicidad relativamente alta —similar a la de C18 Gravity— y, al mismo tiempo, presenta una selectividad polar clara, sin grupos polares incorporados ni terminaciones polares. En consecuencia, la columna ofrece una mejor retención de los analitos de elución temprana y un alto rendimiento en condiciones altamente acuosas. Además, la columna es apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas. Estas propiedades se deben a las cadenas laterales (isobutilo) de la fase monomérica C₁₈.

En el gráfico de TANAKA, NUCLEODUR® C18 Gravity-SB presenta una hidrofobicidad similar a la de C18 Gravity, aunque con una capacidad reducida. La capacidad de intercambio iónico en condiciones básicas (pH 7.6) es elevada, lo que favorece una retención óptima de las sustancias polares de elución temprana.

Gracias a su amplia selectividad y estabilidad, la columna NUCLEODUR® C18 Gravity-SB con desactivación de bases ofrece una gran versatilidad de aplicación; en particular, para analitos polares como bases nucleicas o plaguicidas, la columna presenta una buena eficiencia de separación.

Características principales

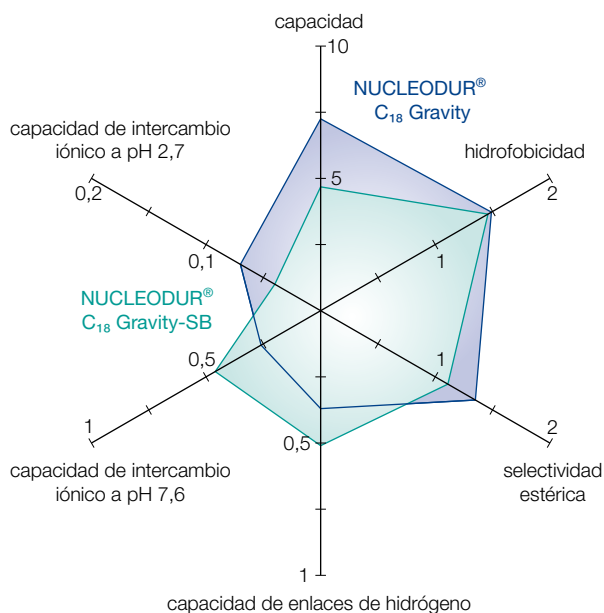
- Fase hidrófoba C₁₈ con selectividad polar clara, ideal para el desarrollo de métodos y que ofrece una mejor retención de las sustancias de elución temprana
- Excelente rendimiento en condiciones altamente acuosas
- Apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas

Datos técnicos

- Fase de octadecilo monomérico; con terminación amplia
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partículas 1,8 µm, 3 µm y 5 µm; contenido de carbono 13 %; estabilidad a pH 1–9

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1
- Separaciones analíticas sofisticadas en general, especialmente para compuestos polares, p. ej., antibióticos, vitaminas hidrosolubles, ácidos orgánicos



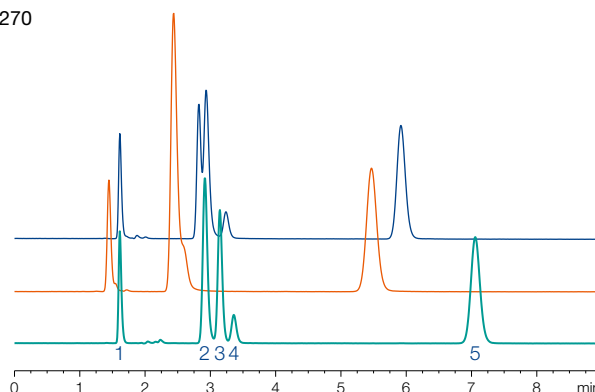
Selectivity comparison of nucleobases

MN Appl. No. 127270

Columns: EC 150/4.6 mm
 NUCLEODUR® C₁₈ Gravity-SB, 5 µm
 NUCLEODUR® C₁₈ Gravity, 5 µm
 NUCLEODUR® C₁₈ Pyramid, 5 µm
 Eluent: 25 mmol/L KH₂PO₄, pH 3 – methanol (95:5, v/v)
 Flow rate: 1.0 mL/min, temperature: 20 °C
 Detection: UV, 220 nm, injection: 2.5 µL (1 mg/mL)

Peaks:

- | | |
|-------------|------------|
| 1. Cytosine | 4. Guanine |
| 2. Adenine | 5. Thymine |
| 3. Uracil | |



Mejor resolución del analito de elución temprana.

NUCLEODUR® C18 Gravity-SB

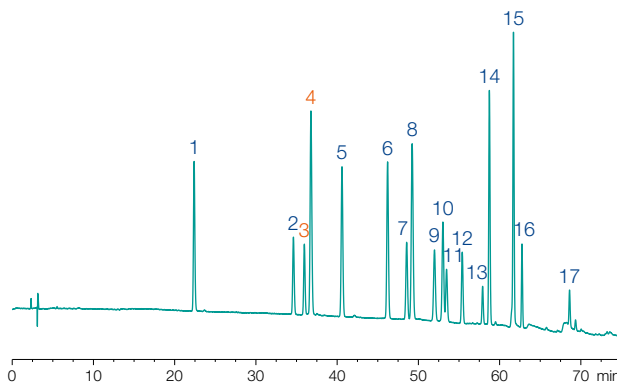
Pesticide mix (Ehrenstorfer, 17 components)

MN Appl. No. 127330

Column: EC 250/4.6 NUCLEODUR® C18 Gravity-SB, 3 µm
 Eluent: A) acetonitrile
 B) 5 mmol/L NH₄Ac;
 10–37.5 % A in 50 min, 37.5–75 % A in 25 min
 Flow rate: 1.1 mL/min
 Temperature: 35 °C
 Detection: UV, 230 nm
 Injection: 3 µL

Peaks:

- | | | |
|-----------------------|------------------|-------------------|
| 1. Desethylatrazine | 7. Chlortoluron | 13. Metazachlor |
| 2. Metoxuron | 8. Atrazine | 14. Sebutylazin |
| 3. Hexazinone | 9. Monolinuron | 15. Terbutylazine |
| 4. Simazine | 10. Isoproturon | 16. Linuron |
| 5. Cyanazine | 11. Diuron | 17. Metolachlor |
| 6. Methabenzthiazuron | 12. Metobromuron | |



Separación óptima del par crítico hexazinona/simazina



Información de pedido

NUCLEODUR® C18 Gravity-SB

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C18 Gravity-SB (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760619.46	761992.30
150	4,6	5	760618.46	761992.30
150	3	5	760618.30	761992.30
125	4	5	760617.40	761992.30
250	3	3	760609.30	761991.30
150	4,6	3	760608.46	761991.30
100	2	3	760606.20	761991.20
150	2	1,8	760598.20	761990.20
100	2	1,8	760596.20	761990.20
50	2	1,8	760593.20	761990.20

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com

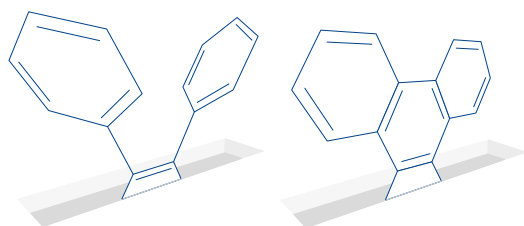


Modificación de la superficie

Por medio del uso de silanos C₁₈ específicos y tecnologías de unión polimérica, una densa capa de cadenas alquílicas protege la matriz de sílice subyacente. El análisis elemental de NUCLEODUR® C18 Isis muestra un contenido de carbono del 20 %. La reticulación selectiva de las cadenas C₁₈ en la superficie permite separar compuestos con una estructura molecular similar pero con propiedades estereoquímicas diferentes. El término técnico para esta característica es «selectividad estérica».

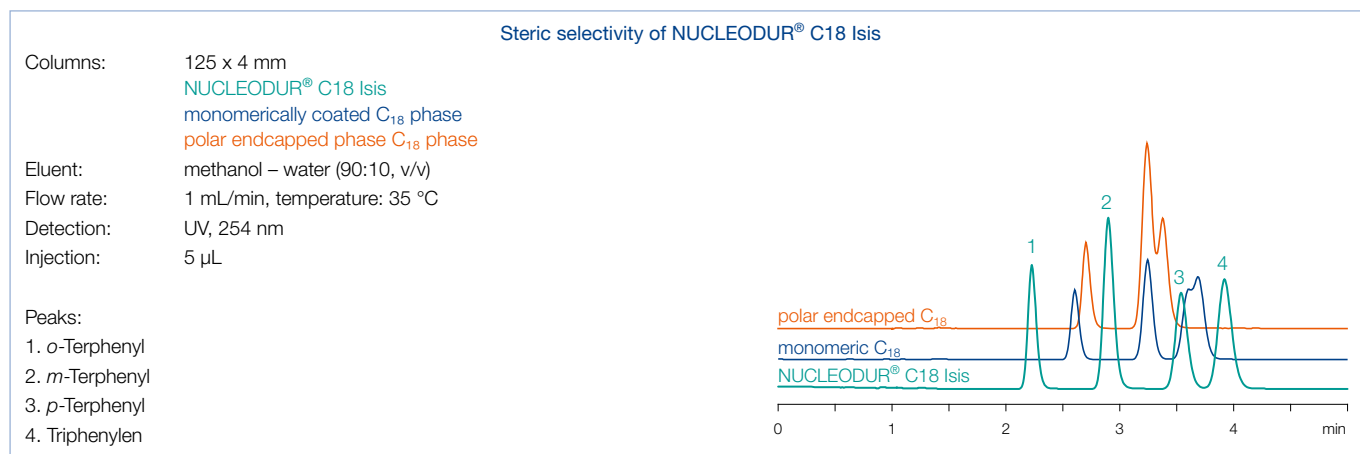
Modelo de ranura

Sander y Wise [2] propusieron un modelo para la retención de compuestos aromáticos basado en la forma molecular, conocido como «modelo de ranura». Este modelo representa la fase C₁₈ unida a la superficie de sílice con ranuras por las que los analitos deben penetrar durante la retención. Las moléculas planares son capaces de penetrar en estas ranuras más profundamente que las moléculas no planares de peso molecular y relación longitud-anchura similares. Por lo tanto, el trifenileno (estructura derecha se retiene durante más tiempo que el *o*-terfenilo (estructura izquierda).



Selectividad estérica

Los siguientes cromatogramas muestran la mejora en la resolución de los isómeros posicionales en una mezcla de ensayo de compuestos aromáticos en NUCLEODUR® C18 Isis (verde), en comparación directa con columnas C₁₈ con recubrimiento monomérico (azul) y terminación polar (naranja).



La separación de *o*-terfenilo y trifenileno es un buen ejemplo para evaluar la selectividad de una columna de RP en función de la forma de ambas moléculas. Los anillos fenílicos del *o*-terfenilo están retorcidos fuera del plano, mientras que el trifenileno presenta una geometría planar. El factor de separación α es una medida de la selectividad estérica. Como se muestra en la página siguiente, el valor α es considerablemente mayor en la NUCLEODUR® C18 Isis que en una columna C₁₈ convencional.

La tecnología de unión superficial también aporta características de estabilidad mejoradas a la fase NUCLEODUR® C18 Isis.

Características principales

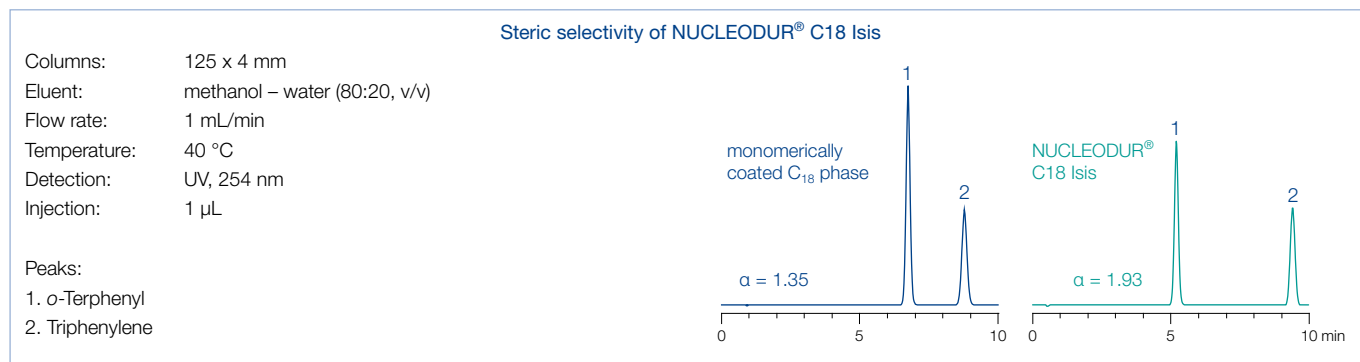
- Fase con selectividad estérica excepcional
- Extraordinaria desactivación de la superficie
- Apta para LC/MS

Datos técnicos

- Fase C₁₈ con una modificación superficial especial de polímeros reticulados; con terminación
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partículas 1,8 µm, 3 µm y 5 µm; contenido de carbono 20 %; estabilidad a pH 1 – 10

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1
- Esteroides, compuestos aromáticos sustituidos con (*o,p,m*), vitaminas liposolubles



Desactivación de la superficie

La cromatografía de analitos básicos requiere una densidad elevada de silanos C₁₈ unidos a la superficie, junto con un minucioso procedimiento de terminación para mantener la actividad del silanol al mínimo. Esto garantiza una elución sin efecto de tailing, incluso de compuestos que contienen grupos amino fuertemente básicos (ver aplicación n.º 121210 en ChromaAppDB.mn-net.com).

Información de pedido

NUCLEODUR® C18 Isis				
Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C18 Isis (envase de 1 unidad)				
Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760414.46	761912.30
250	3	5	760414.30	761912.30
125	4	5	760412.40	761912.30
50	3	5	760410.30	761912.30
250	4,6	3	760404.46	761911.30
150	4	3	760403.40	761911.30
100	4,6	3	760401.46	761911.30
100	4	3	760401.40	761911.30
100	3	1,8	760407.30	761910.30
50	4,6	1,8	760405.46	761910.30

*Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información
 O visite www.mn-net.com

RP-HPLC con fases móviles con alto contenido en agua

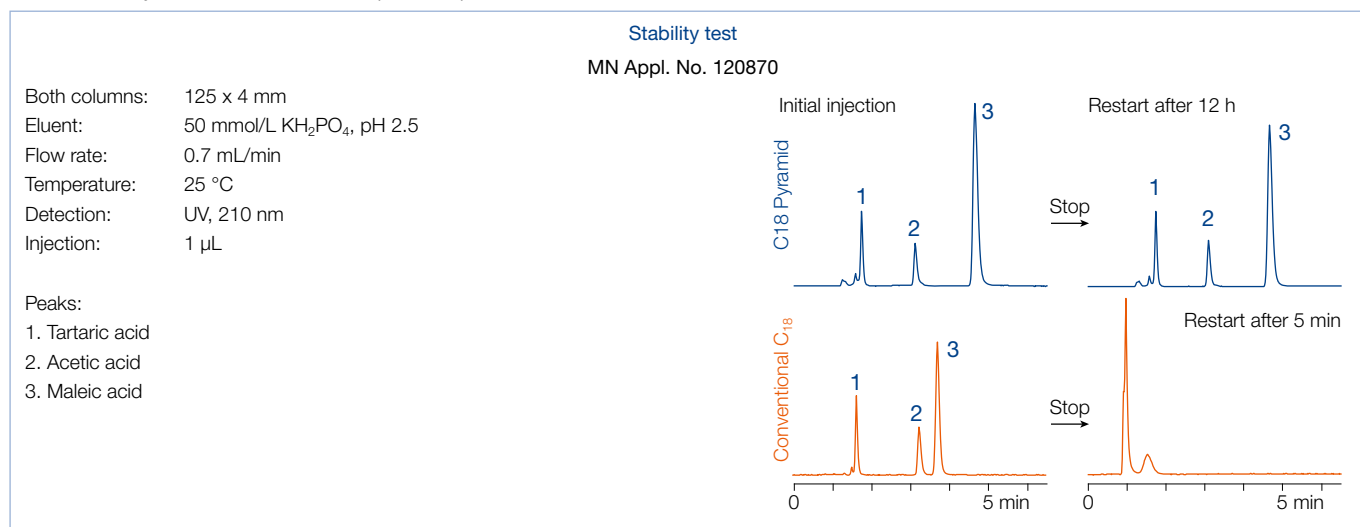
Los esfuerzos por neutralizar la actividad indeseada del silanol suelen dar lugar a fases RP con desactivación de base adecuada y una elevada carga de carbono, pero con una selectividad limitada más allá de las interacciones no polares. Los compuestos polares, como los ácidos carboxílicos o los metabolitos de fármacos, presentan una retención débil en las columnas de RP densamente enlazadas debido a sus marcadas propiedades hidrófobas, pero escasas interacciones polares. Los analitos muy polares requieren fases móviles con un alto contenido en agua para asegurar la solubilidad y retención. Las columnas de fase inversa convencionales suelen presentar problemas de estabilidad en sistemas de eluyentes con un alto porcentaje de agua (> 95 %), lo que se manifiesta en una disminución repentina del tiempo de retención y en una reproducibilidad general deficiente. Este fenómeno se describe como un colapso de fase provocado por la expulsión de la fase móvil de los poros, debido a que las fases RP hidrófobas no se humedecen completamente con la fase móvil [3].

Se pueden emplear diferentes métodos para aumentar la estabilidad de la columna con sistemas de fase móvil altamente acuosa. Los conceptos más prometedores consisten en incorporar un grupo polar en la cadena alquílica hidrófoba o en utilizar procedimientos de terminación hidrófila para mejorar la humectabilidad de la modificación de fase inversa. NUCLEODUR® PolarTec puede servir de ejemplo de la estrategia de grupos polares incorporados, en la que se consigue enlazar con éxito un silano C₁₈ con una función polar a la superficie de sílice.

Características de estabilidad

NUCLEODUR® C18 Pyramid es una fase de sílice con endcapping hidrófilo, diseñada especialmente para el uso en sistemas de eluyentes con hasta un 100 % de agua. La figura inferior muestra el comportamiento de retención del ácido tartárico, acético y maleico en condiciones puramente acuosas en NUCLEODUR® C18 Pyramid, frente a una fase C₁₈ de unión convencional.

Se ha demostrado que los tiempos de retención de NUCLEODUR® C18 Pyramid permanecen prácticamente inalterados entre la inyección inicial y el reinicio tras una interrupción del flujo de 12 horas, mientras que el rendimiento de la columna RP convencional ya se había deteriorado por completo al cabo de 5 minutos.



Características principales

- Estable en sistemas de fase móvil 100 % acuosa
- Características interesantes de selectividad polar
- Excelente desactivación de bases
- Apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas

Datos técnicos

- Fase especial C₁₈; con terminación polar
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partículas 1,8 µm, 3 µm y 5 µm (partículas de 7 y 10 µm para fines preparativos, previa solicitud); contenido de carbono 14 %; estabilidad a pH 1–9

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1
- Analgésicos, antibióticos penicilinas, bases de ácidos nucleicos, vitaminas hidrosolubles, ligandos, ácidos orgánicos

NUCLEODUR® C18 Pyramid

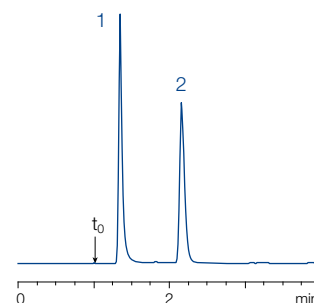
Características de retención

Separation of very polar compounds

MN Appl. No. 119170

Column: 125 x 4 mm NUCLEODUR® C18 Pyramid, 5 µm
Eluent: 0.2% H₃PO₄
Flow rate: 1.0 mL/min
Temperature: 22 °C
Detection: UV, 202 nm
Injection: 2 µL

Peaks:
1. Formic acid
2. Acetic acid



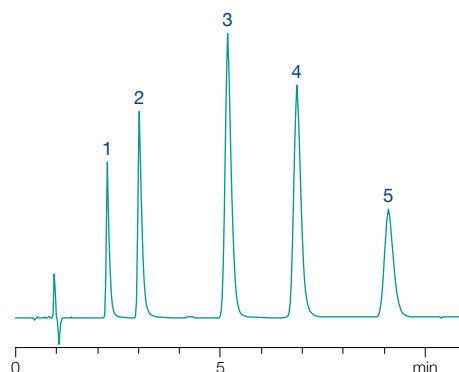
La superficie polar presenta características de retención diferentes a las de las fases C₁₈ convencionales. La aplicación 119170 muestra un mejor comportamiento de retención de los ácidos orgánicos de cadena corta muy polares que no se retienen lo suficiente en columnas de RP con propiedades superficiales predominantemente hidrófobas. Además de su excepcional selectividad polar, NUCLEODUR® C18 Pyramid también ofrece una retención hidrófoba adecuada (n.º de aplicación 119190 en ChromaAppDB.mn-net.com). El aumento perceptible de la polaridad no influye en el comportamiento de retención de los analitos ionizables. A pesar de la presencia de compuestos fuertemente básicos en la mezcla de ensayo de antidepresivos tricíclicos, no se observan interacciones indeseadas ni la denominada falta de desactivación de bases en la aplicación 119200.

Tricyclic antidepressants

MN Appl. No. 119200

Column: 125 x 4 mm NUCLEODUR® C18 Pyramid, 5 µm
Eluent: methanol – 20 mM NH₄H₂PO₄, pH 6.95 (70:30, v/v)
Temperature: 40 °C
Injection volume: 5 µL
Detection: UV, 254 nm
Injection volume: 2 µL

Peaks:
1. Protriptyline
2. Nortriptyline
3. Doxepin
4. Imipramine
5. Amitriptyline
6. Trimipramine



Información de pedido

NUCLEODUR® C18 Pyramid

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C18 Pyramid (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760202.46	761917.30
250	4	5	760202.40	761917.30
150	4,6	5	760203.46	761917.30
125	4	5	760201.40	761917.30
150	4,6	3	760261.46	761916.30
125	3	3	760260.30	761916.30
100	4,6	3	760264.46	761916.30
50	2	3	760263.20	761916.20
100	2	1,8	760273.20	761915.20
50	2	1,8	760272.20	761915.20

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



HPLC-RP en condiciones 100 % acuosas

La forma dominante de interacción de las fases C₁₈ convencionales son las fuerzas de dispersión de London no polares. Además de las interacciones no polares, las fases que contienen grupos polares tienen la capacidad de presentar interacciones polares (dipolo-dipolo, enlaces de hidrógeno, π-π, etc.). Estas interacciones mejoran la retención y la selectividad para compuestos polares como ácidos carboxílicos, fenoles y compuestos que contienen nitrógeno.

Características principales

- Fase RP con grupo polar incorporado
- Excelente desactivación de bases
- Selectividad estérica marcada
- Apta para LC/MS y eluyentes 100 % acuosos

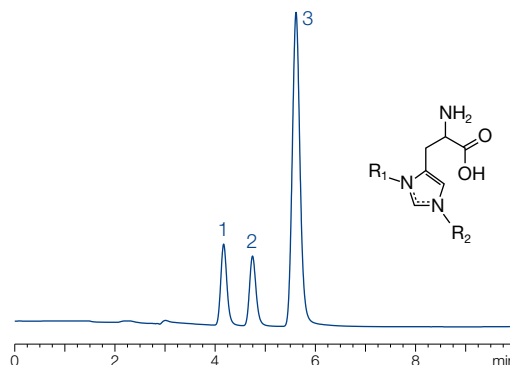
Separation of histidines

MN Appl. No. 125140

Column: 150 x 3 mm NUCLEODUR® PolarTec, 3 μm
 Eluent: 1.0 mmol/L perfluoropentanoic acid in water –
 0.5 mmol/L perfluoropentanoic acid in acetonitrile
 (99.5:0.5, v/v)
 Flow rate: 0.4 mL/min
 Temperature: 20 °C
 Detection: UV, 230 nm

Peaks:

1. 3-Methylhistidine R₁ = H, R₂ = CH₃
2. Histidine R₁ = R₂ = H
3. 1-Methylhistidine R₁ = CH₃, R₂ = H



Para aumentar la retención de los compuestos polares, a menudo es necesario reducir a cero la proporción de fase móvil orgánica. En estas condiciones, muchas fases C₁₈ convencionales presentan el denominado «efecto de deshumectación», lo que significa que la fase móvil se expulsa de los poros. Este fenómeno provoca una pérdida drástica de retención. NUCLEODUR® PolarTec es estable en fases móviles 100 % acuosas y, por lo tanto, resulta especialmente adecuado para la separación de compuestos polares, como los ácidos orgánicos.

Gracias al efecto de pantalla del grupo polar incorporado, NUCLEODUR® PolarTec presenta una excelente desactivación de bases, lo que lo sitúa a la vanguardia de las fases con grupos polares incorporados disponibles en el mercado. La marcada selectividad estérica constituye una herramienta adicional para la separación de mezclas complejas.

Gracias a sus propiedades reducidas de filtrado, NUCLEODUR® PolarTec también es apta para LC/MS.

Incluso tras días o semanas de funcionamiento en eluyentes puramente acuosos, las cadenas C₁₈ de NUCLEODUR® PolarTec no se pliegan ni muestran signos de colapso. No se observa una reducción significativa del tiempo de retención.

Datos técnicos

- Fase con grupo polar incorporado; con terminación
- Tamaño de poro: 110 Å; tamaños de partículas 1,8 μm, 3 μm y 5 μm; contenido de carbono 17 %; estabilidad a pH 1–9

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1 y L60
- Selectividad excepcional para fenoles y compuestos que contienen nitrógeno, compuestos polares como fármacos básicos, ácidos orgánicos, plaguicidas, aminoácidos, vitaminas hidrosolubles, etc.

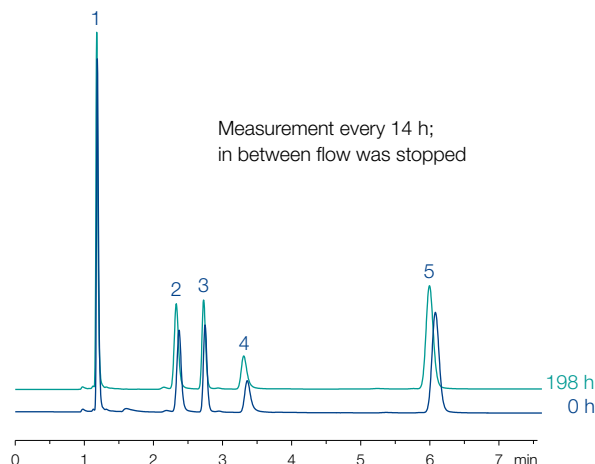
Stability of NUCLEODUR® PolarTec

MN Appl. No. 124610

Column: 150 x 3 mm NUCLEODUR® PolarTec, 3 μm
 Eluent: 30 mmol/L KH₂PO₄, pH 3.0
 Flow rate: 0.5 mL/min
 Temperature: 30 °C
 Detection: UV, 220 nm

Peaks:

1. Cytosine
2. Uracil
3. Adenine
4. Guanine
5. Thymine



NUCLEODUR® PolarTec

A pesar del carácter polar del grupo funcional incorporado, NUCLEODUR® PolarTec presenta propiedades hidrófobas suficientes y resulta muy adecuado para el análisis de compuestos básicos.

Información de pedido

NUCLEODUR® PolarTec

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® PolarTec (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760489.46	761982.30
250	4	5	760489.40	761982.30
150	4,6	5	760488.46	761982.30
150	4	5	760488.40	761982.30
250	4,6	3	760479.46	761981.30
150	4,6	3	760478.46	761981.30
150	3	3	760478.30	761981.30
150	2	1,8	760468.20	761980.20
100	4,6	1,8	760466.46	761980.30
50	2	1,8	760463.20	761980.20

*Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos
e información

O visite www.mn-net.com



Selectividad alternativa a las fases C₁₈

Las fases de fenilhexilo modificadas constituyen una alternativa interesante a las fases C₁₈ clásicas, gracias a su excelente capacidad para separar compuestos aromáticos e insaturados, especialmente aquellos que contienen grupos electronegativos.

La combinación de interacciones π-π hidrófobas y polares da lugar a una selectividad interesante y alternativa frente a las fases modificadas C₁₈ y C₈.

Gracias a sus cadenas cortas de fenilhexilo, NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl es más polar que NUCLEODUR® Sphinx RP modificado bifuncionalmente. Por lo tanto, se pueden lograr tiempos de análisis más cortos con mezclas de compuestos insaturados aromáticos y alifáticos de estructura similar.

Con NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl se pueden separar con buena resolución, p. ej., antidepressivos tricíclicos o vitaminas hidrosolubles.

