



Insieme, possiamo migliorare in sicurezza
l'efficienza della cromatografia gassosa

Le forniture di elio si stanno riducendo e i prezzi stanno aumentando

aerospace
climate control
electromechanical
filtration
fluid & gas handling
hydraulics
pneumatics
process control
sealing & shielding



Le forniture di elio si stanno riducendo e i prezzi stanno aumentando



L'elio si sta esaurendo e la domanda mondiale supera i livelli di produzione attuali. Tale carenza globale indica che non solo i prezzi stanno aumentando vertiginosamente, ma anche che si sta verificando un razionamento per garantire che settori quali quello sanitario abbiano la priorità.

Fortunatamente esiste un'alternativa in grado di fare risparmiare denaro e proteggere le industrie da interruzioni future causate da carenze di elio.

La nuova generazione di generatori di idrogeno interni di Parker domnick hunter offre una fornitura sicura, economica e praticamente infinita di gas vettore per la cromatografia gassosa.

Tempo di cambiare

Prima che i costi arrivino alle stelle e le forniture si esauriscano, è necessario implementare alternative pratiche all'utilizzo dell'elio

La carenza globale di elio e perché è tanto importante per il vostro settore

Il mondo sta affrontando una carenza di elio critica, un problema senza una soluzione nota. Nonostante sia il secondo elemento più abbondante nell'universo dopo l'idrogeno, l'elio è difficile da trovare o immagazzinare in quantità pratiche. La maggior parte delle forniture viene estratta da riserve di gas sotterranee, e molte riserve vengono mantenute in un'area degli USA.

I fattori della carenza comprendono la riduzione delle risorse naturali di elio, le chiusure pianificate e non pianificate delle raffinerie di elio negli USA e in Algeria, nuove applicazioni che utilizzano l'elio e una richiesta globale in aumento da parte di paesi come la Cina. Inoltre, gli Stati Uniti venderanno le proprie riserve di elio a raffinerie private entro il 2015, come parte dell'Helium Privatisation Act (Atto per la privatizzazione dell'elio) del 1996.



Quali effetti ha ciò sul nostro settore?

In primo luogo, nella misura in cui le forniture di elio si riducono, il costo aumenta costantemente e in modo irreversibile.

Le forniture vengono inoltre interrotte a causa del razionamento. Per esempio, la disponibilità per applicazioni di minore importanza, quale la cromatografia gassosa, viene razionata, poiché viene data priorità ad altri settori, per esempio quello sanitario.

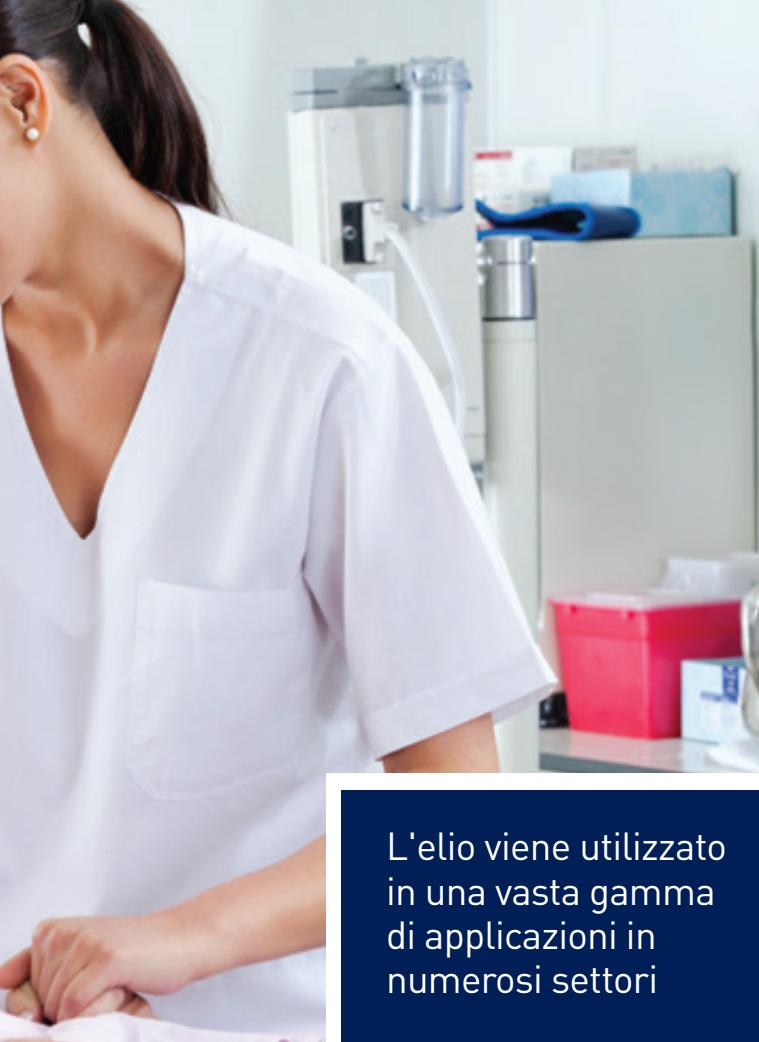
L'elio ha i punti di ebollizione e di fusione più bassi di tutti gli elementi chimici e l'elio liquido è l'unico liquido che non può solidificare a causa della diminuzione della temperatura. Tali proprietà rendono l'elio tanto insostituibile nel settore criogenico e in altri settori.