Características principales

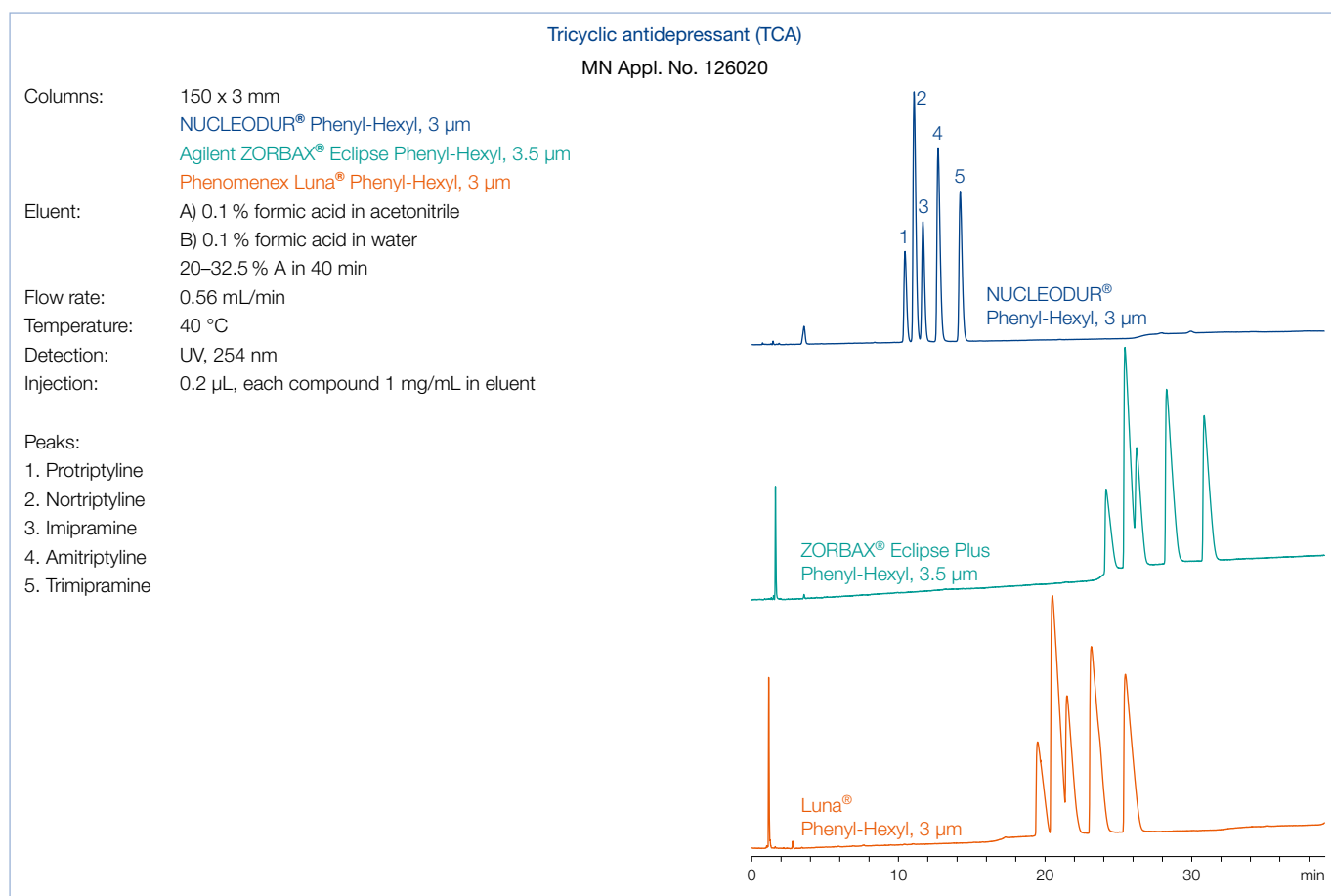
- Apta para compuestos polares y aromáticos
- Fase hidrófoba con selectividad alternativa frente a la de las modificaciones clásicas de C₁₈
- Principio de separación basado en 2 mecanismos de retención: interacciones π-π e interacciones hidrófobas
- Apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas

Datos técnicos

- Fase con modificación de fenilhexilo; con terminación múltiple
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partículas 1,8 μm, 3 μm y 5 μm; contenido de carbono 10 %; estabilidad a pH 1 – 10

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L11
- Compuestos aromáticos e insaturados, compuestos polares como fármacos y antibióticos



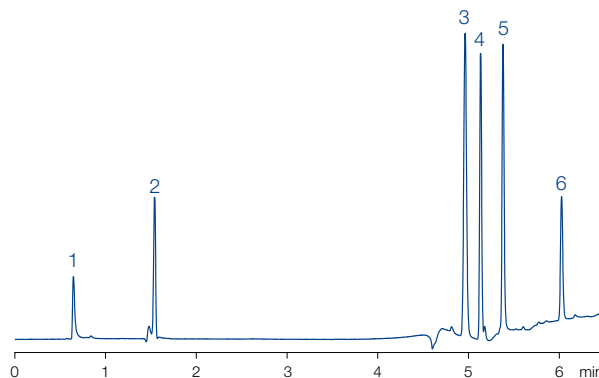
Separation of water-soluble vitamins on NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl

MN Appl. No. 125920

Column: 100 x 3 mm NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl, 3 µm
 Eluent: A) 0.1 % phosphoric acid in water
 B) 0.1 % phosphoric acid in acetonitrile
 0% B for 2 min, then to 60% B in 7 min
 Flow rate: 0.56 mL/min
 Temperature: 35 °C
 Detection: UV, 215 nm
 Injection: 0.8 µL, 1.0 mg/mL each compound 1 mg/mL in eluent

Peaks:

1. Thiamine
2. Pyridoxine
3. p-aminobenzoic acid
4. Panthothenic acid
5. Folic acid
6. Biotin



Información de pedido

NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760589.46	761987.30
250	4	5	760589.40	761987.30
250	3	5	760589.30	761987.30
150	4,6	5	760588.46	761987.30
150	4,6	3	760578.46	761986.30
150	2	3	760578.20	761986.20
100	4,6	3	760576.46	761986.30
100	2	3	760576.20	761986.20
100	3	1,8	760566.30	761985.30
50	4,6	1,8	760563.46	761985.30

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Ortogonalidad en la selectividad

Las fases estacionarias fluoradas han suscitado un interés cada vez mayor en la HPLC. El representante más común de las fases de sílice fluorada es la modificación de pentafluorofenilo (PFP o F5). En particular, la selectividad ortogonal, en comparación con las fases alquílicas tradicionales, amplía las posibilidades de la HPLC analítica.

Por lo tanto, NUCLEODUR® PFP ofrece una excelente selectividad, especialmente para analitos altamente polares, como compuestos aromáticos e insaturados, fenoles o hidrocarburos halogenados.

Mientras que una fase C₁₈ típica solo proporciona interacciones hidrófobas entre la fase estacionaria y el analito, NUCLEODUR® PFP ofrece cuatro mecanismos de retención diferentes: interacciones polares (enlaces H), dipolo-dipolo, π-π e interacciones hidrófobas. En particular, la marcada capacidad de intercambio iónico y la clara selectividad estérica son características típicas de las fases fluoradas.

Gracias a sus propiedades reducidas de filtrado, NUCLEODUR® PFP también es apta para LC/MS. Gracias a un procedimiento especial de modificación de la superficie, NUCLEODUR® PFP ofrece máxima estabilidad incluso con valores de pH reducidos.

NUCLEODUR® PFP presenta un comportamiento de retención totalmente distinto al de la sílice modificada con alquilo y se utiliza a menudo en separaciones que no ofrecen resultados satisfactorios con las fases C₁₈ tradicionales.

Las aplicaciones en los ámbitos de la (bio)farmacia, los compuestos naturales y el medio ambiente ponen de manifiesto la amplia aplicabilidad de esta fase.

Características principales

- Fase de pentafluorofenilo hidrófoba con selectividad alternativa frente a la de las modificaciones clásicas de C₁₈
- Principio de separación basado en 4 mecanismos de retención (interacciones polares [enlaces H], dipolo-dipolo, π-π e interacciones hidrófobas)
- Apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas

Datos técnicos

- Fase de pentafluorofenilpropilo; con endcapping múltiple
- Tamaño de poro: 110 Å; tamaños de partículas 1,8 μm, 3 μm y 5 μm; contenido de carbono 8%; estabilidad a pH 1 – 9

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L43
- Compuestos aromáticos e insaturados, fenoles, compuestos halogenados, isómeros, compuestos polares como fármacos y antibióticos; gran capacidad de retención de compuestos básicos

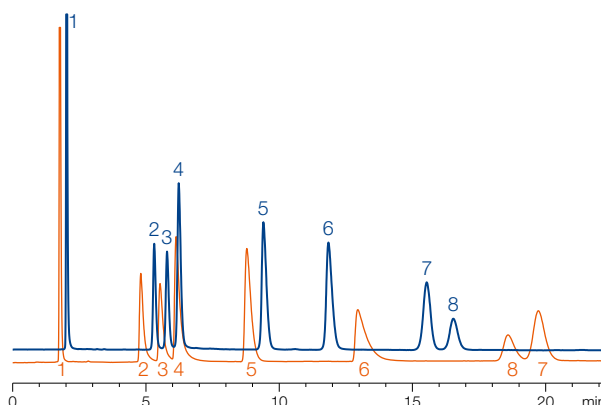
Separation of antihistamines

MN Appl. No. 124861

Columns: 250 x 3 mm NUCLEODUR® PFP, 5 μm
250 x 3 mm NUCLEODUR® C₁₈ Gravity, 5 μm
Eluent: acetonitrile – 20 mmol/L KH₂PO₄ (30:70, v/v)
Flow rate: 1.3 mL/min
Temperature: 30 °C
Detection: UV, 210 nm

Peaks:

1. Maleic acid
2. Chlorpheniramine
3. Brompheniramine
4. Triprolidine
5. Diphenhydramine
6. Promethazine
7. Cetirizine
8. Hydroxyzine



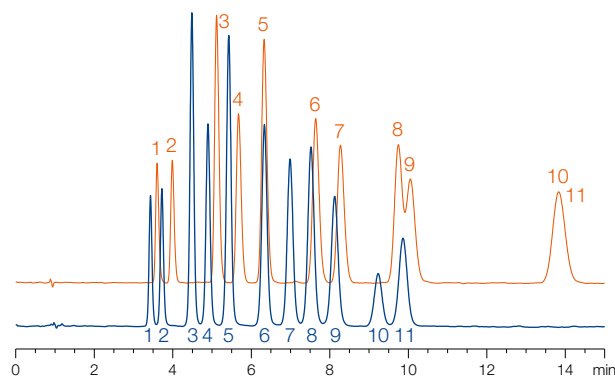
Separation of phenol isomers

MN Appl. No. 124531

Column: 125 x 4 mm NUCLEODUR® PFP, 5 μm
125 x 4 mm NUCLEODUR® C₁₈ HTec, 5 μm
Eluent: acetonitrile, 0.1 % formic acid – water, 0.1 % formic acid (35:65, v/v)
Flow rate: 1 mL/min
Temperature: 35 °C
Detection: UV, 280 nm

Peaks:

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. <i>o</i> -Kresol | 5. 2,5-Dimethylphenol | 9. 3,4-Dichlorophenol |
| 2. <i>m</i> -Kresol | 6. 2,6-Dichlorophenol | 10. 2,4-Dibromophenol |
| 3. 3,4-Dimethylphenol | 7. 2,3-Dichlorophenol | 11. 3,5-Dibromophenol |
| 4. 3,5-Dimethylphenol | 8. 2,4-Dichlorophenol | |



Información de pedido

NUCLEODUR® PFP				
Columnas EC analíticas NUCLEODUR® PFP (envase de 1 unidad)				
Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760459.46	761977.30
250	4	5	760459.40	761977.30
150	4,6	5	760458.46	761977.30
125	3	5	760457.30	761977.30
125	4	3	760447.40	761976.30
125	3	3	760447.30	761976.30
100	3	3	760446.30	761976.30
100	2	1,8	760436.20	761975.20
50	4,6	1,8	760433.46	761975.30
50	2	1,8	760433.20	761975.20

Para más productos e información
O visite www.mn-net.com



* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Viales y tapones

Viales para automuestreador óptimos para su análisis



Elija entre

- Diferentes tipos de viales, desde N 8 hasta N 24, para tapón a presión, de encapsulado y de rosca
- Viales de vidrio transparente, vidrio ámbar y polipropileno, con o sin etiqueta y escala
- Gran variedad de cierres y séptums de diferentes materiales
- Diversos insertos para volúmenes pequeños de muestra



Máxima selectividad aromática y ortogonal

Las fases estacionarias de HPLC con ligandos de bifenilo, como NUCLEODUR® π^2 , constituyen una alternativa interesante a las fases clásicas de HPLC C_{18} y C_8 modificadas con alquilo, gracias a su notable selectividad ortogonal.

Además, NUCLEODUR® π^2 ofrece un excelente rendimiento de separación para analitos aromáticos e insaturados gracias a la combinación de interacciones hidrófobas y π - π .

Una característica distintiva es el mecanismo de separación predominante (interacciones π - π o hidrófobas), por lo que la selectividad se puede controlar mediante la selección del eluyente. En acetonitrilo/agua, NUCLEODUR® π^2 presenta una capacidad de retención similar a la de las fases modificadas con C_{18} . De este modo, muestran una retención significativamente mayor que las fases fenólicas. Estas interacciones se potencian aún más en un eluyente de metanol/agua.

NUCLEODUR® π^2 supera a otras fases arílicas en cuanto a estabilidad en condiciones intensamente acuosas. Por lo tanto, entre otros, los esteroides, las sulfamidas y los fármacos ácidos se separan con buena resolución mediante NUCLEODUR® π^2 . NUCLEODUR® π^2 es la fase estacionaria con mayor selectividad para analitos aromáticos, como se puede observar, p. ej., en la aplicación 127910.

Características principales

- Fase hidrófoba de bifenilpropilo con selectividad alternativa frente a la de las modificaciones clásicas de C_{18}
- Principio de separación basado en dos mecanismos de retención (interacciones π - π e interacciones hidrófobas)
- Excelente rendimiento en condiciones altamente acuosas

Datos técnicos

- Fase de bifenilpropilo; con endcapping múltiple
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partículas 3 μ m y 5 μ m; contenido de carbono 17%; estabilidad a pH 3–10

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L11
- Separaciones analíticas sofisticadas en general, especialmente compuestos aromáticos e insaturados, compuestos polares como fármacos, antibióticos y esteroides

Sulfonamide antibiotics

MN Appl. No. 127920

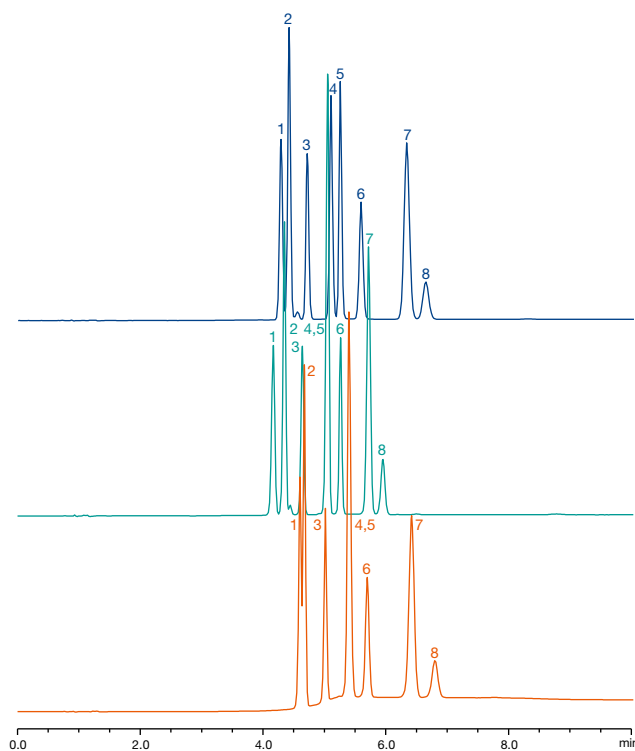
Columns: 100 x 3 mm each
 NUCLEODUR® π^2 , 5 μ m
 Pinnacle® DB Biphenyl, 5 μ m
 Ultra Biphenyl, 5 μ m

Eluent: A) 0.1 % TFA in water
 B) 0.1 % TFA in methanol
 20 % B for 2 min, 20–60 % B in 2 min, 60 % B for 10 min

Flow rate: 0.56 mL/min
 Temperature: 30 °C
 Detection: UV, 280 nm
 Injection: 1 μ L

Peaks:

1. Sulfathiazole
2. Sulfadiazine
3. Sulfachloropyridazine
4. Sulfamerazine
5. Sulfadimidine
6. Sulfamethoxazole
7. Sulfadimethoxine
8. Sulfaquinoxaline



Steroids

MN Appl. No. 127910

Columns: 125 x 4 mm each
 NUCLEODUR® π², 5 μm
 NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl, 5 μm
 NUCLEODUR® C₁₈ Gravity, 5 μm

Eluent: acetonitrile – water (45:55, v/v)

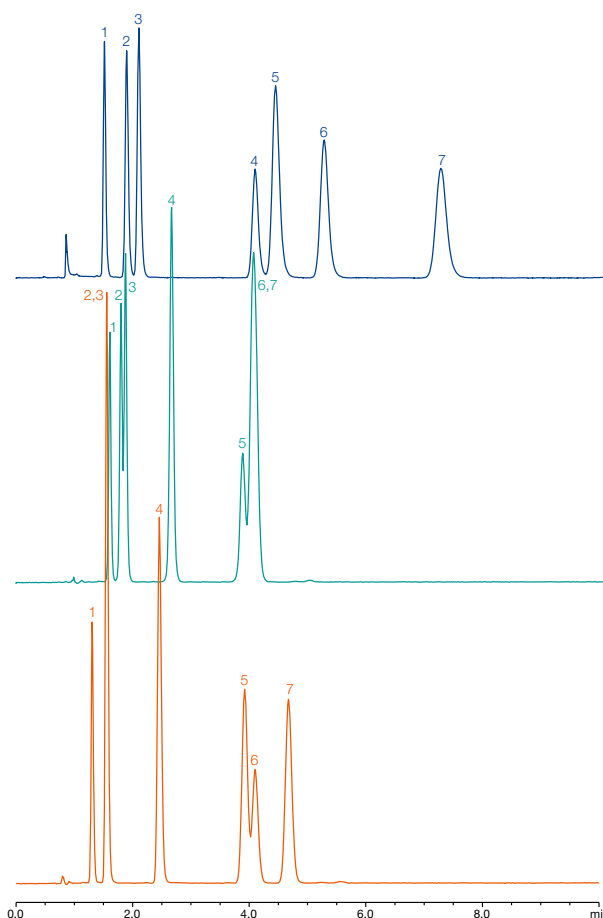
Injection: 1 μL

Flow rate: 1 mL/min

Temperature: 25 °C

Detection: UV, 230 nm

- Peaks:
1. Estriol
 2. Hydrocortisone
 3. Prednisone
 4. β-Estradiol
 5. Corticosterone
 6. Cortisonacetate
 7. Testosterone



Información de pedido

NUCLEODUR® π²

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® π² (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (μm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760625.46	761810.30
250	4	5	760625.40	761810.30
250	3	5	760625.30	761810.30
250	2	5	760625.20	761810.20
150	2	5	760624.20	761810.20
250	4,6	3	760639.46	761811.30
150	4,6	3	760638.46	761811.30
150	4	3	760638.40	761811.30
125	2	3	760637.20	761811.20
100	3	3	760636.30	761811.30

*Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos
e información

O visite www.mn-net.com



Selectividad de RP alternativa

NUCLEODUR® Sphinx RP se caracteriza por unas propiedades de selectividad excepcionales, gracias a una proporción bien equilibrada de grupos octadecilo y fenilo unidos covalentemente. La combinación de interacciones hidrófobas clásicas con interacciones π - π (sistema de anillos aromáticos) amplía el ámbito de selectividad frente a los rellenos de fase inversa convencionales. NUCLEODUR® Sphinx RP es especialmente adecuado para la separación de moléculas que contienen enlaces aromáticos y múltiples.

Para la separación de compuestos polares se recomienda especialmente NUCLEODUR® Sphinx RP, que además puede superar a muchas fases C₁₈ habituales. Además, los exhaustivos pasos de terminación minimizan la actividad superficial indeseada del silanol y garantizan unas formas de pico excelentes, incluso en el caso de analitos fuertemente básicos.

A diferencia de las fases fenólicas estándar, NUCLEODUR® Sphinx RP es mucho más estable frente a la hidrólisis y también se recomienda para aplicaciones de LC/MS. Gracias a las interacciones intermoleculares adicionales, NUCLEODUR® Sphinx RP constituye una adición interesante a las fases enlazadas de alta densidad NUCLEODUR® C8/C18 Gravity y a la fase NUCLEODUR® C18 Pyramid con terminación polar.

Características principales

- Fase de RP bifuncional con una selectividad clara basada en una cobertura superficial óptimamente equilibrada
- Amplía las opciones de desarrollo de métodos basados en interacciones π - π adicionales
- Apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas

Datos técnicos

- Fase bifuncional de octadecilo y propilfenilo; con terminación
- Tamaño de poro: 110 Å; tamaños de partículas 1,8 μ m, 3 μ m y 5 μ m; contenido de carbono 15 %; estabilidad a pH 1 – 10

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1 y L11
- Antibióticos quinolonas, sulfamidas, xantinas y compuestos aromáticos sustituidos

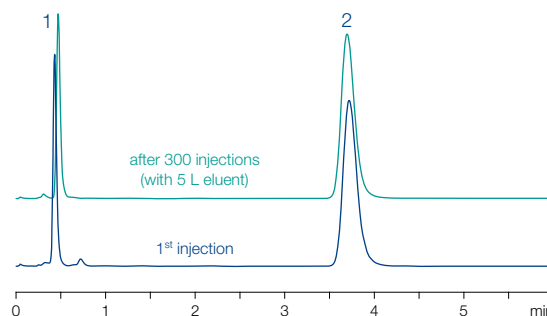
Stability of NUCLEODUR® Sphinx RP at pH 10

MN Appl. No. 120900

Column: 50 x 4.6 mm NUCLEODUR® Sphinx RP, 5 μ m
Eluent: methanol – dil. NH₃, pH 10 (20:80, v/v)
Flow rate: 1.0 mL/min, temperature 30 °C
Detection: UV, 275 nm
Injection: 3 μ L

Peaks:

1. Theophylline
2. Caffeine



Separation of flavonoids on three different NUCLEODUR® phases

MN Appl. No. 119830

Columns: 150 x 4.6 mm
 NUCLEODUR® Sphinx RP, 5 µm
 NUCLEODUR® C18 Gravity, 5 µm
 NUCLEODUR® C8 Gravity, 5 µm

Eluent: water – methanol (40:60, v/v)

Flow rate: 1 mL/min

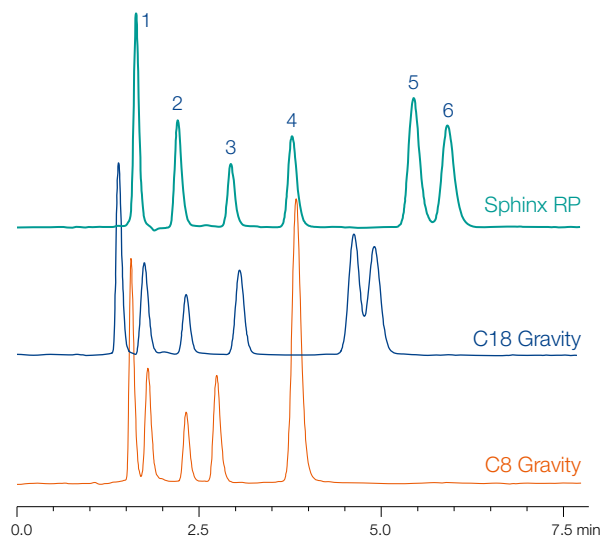
Temperature: 30 °C

Detection: UV, 270 nm

Injection: 3 µL

Peaks:

1. Catechin
2. Rutin $R_1 = R_3 = OH, R_2 = O\text{-Rutinose}$
3. Fisetin $R_1 = R_2 = OH, R_3 = H$
4. Quercetin $R_1 = R_2 = R_3 = OH$
5. Kaempferol $R_1 = H, R_2 = R_3 = OH$
6. Isorhamnetin $R_1 = OCH_3, R_2 = R_3 = OH$



Información de pedido

NUCLEODUR® Sphinx RP

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® Sphinx RP (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760803.46	761922.30
150	4,6	5	760802.46	761922.30
125	4	5	760801.40	761922.30
250	4,6	3	760808.46	761921.30
250	3	3	760808.30	761921.30
150	3	3	760805.30	761921.30
100	2	3	760812.20	761921.20
100	2	1,8	760823.20	761920.20
50	4	1,8	760822.40	761920.30
50	3	1,8	760822.30	761920.30

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos
 e información
 O visite www.mn-net.com

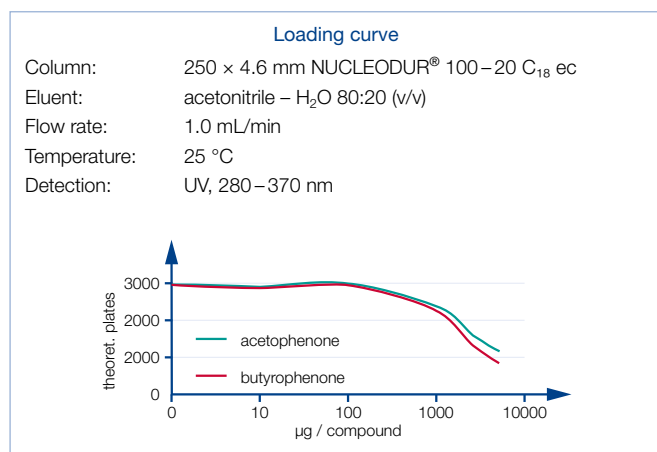


NUCLEODUR® C18 ec para el análisis de rutina diario

La eficiencia de una separación se controla por medio del tamaño de las partículas y de la selectividad de la fase estacionaria. La excepcional cobertura superficial de los alquilsilanos unidos mediante enlaces monoméricos, combinada con un endcapping exhaustivo, da lugar a una superficie con una actividad de silanol mínima. Esto permite la elución sin efecto de tailing de compuestos polares, como los fármacos básicos. NUCLEODUR® C18 ec está disponible en nueve tamaños de partículas diferentes (3, 5, 7, 10, 12, 16, 20, 30 y 50 µm), que abarcan todo el espectro, desde la HPLC analítica de alta velocidad hasta la LC preparativa de presión media y baja. NUCLEODUR® C18 ec es también una herramienta ideal para fines de ampliación.

Capacidad de carga

La capacidad de carga, probablemente la característica más importante para las aplicaciones de LC preparativa, viene determinada por el tamaño de los poros, el volumen de los poros y la superficie específica del relleno. Sin embargo, también puede verse afectada por el peso molecular de los analitos. En la figura siguiente, la curva de carga de masa para la acetofenona y la butirofenona en una columna NUCLEODUR® 100–20 C18 ec muestra la correlación entre el aumento de la carga de la columna y la disminución de la eficiencia de separación.



Características principales

- Fases no polares para análisis de rutina
- Fase RP estándar ideal y fiable para análisis de rutina diarios y para la ampliación en HPLC preparativa
- Modificación con octadecilo (C₁₈) y octilo (C₈) de densidad media con tamaño de poro de 110 Å para una amplia gama de aplicaciones
- Modificación con octadecilo (C₁₈) y butilo (C₄) con un tamaño de poro de 300 Å para la separación de biomoléculas
- Alta reproducibilidad interlotes

Datos técnicos

- Fase de octadecilo, octilo y butilo de densidad media; con endcapping
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partículas 3 µm y 5 µm, 7 µm, 10 µm, 12 µm, 16 µm, 20 µm, 30 µm y 50 µm para separaciones preparativas; contenido de carbono 17,5 % para C₁₈, 10,5 % para C₈; estabilidad a pH 1–9
- Tamaño de poro 300 Å; tamaño de partículas 5 µm; contenido de carbono 4 % para C₁₈, 2,5 % para C₄; estabilidad a pH 1–9

Aplicaciones recomendadas

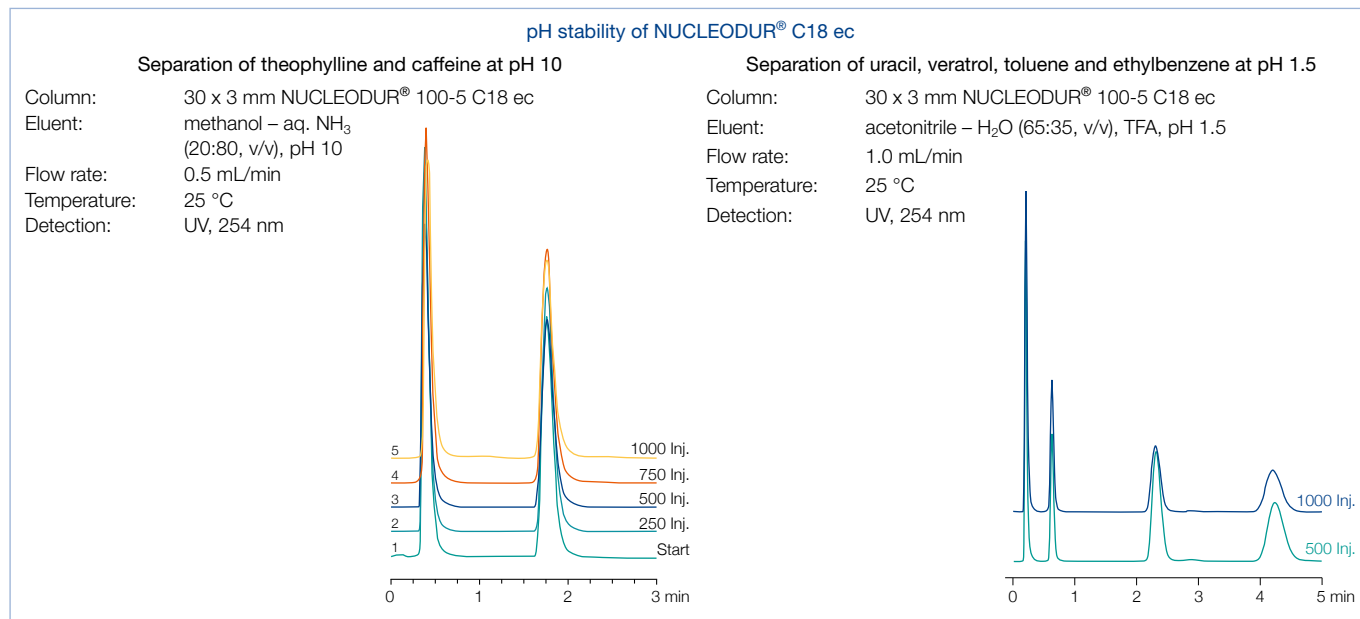
- Lista de la USP L1 (C₁₈) · L7 (C₈) · L26 (C₄)
- 110 Å: fármacos básicos, neutros o ácidos; aminoácidos derivados; plaguicidas; vitaminas liposolubles; aldehídos y cetonas; compuestos fenólicos
- 300 Å: macromoléculas biomoleculares, como proteínas y péptidos



Estabilidad química

La máxima pureza de la sílice de base y las excepcionales propiedades químicas de unión del silano minimizan el riesgo de disolución o hidrólisis en condiciones de pH extremas.

Los cromatogramas muestran el comportamiento de retención a valores de pH de 1,5 y 10,0 para NUCLEODUR® 100-5 C18 ec.



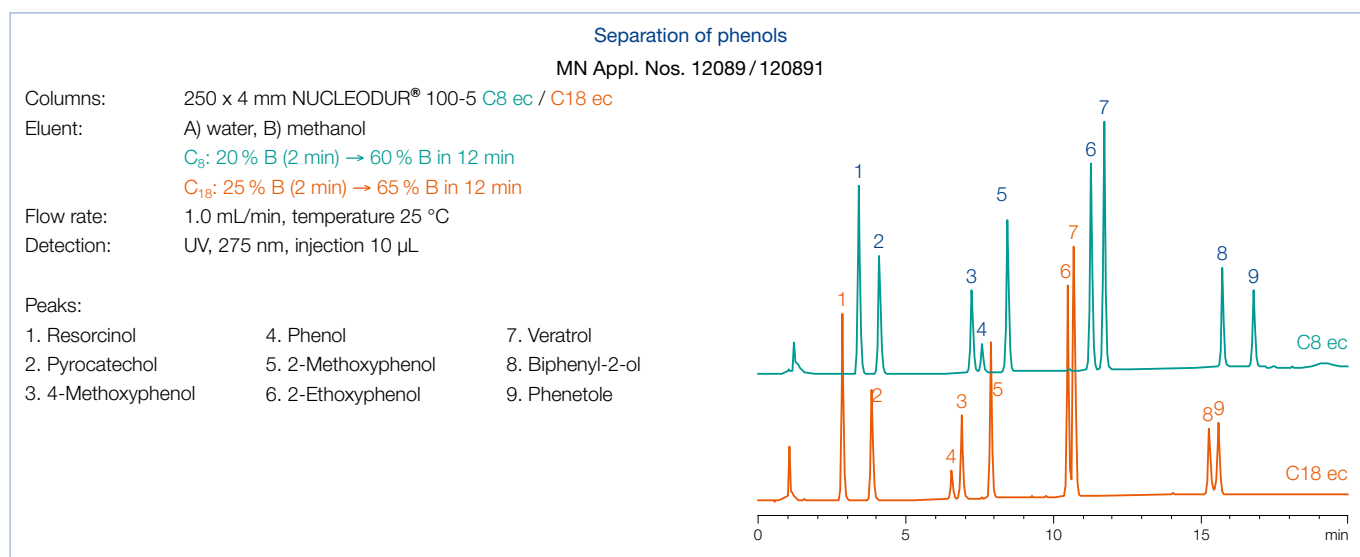
Fases de octilo NUCLEODUR®

Además de las fases NUCLEODUR® C18, MACHEREY-NAGEL ofrece columnas NUCLEODUR® C8 Gravity y NUCLEODUR® C8 ec modificadas con octilo para ampliar la gama de herramientas de RP. Al estar fabricadas con la misma sílice esférica de alta pureza, las fases C₈ presentan la misma estabilidad química y mecánica que sus homólogas C₁₈. De hecho, NUCLEODUR® C8 Gravity también se puede utilizar en intervalos de pH extremos (pH 1–11) por medio de la selección de parámetros de elución adecuados. Debido a la cadena más corta y a las propiedades menos hidrófobas de la fase estacionaria, la retención de los compuestos no polares disminuye, lo que permite acortar la duración del análisis. Además, se observa con frecuencia una mayor selectividad polar, especialmente en la separación de analitos ionizables (a diferencia de las fases C₁₈). NUCLEODUR® C8 ec y NUCLEODUR® C8 Gravity son las más aptas para el desarrollo de nuevos métodos, pero también para análisis de rutina fiables.

No existen directrices generales que faciliten la elección entre las fases C₈ y C₁₈, pero siempre resultará conveniente incorporar ambas fases al conjunto de columnas de cromatografía de RP en el laboratorio. Los estudios comparativos revelan algunos patrones de selectividad diferentes entre NUCLEODUR® C8 ec y C18 ec. La separación de fenoles siguiente ilustra la separación inicial del 2-etoxifenol y el dimetoxibenceno (veratrol); además, en la fase octílica se observa una inversión del orden de elución del fenol y el 4-metoxifenol.

Conviene saber

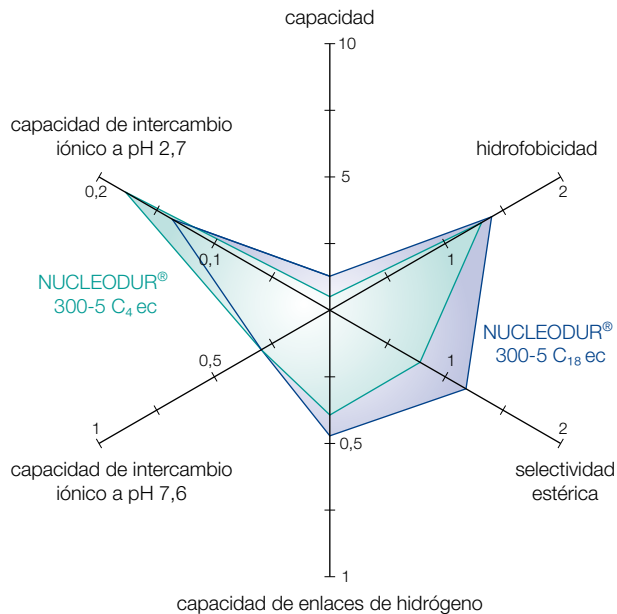
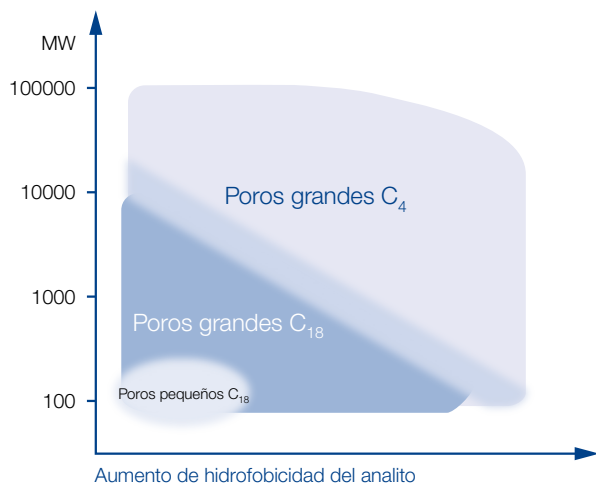
- Las fases octílicas (C₈) presentan una selectividad polar superior.
- Las fases octadecílicas (C₁₈) presentan una selectividad hidrófoba superior.
- Los compuestos hidrófobos presentan tiempos de retención más cortos en las fases C₈.



Fases NUCLEODUR® para biocromatografía

En las páginas siguientes se ofrecen una descripción y las aplicaciones de los materiales NUCLEODUR® de poros anchos de 300 Å modificados con C₁₈ y C₄ para la separación de biopolímeros, como péptidos y proteínas.

Selección de columna según las características del analito



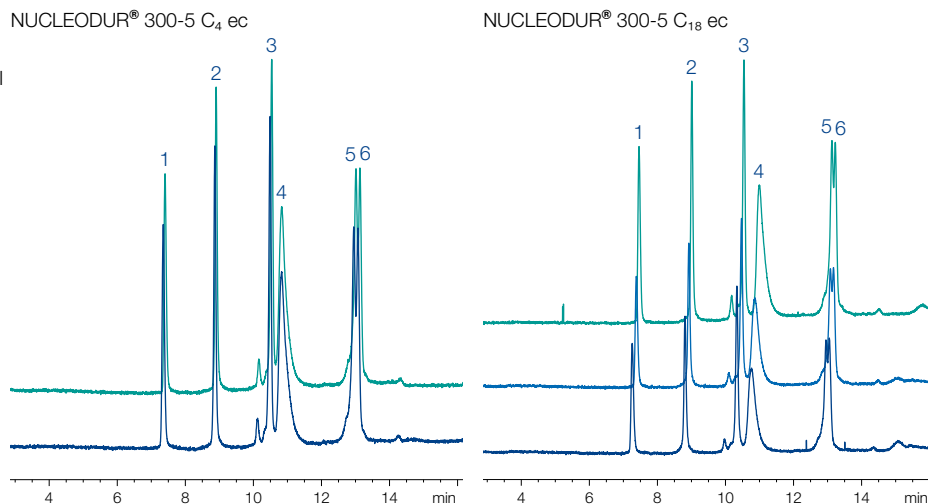
Esquema Tanaka de fases NUCLEODUR® de poros anchos

Batch-to-batch reproducibility of NUCLEODUR® 300-5 C₄ ec and NUCLEODUR® 300-5 C₁₈ ec

MN Appl. Nos. 126551 / 126552

Columns: 250 × 4 mm
 Eluent: A) 0.1 % TFA in water
 B) 0.08 % TFA in acetonitrile
 20–60 % B in 15 min
 Flow rate: 1 mL/min
 Temperature: 25 °C
 Detection: UV, 280 nm

Peaks:
 1. Ribonuclease A
 2. Cytochrome C
 3. Lysozyme
 4. BSA
 5. β-Lactoglobulin
 6. β-Lactoglobulin 2



Comparison of narrow and wide pore NUCLEODUR® for the separation of proteins

MN Appl. No. 126590

Columns: 250 x 4,6 mm NUCLEODUR® 300-5 C18 ec
250 x 4,6 mm NUCLEODUR® C18 Gravity, 5 µm

Eluent: A) 0.1 % TFA in water
B) 0.08 % TFA in acetonitrile
20–65 % B in 15 min
(3 min 65 % B)

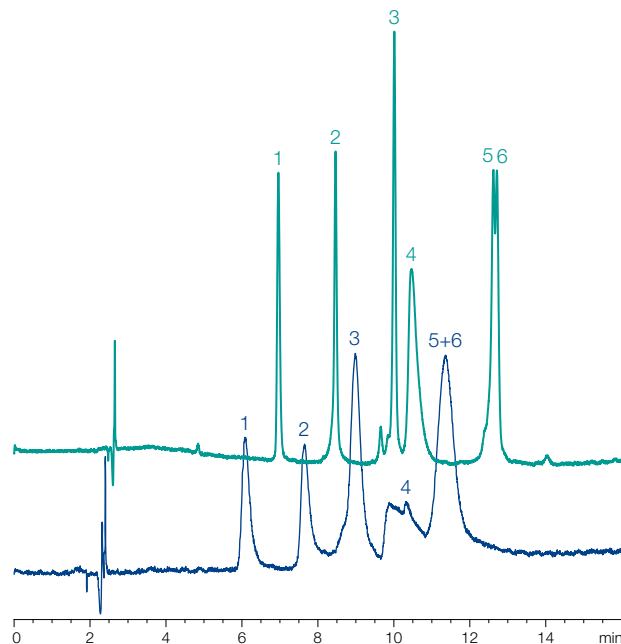
Flow rate: 1.3 mL/min

Temperature: 25 °C

Detection: UV, 280 nm

Peaks:

1. Ribonuclease A
2. Cytochrome C
3. Lysozyme
4. BSA
5. β-Lactoglobulin
6. β-Lactoglobulin 2



Picos más pronunciados de moléculas mayores en materiales de poros anchos.

Tryptic digest of cytochrome C

MN Appl. No. 126600

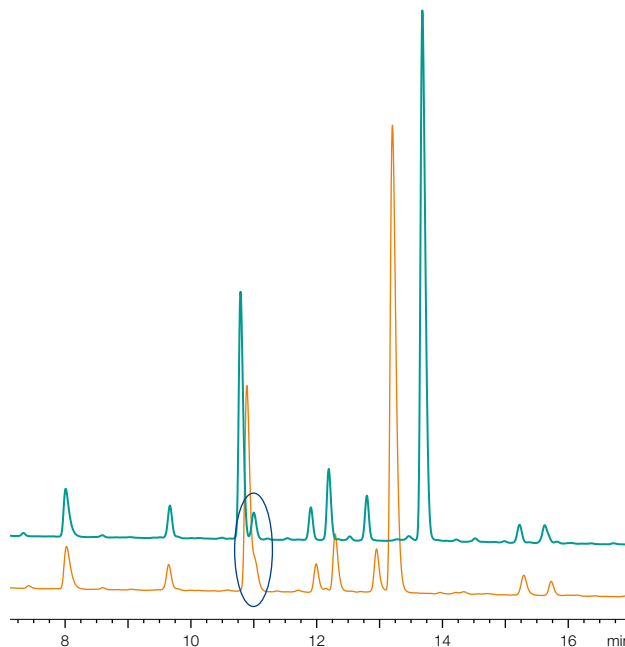
Columns: 250 x 4.6 mm NUCLEODUR® 300-5 C18 ec
250 x 4.6 mm Jupiter® C18, 5 µm

Eluent: A) 0.1 % TFA in water
B) 0.08 % TFA in acetonitrile
5–40 % B in 15 min (1 min 40 % B)

Flow rate: 1.3 mL/min

Temperature: 30 °C

Detection: UV, 280 nm



Menor efecto de tailing y mejor separación en NUCLEODUR® 300–5 C18 ec.

Información de pedido

NUCLEODUR® C18 ec

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C18 ec (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760002.46	761932.30
250	4	5	760002.40	761932.30
150	4,6	5	760008.46	761932.30
125	4,6	5	760001.46	761932.30
125	4	5	760001.40	761932.30
125	3	5	760001.30	761932.30
125	2	5	760001.20	761932.20
250	4,6	3	760052.46	761931.30
250	4	3	760052.40	761931.30
150	4,6	3	760053.46	761931.30

*Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Información de pedido

NUCLEODUR® C18 ec

Columnas VP preparativas NUCLEODUR® C18 EC (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	21	10	762010.210	762090.160
250	10	10	762010.100	762090.80
250	21	5	762022.210	762090.160
250	10	5	762022.100	762090.80
50	10	5	762003.100	762090.80

*Para más información sobre las columnas de protección para columnas VP preparativas, consulte la página 91.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Información de pedido

NUCLEODUR® 300-5 C18 ec

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® 300-5 C18 ec (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760186.46	761988.30
250	4	5	760186.40	761988.30
150	4,6	5	760185.46	761988.30
150	2	5	760185.20	761988.20
100	4,6	5	760183.46	761988.30

*Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Información de pedido

NUCLEODUR® C8 ec

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C8 ec (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760703.46	761937.30
250	4	5	760703.40	761937.30
150	4,6	5	760702.46	761937.30
125	4	5	760701.40	761937.30
50	4,6	5	760700.46	761937.30
100	3	5	760704.30	761937.30
250	4	3	760062.40	761936.30
150	4,6	3	760061.46	761936.30
125	4,6	3	760060.46	761936.30
125	2	3	760060.20	761936.20

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

For more products
and information
Or visit www.mn-net.com



Información de pedido

NUCLEODUR® C8 ec

Columnas VP preparativas NUCLEODUR® C8 ec (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	21	5	762062.210	762092.160
250	10	5	762062.100	762092.80
125	10	5	762061.100	762092.80

* Para más información sobre las columnas de protección para columnas VP preparativas, consulte la página 91.

Para más productos
e información
O visite www.mn-net.com



Información de pedido

NUCLEODUR® 300-5 C4 ec

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® 300-5 C4 ec (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760196.46	761989.30
150	4,6	5	760195.46	761989.30
100	4,6	5	760193.46	761989.30
100	4	5	760193.40	761989.30
100	2	5	760193.20	761989.20

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos
e información
O visite www.mn-net.com



La fase preparativa de octadecilo

Las separaciones preparativas plantean grandes exigencias a los materiales de HPLC a base de sílice. Además de una excelente selectividad y desactivación de bases, la robustez (pH, estabilidad a la presión, ...) y la capacidad son criterios fundamentales para lograr una separación óptima y eficiente a escala preparativa.

Selectividad y desactivación de bases

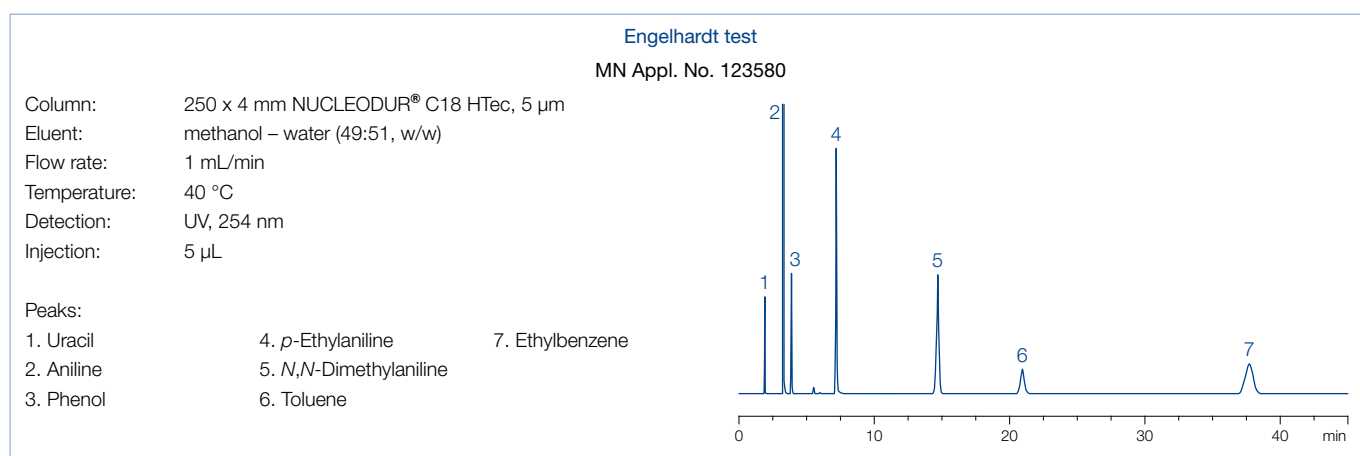
El innovador procedimiento de endcapping produce una desactivación de bases excepcionalmente buena – la prueba de Engelhardt demuestra una selectividad, una simetría de picos y una forma de picos excelentes en todo el intervalo de polaridad. Además, NUCLEODUR® C18 HTec destaca por sus propiedades reducidas de filtrado, por lo que resulta muy apta para LC/MS.

Características principales

- Fase octadecílica preparativa con desactivación de bases
- Fase RP estándar fiable y duradera para ampliación a la escala preparativa
- Gran capacidad de carga y excelente estabilidad
- Apta para LC/MS

Datos técnicos

- Fase de octadecilo (C₁₈) de alta densidad; con terminación múltiple
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partícula 1,8 µm, 3 µm, 5 µm, 7 µm y 10 µm para separaciones analíticas y preparativas; contenido de carbono 18 %; estabilidad a pH 1 – 11

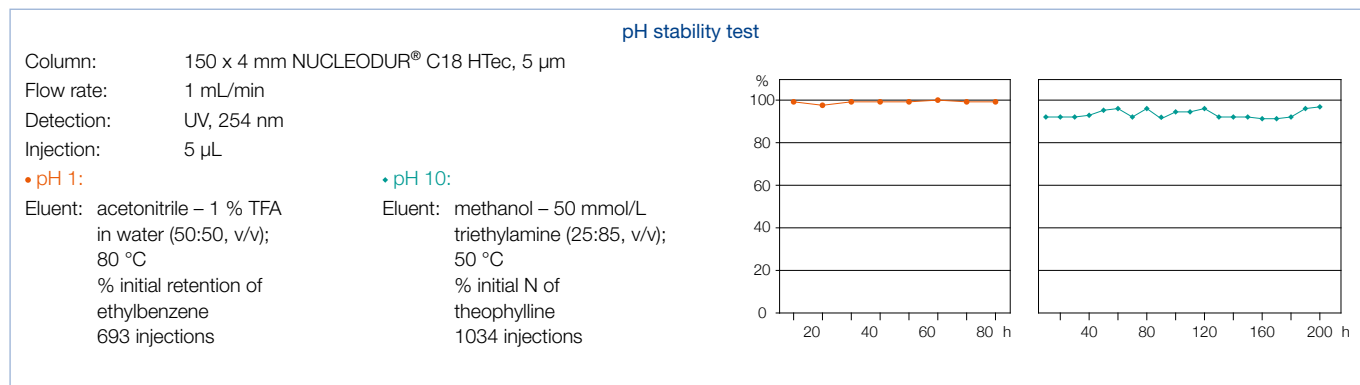


Estabilidad y vida útil

Con base en sílice NUCLEODUR® totalmente esférica, totalmente sintética y extremadamente resistente, NUCLEODUR® C18 HTec ofrece una rigidez mecánica excepcional, lo que lo convierte en la opción perfecta también para el autorrelleno de columnas de preparación. El procedimiento especial de modificación de la superficie y de endcapping proporciona una elevada estabilidad química incluso en condiciones cromatográficas extremas, como caudales elevados, altas temperaturas o disolventes críticos (DMSO). Asimismo, las columnas NUCLEODUR® C18 HTec presentan una vida útil notablemente prolongada tanto en fases móviles ácidas (pH 1) como básicas (pH 10).

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1
- Separaciones analíticas y preparativas sofisticadas de fármacos básicos, neutros y ácidos, aminoácidos derivados; plaguicidas; vitaminas liposolubles; aldehídos, cetonas y compuestos fenólicos



Ampliación

Gracias a los máximos estándares de calidad en la producción de sílice y la química de fases, combinados con una tecnología de empaquetamiento optimizada, NUCLEODUR® C18 HTec permite una transferibilidad excepcional de la escala analítica a la preparativa, tanto en respecto a los diferentes tamaños de partículas (p. ej., 5, 7 o 10 µm) como a las dimensiones de las columnas (p. ej., DI 4,6 a 21 mm).

Conviene saber

- Gracias a sus innovadores procedimientos de recubrimiento superficial, NUCLEODUR® C18 HTec ofrece excelentes propiedades de separación analítica y es la primera opción para la ampliación a dimensiones de columnas preparativas.

Up-scaling with NUCLEODUR® C18 HTec

MN Appl. No. 123780

Columns: EC 250 x 4,6 mm NUCLEODUR® C18 HTec, 5 µm
 VP 250 x 21 mm NUCLEODUR® C18 HTec, 5 µm

Eluent: acetonitrile – water (80:20, v/v)

Flow rate: 1.3 mL/min / 27 mL/min

Temperature: 22 °C

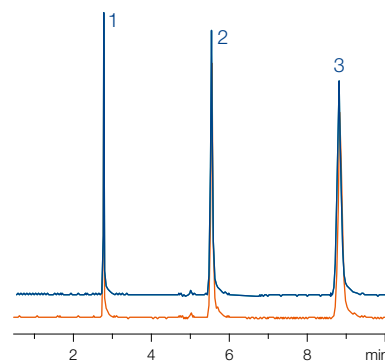
Pressure: 84 bar / 109 bar

Detection: UV, 254 nm

Injection: 3 µL / 60 µL

Peaks: (1 mg/mL each)

1. Phenol
2. Naphthalene
3. Anthracene



Capacidad

Un criterio fundamental para la eficiencia en la HPLC preparativa es la capacidad del medio de separación. NUCLEODUR® C18 HTec se caracteriza por una capacidad de carga notablemente elevada tanto en condiciones básicas como ácidas, mientras que las columnas de la competencia muestran efectos de sobrecarga incluso con cargas menores (x).

Loading capacity under acidic conditions

MN Appl. No. 123890

Columns: VP 100 x 21 mm NUCLEODUR® C18 HTec, 5 µm
 100 x 21.2 mm AXIA™ Gemini® 5 µm C18 110 Å

Eluent: acetonitrile – formic acid in H₂O pH 3.0
 (30:70, v/v)

Flow rate: 28 mL/min

Temperature: 22 °C

Pressure: 124 bar

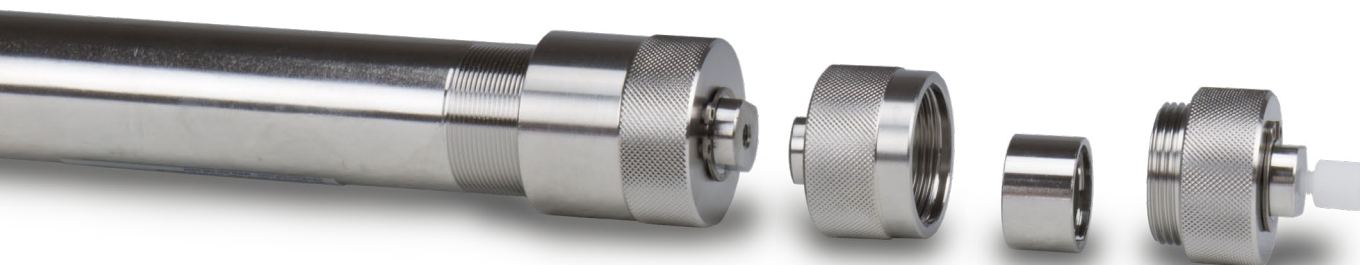
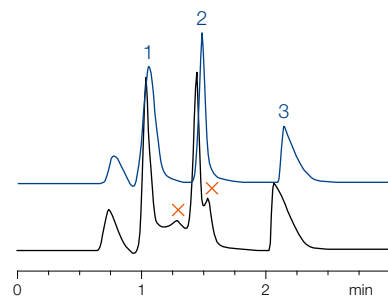
Detection: UV, 254 nm

Peaks:

total load 40 mg

(sample dissolved in DMSO)

1. 4-Acetamidophenol (5 mg)
2. 2-Acetamidophenol (10 mg)
3. Acetylsalicylic acid (25 mg)



Información de pedido

NUCLEODUR® C18 HTec				
Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C18 HTec (envase de 1 unidad)				
Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760316.46	761927.30
250	4	5	760316.40	761927.30
150	4,6	5	760315.46	761927.30
125	4	5	760314.40	761927.30
250	4,6	3	760326.46	761926.30
150	4,6	3	760325.46	761926.30
150	2	3	760325.20	761926.20
125	3	3	760324.30	761926.30
150	2	1,8	760308.20	761925.20
100	2	1,8	760306.20	761925.20

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

For more products
and information
Or visit www.mn-net.com



Información de pedido

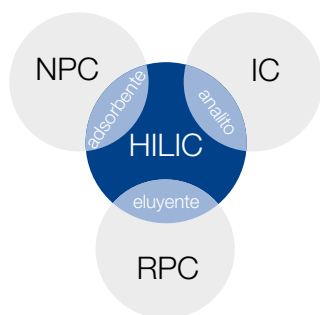
NUCLEODUR® C18 HTec				
Columnas VP preparativas NUCLEODUR® C18 HTec (envase de 1 unidad)				
Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	50	10	762576.500	762592.500
250	21	10	762576.210	762591.160
250	10	10	762576.100	762591.80
150	32	10	762575.320	762592.320
250	21	7	762566.210	762591.160
250	10	7	762566.100	762591.80
250	50	5	762556.500	762592.500
250	40	5	762556.400	762592.320
250	32	5	762556.320	762592.320
250	21	5	762556.210	762591.160
250	16	5	762556.160	762591.160
250	10	5	762556.100	762591.80
250	8	5	762556.80	762591.80
150	32	5	762555.320	762592.320
100	21	5	762553.210	762591.160

* Para más información sobre las columnas de protección para columnas VP preparativas, consulte la página 91.

Para más productos
e información
O visite www.mn-net.com



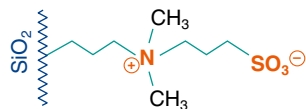
Cromatografía de interacción hidrófila



Especialmente en el caso de los compuestos polares, la HPLC de fase inversa —el método analítico más habitual— suele tener sus limitaciones. En este caso, las fases estacionarias hidrófilas proporcionan una herramienta adicional para la separación de analitos polares en la HPLC. El término HILIC (*Hydrophilic Interaction Chromatography*, cromatografía de interacción hidrófila) fue acuñado por primera vez por Andrew Alpert en 1990; desde entonces, se han realizado numerosos esfuerzos para desarrollar fases de HPLC hidrófilas robustas y reproducibles para la cromatografía HILIC. [4]. La HILIC combina las características de los 3 métodos principales de la cromatografía de líquidos: fase inversa (RPC), fase normal (NPC) y cromatografía iónica (IC):

- Las fases estacionarias (adsorbentes) son, en su mayoría, modificaciones polares de la sílice o de polímeros (SiOH, NH₂, dioles, iones dipolares, etc.) —como en la NPC.
- Las fases móviles (eluyentes) son mezclas de sistemas tampón acuosos y modificadores orgánicos, como el acetonitrilo o el metanol, al igual que en la RPC.
- Entre sus campos de aplicación se incluyen compuestos muy polares, así como iones orgánicos e inorgánicos, como en la IC.

Resumen: «La HILIC es una cromatografía NP de compuestos polares e iónicos en condiciones de RP.»



NUCLEODUR® HILIC es una fase estacionaria especial modificada de carácter zwitteriónico basada en partículas ultraesféricas NUCLEODUR®. El carácter betaínico de los ligandos de ácido amonio-sulfónico da lugar a una compensación total de la carga y a una superficie globalmente neutra, pero altamente polar.

Característica de retención

Por lo general, la HILIC se describe como una cromatografía de partición o un sistema de extracción líquido-líquido entre las fases móvil y estacionaria. En comparación con una fase móvil con poca agua, se forma una capa rica en agua en la superficie de la fase estacionaria polar. Por lo tanto, se producirá una distribución de los analitos entre estas dos capas. Además, HILIC incluye mecanismos electrostáticos débiles, así como interacciones entre donantes de hidrógeno en moléculas polares neutras en condiciones de elución orgánicas elevadas. Esto distingue a la HILIC de la cromatografía de intercambio iónico: el principio fundamental de la separación con HILIC se basa en la polaridad del compuesto y en su grado de solvatación.

Características de estabilidad

Gracias a un procedimiento de modificación de la superficie avanzado y exclusivo, las columnas NUCLEODUR® HILIC ofrecen tiempos de equilibrado reducidos. Tras solo 20 minutos de equilibrado, la segunda inyección ya muestra resultados estables y reproducibles.

Características principales

- Ideal para una cromatografía reproducible y estable de analitos altamente polares
- Apta para aplicaciones analíticas y preparativas
- Período de acondicionamiento de la columna muy breve

Datos técnicos

- Fase de ácido amonio-sulfónico zwitteriónica, sin terminación
- Tamaño de poro: 110 Å; tamaños de partículas 1,8 µm, 3 µm y 5 µm; contenido de carbono 7%; estabilidad a pH 2–8,5

Aplicaciones recomendadas

- Compuestos hidrófilos, como ácidos y bases orgánicos polares, compuestos naturales polares, nucleósidos, oligonucleótidos, aminoácidos, péptidos y vitaminas hidrosolubles

Además, las columnas NUCLEODUR® HILIC se caracterizan por una vida útil excepcional: incluso tras casi 800 ciclos, las columnas no muestran ninguna pérdida de su rendimiento original, y la forma de los picos y la retención siguen siendo impecables. Gracias a su elevada capacidad de carga, NUCLEODUR® HILIC es apta para aplicaciones (semi) preparativas.

Conviene saber

NUCLEODUR® HILIC es una modificación de fase patentada (n.º de patente DE102009006007 [B4])

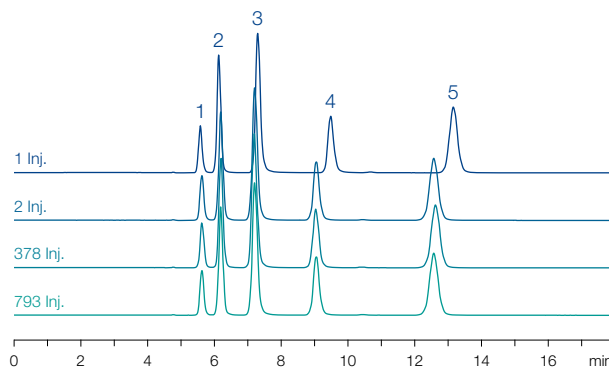
Stability and equilibration

MN Appl. No. 123100

Column: 250 x 4 mm NUCLEODUR® HILIC, 5 µm
 Eluent: CH₃CN – 5 mmol/L ammonium acetate (80:20, v/v)
 Flow rate: 0.6 mL/min
 Temperature: 25 °C
 Detection: UV, 254 nm

Peaks:

1. Thymine
2. Uracil
3. Adenine
4. Cytosine
5. Guanosine



En general, NUCLEODUR® HILIC ofrece unas excelentes características cromatográficas, por lo que es la opción perfecta para la separación de compuestos polares o con carga, como se muestra en la aplicación 122920.

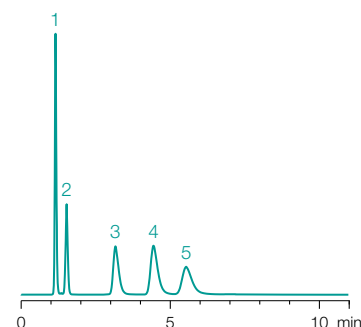
Separation of adenosine and phosphates

MN Appl. No. 122920

Column: 125 x 4 mm NUCLEODUR® HILIC, 5 µm
 Eluent: acetonitrile – 100 mM ammonium acetate, pH 5.3 (70:30, v/v)
 Flow rate: 1.3 mL/min
 Temperature: 25 °C
 Detection: UV, 254 nm

Peaks:

- | | |
|--------------|--------|
| 1. Adenosine | 4. ADP |
| 2. cAMP | 5. ATP |
| 3. AMP | |



Información de pedido

NUCLEODUR® HILIC

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® HILIC (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760550.46	761962.30
150	2	5	760553.20	761962.20
250	4,6	3	760530.46	761961.30
250	3	3	760530.30	761961.30
150	4,6	3	760533.46	761961.30
125	4,6	3	760531.46	761961.30
125	2	3	760531.20	761961.20
100	3	3	760534.30	761961.30
100	2	1,8	760526.20	761960.20
50	2	1,8	760523.20	761960.20

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Funcionalidad alternativa de la fase ligada

En la HPLC de fase inversa, es bastante habitual comenzar con columnas C₁₈ o C₈ a la hora de desarrollar nuevos métodos. No obstante, las fases de cromatografía de RP clásicas no siempre ofrecen las propiedades de polaridad y selectividad superiores que suelen ser necesarias para separaciones más sofisticadas. Estas fases clásicas de la RP se suelen caracterizar por una capa hidrófoba de alquilsilanos unidos en forma monomérica o polimérica.

Una forma de mejorar la resolución de los compuestos que se separan de forma deficiente en fases estacionarias no polares consiste en modificar la funcionalidad de la fase ligada.

La fase NUCLEODUR® 100-5 CN-RP, totalmente terminada y altamente reproducible, presenta grupos cianopropilo en la superficie capaces de generar un comportamiento de retención claramente reconocible y distinto en comparación con las modificaciones superficiales funcionalizadas exclusivamente con grupos alquilo (ver aplicación 119340).

La polaridad de NUCLEODUR® 100-5 CN-RP se puede clasificar como intermedia, en función de múltiples mecanismos de retención, como las interacciones dipolo-dipolo, π-π y también hidrófobas [5]. Por lo tanto, esta fase muestra una selectividad clara tanto para los compuestos orgánicos polares como para las moléculas que contienen sistemas de electrones π (p. ej., analitos con dobles enlaces, antidepresivos tricíclicos) [6].

Las fases con enlaces de cadena corta a veces revelan deficiencias en cuanto a la estabilidad frente a la hidrólisis a pH reducido [7]. La aplicación 119350 muestra que, incluso tras 100 inyecciones de muestra y cuatro semanas de almacenamiento a pH 1 (curva azul), no se observó ni un cambio significativo en la retención ni una alteración visible en la simetría de los picos (curva verde = columna nueva).

Características principales

- La modificación multimodo de la fase (RP y NP) amplía el alcance de la selectividad
- Alta capacidad de retención, especialmente para compuestos muy polares e insaturados
- Estable frente a la hidrólisis a pH reducidos
- Características de retención diferentes en comparación con las fases C₈ y C₁₈

Datos técnicos

- Fase de cianopropilo de alta pureza; con terminación especial
- Tamaño de poro 110 Å; tamaños de partículas 3 µm y 5 µm; contenido de carbono 7%; estabilidad a pH 1-8

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L10
- Antidepresivos tricíclicos, esteroides, ácidos orgánicos

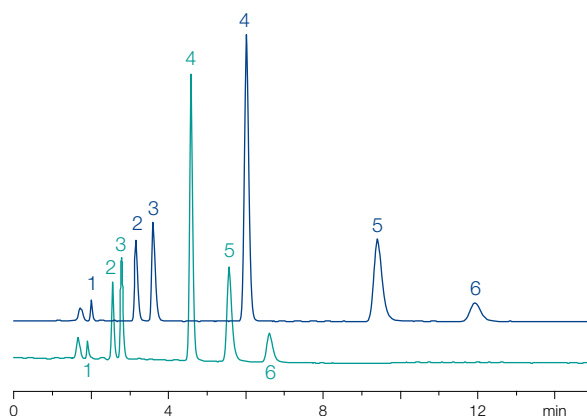
Separation of cold medicine ingredients on two different NUCLEODUR® phases

MN Appl. No. 119340

Columns: 250 x 4 mm NUCLEODUR® 100-5 C18 ec
250 x 4 mm NUCLEODUR® 100-5 CN-RP
Eluent: acetonitrile – 100 mmol/L sodium citrate pH 2.5 (15:85, v/v)
Flow rate: 1.0 mL/min, temperature 25 °C
Detection: UV, 254 nm, injection 10 µL

Peaks:

- Maleic acid
- Norephedrine
- Ephedrine
- Acetaminophen
- Chlorpheniramine
- Brompheniramine



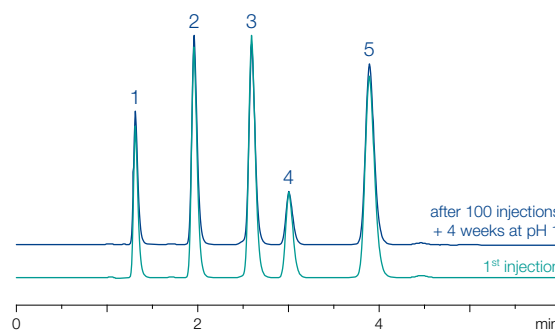
Stability of NUCLEODUR® CN-RP at pH 1

MN Appl. No. 119350

Columns: 125 x 4 mm NUCLEODUR® 100-5 CN-RP
Eluent: acetonitrile – water, 2 % TFA pH 1 (50:50, v/v)
Flow rate: 1.0 mL/min
Temperature: 25 °C
Detection: UV, 254 nm
Injection: 5 µL

Peaks:

- Benzamide
- Dimethyl phthalate
- Phenetole
- o*-Xylene
- Biohenvl



Columnas multimodo

Debido a su polaridad, la fase ciano también se puede usar en modo de fase normal. Las columnas NUCLEODUR® CN para aplicaciones NP se suministran en *n*-heptano. A continuación se muestra la variación en la selectividad y el orden de elución de una mezcla de diversos esteroides en los modos NP y RP. Gracias a su elevada cobertura, combinada con un endcapping minucioso, NUCLEODUR® 100-5 CN-RP resulta apta para la separación de compuestos ionizables, como algunos de los fármacos básicos analizados en las aplicaciones 119271 y 119272.

Separation of steroids in normal phase and reversed phase mode

MN Appl. Nos. 119271 / 119272

Normal phase mode

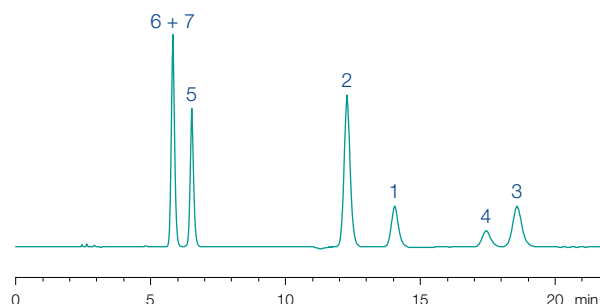
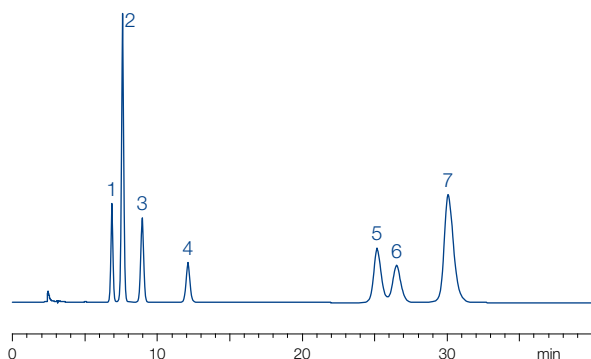
Column: 250 x 4 mm NUCLEODUR® 100-5 CN
 Eluent: *n*-heptane – 2-propanol (90:10, v/v)
 Flow rate: 1.0 mL/min, temperature 25 °C
 Detection: UV, 254 nm, injection 10 µL

Reversed phase mode

Column: 250 x 4 mm NUCLEODUR® 100-5 CN-RP
 Eluent: acetonitrile – water (25:75, v/v)
 other conditions as in normal phase mode

Peaks:

1. Methyltestosterone
2. Testosterone
3. Norgestrel
4. Medrysone
5. Cortisone
6. Hydrocortisone
7. Prednisolone



Información de pedido

NUCLEODUR® CN-RP / CN

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® CN-RP (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760152.46	761944.30
250	4	5	760152.40	761944.30
150	4,6	5	760154.46	761944.30
125	4,6	5	760153.46	761944.30
150	4,6	3	760156.46	761941.30
150	4	3	760156.40	761941.30
50	2	3	760159.20	761941.20

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® CN (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760150.46	761943.30
250	4	5	760150.40	761943.30
150	4,6	5	760149.46	761943.30

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Fase de HPLC con modificación amino

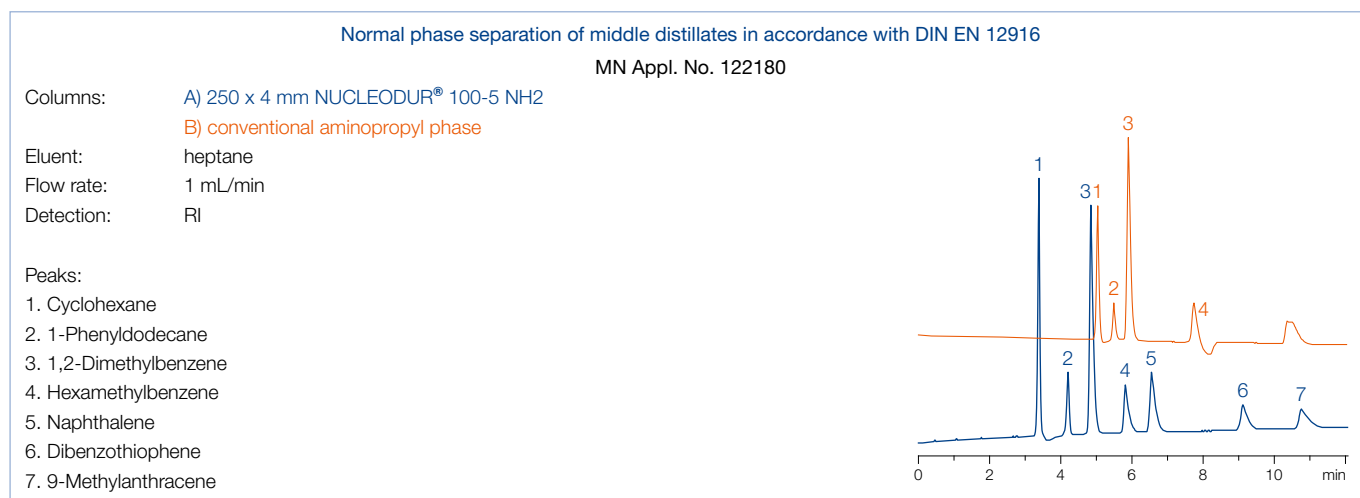
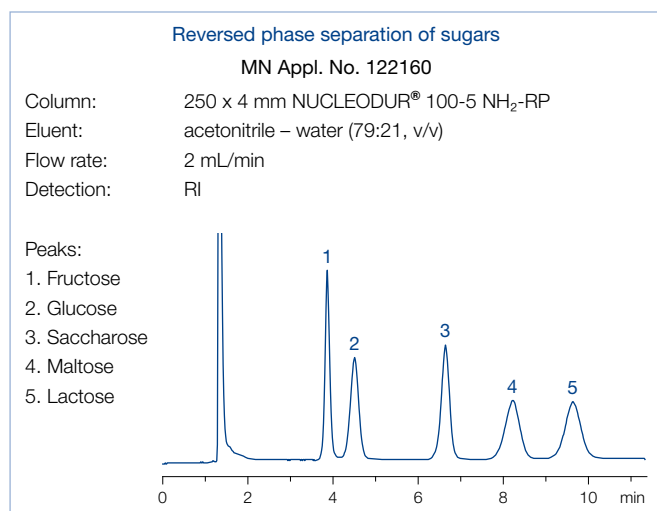
Determinados compuestos, especialmente las sustancias polares, no se pueden separar adecuadamente en fases C₁₈. Las fases de sílice modificadas de forma polar ofrecen selectividades alternativas, ampliando así el espectro de la HPLC analítica al ámbito polar.

Columnas multimodo

Además de las modificaciones ciano, las modificaciones amino se encuentran entre las fases de sílice polares más utilizadas. Ambas presentan una ventaja importante: pueden funcionar en los modos RP y NP. El modo RP con mezclas de eluyentes acuosos y orgánicos, y el modo NP con hexano como posible fase móvil.

NUCLEODUR® NH₂ pertenece a las denominadas columnas multimodo. Se puede utilizar para la cromatografía RP de compuestos polares (como los azúcares en sistemas de eluyentes acuoso-orgánicos), para la cromatografía NP de compuestos aromáticos sustituidos o plaguicidas clorados con fases móviles orgánicas (como hexano, diclorometano o 2-propanol), pero también para la cromatografía de intercambio iónico de aniones y ácidos orgánicos utilizando tampones convencionales y modificadores orgánicos.

El principal campo de aplicación de NUCLEODUR® NH₂ es la separación de azúcares simples y complejos, alcoholes de azúcar y otros compuestos hidroxilados en condiciones de RP, así como de hidrocarburos en condiciones de NP.



Gracias al método especial de modificación de la superficie, NUCLEODUR® NH₂ presenta una estabilidad marcada tanto a valores de pH altos como bajos. La siguiente figura muestra que, incluso tras varios días de exposición del material de la columna a un pH de

Características principales

- Modificación multimodo de la fase (para RP, NP e IC)
- Estable frente a la hidrólisis a pH bajo y estable en eluyentes acuosos al 100 %
- Amplía el ámbito de aplicación de la HPLC analítica al intervalo polar
- Apta para LC/MS

Datos técnicos

- Fase de aminopropilo de alta pureza; sin terminación
- Tamaño de poro: 110 Å; tamaños de partículas 3 µm, 5 µm y 7 µm; contenido de carbono 2,5 %; estabilidad a pH 2–8

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L8
- Compuestos polares en condiciones de RP (azúcares, bases de ADN), hidrocarburos en condiciones de NP

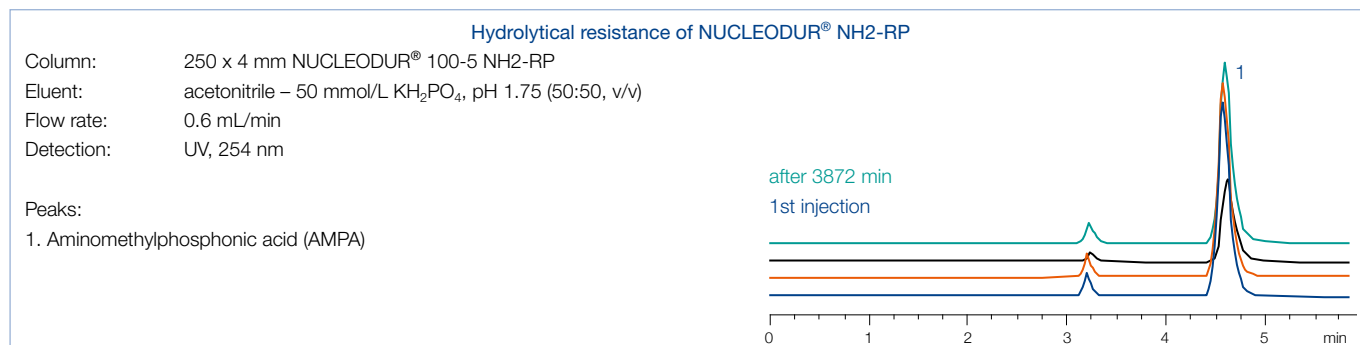
Conviene saber

- Cromatografía de fase normal (NP) con hexano, diclorometano o 2-propanol como fase móvil para compuestos polares
- Cromatografía de fase inversa (RP) de compuestos polares en sistemas de eluyentes acuoso-orgánicos
- Cromatografía de intercambio iónico de aniones y ácidos orgánicos utilizando tampones convencionales y modificadores orgánicos

NUCLEODUR® NH2 / NH2-RP

1,75, se mantienen una buena eficiencia de separación y simetría de los picos. La elevada vida útil de las columnas resultante permite reducir los costes gracias a un menor consumo de columnas.

El siguiente ejemplo muestra la mejor estabilidad del pH de NUCLEODUR® NH2 y su excelente aptitud para la separación de herbicidas totales (AMPA, glifosato, glufonisato, ...) —ver aplicación n.º 122190 en nuestra base de datos en línea en ChromaAppDB.mn-net.com.



Esta fase, basada en sílice esférica NUCLEODUR®, presenta una gran estabilidad a presiones elevadas, lo que la convierte en la opción ideal tanto para separaciones preparativas como para LC/MS. Además, la elevada reproducibilidad interlotes de NUCLEODUR® NH2 permite realizar análisis fiables, especialmente en el trabajo de rutina.

Información de pedido

NUCLEODUR® NH2-RP / NH2

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® NH2-RP (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760732.46	761953.30
250	4	5	760732.40	761953.30
250	2	5	760732.20	761953.20
125	4	5	760730.40	761953.30
250	4,6	3	760739.46	761951.30
150	4,6	3	760742.46	761951.30
100	2	3	760740.20	761951.20

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® NH2 (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760722.46	761952.30
250	4	5	760722.40	761952.30
125	4,6	5	760720.46	761952.30

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos
e información
O visite www.mn-net.com



NUCLEODUR® SiOH

Gel de sílice esférico ultrapuro sin modificar

Los geles de sílice sin modificar fueron los primeros sustratos que se utilizaron en la cromatografía de líquidos. Nuestro gel de sílice esférico ultrapuro NUCLEODUR® SiOH se puede utilizar tanto en fase normal como en condiciones de HILIC. Sin modificación de la fase ni endcapping, la fase de sílice básica es adecuada para aplicaciones con compuestos polares o semipolares. Por este motivo, dada la naturaleza altamente polar de la superficie de sílice, con grupos silanol y siloxano, es necesaria una fase móvil no polar para obtener un rendimiento cromatográfico óptimo. NUCLEODUR® SiOH se puede utilizar en aplicaciones de HPLC analítica y preparativa.



Información de pedido

NUCLEODUR® SiOH

Columnas EC analíticas NUCLEODUR® SiOH (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4,6	5	760007.46	761967.30
250	4	5	760007.40	761967.30
150	4,6	5	760012.46	761967.30
250	4,6	3	760173.46	761966.30
150	4,6	3	760172.46	761966.30

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Características principales

- Sílice sin modificar para cromatografía de NP
- Sílice de alta pureza totalmente esférica
- Estable a presiones de hasta 600 bares
- Apta para la separación analítica y preparativa de compuestos polares y semipolares

Datos técnicos

- Fase de alta pureza sin modificar; sin endcappingn
- Tamaño de poro 110 Å; tamaño de partículas de 3 a 50 µm; volumen de poro 0,9 mL/g; área (BET): 340 m²/g; estabilidad a pH 2-8; contenido de metales < 10 ppm (ver página 10)

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L3
- Compuestos polares y semipolares en condiciones de fase normal e HILIC

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Productos de SPE CHROMABOND®

Para una amplia gama de aplicaciones



Productos de alto rendimiento para la preparación de muestras

- Amplia gama de fases RP y normales, así como de intercambiadores iónicos
- Fases a base de polímeros y sílice
- Fases para aplicaciones especiales, como el análisis de alimentos o medioambiental



Análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) mediante HPLC

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son compuestos químicos formados por anillos aromáticos fusionados que no contienen heteroátomos ni sustituyentes. Como contaminantes, son motivo de preocupación porque se ha determinado que algunos compuestos son carcinógenos, mutágenos y teratógenos. Los HAP son componentes naturales del carbón o del gas. Se liberan al medio ambiente por medio de pirólisis (combustión incompleta) de materiales orgánicos como el carbón, el petróleo, el combustible, la madera y el tabaco; por lo tanto, están presentes a nivel mundial. Hoy en día, la mayoría de los HAP se generan a partir de procesos antropogénicos, aunque también tienen orígenes naturales, como los incendios forestales. En el pasado, la producción de coque y gas a partir del carbón negro tuvo repercusiones considerables en la contaminación ambiental. Los residuos (p. ej., el alquitrán) procedentes de las plantas de coque o de gas suelen ser la causa de graves casos de contaminación de las aguas subterráneas.

Dado que se ha demostrado que varios HAP (p. ej., el benzo[a]pireno, el 3-metilcolantreno y el benzantraceno) son cancerígenos el control del contenido de HAP en los alimentos, el agua y el suelo es una tarea importante en el análisis de rutina. Para la selección y los valores límite de los hidrocarburos policíclicos, remitimos a las normativas gubernamentales vigentes en numerosos países (p. ej., el método 610 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA).

Los HAP se pueden determinar mediante diferentes técnicas cromatográficas (TLC, GC, HPLC). Así, los seis HAP contemplados en la normativa alemana sobre agua potable (TVO) se pueden analizar, por ejemplo, mediante TLC (ver norma alemana DIN 38409), mientras que mediante GC o HPLC es posible determinar un número mucho mayor de compuestos aromáticos policíclicos.

Características principales

- Fase de octadecilo especial para el análisis de HAP
- Material de base NUCLEODUR® Silica de alta pureza

Datos técnicos

- Fase especial de octadecilo con material base recubierto de polímero; con endcapping
- Tamaño de poro 110 Å, tamaños de partículas 1,8 µm y 3 µm

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1
- Permite una separación eficaz mediante gradiente de los 16 HAP conforme a EPA

Analysis of 16 EPA PAHs with or without acetonitrile

MN Appl. Nos. 123820 / 123830

Separation with acetonitrile

Column: 100 × 4 mm
NUCLEODUR® C₁₈ PAH, 3 µm

Eluent: A) methanol – water (80:20, v/v)
B) acetonitrile 2 – 20 % B in 1.2 min, 20 – 100 % B in 0.5 min, 100 % B for 2.5 min, 100 – 2 % B in 0.4 min

Flow rate: 2.5 mL/min, temperature 35 °C

Detection: UV, 254 nm
fluorescence (see chromatogram)

Separation without acetonitrile

Column: 125 × 4 mm
NUCLEODUR® C₁₈ PAH, 3 µm

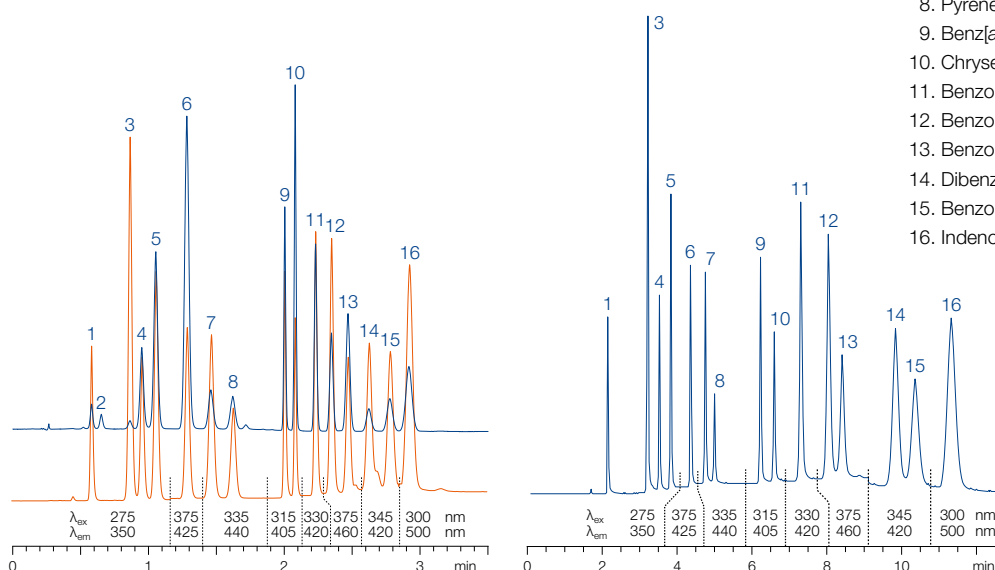
Eluent: A) water
B) methanol 65 – 97 % B in 6 min, 97 % B for 5 min, 97 – 65 % B in 0.5 min

Flow rate: 2 mL/min, temperature 35 °C

Detection: fluorescence (see chromatogram)

Peaks:

1. Naphthalene
2. Acenaphthylene (not detectable by fluorescence)
3. Acenaphthene
4. Fluorene
5. Phenanthrene
6. Anthracene
7. Fluoranthene
8. Pyrene
9. Benz[a]anthracene
10. Chrysene
11. Benzo[b]fluoranthene
12. Benzo[k]fluoranthene
13. Benzo[a]pyrene
14. Dibenz[ah]anthracene
15. Benzo[ghi]perylene
16. Indeno[1,2,3-cd]pyrene



Detección de HAP separados mediante UV (250 – 280 nm), detección por matriz de diodos o detección por fluorescencia con diferentes longitudes de onda para la excitación y la emisión (el acenaftefleno no se puede analizar mediante detección por fluorescencia).

Separation of 18 PAHs on NUCLEODUR® C18 PAH

MN Appl. No. 123840

Column: 125 x 4 mm
NUCLEODUR® C18 PAH, 3 µm

Eluent: A) methanol – water
(70:30, v/v); B) acetonitrile
0–20% B in 1.5 min,
20–50% B in 1.5 min,
50–100% B in 1.0 min,
100% B for 3 min,
100–0% B in 0.5 min

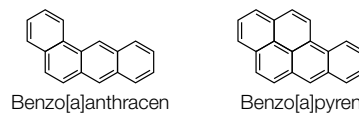
Flow rate: 1.5 mL/min

Temperature: 35 °C

Injection: UV: 1 µL,

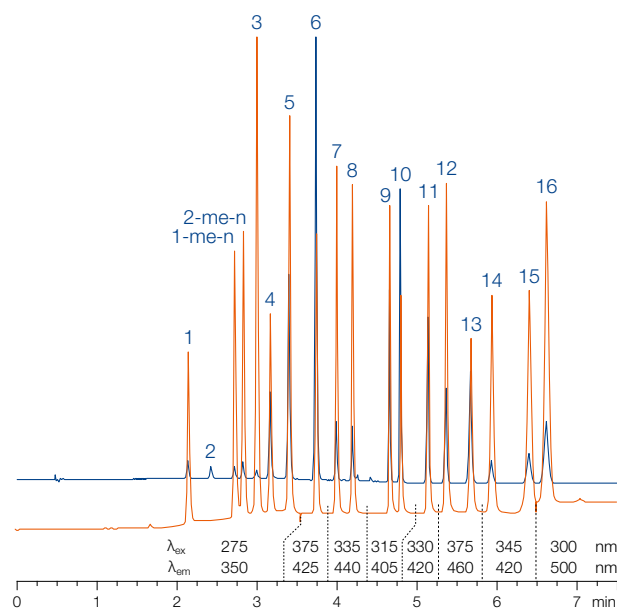
Fluorescence: 0.5 µL

Detection: UV, 254 nm
fluorescence
(see chromatogram)



Peaks:

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. Naphthalene | 10. Chrysene |
| 2. Acenaphthylene (not detectable by fluorescence) | 11. Benzo[b]fluoranthene |
| 3. Acenaphthene | 12. Benzo[k]fluoranthene |
| 4. Fluorene | 13. Benzo[a]pyrene |
| 5. Phenanthrene | 14. Dibenz[ah]anthracene |
| 6. Anthracene | 15. Benzo[ghi]perylene |
| 7. Fluoranthene | 16. Indeno[1,2,3-cd]pyrene |
| 8. Pyrene | 1-me-n: 1-methylnaphthalene |
| 9. Benz[a]anthracene | 2-me-n: 2-methylnaphthalene |



Columnas de HPLC para el análisis de HAP

Para los análisis de HAP hemos desarrollado una fase C₁₈ especialmente modificada basada en NUCLEODUR® que permite una separación eficaz mediante gradiente de 16 HAP, de conformidad con la normativa de la EPA. La detección de los HAP separados se puede realizar mediante UV (250–280 nm), con una matriz de diodos o mediante detección por fluorescencia a diferentes longitudes de onda para la excitación y la emisión. El acenafteñileno no se puede analizar mediante detección por fluorescencia. Para un análisis de rutina rentable de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), recomendamos utilizar como eluyente metanol en lugar de acetonitrilo. Para un análisis rápido, NUCLEODUR® C18 PAH (3 µm) en columnas cortas (100 mm) proporciona excelentes resultados a caudales elevados. De este modo, se puede lograr la separación de 16 HAP conforme a EPA en menos de 3 minutos.

La normativa más estricta exige la determinación de dos HAP adicionales (1- y 2-metilnaftaleno), por lo que hemos desarrollado métodos altamente eficaces para 18 HAP en NUCLEODUR® C18 PAH.

Información de pedido

NUCLEODUR® C18 PAH				
Columnas EC analíticas NUCLEODUR® C18 PAH (envase de 1 unidad)				
Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
250	4	3	760786.40	761971.30
250	3	3	760786.30	761971.30
150	3	3	760785.30	761971.30
125	4	3	760784.40	761971.30
125	3	3	760784.30	761971.30
100	3	3	760783.30	761971.30
100	4	1,8	760773.40	761970.30
100	3	1,8	760773.30	761970.30
100	2	1,8	760773.20	761970.20

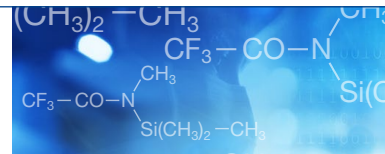
* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos
e información
O visite www.mn-net.com



Reactivos de derivatización para GC

Obtenga nuestra guía



Toda la información sobre los reactivos de derivatización

- Gama de productos para la acilación, la alquilación y la siliación
- Protocolos de derivatización
- Varios consejos y sugerencias

¡Descargue la guía aquí!



MACHEREY-NAGEL

Guía de reactivos de derivatización para GC

Cromatografía

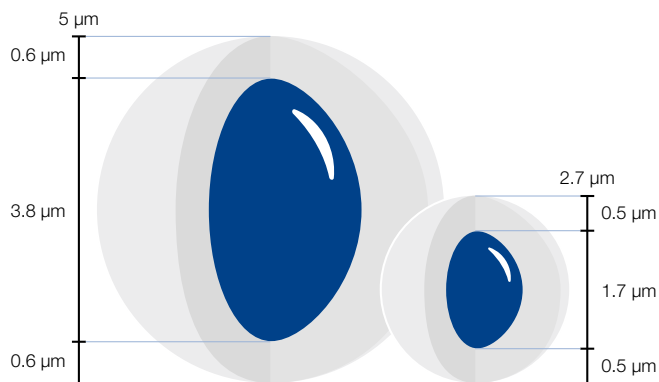
Mejore su análisis por GC

- Ultrapuro
- Altamente reactivo
- Rentable

MACHEREY-NAGEL

www.mn-net.com

Tecnología núcleo-corteza (core-shell)



Las exigencias en las separaciones por HPLC aumentan constantemente con respecto a la eficiencia de separación, los límites de detección y los tiempos necesarios para cada análisis.

Se han adoptado varios enfoques para lograr separaciones rápidas sin perder rendimiento cromatográfico. Las columnas de HPLC rellenas con partículas menores de 2 µm presentan una eficiencia muy elevada (platos/metro) y permiten utilizar columnas de menor tamaño, lo que tiene como ventaja adicional un ahorro significativo de disolvente. Sin embargo, generan una elevada contrapresión de la fase móvil durante los análisis en columna, lo que requiere un equipo diseñado específicamente para ello.

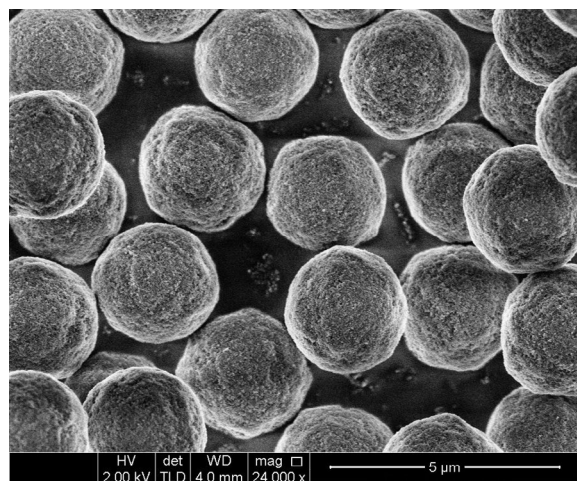


Imagen de microscopio electrónico de NUCLEOSHELL®

Las partículas de sílice NUCLEOSHELL® están formadas por un núcleo sólido no poroso de 1,7 µm de diámetro y una capa exterior porosa de 0,5 µm de espesor. Por lo tanto, el diámetro total de la partícula es de 2,7 µm.

Gracias a un proceso de síntesis patentado, las partículas NUCLEOSHELL® presentan una distribución granulométrica estrecha bien definida ($d_{90}/d_{10} \sim 1,1$). Las columnas rellenas con partículas de núcleo-corteza NUCLEOSHELL® ofrecen una eficiencia de separación excepcional, con un número teórico de platos fácilmente comparable al de las partículas totalmente porosas de menos de 2 micras.

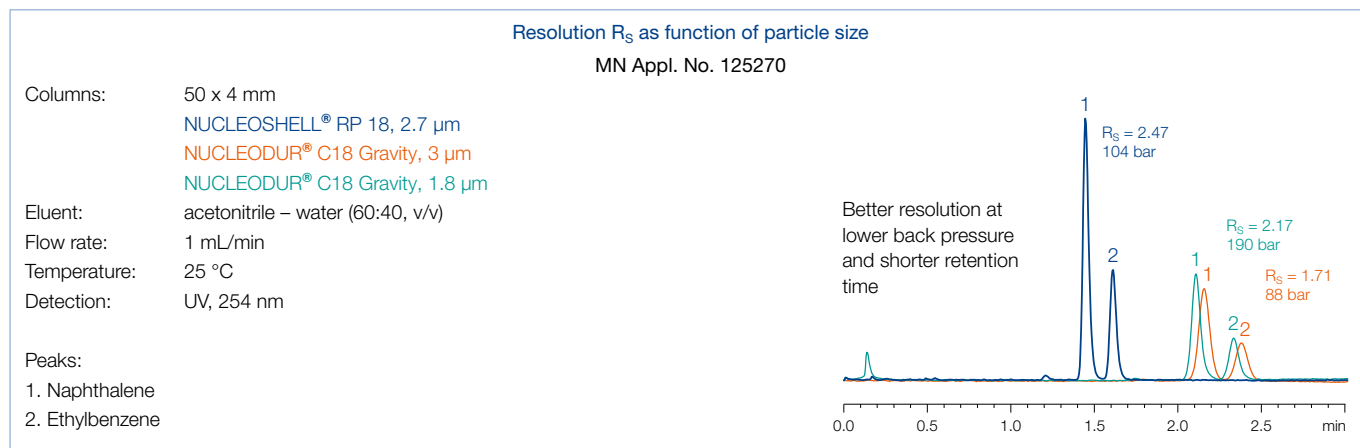
$$R_s = \frac{\sqrt{N}}{4} \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha} \right) \left(\frac{k'_i}{k'_i + 1} \right)$$

R_s = resolución, α = selectividad (factor de separación), k'_i = retención
 N = número de platos con $N \propto 1/d_p$, d_p = diámetro de partícula

Características principales

- Núcleo sólido de dióxido de silicio, corteza homogénea de sílice porosa
- Máxima eficacia en comparación con los materiales totalmente porosos tradicionales
- Tamaño de poro 90 Å; tamaño de partículas 2,7 µm (núcleo 1,7 µm) y 5 µm (núcleo 3,8 µm); superficie específica 130 (2,7 µm) y 90 (5 µm) m²/g; la menor contrapresión permite su uso en sistemas de LC convencionales
- Estabilidad a la presión de hasta 600 bares

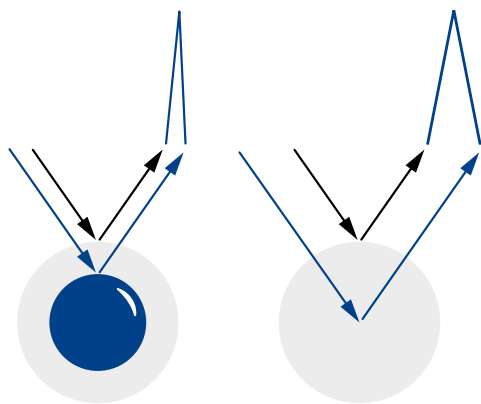
Sílice de tipo núcleo-corteza NUCLEOSHELL® para HPLC



Eficiencia teórica de la columna (condiciones óptimas)								
Sílice	d_p [μm]	L [m]	HETP [μm]	Eficiencia [platos/m]	L [mm]	N	R_s	Tiempo de análisis
NUCLEOSHELL®	2,7	1	4	250 000	100	25 000	112 %	40 %
	5	1	6,5	154 000	150	23 000	115 %	60 %
NUCLEODUR®	1,8	1	4,5	222 222	100	22 000	105 %	40 %
	3	1	7,5	133 333	150	20 000	100 %	60 %
	5	1	12,5	80 000	250	20 000	100 %	100 %

Beneficios de la tecnología núcleo-corteza

Partículas de tipo núcleo-corteza frente a sílice totalmente porosa



En el caso de las partículas totalmente porosas convencionales, la transferencia de masa entre la fase estacionaria y la fase móvil suele provocar un ensanchamiento de los picos a caudales mayores (término C en la ecuación de van Deemter). Las cortas distancias de difusión en las partículas de tipo núcleo-corteza reducen el tiempo de permanencia de las moléculas del analito en la fase estacionaria. De modo que, incluso con velocidades de flujo elevadas de la fase móvil, se puedan obtener resultados de separación óptimos.

Los gráficos de Van Deemter muestran cómo el caudal influye en la eficiencia.

En comparación con las sílices totalmente porosas, las partículas de tipo núcleo-corteza de distintos fabricantes mantienen una eficiencia óptima (platos máx./m) en un amplio intervalo de velocidades lineales crecientes de la fase móvil.

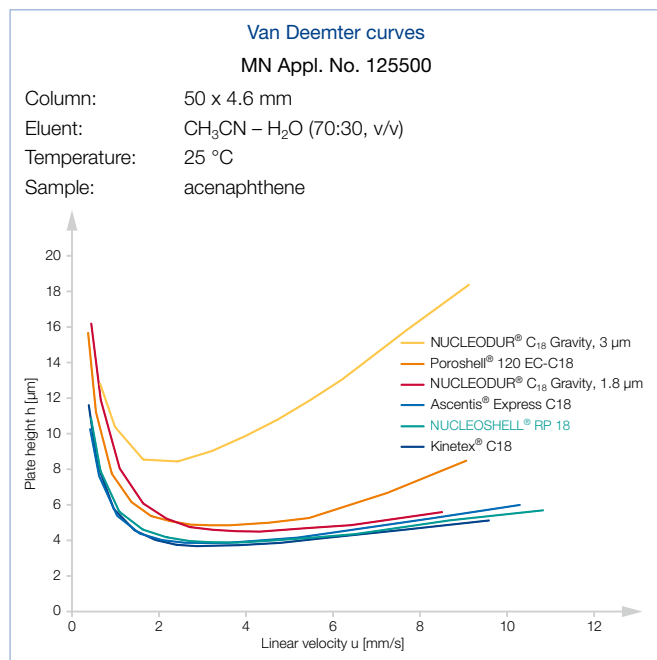
Ventajas

- Recorridos de difusión cortos
 - Transferencia rápida de masa (término C de la ecuación de Van Deemter)
 - Velocidad de flujo elevada sin ensanchamiento de los picos para LC rápida
- Distribución estrecha del tamaño de las partículas ($d_{90}/d_{10} \sim 1,1$)
 - Relleno estable
- Transferencia térmica elevada
 - Influencia minimizada del calor por fricción
 - Eficiencia de NUCLEOSHELL® $\sim 250\ 000\ \text{m}^{-1}$ (HETP $\sim 4\ \mu\text{m}$)

$$H = A + \frac{B}{u} + C \cdot u$$

Término A = difusión por remolinos, término B = coeficiente de difusión longitudinal, término C = coeficiente de transferencia de masas

Sílice de tipo núcleo-corteza NUCLEOSHELL® para HPLC



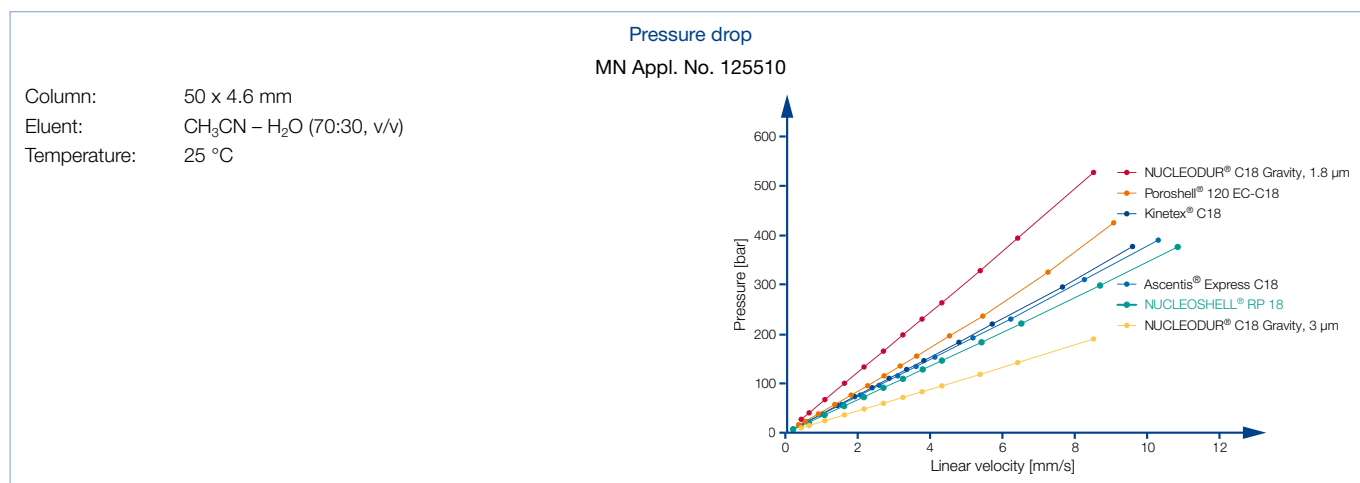
En comparación directa con las fases convencionales menores de 2 micras, las columnas NUCLEOSHELL® generan solo alrededor del 60 % de la contrapresión y se pueden utilizar con la mayoría de los sistemas de HPLC convencionales. Para aprovechar al máximo el rendimiento de las columnas NUCLEOSHELL®, recomendamos reducir los espacios vacíos adicionales en la columna mediante capilares adecuados (diámetro interior < 0,15 mm) y celdas detectoras especialmente adaptadas. Además, la configuración del detector se debe optimizar aumentando la frecuencia de medición o reduciendo la constante de tiempo.

Conviene saber

La tecnología de partículas del tipo núcleo-corteza de MACHEREY-NAGEL constituye una vía alternativa para obtener la máxima eficiencia y resolución de la columna en la HPLC con tiempos de ejecución cortos, pero con una contrapresión moderada.

$$\Delta_p = \frac{\Phi \cdot L_C \cdot \eta \cdot u}{d_p^2}$$

Δ_p = caída de presión, Φ = resistencia al flujo (sin dimensión), L_C = largo de la columna, η = viscosidad, u = velocidad lineal, d_p = diámetro de partícula

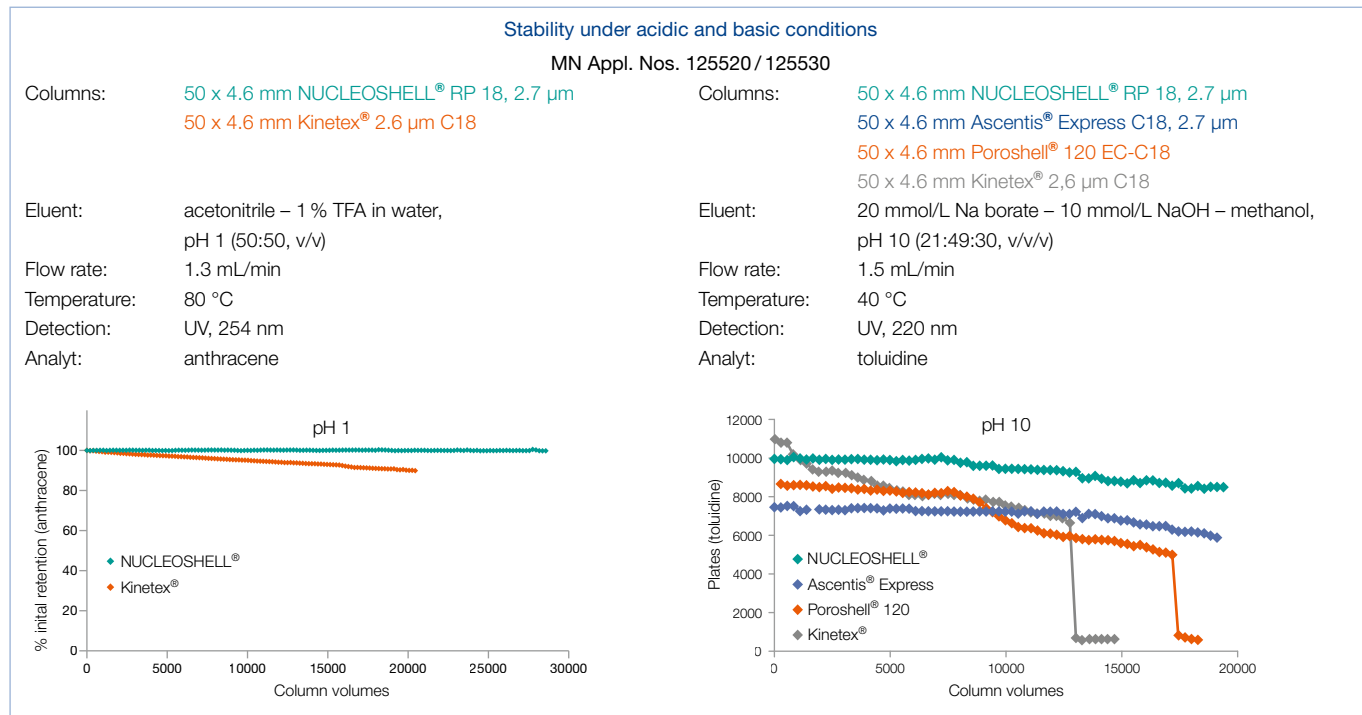


Características de las partículas NUCLEOSHELL®

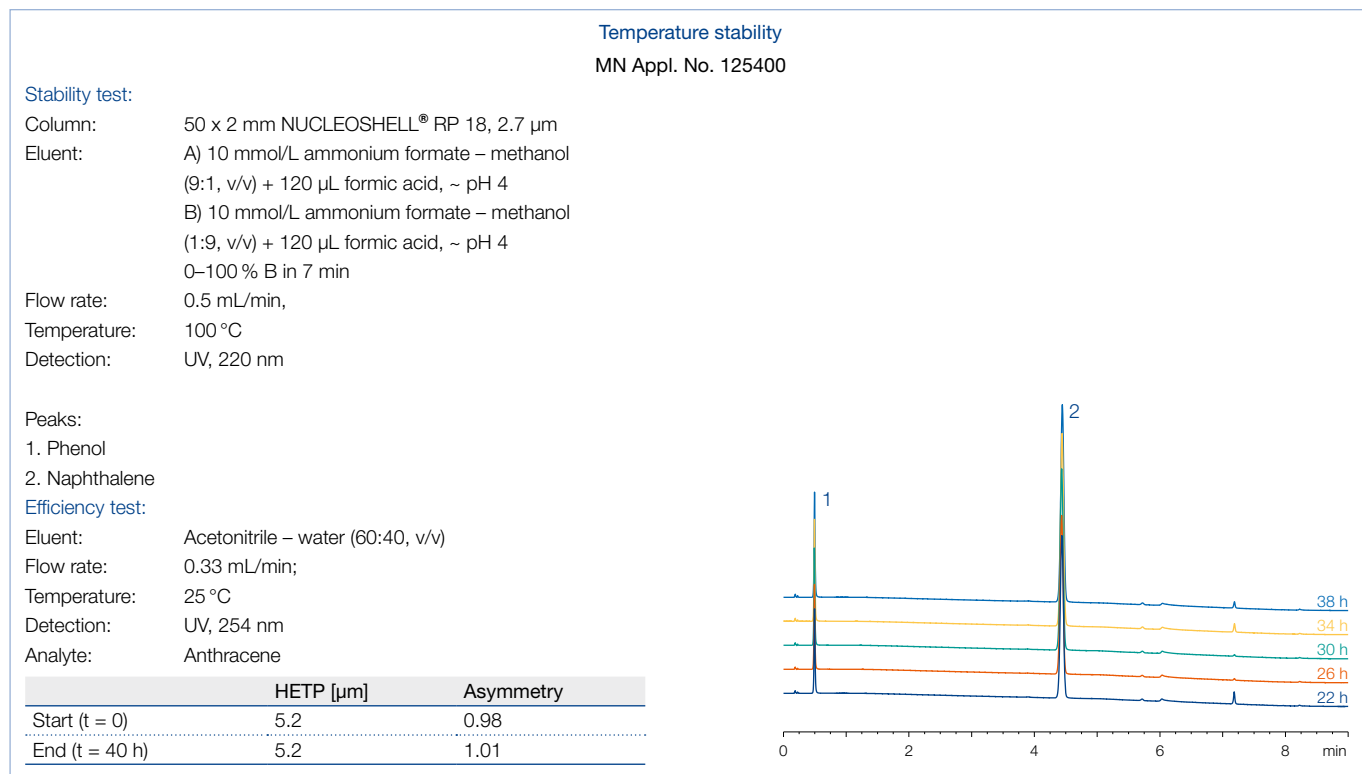
Un criterio para evaluar la estabilidad a largo plazo de la columna en condiciones de pH extremas es la disminución porcentual de la retención inicial y de los platos iniciales, respectivamente.

Sílice de tipo núcleo-corteza NUCLEOSHELL® para HPLC

La siguiente figura muestra una prueba de estabilidad de la columna con NUCLEOSHELL® RP 18 a niveles de fase móvil de pH 1 y pH 10, en comparación con tres fases de la competencia.

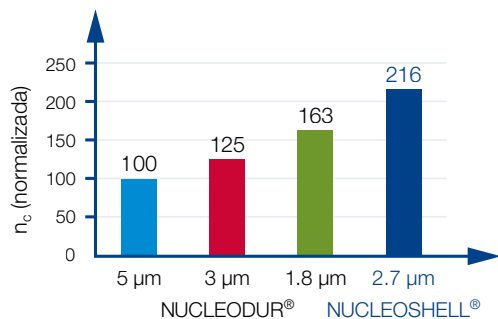


Las columnas pueden funcionar a temperaturas elevadas sin pérdida de su capacidad de retención, de su eficiencia o simetría de los picos.



Las partículas NUCLEOSHELL® uniformes, combinadas con una tecnología de unión optimizada, garantizan columnas densamente rellenas para resultados 100 % reproducibles.

Sílice de tipo núcleo-corteza NUCLEOSHELL® para HPLC



Comparación de capacidad de picos

$$n_c = 1 + \left(\frac{t_g}{W} \right)$$

n_c: capacidad de picos

t_g: tiempo de gradiente

W: ancho de pico (en la línea base)

El ejemplo muestra que, en comparación con la sílice NUCLEODUR® totalmente porosa (1,8 µm), NUCLEOSHELL® ofrece una capacidad de picos un 33% superior.

Peak capacity

MN Appl. No. 125540

Columns: 100 x 4.6 mm each
 NUCLEOSHELL® RP 18, 2.7 µm
 NUCLEODUR® C18 Gravity, 1.8 µm
 NUCLEODUR® C18 Gravity, 3 µm
 NUCLEODUR® C18 Gravity, 5 µm

Eluent: A) acetonitrile, B) water, 40–100% A in 4 min

Flow rate: 1.5 mL/min

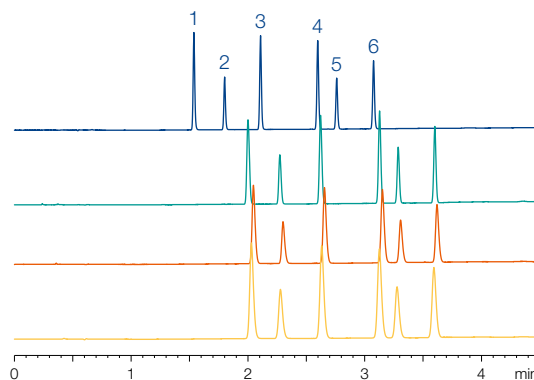
Temperature: 25 °C

Detection: UV, 230 nm

Peaks:

1. Acetophenone
2. Benzoin
3. Propiophenone
4. Butyrophenone
5. Benzophenone
6. Valerophenone

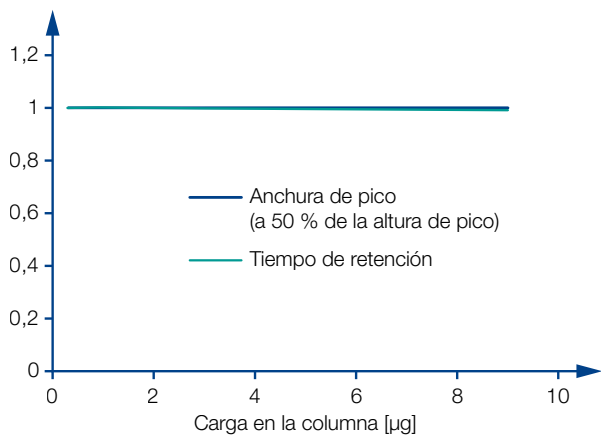
	Max. pressure [bar]	Resolution (4, 5)
NUCLEOSHELL®, 2.7 µm	255	5.45
NUCLEODUR®, 1.8 µm	450	4.14
NUCLEODUR®, 3 µm	214	2.97
NUCLEODUR®, 5 µm	142	2.30



Capacidad de carga

Las columnas NUCLEOSHELL® permiten una cuantificación fiable en un amplio intervalo de detección analítica. El tiempo de retención y la anchura del pico al 50 % de su altura permanecen constantes a medida que aumenta la carga de la columna, aunque se sospecha que las partículas de tipo núcleo-corteza presentan una capacidad de carga ligeramente inferior frente a los materiales de sílice totalmente porosos.

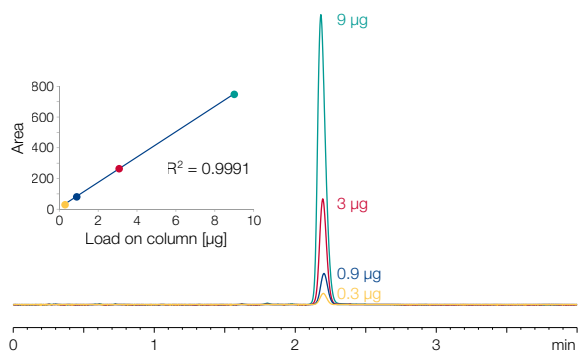
Parámetros de columna normalizados



Loading capacity

Column: 50 x 3 mm NUCLEOSHELL® RP 18, 2.7 μm
Eluent: acetonitrile – 25 mmol/L KH_2PO_4 , pH 3
(70:30, v/v)
Flow rate: 0.66 mL/min
Temperature: 30 °C
Detection: UV, 285 nm

Peaks:
1. Valerophenone



Sílice de tipo núcleo-corteza NUCLEOSHELL® para HPLC

Transferencia del método de columnas de partículas de 5 µm

NUCLEOSHELL® también está disponible con un tamaño de partículas de 5 µm para ofrecer todas las ventajas de la tecnología núcleo-corteza a todas aquellas aplicaciones que requieran un tamaño de partícula concreto.

Separation of cephalosporin antibiotics

MN Appl. No. 126630

Comparison of 5 µm core-shell and totally porous phase

Columns: each 100 x 4.6 mm
A) NUCLEOSHELL® RP 18plus, 5 µm
B) NUCLEODUR® Gravity C18, 5 µm

Eluent: methanol – water + 0.1 %
formic acid (35:65, v/v)

Flow rate: 1.3 mL/min

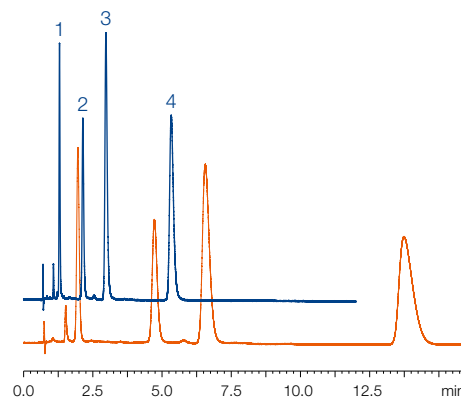
Pressure: 182 bar, 219 bar

Temperature: 25 °C

Detection: UV, 254 nm

Injection: 4.0 µL

Peaks:	Ret. time [min]		Asymmetry (EP)		Plates (EP)	
	A	B	A	B	A	B
1 Cefotaxime	1.30	1.96	1.19	1.12	6800	2218
2 Cefoxitin	2.14	4.72	1.22	1.20	6599	3471
3 Cefamandole	2.97	6.57	1.24	1.25	6259	3367
4 Cefalotine	5.33	13.73	1.32	1.61	6948	3672



Sistema de protección de columnas Aumentando el tiempo de vida de sus columnas HPLC


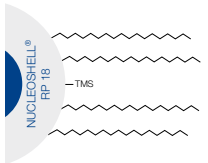

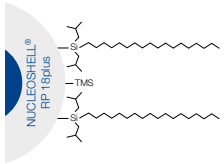

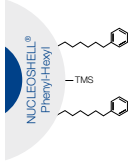

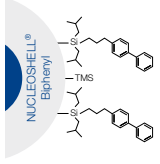

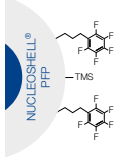

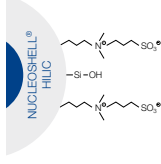


Protección ideal para su columna analítica principal

- Sistema universal de sujeción de columnas con rosca
- Apto para todas las columnas analíticas de HPLC con racores de 1/16
- Casquillos especiales para UHPLC: estabilidad de presión de hasta 1300 bar (18 850 psi)



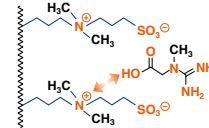
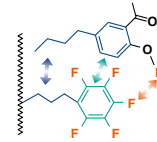
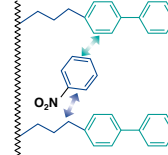
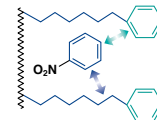
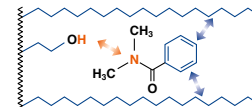
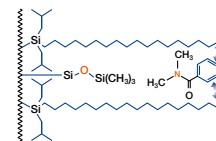
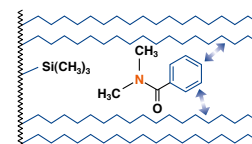
Resumen de las fases de NUCLEOSHELL®

Fase	Especificación	Página	Característica*	Estabilidad	Estructura
 RP 18	octadecilo, endcapping múltiple 7,8 % C (partículas de 2,7 µm) 6,1 % C (partículas de 5 µm) USP L1	70	A ●●●●● B ●● C ●●●	pH 1 – 11, apta para LC/MS	NUCLEOSHELL® (Si-O ₂) _n 
 RP 18plus	octadecilo (monomérico), endcapping múltiple 5,7 % C (partículas de 2,7 µm) 4,4 % C (partículas de 5 µm) USP L1	72	A ●●●●● B ●●●● C -	pH 2 – 9, apta para LC/MS	NUCLEOSHELL® (Si-O ₂) _n 
 Bluebird RP 18	octadecilo, endcapping hidrófila 5 % C (partículas de 2,7 µm) USP L1	75	A ●●●●● B ●●●● C ●●●	estable en eluyentes 100 % acuosos, pH 1 – 8, apta para LC/MS	NUCLEOSHELL® (Si-O ₂) _n 
 Phenyl-Hexyl	fenilhexilo, endcapping múltiple 4,5 % C (partículas de 2,7 µm) USP L11	78	A ●●● B ●●●● C ●●	pH 1 – 10, apta para LC/MS	NUCLEOSHELL® (Si-O ₂) _n 
 Biphenyl	bifenilpropilo, endcapping múltiple 5,2 % C (partículas de 2,7 µm) USP L11	81	A ●●●● B ●●●● C ●●●●	estable en eluyentes 100 % acuosos, pH 1,5 – 8,5, apta para LC/MS	NUCLEOSHELL® (Si-O ₂) _n 
 PFP	pentafluorofenilo, endcapping múltiple ~ 3 % C (partículas de 2,7 µm) USP L43	84	A ●●● B ●●●●● C ●●●●●	pH 1 – 9, apta para LC/MS	NUCLEOSHELL® (Si-O ₂) _n 
 HILIC	ácido amonio-sulfónico zwitteriónico, sin endcapping 1,3 % C (partículas de 2,7 µm)	86	A ● B ●●●●● C -	pH 2 – 8,5, apta para LC/MS	NUCLEOSHELL® (Si-O ₂) _n 

* A = ● selectividad hidrófoba, B = ● selectividad polar / iónica, C = ● selectividad estérica
 ** fases que ofrecen una selectividad similar basada en propiedades químicas y físicas

Resumen de las fases de NUCLEOSHELL®

Uso	Fases similares**	Interacciones · mecanismo de retención
separaciones analíticas sofisticadas en general, analgésicos, antiinflamatorios, antidepresivos; herbicidas; productos fitofarmacéuticos; inmunosupresores	Kinetex® C18; Cortecs® C18; Raptor® C18; Accucore® C18; Ascentis® Express C18; HALO® C18; Shim-pack Velox® C18	hidrófobas (interacciones de van der Waals)
separaciones analíticas sofisticadas en general, especialmente para compuestos polares, p. ej., fármacos como antibióticos, vitaminas hidrosolubles, ácidos orgánicos	Kinetex® XB-C18; Bonshell® ASB-C18; Raptor® ARC-C18; Shim-pack Velox® SP-18	hidrófobas (interacciones de van der Waals)
separaciones analíticas sofisticadas en general, especialmente para compuestos muy polares, p. ej., plaguicidas, edulcorantes, nitrosaminas, vitaminas hidrosolubles, ácidos orgánicos, fármacos	Kinetex® Polar C18	hidrófobas y polares (enlaces H)
compuestos aromáticos e insaturados, compuestos polares como fármacos y antibióticos	Ascentis® Express Phenyl-Hexyl; Kinetex® Phenyl-Hexyl; Accucore® Phenyl-Hexyl; Ultracore® Phenyl-Hexyl; Poroshell® Phenyl-Hexyl; HALO® Phenyl-Hexyl	π-π e hidrófobas
compuestos aromáticos e insaturados, micotoxinas, ftalatos, hormonas, compuestos polares como fármacos, antibióticos, plaguicidas	Kinetex® Biphenyl, Raptor® Biphenyl, HALO® Biphenyl; Shim-pack Velox® Biphenyl	π-π e hidrófobas
compuestos aromáticos e insaturados, fenoles, hidrocarburos halogenados, isómeros, compuestos polares como fármacos y antibióticos	Kinetex® PFP; Ascentis® Express F5; Accucore® PFP; Shim-pack Velox® PFP; HALO® PFP; Raptor® PFP	polares (enlace H), dipolo-dipolo, π-π e hidrófobas
compuestos hidrófilos, como ácidos y bases orgánicos polares, compuestos naturales polares	-	iónicas / hidrófilas y electrostáticas



Sílice de tipo núcleo-corteza de alta densidad con bases desactivadas

NUCLEOSHELL® RP 18 se basa en sílice de estructura núcleo-corteza. Un proceso de conversión en derivados único genera una superficie homogénea con una alta densidad de silanos enlazados. El siguiente endcapping minucioso suprime cualquier interacción polar indeseada entre la superficie de sílice y la muestra, lo que convierte a NUCLEOSHELL® RP 18 en especialmente apta para la separación de analitos básicos y otros analitos ionizables. La actividad de silanol extremadamente reducida de la fase se puede demostrar mediante el uso de analitos básicos, como antidepressivos tricíclicos. El cromatograma siguiente presenta un perfil de elución nítido (¡resolución superior!) de estos compuestos altamente polares, con un excelente valor de asimetría de 1,12 para la amitriptilina.

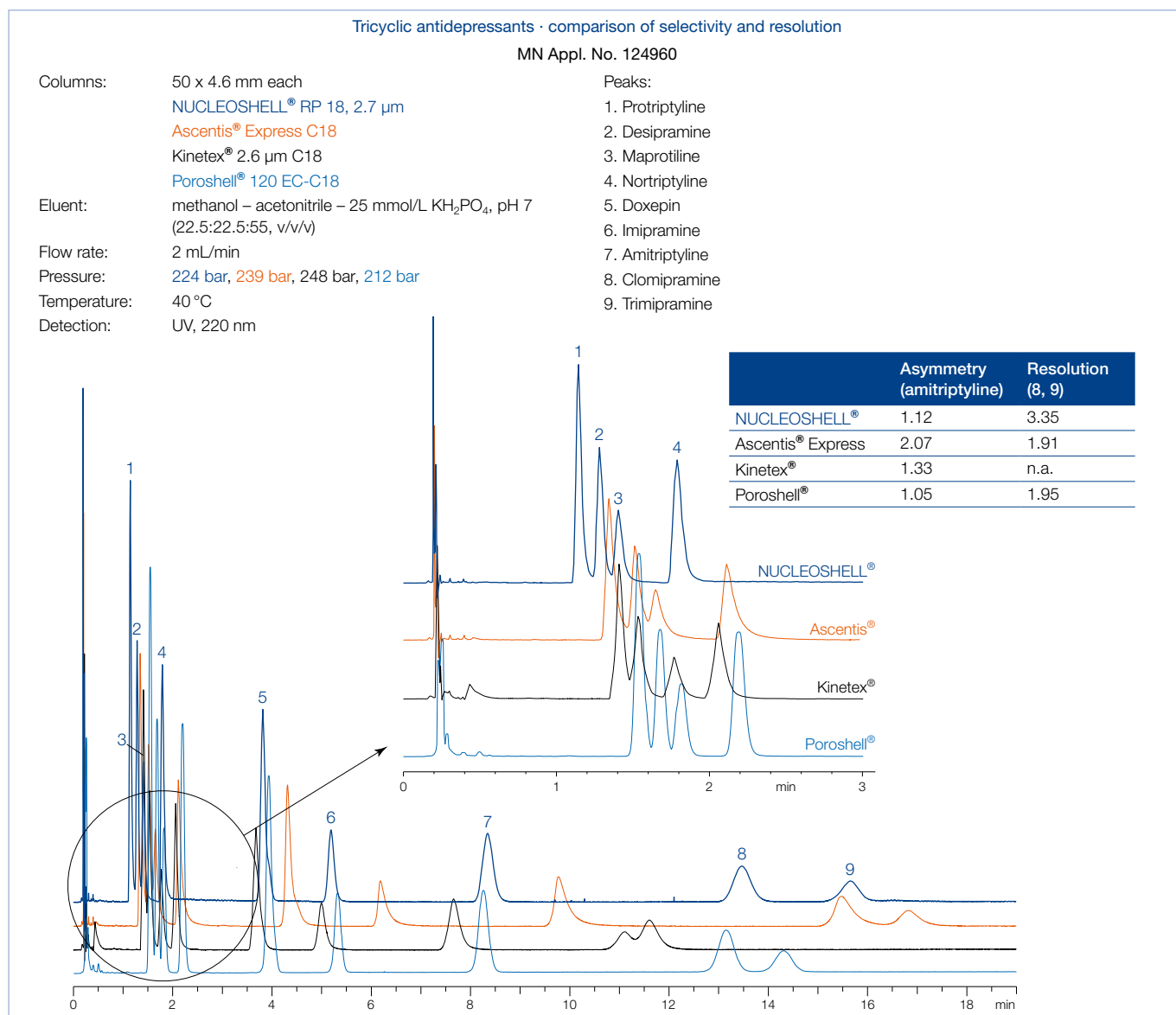
NUCLEOSHELL® RP 18 combina una innovadora tecnología de sílice con una excelente desactivación de la superficie superior a las sílices C₁₈ convencionales en cuanto a eficiencia, resolución y velocidad.

Características principales

- Fase no polar de alta densidad
- Apta para LC/MS y HPLC en condiciones de pH extremas (pH 1 – 11)
- Excelente desactivación de bases, ideal para el desarrollo de métodos

Datos técnicos

- Fase de octadecilo; con terminación múltiple
- Tamaño de poro 90 Å; tamaño de partículas 2,7 y 5 µm; contenido de carbono 7,8 % para 2,7 µm, 6,1 % para 5 µm; estabilidad a pH 1 – 11



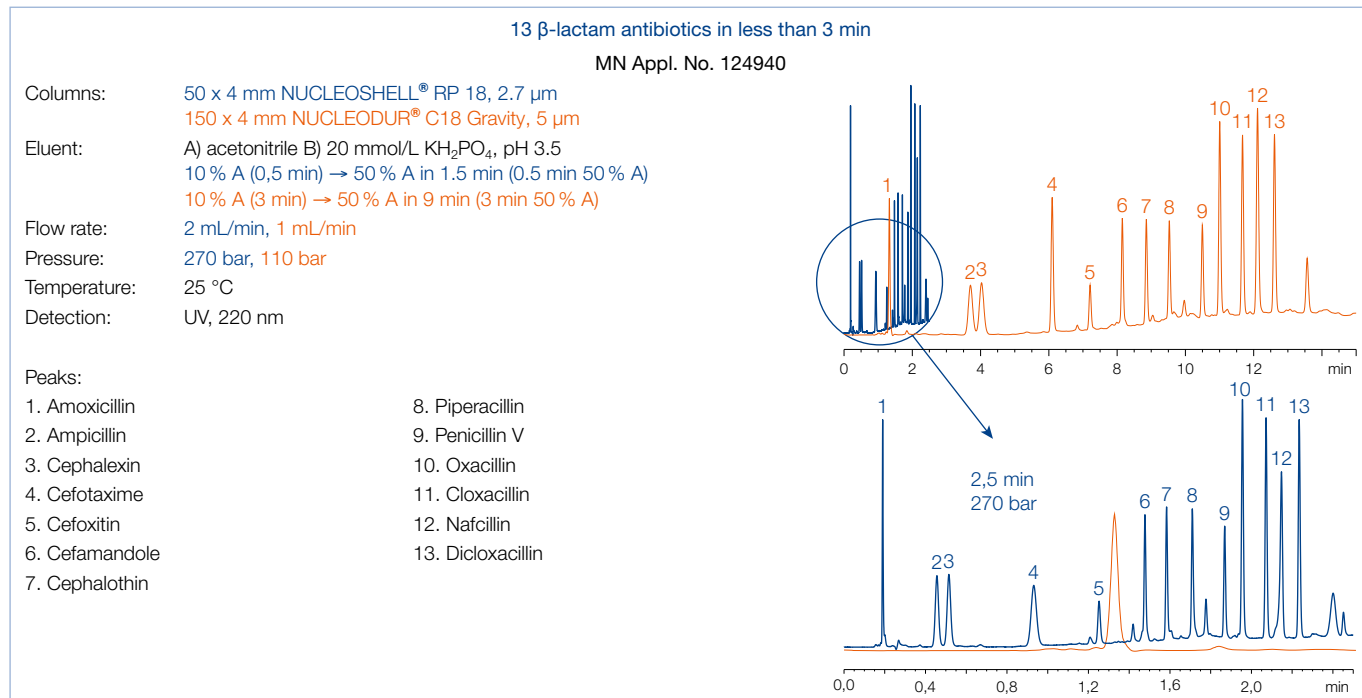
Gracias al diseño de partículas de tipo núcleo-corteza, la contrapresión a caudales elevados permanece a un nivel moderado, lo que en muchos casos permite utilizar los equipos de HPLC ya existentes. NUCLEOSHELL® RP 18 con estabilidad ampliada del pH, propiedades reducidas de filtrado en aplicaciones de LC/MS y solidez general, es una herramienta ideal para el desarrollo de métodos y los análisis de rutina en la HPLC moderna.

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1
- Separaciones analíticas sofisticadas en general, analgésicos, antiinflamatorios, antidepressivos; herbicidas; productos fitofarmacéuticos; inmunosupresores

NUCLEOSHELL® RP 18

El análisis de 13 antibióticos β-lactámicos muestra cómo es posible reducir el tiempo de análisis a una fracción mínima mediante el uso de partículas de tipo núcleo-corteza, sin que ello suponga una pérdida de resolución a una contrapresión moderada.



Información de pedido

NUCLEOSHELL® RP 18

Columnas EC analíticas NUCLEOSHELL® RP 18 (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (μm)	REF	Columnas de protección*
150	4,6	2,7	763136.46	763138.30
150	4	2,7	763136.40	763138.30
150	3	2,7	763136.30	763138.30
150	2	2,7	763136.20	763138.20
100	4,6	2,7	763134.46	763138.30
100	4	2,7	763134.40	763138.30
100	3	2,7	763134.30	763138.30
100	2	2,7	763134.20	763138.20
50	3	2,7	763132.30	763138.30
50	2	2,7	763132.20	763138.20
250	4,6	5	763157.46	763158.30
250	4	5	763157.40	763158.30
250	3	5	763157.30	763158.30
150	4,6	5	763156.46	763158.30
150	4	5	763156.40	763158.30
150	3	5	763156.30	763158.30
100	4,6	5	763154.46	763158.30
100	3	5	763154.30	763158.30
100	2	5	763154.20	763158.20
50	4,6	5	763152.46	763158.30

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Fase hidrófoba con selectividad polar

NUCLEOSHELL® RP 18plus es una sílice de tipo núcleo-corteza modificada con C₁₈. Gracias a la química de los enlaces monoméricos, esta fase de HPLC ofrece características hidrófobas con una selectividad polar clara. Un proceso especial de derivatización genera una densidad media de silanos unidos con una selectividad estérica reducida en comparación con NUCLEOSHELL® RP 18.

Características principales

- Fase C₁₈ con selectividad polar
- Fase hidrófoba C₁₈ con selectividad polar clara ideal para el desarrollo de métodos de apta para LC/MS
- Excelente rendimiento en condiciones altamente acuosas

Datos técnicos

- Fase de octadecilo monomérico; con terminación múltiple
- Tamaño de poro 90 Å; tamaños de partículas disponibles 2,7 µm y 5 µm; contenido de carbono 5,7 % para 2,7 µm, 4,4 % para 5 µm; estabilidad a pH 2–9

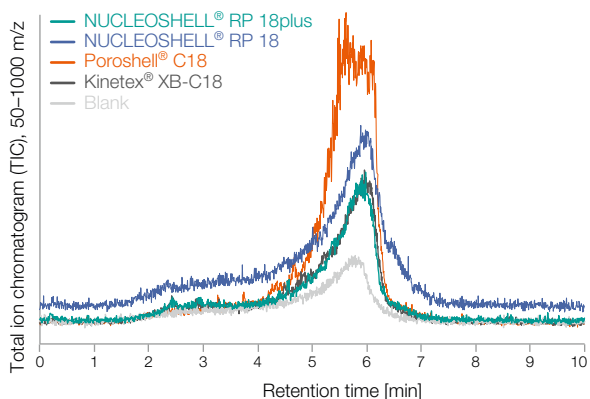
Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1
- Separaciones analíticas sofisticadas en general, especialmente para compuestos polares, p. ej., fármacos como antibióticos, vitaminas hidrosolubles, ácidos orgánicos

Bleeding characteristics

MN Appl. No. 126640

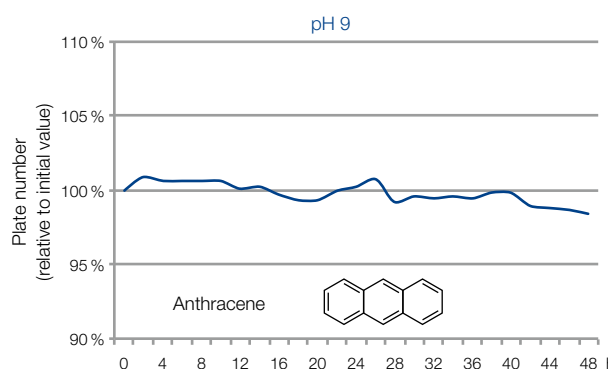
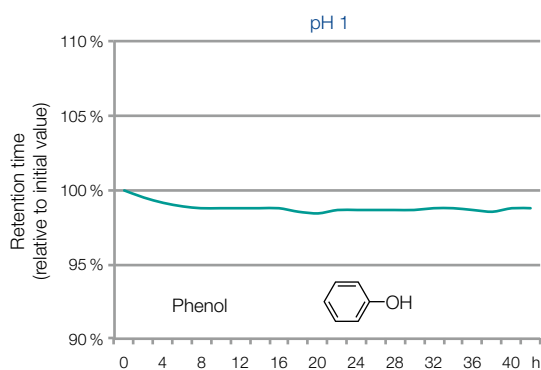
Column: 50 x 2 mm NUCLEOSHELL® RP 18plus, 2.7 µm
 Eluent: A) 0.1 % formic acid in water
 B) 0.1 % formic acid in acetonitrile
 95 % A → 5 % A in 4.5 min (0.5 min) → 95 % A in 0.5 min (4.5 min)
 Flow rate: 0.5 mL/min
 Temperature: 25 °C
 Detection: MS



pH stability of NUCLEOSHELL® RP 18plus

MN Appl. No. 126650

Column: 100 x 4 mm NUCLEOSHELL® RP 18plus, 2.7 µm
 Eluent pH 1: 1 % TFA in water - acetonitrile (50:50, v/v)
 Eluent pH 9: 50 mmol/L triethylammonium acetate adjusted to pH 9
 Flow rate: for pH 1: 0.8 mL/min, for pH 9: 0.56 mL/min
 Temperature: for pH 1: 60 °C, for pH 9: 50 °C
 Detection: UV, 254 nm
 Injection: 1 µL



NUCLEOSHELL® RP 18plus

Una comparación de la retención del antibiótico glucopéptido vancomicina en varias fases de núcleo-corteza modificadas con octadecilo pone de relieve, asimismo, la selectividad polar de NUCLEOSHELL® RP 18plus.

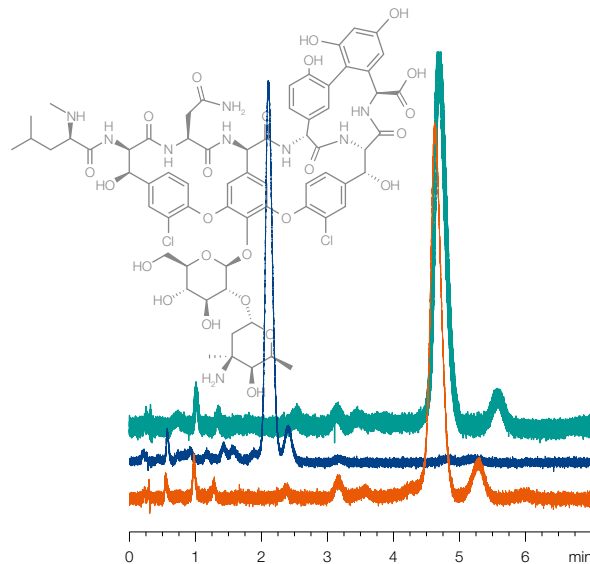
Polar selectivity shown for vancomycin

MN Appl. No. 126660

Columns: 50 x 3 mm each
NUCLEOSHELL® RP 18plus, 2.7 µm
NUCLEOSHELL® RP 18, 2.7 µm
Kinetex® 2.6 µm C18

Eluent: water – methanol – acetonitrile – glacial acetic acid (100:8:2:0.3, v/v/v/v) adjusted to pH 3.2 with sodium hydroxide solution

Flow rate: 0.9 mL/min
Temperature: 35 °C
Detection: UV, 240 nm
Injection: 10 µL



NUCLEOSHELL® RP 18plus

Además, NUCLEOSHELL® RP 18plus ofrece una estabilidad óptima en condiciones altamente acuosas. Incluso tras un uso o un almacenamiento prolongado, rara vez se observa un colapso de fase ni una pérdida de retención. El rendimiento original se puede recuperar tras un breve proceso de regeneración.

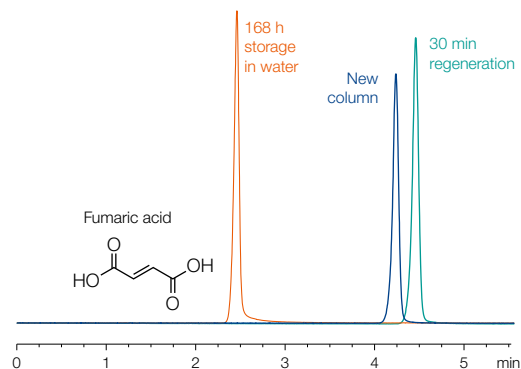
Conviene saber

NUCLEOSHELL® RP 18plus combina una excelente selectividad hidrófoba y polar, por lo que resulta una herramienta muy útil para el desarrollo de métodos en cromatografía de RP. Su buena estabilidad del pH y sus propiedades de filtrado reducidas lo convierten en una opción ideal, especialmente para aplicaciones de LC/MS.

Phase collapse and regeneration

MN Appl. No. 126670

Column: 100 x 4 mm NUCLEOSHELL® RP 18plus, 2.7 µm
 Eluent: 20 mmol/L KH₂PO₄, pH 2.6
 Flow rate: 0.5 mL/min
 Temperature: 20 °C
 Detection: UV, 215 nm
 Injection: 0.5 µL



Información de pedido

NUCLEOSHELL® RP18 plus

Columnas EC analíticas NUCLEOSHELL® RP18 plus (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
150	4,6	2,7	763236.46	763238.30
150	4	2,7	763236.40	763238.30
150	2	2,7	763236.20	763238.20
100	4,6	2,7	763234.46	763238.30
100	4	2,7	763234.40	763238.30
100	3	2,7	763234.30	763238.30
100	2	2,7	763234.20	763238.20
50	3	2,7	763232.30	763238.30
50	2	2,7	763232.20	763238.20
30	2	2,7	763231.20	763238.20
250	4,6	5	763257.46	763258.30
250	4	5	763257.40	763258.30
250	3	5	763257.30	763258.30
150	4,6	5	763256.46	763258.30
150	4	5	763256.40	763258.30
150	2	5	763256.20	763258.20
100	4,6	5	763254.46	763258.30
100	3	5	763254.30	763258.30

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

For more products
and information

Or visit www.mn-net.com



Tecnología núcleo-corteza apta para fases móviles altamente acuosas

NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18 es una sílice superficialmente porosa modificada con octadecilo. Gracias a una excelente desactivación de bases y a un procedimiento especial de endcapping hidrófilo, NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18 es extremadamente duradero en una fase móvil 100 % acuosa.

Una química de unión sólida da lugar a propiedades de filtrado reducidas y, por lo tanto, a una excelente aptitud para aplicaciones de LC/MS.

La química de la superficie polar de NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18 da lugar a unas características de retención claramente diferentes de las de las fases C₁₈ convencionales. Las sulfamidas y diversos analitos farmacológicos polares se pueden separar óptimamente, como se muestra en las siguientes aplicaciones (números de aplicación MN 128340 y 128390).

Características principales

- Fase especial de tipo núcleo-corteza con terminación hidrófila
- Estable en fase móvil 100 % acuosa
- Características claras de selectividad polar
- Excelente desactivación de bases; apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas

Datos técnicos

- Fase de octadecilo; con terminación polar
- Tamaño de poro 90 Å; tamaño de partículas 2,7 µm; contenido de carbono 5 %; estabilidad a pH 1 – 8

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L1
- Plaguicidas, fármacos, vitaminas hidrosolubles, edulcorantes, nitrosaminas, ácidos orgánicos, analitos muy polares

Drug analytes

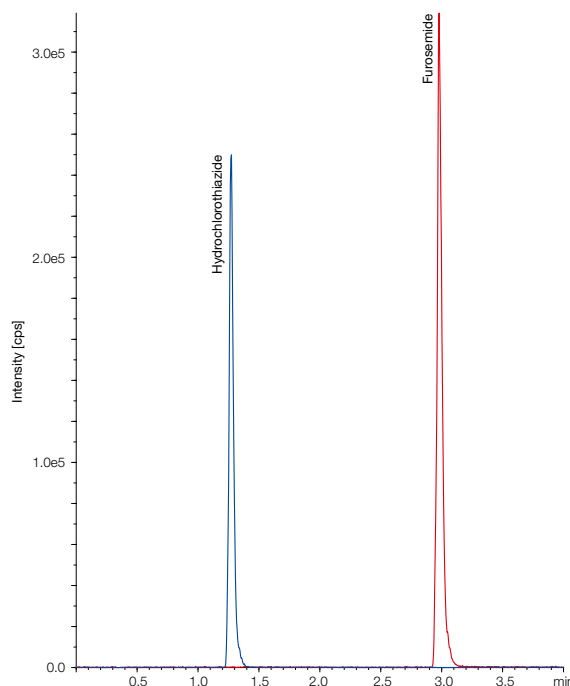
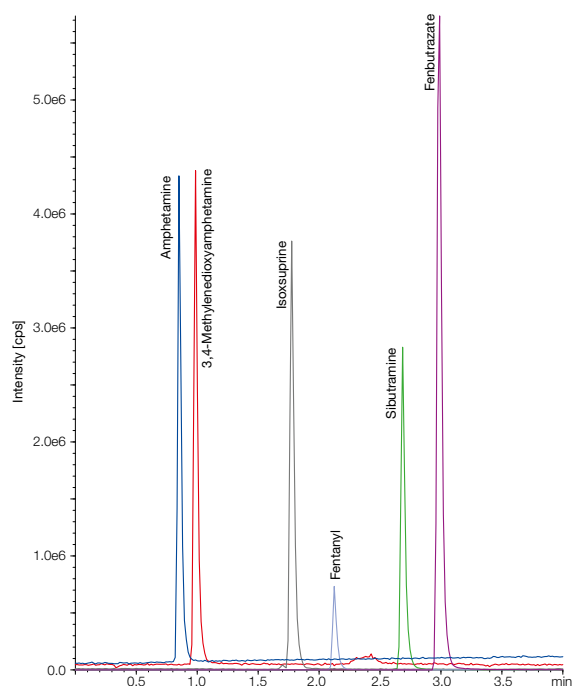
MN Appl. No. 128340

Column: 50 x 4.6 mm NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18, 2.7 µm
 Eluent: A) 0.1 % formic acid in water
 B) 0.1 % formic acid in methanol
 Gradient: in 4.5 min from 5 % to 90 % B, hold for 0.5 min, in 0.5 min to 5 % B, hold 0 % B for 4.5 min
 Flow rate: 1.3 mL/min
 Temperature: 30 °C
 Detection: MS, SMRM
 Injection: 5 µL
 Concentration: 50 ng/mL for each analyte

MRM transitions

Analyte	RT [min]	[M+H] ⁺	Q ₁ (Quantifier)	Q ₂ (Qualifier)
Amphetamine	0.85	136.0	91.1	108.9
3,4-Methylenedioxyamphetamine	0.99	180.0	163.1	105.0
Isoxsuprine	1.78	303.0	285.1	77.1
Fentanyl	2.13	337.0	304.9	105.1
Sibutramine	2.69	280.0	125.0	139.1
Fenbutrazate	2.99	368.2	191.1	91.1

Analyte	RT [min]	[M-H] ⁻	Q ₁ (Quantifier)	Q ₂ (Qualifier)
Hydrochlorothiazide	1.27	295.9	268.7	98.9
Furosemide	2.98	329.0	283.2	255.2



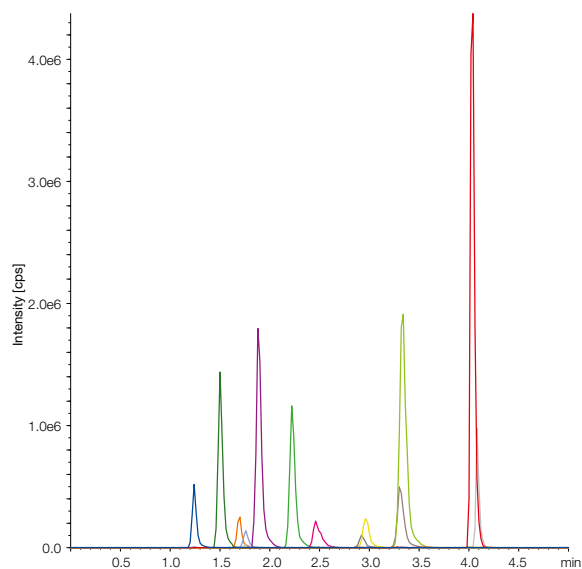
Sulfa drugs

MN Appl. No. 128390

Column: 50 x 4.6 mm NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18, 2.7 µm
 Eluent: A) 0.1 % formic acid in water
 B) 0.1 % formic acid in methanol
 Gradient: in 4.0 min from 5 % to 20 % B, in 1.0 min to 80 % B, hold 80 % B for 0.5 min, in 0.1 min to 5 % B, hold 5 % B for 4.4 min
 Flow rate: 1.3 mL/min
 Temperature: 50 °C
 Detection: MS, MRM
 Injection: 5 µL
 Concentration: 100 ng/mL for each analyte
 MRM transitions

Analyte	RT [min]	[M+H] ⁺	Q ₁ (Quantifier)	Q ₂ (Qualifier)
Sulfadimethoxine	4.03	311.1	156.1	92.1
Sulfaquinoxaline	4.08	301.2	156.1	92.1

Analyte	RT [min]	[M+H] ⁺	Q ₁ (Quantifier)	Q ₂ (Qualifier)
Sulfacetamide	1.24	215.2	156.2	92.1
Sulfadiazine	1.50	251.2	156.1	92.1
Sulfapyridine	1.69	250.2	156.1	92.0
Sulfatiazole	1.75	256.2	156.2	92.1
Sulfamerazine	1.89	265.1	156.1	92.1
Sulfadimidine	2.22	279.2	185.9	65.0
Sulfamethoxyipyridazine	2.46	281.2	156.1	92.2
Sulfamonomethoxine	2.92	281.2	156.1	92.2
Sulfachlorpyridazine	2.96	285.2	156.1	92.1
Sulfamethoxazole	3.31	254.2	156.1	92.1
Sulfadoxine	3.72	311.1	156.1	92.1



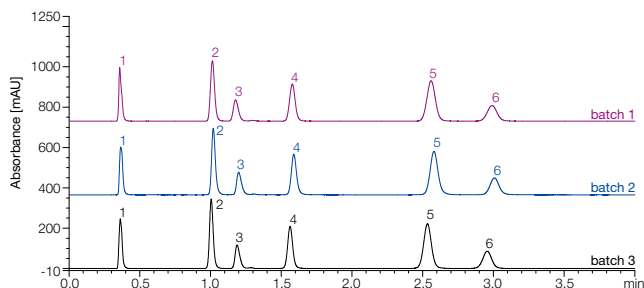
El fiable proceso de modificación de fase garantiza una alta reproducibilidad interlotes, de modo que los distintos lotes ofrecen resultados de rendimiento muy homogéneos. Esto se puede observar en la aplicación 128610 con analitos de diferentes polaridades, lo que también pone de manifiesto las propiedades hidrófobas de esta fase C₁₈.

Batch-to-batch reproducibility

MN Appl. No. 128610

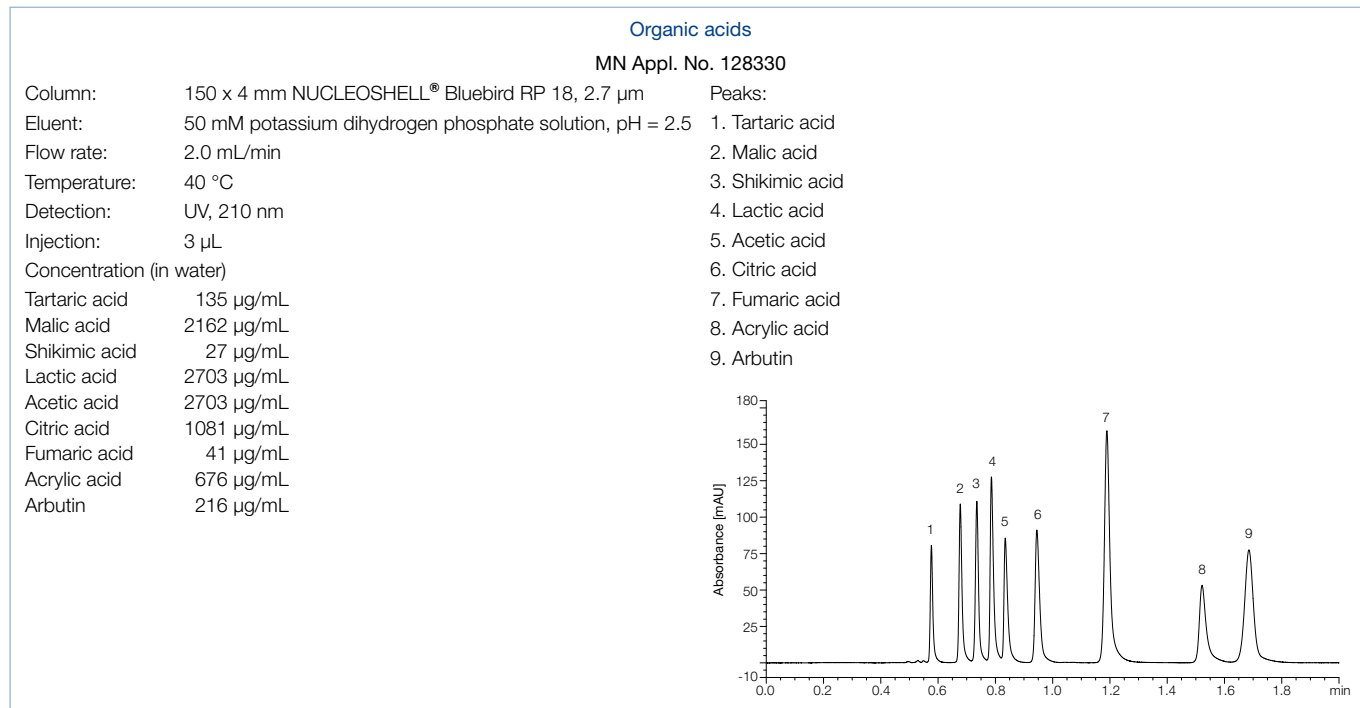
Column: 50 x 4 mm NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18, 2.7 µm
 Eluent: 25 mM ammonium dihydrogen phosphate solution – methanol (35:65, v/v), pH = 7.0
 Flow rate: 1.0 mL/min
 Temperature: 40 °C
 Detection: UV, 254 nm
 Injection: 5 µL
 Concentration:
 Uracil 45 µg/mL
 Ethyl benzoate 181 µg/mL
 Lidocaine 1134 µg/mL
 Naphthalene 1134 µg/mL
 Biphenyl 45 µg/mL
 Acenaphthene 227 µg/mL
 The mixture was diluted to 4 mL with water

- Peaks:
1. Uracil
 2. Ethyl benzoate
 3. Lidocaine
 4. Naphthalene
 5. Biphenyl
 6. Acenaphthene



NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18

Además, se pueden analizar incluso los ácidos orgánicos muy polares manteniendo un rendimiento excelente en NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18 utilizando una fase móvil 100 % acuosa.



Información de pedido

NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18

Columnas EC analíticas NUCLEOSHELL® Bluebird RP 18 (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
150	4,6	2,7	763436.46	763438.30
150	4	2,7	763436.40	763438.30
150	3	2,7	763436.30	763438.30
150	2	2,7	763436.20	763438.20
100	4,6	2,7	763434.46	763438.30
100	4	2,7	763434.40	763438.30
100	3	2,7	763434.30	763438.30
100	2	2,7	763434.20	763438.20
50	4,6	2,7	763432.46	763438.30
50	3	2,7	763432.30	763438.30

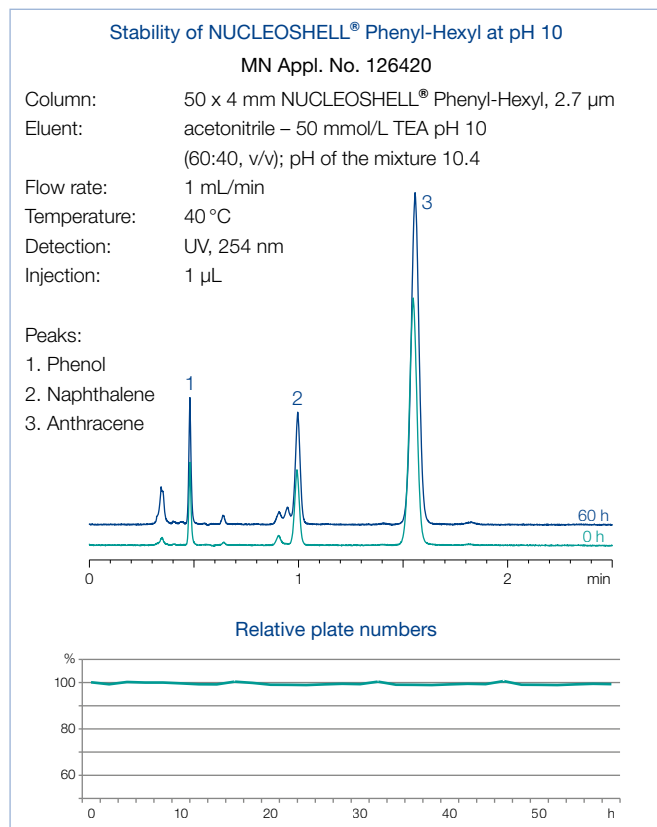
* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com

Selectividad alternativa a las fases C₁₈

Las fases modificadas con fenilhexilo ofrecen una excelente eficiencia de separación, especialmente para compuestos aromáticos e insaturados con grupos atractores de electrones. La combinación de interacciones hidrófobas y π - π da lugar a un perfil de selectividad alternativo e interesante en comparación con las modificaciones C₁₈ o C₈. NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl se basa en una química de unión superficial única; por lo tanto, es apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas y ofrece una gran estabilidad térmica y una estabilidad del pH entre 1 y 10.



Características principales

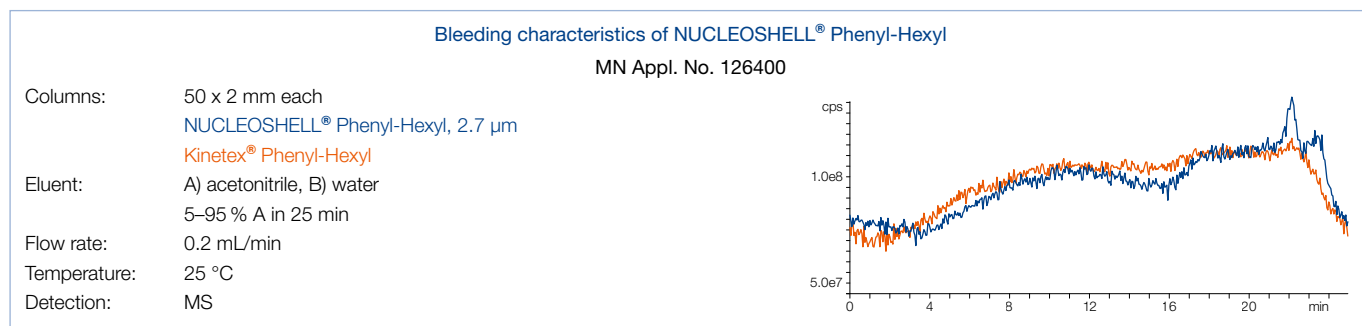
- Apta para compuestos polares y aromáticos
- Fase hidrófoba con selectividad alternativa frente a la de las modificaciones clásicas de C₁₈
- Principio de separación basado en dos mecanismos de retención: interacciones π - π e interacciones hidrófobas
- Apta para LC/MS

Datos técnicos

- Fase de fenilhexilo; con endcapping múltiple
- Tamaño de poro 90 Å; tamaño de partículas 2,7 μ m; contenido de carbono 4,5 %; estabilidad a pH 1 – 10

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L11
- Compuestos aromáticos e insaturados, compuestos polares como fármacos y antibióticos



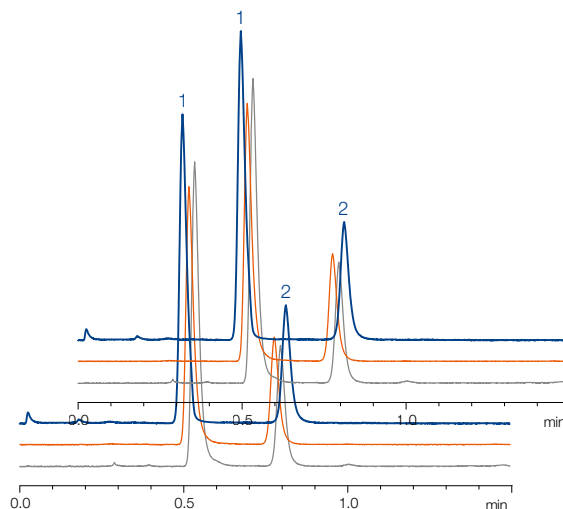
La prueba de piridina-fenol demuestra que NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl ofrece un pico simétrico para la piridina y una mayor resolución en comparación con otras fases de fenilhexilo de tipo núcleo-corteza, lo que pone de manifiesto su excelente desactivación de bases.

Pyridine-phenol test of NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl

MN Appl. No. 126410

Columns: 50 x 2 mm each
 NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl, 2.7 µm
 Kinetex® Phenyl-Hexyl
 Ascentis® Express Phenyl-Hexyl
 Eluent: acetonitrile – water (70:30, v/v)
 Flow rate: 0.3 mL/min
 Temperature: 40 °C
 Detection: UV, 254 nm
 Injection: 0.2 µL

Peaks:
 1. Pyridine
 2. Phenol



Comparing the separation of sulfonamides on NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl with different particle sizes

MN Appl. No. 125860

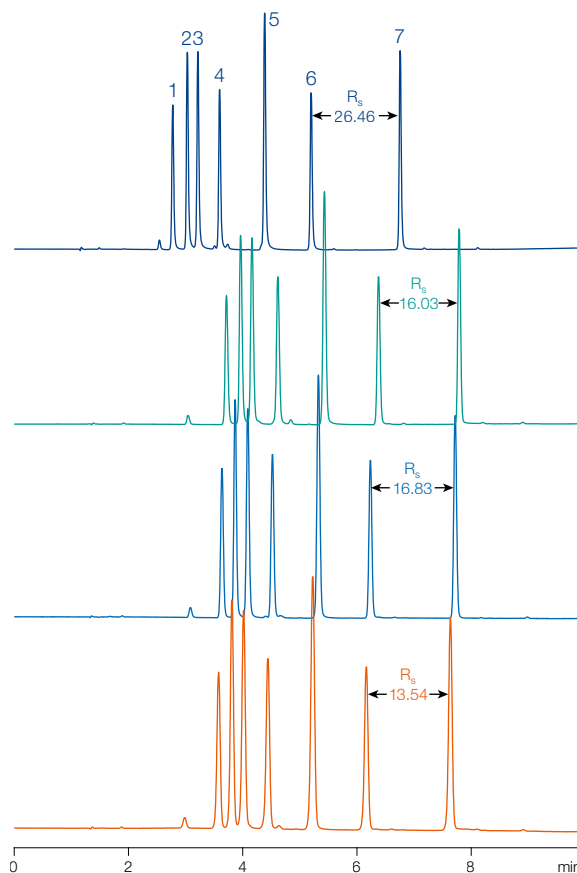
Columns: 150 x 3 mm each
 NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl, 2.7 µm
 NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl, 1.8 µm
 NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl, 3 µm
 NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl, 5 µm

Eluent: A) methanol
 B) 0.1 % formic acid in water
 20–80 % A in 10 min

Flow rate: 0.56 mL/min
 Temperature: 40 °C
 Detection: UV, 254 nm
 Injection: 0.5 µL

Peaks:
 1. Sulfadiazine
 2. Sulfachlorpyridazine
 3. Sulfapyridine
 4. Sulfamerazine
 5. Sulfadimidine
 6. Sulfathiazole
 7. Sulfadimethoxine

On NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl the resolution of the last two peaks is higher than on the fully porous 1.8 µm NUCLEODUR® Phenyl-Hexyl.



La separación de las sulfamidias demuestra la capacidad de ampliación desde el NUCLEODUR® totalmente poroso hasta el NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl. La sílice de tipo núcleo-corteza presenta una selectividad idéntica, picos más estrechos y una retención ligeramente más corta en las mismas condiciones. De este modo, se garantiza la transferibilidad de los métodos entre NUCLEODUR® y NUCLEOSHELL®, ya sea para acelerar sus métodos o para ampliarlos a requisitos preparativos.

Información de pedido

NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl

Columnas EC analíticas NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
150	4,6	2,7	763736.46	763738.30
150	4	2,7	763736.40	763738.30
150	3	2,7	763736.30	763738.30
150	2	2,7	763736.20	763738.20
100	4,6	2,7	763734.46	763738.30
100	4	2,7	763734.40	763738.30
100	3	2,7	763734.30	763738.30
100	2	2,7	763734.20	763738.20
50	4,6	2,7	763732.46	763738.30
50	2	2,7	763732.20	763738.20

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos
e información

O visite www.mn-net.co



Tecnología núcleo-corteza apta para fases móviles altamente acuosas

NUCLEOSHELL® Biphenyl es una sílice superficialmente porosa modificada con bifenilo.

La modificación especial de la fase de NUCLEOSHELL® Biphenyl con cadenas laterales de isobutilo da lugar a propiedades de filtrado reducidas incluso a valores de pH muy ácidos, en comparación con las columnas de la competencia (como se muestra en la aplicación 128780). Gracias a estas cadenas laterales de isobutilo y a los procedimientos de terminación múltiple, no se produce ningún colapso de fases y se garantiza la estabilidad en una fase móvil 100 % acuosa. Además, NUCLEOSHELL® Biphenyl resulta ideal para aplicaciones de LC/MS.

Un proceso de modificación de fase fiable garantiza una alta reproducibilidad interlotes. Esto se puede demostrar en la aplicación 128760 con diferentes analitos. La separación de estos compuestos, que presentan distintas polaridades, pone de manifiesto tanto las propiedades hidrófobas como las polares de esta fase de bifenilo.

Características principales

- Mayor retención de sustancias aromáticas e insaturadas gracias a un principio de separación basado en 2 mecanismos de retención: interacciones π-π e interacciones hidrófobas
- Estable en sistemas de fase móvil 100 % acuosa
- Apta para LC/MS gracias a sus propiedades de filtrado reducidas

Datos técnicos

- Fase de bifenilpropilo; con endcapping múltiple
- Tamaño de poro 90 Å; tamaño de partículas 2,7 µm; contenido de carbono 5,2 %; estabilidad a pH 1,5–8,5

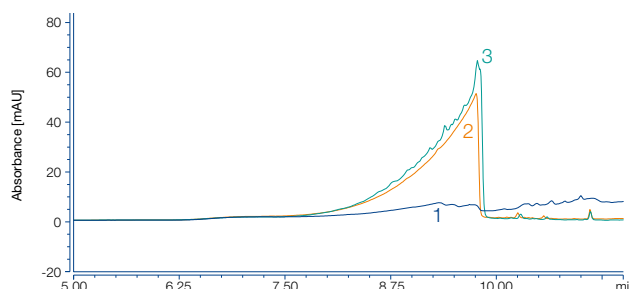
Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L11
- Plaguicidas, fármacos, micotoxinas, ftalatos, hormonas, aldehídos DNPH, compuestos aromáticos e insaturados

Stability in acidic medium (gradient method)

MN Appl. No. 128780

Column: 100 x 3 mm NUCLEOSHELL® Biphenyl, 2.7 µm
 Eluent: A) 1 % H₃PO₄ (pH = 1.2)
 B) acetonitrile
 Gradient: equilibration 10 min 10 % B, hold 10 % B for 5 min, from 10 % to 90 % B in 5 min, hold 90 % B for 3 min, in 1.0 min to 10 % B
 Flow rate: 0.56 mL/min
 Temperature: 40 °C
 Detection: UV, 254 nm
 1. NUCLEOSHELL® Biphenyl, 2.7 µm
 2. Kinetex® Biphenyl, 2.6 µm
 3. Raptor® Biphenyl, 2.7 µm

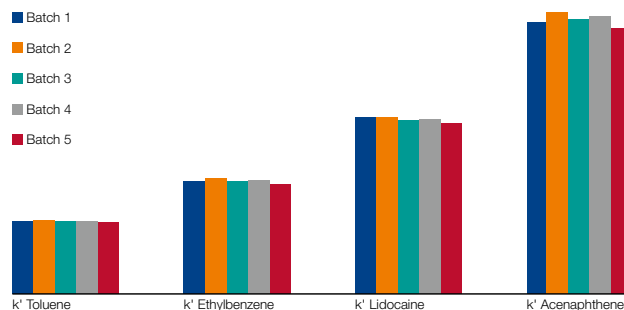


Batch-to-batch reproducibility

MN Appl. No. 128760

Column: 50 x 4 mm NUCLEOSHELL® Biphenyl, 2.7 µm
 Eluent: 25 mM potassium dihydrogen phosphate solution – methanol (70:30, v/v), pH = 7.0
 Flow rate: 1.0 mL/min
 Run time: 10 min
 Temperature: 30 °C
 Detection: UV, 254 nm
 Injection: 1 µL

Concentration (in methanol)
 Uracil 40 µg/mL (void volume marker)
 Toluene 1250 µg/mL
 Ethylbenzene 1250 µg/mL
 Lidocaine 500 µg/mL
 Acenaphthene 230 µg/mL



Phthalates

MN Appl. No. 128830

Columns: 100 x 3 NUCLEOSHELL® Biphenyl, 2.7 µm
 100 x 3 NUCLEOSHELL® Phenyl-Hexyl, 2.7 µm
 100 x 3 NUCLEOSHELL® PFP, 2.7 µm

Eluent: A) water
 B) 0.1 % water in acetonitrile

Gradient: hold 50 % B for 1.5 min, in 6.0 min to 95 % B, hold 95 % B for 3.5 min, in 2.0 min to 50 % B, hold 50 % B for 4.5 min

Flow rate: 1.0 mL/min

Temperature: 30 °C

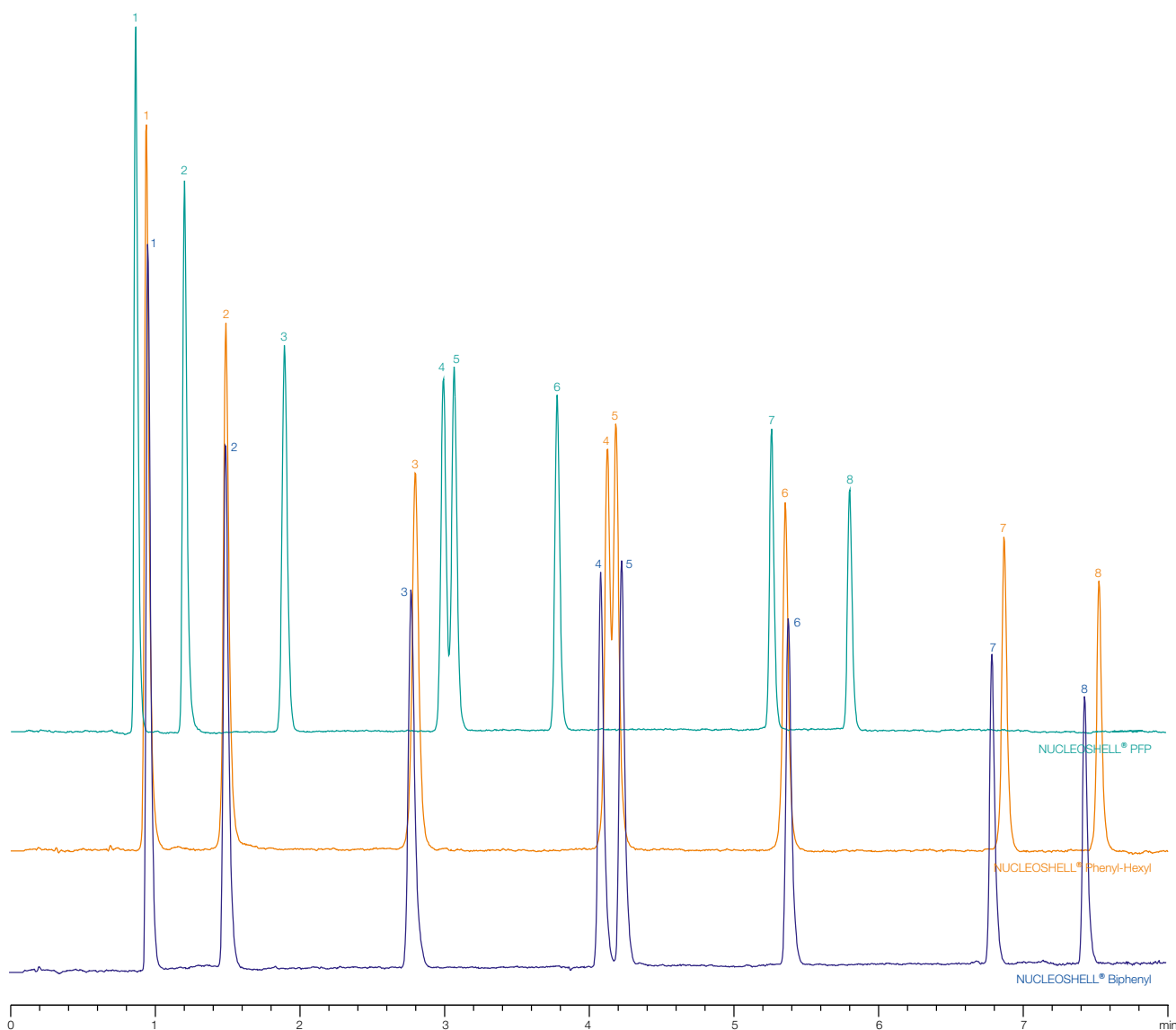
Detection: UV, 228 nm

Injection: 5 µL

Concentration: 10.0 ng/mL for each analyte in water – acetonitrile (1:1, v/v)

Retention times

Analyte	Biphenyl RT [min]	Phenyl-Hexyl RT [min]	PFP RT [min]
1 Dimethyl phthalate	0.96	0.94	0.86
2 Diethyl phthalate	1.50	1.49	1.20
3 Dipropyl phthalate	2.87	2.80	1.89
4 Dibutyl phthalate	4.09	4.13	2.99
5 Benzyl butyl phthalate	4.24	4.19	3.07
6 Dicyclohexyl phthalate	5.39	5.36	3.78
7 Diheptyl phthalate	6.80	6.87	5.26
8 Dioctyl phthalate	7.44	7.53	5.80



En comparación con otras modificaciones arílicas para HPLC, NUCLEOSHELL® Biphenyl presenta interacciones π-π más pronunciadas. En la aplicación 128830, NUCLEOSHELL® Biphenyl es capaz de separar el par de analitos críticos «ftalato de dibutilo» y «ftalato de bencilo y butilo», mientras que otras fases arílicas no logran una separación inicial.

Información de pedido

NUCLEOSHELL® Biphenyl				
Columnas EC analíticas NUCLEOSHELL® Biphenyl (envase de 1 unidad)				
Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
150	4,6	2,7	763636.46	763638.30
150	4	2,7	763636.40	763638.30
150	3	2,7	763636.30	763638.30
150	2	2,7	763636.20	763638.20
100	4,6	2,7	763634.46	763638.30
100	4	2,7	763634.40	763638.30
100	3	2,7	763634.30	763638.30
100	2	2,7	763634.20	763638.20
50	3	2,7	763632.30	763638.30
50	2	2,7	763632.20	763638.20

Para más productos e información
O visite www.mn-net.com



*Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Base de datos de aplicaciones MN con un nuevo diseño



Application database for chromatography
MACHEYER-NAGEL Chromatography - Complete solutions for your analysis. From a pioneer in chromatography to a full range supplier of laboratory consumables, we supply laboratories around the world with HPLC, GC and SPE columns, TLC plates and more. The application database is a valuable search tool to assist you in finding suitable application solutions for your chromatographic separation task.

La base de datos de aplicaciones cromatográficas MN

- Acceso gratuito a más de 3.000 ejemplos de aplicación de SPE, TLC, HPLC y GC
- Resultados en segundos con la búsqueda sencilla por palabra clave
- ChromaAppDB.mn-net.com



Ortogonalidad en la selectividad

Las fases estacionarias fluoradas en la HPLC han suscitado un interés cada vez mayor en los últimos años. El representante más común de las fases de sílice fluorada es la modificación de pentafluorofenilo (PFP o F5). En particular, la selectividad ortogonal, en comparación con las fases alquílicas tradicionales, amplía las posibilidades de la HPLC analítica. Por lo tanto, NUCLEOSHELL® PFP ofrece una excelente selectividad, especialmente para analitos altamente polares, compuestos aromáticos e insaturados, fenoles o hidrocarburos halogenados.

Mientras que una fase C₁₈ típica solo proporciona interacciones hidrófobas entre la fase estacionaria y el analito, NUCLEOSHELL® PFP ofrece cuatro mecanismos de retención diferentes: interacciones polares (enlaces H), interacciones dipolo-dipolo, interacciones π-π e interacciones hidrófobas. En particular, la marcada capacidad de intercambio iónico y la clara selectividad estérica son características típicas de las fases fluoradas.

Características principales

- Fase hidrófoba con selectividad alternativa frente a la de las modificaciones clásicas de C₁₈
- Principio de separación basado en 4 mecanismos de retención (interacciones polares [enlaces H], dipolo-dipolo, π-π, interacciones hidrófobas)
- Apta para LC/MS

Datos técnicos

- Fase con pentafluorofenilpropilo; con endcapping múltiple
- Tamaño de poro 90 Å; tamaño de partículas 2,7 μm; contenido de carbono ~ 3%; estabilidad a pH 1–9;

Aplicaciones recomendadas

- Lista de la USP L43
- Compuestos aromáticos e insaturados, fenoles, compuestos halogenados, isómeros, compuestos polares como fármacos y antibióticos; gran capacidad de retención de compuestos básicos

Conviene saber

- NUCLEOSHELL® PFP combina las ventajas de la tecnología núcleo-corteza, una gran estabilidad y selectividad ortogonal. Por lo tanto, se trata de una herramienta complementaria útil para separaciones de alta eficiencia, especialmente de isómeros, compuestos halogenados, aromáticos o polares.

Stability of NUCLEOSHELL® PFP at pH 1

MN Appl. No. 125560

Columns: 100 x 4.6 mm NUCLEOSHELL® PFP, 2.7 μm
100 x 4.6 mm Kinetex® PFP, 2.6 μm F5

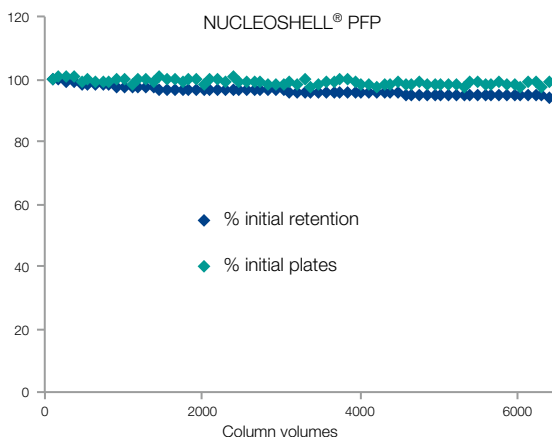
Eluent: acetonitrile – 0.5 % TFA, pH 1 (50:50, v/v)

Flow rate: 1.3 mL/min

Temperature: 60 °C

Detection: UV, 254 nm

Sample: ethylbenzene



β-Blockers · orthogonal selectivity of NUCLEOSHELL® PFP

MN Appl. No. 125610

Columns: 100 x 4.6 mm
NUCLEOSHELL® RP 18, 2.7 μm
NUCLEOSHELL® PFP, 2.7 μm

Eluent: A) acetonitrile + 0.1 % formic acid
B) 0.1 % formic acid
10–35 % A in 2.5 min, 35–50 % A in 2 min

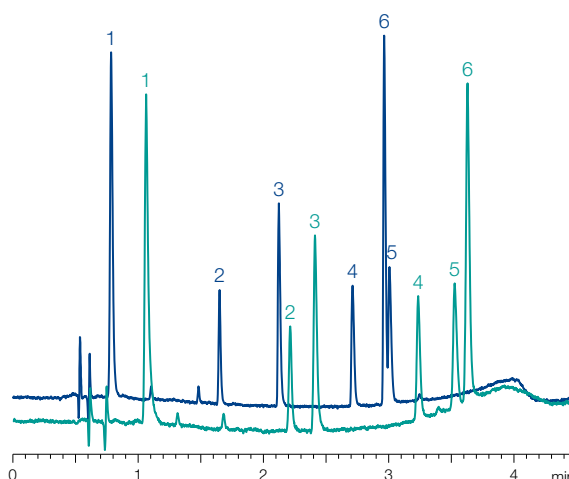
Flow rate: 1.7 mL/min

Temperature: 25 °C

Detection: UV, 280 nm

Peaks:

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. Atenolol | 4. Labetalol |
| 2. Pindolol | 5. Alprenolol |
| 3. Metoprolol | 6. Propranolol |

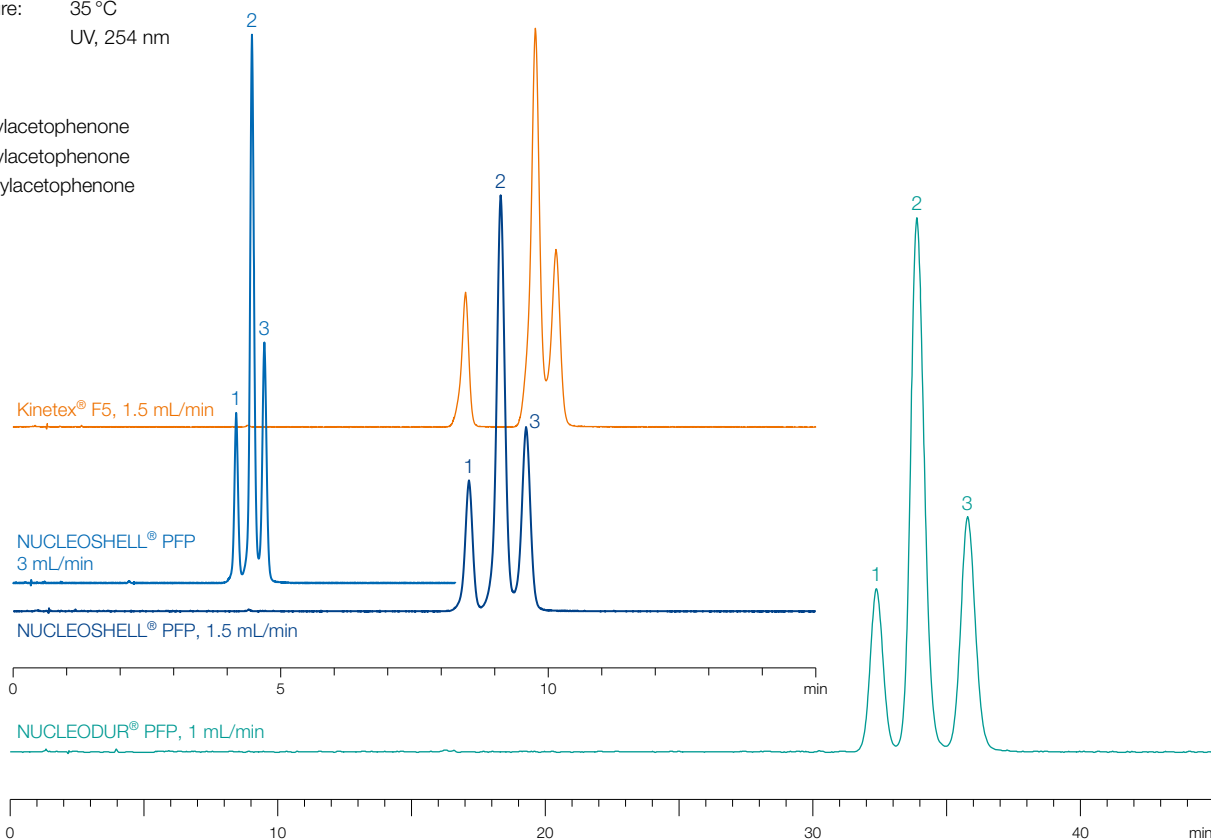


Methylacetophenones

MN Appl. No. 125590

Columns: 100 x 4.6 mm NUCLEOSHELL® PFP, 2.7 µm
 250 x 4 mm NUCLEODUR® PFP, 5 µm
 100 x 4.6 mm Kinetex® 2.6 µm F5
 Eluent: Methanol – water (35:65, v/v)
 Flow rate: 1.5 mL/min, 3 mL/min, 1 mL/min, 1.5 mL/min
 Temperature: 35 °C
 Detection: UV, 254 nm

Peaks:
 1. *o*-Methylacetophenone
 2. *p*-Methylacetophenone
 3. *m*-Methylacetophenone



Información de pedido

NUCLEOSHELL® PFP

Columnas EC analíticas NUCLEOSHELL® PFP (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
150	4,6	2,7	763536.46	763538.30
150	4	2,7	763536.40	763538.30
150	3	2,7	763536.30	763538.30
150	2	2,7	763536.20	763538.20
100	4,6	2,7	763534.46	763538.30
100	4	2,7	763534.40	763538.30
100	3	2,7	763534.30	763538.30
100	2	2,7	763534.20	763538.20
50	3	2,7	763532.30	763538.30
50	2	2,7	763532.20	763538.20

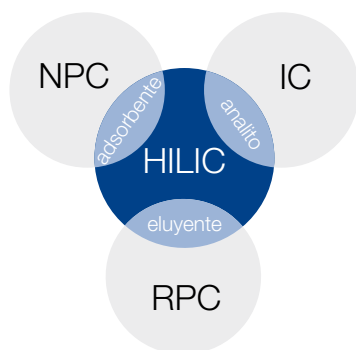
* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



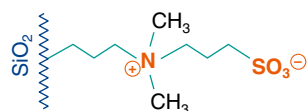
Cromatografía de interacción hidrófila



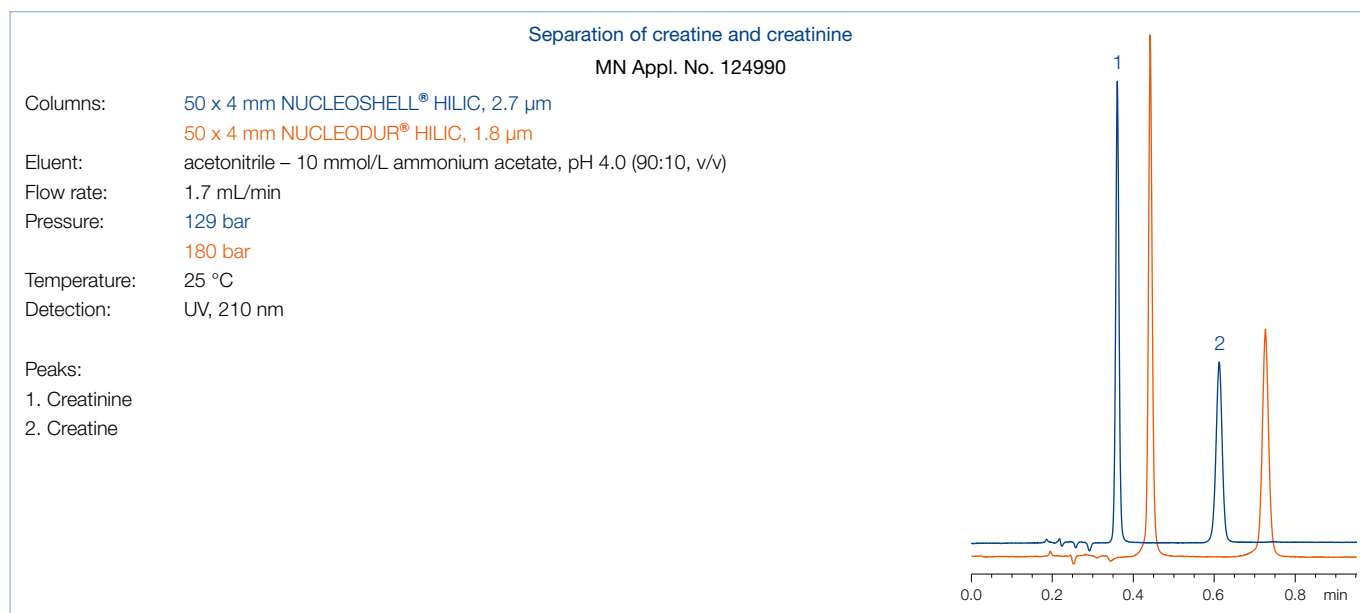
La cromatografía de interacción hidrófila (HILIC) es una técnica de separación que utiliza fases estacionarias polares y fases móviles orgánicas-acuosas. Es imprescindible que el contenido de agua sea al menos del 2 % para garantizar la presencia de una capa de agua permanente entre la superficie del adsorbente y la fracción orgánica de la fase móvil. Las moléculas de la muestra se separan en una cromatografía de partición, en la que los analitos polares se retienen con mayor fuerza que los compuestos neutros y menos hidrófilos. Por consiguiente, al aumentar la proporción de agua en la fase móvil, disminuirá la retención de los componentes polares de la muestra. De este modo, HILIC se comporta de manera inversa a la cromatografía RP clásica. El perfil de retención específico de HILIC permite la cromatografía de moléculas muy polares y, a menudo, de tamaño reducido, que no presentan retención alguna en fases inversas C₈ o C₁₈.

Separaciones ultrarrápidas con contrapresión moderada

NUCLEOSHELL® HILIC es una fase estacionaria basada en la tecnología núcleo-corteza con un ligando de ácido 3-*N,N*-dimetilaminopropanosulfónico unido covalentemente. El carácter betáinico del intercambiador de iones fuertes permite un equilibrado total de la carga y facilita unos tiempos de equilibrado rápidos.



En NUCLEOSHELL® HILIC y NUCLEODUR® HILIC de 1,8 μm se consigue una buena separación de compuestos polares como la creatina y la creatinina, sustancias de gran importancia fisiológica, con tiempos de retención similares pero una contrapresión mucho menor.



Características principales

- Ideal para una cromatografía reproducible y estable de analitos altamente polares
- Tiempos de equilibrado de la columna muy cortos
- Apta para LC/MS

Datos técnicos

- Fase de ácido amonio-sulfónico zwitteriónica, sin endcappingn
- Tamaño de poro 90 Å; tamaño de partículas 2,7 μm; contenido de carbono 1,3 %; estabilidad a pH 2 – 8,5

Aplicaciones recomendadas

- Compuestos hidrófilos, como ácidos y bases orgánicos polares, compuestos naturales polares, nucleósidos, oligonucleótidos, aminoácidos, péptidos y vitaminas hidrosolubles

Conviene saber

NUCLEODUR® HILIC es una modificación de fase patentada (n.º de patente DE102009006007 [B4])

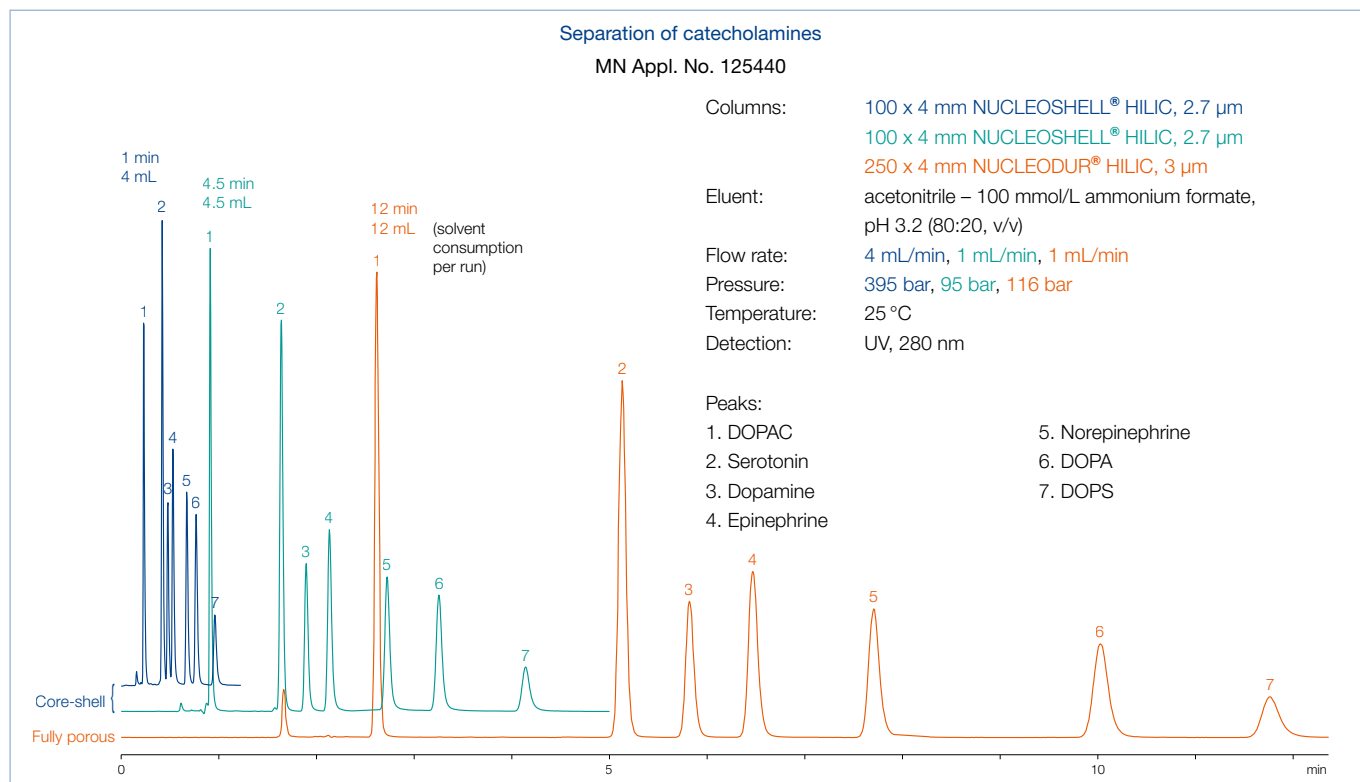
NUCLEOSHELL® HILIC

Los siguientes cromatogramas muestran la transferencia del método de una fase HILIC totalmente porosa de 3 µm a una fase de sílice de tipo núcleo-corteza de 2,7 µm con características de selectividad equivalentes.

El tiempo de análisis se ha reducido a 1 minuto. La contrapresión de la columna se mantiene en un nivel moderado, inferior a 400 bares, mientras que el consumo de disolvente se ha reducido a menos del 35 %.

Conviene saber

NUCLEOSHELL® HILIC ofrece una cromatografía estable y reproducible, con todas las ventajas de una sílice de tipo núcleo-corteza de vanguardia.



Información de pedido

NUCLEOSHELL® HILIC

Columnas EC analíticas NUCLEOSHELL® HILIC (envase de 1 unidad)

Longitud (mm)	DI (mm)	Tamaño de partículas (µm)	REF	Columnas de protección*
150	4,6	2,7	763336.46	763338.30
150	4	2,7	763336.40	763338.30
150	3	2,7	763336.30	763338.30
150	2	2,7	763336.20	763338.20
100	4,6	2,7	763334.46	763338.30
100	3	2,7	763334.30	763338.30
100	2	2,7	763334.20	763338.20
50	4	2,7	763332.40	763338.30
50	3	2,7	763332.30	763338.30
50	2	2,7	763332.20	763338.20

* Envase de 3 unidades; las columnas de protección EC requieren el sistema de protección de columnas REF 718966. Para más información, consulte la página 90.

Para más productos e información

O visite www.mn-net.com



Sistemas de columnas MN

Columnas estándar EC para HPLC / HPLC analítica

- Sistema de columnas analíticas fabricado en acero inoxidable con roscas exteriores M8 en ambos extremos; combinación de un elemento de sellado y un filtro de malla muy fina de acero inoxidable, un anillo de PTFE y un adaptador de racor; cabezales de columna entrecaras 12, con roscas interiores M8 × 0,75 y UNF 10–32 (= conexión de 1/16")
- El hardware de las columnas EC garantiza una estabilidad de presión de 1200 bares, por lo que las columnas EC son aptas para aplicaciones de UHPLC (HPLC ultrarrápida) y para todos los sistemas modernos de HPLC.
- Como sistema de columnas de protección enroscables, recomendamos el sistema de protección de columnas con cartuchos de columna de protección EC de 4 mm de longitud.
- Columnas de protección EC provistas de partículas de sílice esféricas NUCLEODUR® y partículas de sílice esféricas de tipo núcleo-corteza NUCLEOSHELL®

Conviene saber

Los cabezales de las columnas NUCLEODUR® y NUCLEOSHELL® no se deben desmontar.

Dimensiones estándar disponibles de las columnas EC

DI	Longitud									
	20 mm	30 mm	50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
2 mm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 mm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 mm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4,6 mm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tenga en cuenta que no todas las modificaciones de fase y tamaños de partículas están disponibles en todas las dimensiones posibles.

Columnas de protección para columnas EC

Columna EC con DI	Columnas de protección EC*
2 mm	4/2
3 mm	4/3
4 mm	4/3
4,6 mm	4/3

Envase de 3 cartuchos

*Información sobre el sistema de protección de columnas en la página 90.

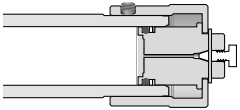


Sistemas de columnas MN

Columnas VarioPrep (VP) para HPLC preparativa

- Sistema de columnas para HPLC preparativa, fabricado en acero inoxidable con dos racores ajustables en los extremos, apto para el uso frecuente de técnicas de retrolavado
- Se puede rellenar con todas las sílices esféricas NUCLEODUR®
- Las columnas de acero inoxidable son las más utilizadas en la HPLC.

Dimensiones estándar disponibles de las columnas VarioPrep

Diseño del racor terminal	DI	Longitud			Longitud					
		10* mm	15* mm	50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm	250 mm	500 mm
	8	+		+		+	+	+	+	
	10			+		+	+	+	+	
	16	+		+		+	+	+	+	
	21			+	+	+	+	+	+	
	32		+			+		+	+	
	40			+		+	+	+	+	+
	50		+			+		+	+	
	80								+	+

* Las columnas con DI de 10 x 8, 10 x 16, 15 x 32 y 15 x 50 mm se utilizan como columnas de protección y requieren los soportes correspondientes; ver página 91.

Fundamentos de la HPLC preparativa

En principio, para la HPLC preparativa se aplican las mismas reglas que para la HPLC analítica. Sin embargo, ambas difieren considerablemente en su objetivo. El objetivo de la HPLC analítica es lograr, a ser posible, una separación completa de los componentes individuales de una mezcla, seguida de la identificación de los picos. Por el contrario, el objetivo de la HPLC preparativa es aislar el producto deseado con una pureza definida y en la mayor cantidad posible, disponiendo de un método de trabajo rentable.

Tabla de ampliación para las dimensiones habituales de las columnas MN

	•	•	•	•	•	•	•	•	•
DI x longitud [mm]	4 x 250	8 x 250	10 x 250	16 x 250	21 x 250	32 x 250	40 x 250	50 x 250	80 x 250
Factor de ampliación lineal	1	4	6,25	16	27,6	64	100	156,3	400
Cantidad característica de muestra* [mg]	0,02–2	0,08–8	0,13–13	0,3–35	0,6–60	1,3–130	2–210	3–350	10–850
Caudal típico [mL/min]	0,5–1,5	2–6	3–9	8–24	14–40	32–96	50–150	80–250	200–600

* basado en material de RP; las cantidades máximas de muestra aquí indicadas dependen del problema de separación y de la muestra. En algunos casos, la mitad de la cantidad máxima de muestra ya puede provocar una sobrecarga drástica de la columna; en otros, la cantidad máxima de muestra sigue dando lugar a una separación aceptable.



Sistema de protección de columnas para columnas analíticas de HPLC

Sistema innovador y universal de soporte de columnas de protección

- Apto para todas las columnas analíticas de HPLC con racores de 1/16"
- Cartuchos rellenos con adsorbentes especiales para HPLC NUCLEODUR® y NUCLEOSHELL®
- La protección ideal para su columna analítica principal → aumento considerable de la vida útil de la columna
- Volumen muerto reducido al mínimo → apta también para HPLC ultrarrápida
- Casquillos especiales → estabilidad de presión de hasta 1300 bares (18 850 psi)
- Columnas de protección adecuadas con una longitud de 4 mm, DI de 2 mm (para columnas principales con un DI de 2 mm); DI de 3 mm (para columnas principales con un DI de 3, 4 y 4,6 mm), respectivamente

Conviene saber

Las columnas de protección UNIVERSAL RP son aptas para todas las columnas de HPLC en condiciones de RP

Información de pedido

Producto	Envase de	REF
Sistema de protección de columnas, compuesto por 1 soporte para columna de protección, 2 capilares (DI 0,12 mm), 3 casquillos (para columnas de HPLC con tamaño de partículas > 2 µm), 3 casquillos (para columnas de HPLC con tamaño de partículas < 2 µm), 2 llaves (tamaño de llave: 12 y 14 mm)	1	718966
Repuestos para el sistema de protección de columnas		
Casquillos especiales fabricados en PEEK para columnas de HPLC con un tamaño de partículas > 2 µm	5	718967
Casquillos especiales fabricados en PEEK para columnas de HPLC con un tamaño de partículas < 2 µm	5	718963
Conector de repuesto con junta tórica	1	718968
Capilares de acero inoxidable DI 0,12 mm, tuercas y casquillos metálicos	3	718969
Capilares de acero inoxidable DI 0,18 mm (para caudales bajos mayores), tuercas y casquillos metálicos	3	718971
Llave (tamaños 12 y 14 mm)	1	718970
Columnas de protección RP universales		
Columna de protección EC 4/2 UNIVERSAL RP (para columnas principales con DI de 2 mm)	3	728777.20
Columna de protección EC 4/2 UNIVERSAL RP (para columnas principales con DI de 2 mm), paquete económico	9	728778.20
Columna de protección EC 4/3 UNIVERSAL RP (para columnas principales con DI de 3, 4 y 4,6 mm)	3	728777.30
Columna de protección EC 4/3 UNIVERSAL RP (para columnas principales con DI de 3, 4 y 4,6 mm), paquete económico	9	728778.30



Sistemas de protección para columnas de HPLC preparativa

Sistemas de columna de protección mejorados para HPLC (semi)preparativa

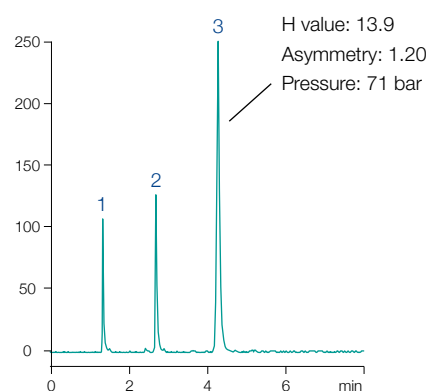
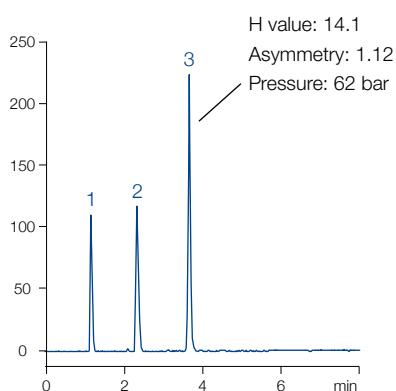
- Fácil manejo y sustitución del cartucho
- Hardware resistente de acero inoxidable con rosca de 1/16"
- Racores con émbolo giratorio sin fricción – abrasión reducida de la junta tórica
- Cartuchos rentables
- Mínimamente invasivos / sin alteración de la eficiencia de separación de la columna principal
- Contrapresión reducida
- Diseñados para presiones de hasta 400 bares



Column performance without and with guard column

Columns: 125 x 16 mm NUCLEODUR® C₁₈ HTec, 5 µm
 125 x 16 mm NUCLEODUR® C₁₈ HTec, 5 µm + 10 x 16 mm NUCLEODUR® C₁₈ HTec guard column
 Eluent: acetonitrile – water (80:20, v/v)
 Flow rate: 16 mL/min
 Temperature: 22 °C

Peaks:
 1. Phenol
 2. Naphthalene
 3. Anthracene



Using VarioPrep guard columns provides ideal protection of your main column – symmetry, pressure and retention stay almost constant.

Datos técnicos

Soportes para columnas de protección VarioPrep

Cartucho de protección	Soporte REF	Soporte ID	Recomendado para columna DI	DI recomendado del capilar	Caudal típico
VP 10/8	718251	8 mm	DI 8 y 10 mm	0,17 y 0,25 mm	1 – 12 mL/min
VP 10/16	718256	16 mm	DI 16 y 21 mm	0,17, 0,25 y 0,5 mm	2 – 32 mL/min
VP 15/32	718253	32 mm	DI 32 y 40 mm	0,25, 0,5 y 1,0 mm	5 – 150 mL/min
VP 15/50	718255	50 mm	DI ≥ 50 mm	0,5 y 1,0 mm	20 – 250 mL/min

Información de pedido

Soportes para columnas de protección VarioPrep

Columnas de protección VP para columnas VarioPrep con ID

	8, 10 mm	16, 21 mm	32, 40 mm	≥ 50 mm	ID soporte	Columnas de protección, envase de	Soporte REF	Junta tórica de repuesto REF
VP	10/8				8 mm	2	718251	718975
VP		10/16			16 mm	2	718256	718976
VP			15/32		32 mm	1	718253	718977
VP				15/50	50 mm	1	718255	718978

Para los números de REF de los cartuchos de columna de protección VP individuales y de las columnas VP, visite nuestro sitio web: www.mn-net.com/chromatography.

Accesorios

Accesorios para columnas de HPLC de acero inoxidable

- Los accesorios de acero inoxidable son resistentes a la corrosión, estables la presión y fáciles de mecanizar
- Apto para todas las columnas de HPLC con conexiones de 1/16"

Información de pedido

Descripción	Envase de	REF
Accesorios para capilares		
Tapones para columnas (de plástico) de 1/16"	4	718582
Tuerca de 1/16" para la conexión de capilares de 1/16"	5	718583
Casquillo de 1/16"	5	718584
Uniones para capilares		
Tipo 1: 100 mm × 1/16" × 0,25 mm	1	718637
Tipo 2: 100 mm × 1/16" × 0,12 mm	1	719489
Cortadora para tubos capilares de 1/16"	1	706290

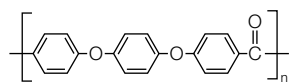
Para accesorios y repuestos para columnas EC, consulte la página 90, Para accesorios y repuestos para columnas VarioPrep, consulte la página 91.



Accesorios de PEEK

- El PEEK (polieteretercetona) es un polímero de alto rendimiento perteneciente al grupo de las poliariletercetonas (PAEK), que cumple todos los requisitos de las columnas de HPLC en cuanto a resistencia química y estabilidad mecánica. En algunos campos de aplicación de la HPLC, como, p. ej., la cromatografía iónica y la cromatografía de biopolímeros, el PEEK cumple los requisitos que se exigen a un material no metálico.
- Todos los racores se pueden apretar a mano.

PEEK



Información de pedido

Racores de PEEK	Envase de	REF
Racor de PEEK de 1/16" de apriete manual, compuesto por una tuerca y un casquillo de una sola pieza, con logotipo de MACHEREY-NAGEL	5	718778
Racor de PEEK de 1/16" de apriete manual, compuesto por una tuerca y un casquillo de una sola pieza	1	718770
Tuerca de apriete manual de PEEK de 1/16"	1	718771
Casquillo de PEEK de 1/16" para REF 718771	1	718772
Casquillo doble de PEEK de 1/16"	1	718775
Unión de PEEK de 1/16", roscas interiores en ambos extremos, equipada con 2 tuercas de apriete manual y casquillos dobles	1	718766
Unión de PEEK de 1/16", roscas interiores en ambos extremos, sin tuercas y sin casquillos	1	718767
Unión de PEEK de 1/16", diámetros exteriores de ambos extremos	1	718768

Capilares estándar de PEEK				
EA	DI (mm)	Longitud (m)	Envase de	REF
1/16"	0,13	1	1	718765
1/16"	0,17	1	1	718760
1/16"	0,25	1	1	718761
1/16"	0,5	1	1	718762
1/16"	0,75	1	1	718763

Herramientas para capilares de PEEK	Envase de	REF
Cortadora de guillotina para PEEK y PTFE	1	718769
Cortadora de corte limpio para capilares de diferentes diámetros exteriores	1	718755

Lista de abreviaturas y marcas comerciales

Lista de abreviaturas

%C	contenido de carbono en tantos por ciento
Å	ángstrom = 0,1 nm = $1,0 \times 10^{-10}$ m
ACN	acetonitrilo
BDS	octadecilsilano con desactivación de bases (C ₁₈)
BET	método analítico para la determinación del tamaño de las superficies (desarrolladores: Stephen Brunauer, Paul Hugh Emmett y Edward Teller)
BTEX	hidrocarburos aromáticos: benceno, tolueno, etilbenceno y xileno
BTX	parámetro sumatorio para hidrocarburos aromáticos volátiles
DIN	Instituto Alemán de Normalización
EC	accesorios para columnas analíticas en HPLC
ec	endcapping o endcapped
EP	Farmacopea Europea (Ph. Eur., PharmEurl., etc.)
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
HEPT	altura equivalente a un plato teórico
HILIC	cromatografía de interacción hidrófila
HPLC	cromatografía de líquidos de alto rendimiento
DI	diámetro interior
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
MS	espectrometría de masas (apropiado para)
nm	nanómetro = $1,0 \times 10^{-9}$ m
NP	fase normal
ODS	octadecilsilano (C ₁₈)
PA	poliamida, nailon
PAH	hidrocarburos aromáticos policíclicos
ppb	partes por mil millones (1 por cada 1000 000 000 = 10^{-9})
ppm	partes por millón (1 por cada 1000 000 = 10^{-6})
REF	número de referencia, número de artículo, número de producto, número de pedido
RI	índice de refracción
RP	fase inversa
SiOH	silanol, sílice no modificada
SPE	extracción en fase sólida
THC	tetrahidrocannabinol
THF	tetrahidrofurano
TLC	cromatografía en capa fina
TOC	carbono orgánico total
UHPLC	ultra HPLC, alto rendimiento de separación gracias a partículas < 2 µm o a la tecnología núcleo-corteza
UPLC	ver UHPLC, pero es un término protegido de la empresa Waters Corporation (EE. UU.)
USP	Farmacopea de los Estados Unidos
VP	hardware para columnas preparativas en HPLC

Marcas comerciales

Marcas comerciales de MACHEREY-NAGEL	
CHROMABOND®	columnas para la extracción en fase sólida (SPE)
CHROMAFIL®	filtros de jeringa (filtros de membrana)
NUCLEODUR®	sílice de alta pureza esférica para HPLC
NUCLEOSHELL®	fases de sílice de tipo núcleo-corteza para HPLC
NUCLEOSIL®	sílice esférica estándar para HPLC
OPTIMA®	columnas capilares de alto rendimiento con sílice fundida y fases inmobilizadas

Marcas registradas (®)	
Acquity	Waters Corp. (EE. UU.)
Serie Agilent	Agilent Technologies Inc. (EE. UU.)
Allure	Restek Corp. (EE. UU.)
Aqua	Phenomenex Inc. (EE. UU.)
Ascentis	Sigma-Aldrich Co. (EE. UU.)
Atlantis	Waters Corp. (EE. UU.)
Gemini	Phenomenex Inc. (EE. UU.)
HALO	Advanced Material Technology Inc. (EE. UU.)
Hypersil	Thermo Fisher Scientific Inc. (EE. UU.)
HyPurity	Thermo Fisher Scientific Inc. (EE. UU.)
Inertsil	GL Sciences (Japón)
Kromasil	Eka Chemicals AB (Suecia)
LiChrospher	Merck KGaA (Alemania)
Luna	Phenomenex Inc. (EE. UU.)
Polaris	Agilent Technologies Inc. (EE. UU.)
ProntoSil	Bischof Chromatography (Alemania)
Purospher	Merck KGaA (Alemania)
Shim-pack Velox	Shimadzu Corp. (Japón)
Spherisorb	Waters Corp. (EE. UU.)
Superspher	Merck KGaA (Alemania)
Symmetry	Waters Corp. (EE. UU.)
Synergi	Phenomenex Inc. (EE. UU.)
Xterra	Waters Corp. (EE. UU.)
YMC	YMC Co. Ltd. (Japón)
ZIC Merck	Sequant AB (Suecia)
Zorbax	Agilent Technologies Inc. (EE. UU.)

Marcas registradas de derecho consuetudinario (™)	
Hypersil	Thermo Fisher Scientific Inc. (EE. UU.)
HyPURITY	Thermo Fisher Scientific Inc. (EE. UU.)
Kinetex	Phenomenex Inc. (EE. UU.)
Obelisc	Sielc Technologies (EE. UU.) Ostro Waters Corp. (EE. UU.)
Poroshell	Agilent Technologies Inc. (EE. UU.)
Sequant	Merck Sequant AB (Suecia)
SunFire	Waters Corp. (EE. UU.)
SymmetryShield	Waters Corp. (EE. UU.)

Aviso legal y restricciones de uso del producto

Aviso legal

Todos los nombres y denotaciones utilizados pueden ser marcas, marcas comerciales o marcas registradas de sus respectivos titulares, también si no disponen de una denotación especial. La mención de productos y marcas es solo un tipo de información, es decir no atenta contra las marcas comerciales ni puede considerarse un tipo de recomendación o valoración.

En cuanto a estos productos o servicios, no podemos conceder ninguna garantía en cuanto a su selección, eficacia o funcionamiento.

Restricción de uso del producto

Los productos de cromatografía de MACHEREY-NAGEL están destinados, desarrollados, diseñados y comercializados exclusivamente para fines de investigación y desarrollo, así como para el control de calidad analítico/las mediciones de rutina, salvo que se indique expresamente otra función del producto en los folletos originales de MACHEREY-NAGEL.

Los productos MACHEREY-NAGEL están destinados exclusivamente al uso general en laboratorio.

Los productos MACHEREY-NAGEL los deben utilizar exclusivamente personas cualificadas.

Los productos MACHEREY-NAGEL se deben utilizar, en cualquier caso, con ropa de protección adecuada.

Para información detallada, consulte la ficha de datos de seguridad del producto.

Los productos MACHEREY-NAGEL se deben utilizar exclusivamente en un entorno de ensayo adecuado.

MACHEREY-NAGEL no asume ninguna responsabilidad por los daños derivados de una aplicación incorrecta, un uso inadecuado, un uso indebido, un almacenamiento inadecuado o un mantenimiento deficiente de nuestros productos. Antes de la aplicación, el usuario deberá leer detenidamente y comprender las instrucciones o los folletos del producto incluidos en el envase (si aplica o si están disponibles en el sitio web); en caso de duda, el cliente se deberá poner en contacto con MACHEREY-NAGEL.

Queda TERMINANTEMENTE PROHIBIDO su uso en el cuerpo humano. El usuario en cuestión es responsable de todos y cada uno de los daños que se deriven de dicha aplicación.

El usuario se debe asegurar de que los productos utilizados sean adecuados para la aplicación prevista.

MACHEREY-NAGEL no garantiza la reproducibilidad de las aplicaciones publicadas.

Bibliografía

- [1] Tanaka, N. et al., Journal of Chromatographic Science, 27 (1989), 721 – 728.
- [2] LCGC 8 (1990) 378 – 390.
- [3] U. D. Neue et al., Chromatographia 54 (2001), 169 – 177.
- [4] A. Alpert, J. Chromatography 499 (1990), 177 – 196.
- [5] C. S. Young and R. J. Weigand, LCGC 20 (2002), 464 – 473.
- [6] V. R. Meyer, Practical High Performance Liquid Chromatography (John Wiley & Sons, New York, 3. Aul., 1999).
- [7] J. J. Kirkland, LCGC 14 (1996), 486 – 500.

Créditos de las imágenes

Jonas Glaubitz - Fotolia (page 73)

kalininavk - Fotolia (page 29)

KanawatVector - stock.adobe.com (page 1)

livestockimages - stock.adobe.com (page 31)

Marina Lohrbach - stock.adobe.com (page 36)

mitifoto - stock.adobe.com (page 57)

Steve Mcsweeny - Fotolia (page 23)

stockphoto-graf - Fotolia (page 53)

Distribuido por:

www.mn-net.com

MACHEREY-NAGEL



Management System
EN ISO 13485:2016
ISO 9001:2015

www.tuv.com
ID 0000056401



MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG · Valencienner Str. 11 · 52355 Düren · Alemania

DE +49 24 21 969-0 info@mn-net.com
CH +41 62 388 55 00 sales-ch@mn-net.com

FR +33 388 68 22 68 sales-fr@mn-net.com
US +1 888 321 62 24 sales-us@mn-net.com