A parte i palloncini, l'elio è essenziale per guida di missili aria-aria, chip per computer, fibra ottica e laser medici, test di motori di razzi, saldatura ad arco e numerosi altri utilizzi civili e militari. La risorsa finita mostra quanto sia alta la richiesta.

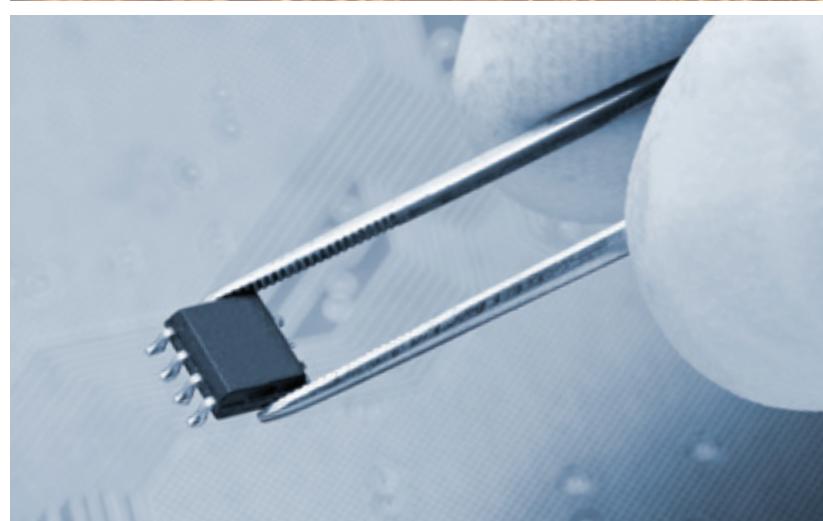
Sfortunatamente, la cromatografia è in basso nell'elenco delle priorità, poiché applicazioni critiche quali gli scanner per risonanza magnetica ospedalieri resteranno in cima.

Razionamento

L'elio viene razionato e le applicazioni quali la cromatografia gassosa perderanno rispetto a settori quali la sanità



L'olio viene utilizzato
in una vasta gamma
di applicazioni in
numerosi settori



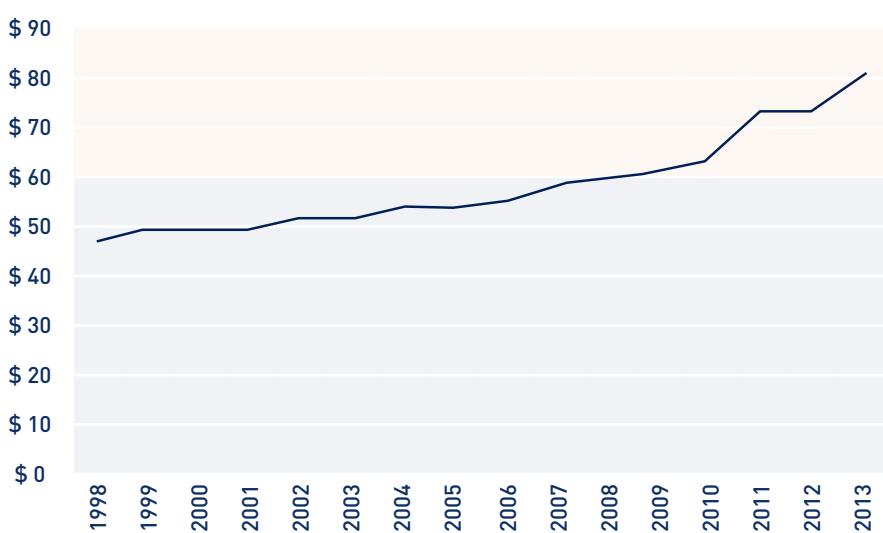
Costi in aumento

Il prezzo del 2013 dell'olio grezzo per mille piedi cubici (Mcf) è di circa \$ 84 rispetto al prezzo del 2012 di \$ 75 e di \$ 49 per mcf nel 2000. Secondo il Bureau of Land Management (BLM, Ufficio della gestione del territorio) statunitense, il prezzo stimato per l'olio grezzo sul mercato aperto sarà di \$ 95/mcf entro il 2015.

È utile notare che in Europa per un cilindro di olio standard tipico (per un laboratorio di analisi che utilizza olio di grado GC), attualmente il costo è di circa € 450 (esclusi noleggio e trasporto), quindi gli aumenti di prezzo saranno considerevoli.

Con il razionamento, sarà inoltre sempre più difficile garantire forniture regolari, con interruzioni nella produzione e nell'efficienza dei laboratori.

Tabella dei prezzi dell'olio grezzo sul mercato aperto BLM





Quali sono le alternative possibili?

Oggi i gas più utilizzati per la cromatografia sono azoto, idrogeno ed elio.

Sebbene ciascuno offra i propri vantaggi unici, esistono anche svantaggi, per esempio l'azoto dimostra la migliore efficienza ma su una gamma di velocità lineare bassa e ridotta. Di conseguenza, come gas vettore è molto lento e sicuramente non rappresenta la scelta migliore per l'uso a temperatura programmata.

L'elio rappresenta un compromesso tra azoto e idrogeno rispetto ad analisi ed efficienza, tuttavia, come si è visto, oggi sta uscendo dalla competizione a causa di costi e disponibilità.

L'idrogeno, d'altra parte, offre il tempo di analisi più rapido su una vasta gamma di intervalli di velocità lineare e rappresenta l'alternativa più pratica all'elio.

Di seguito è possibile vedere e confrontare i vantaggi dell'uso dell'idrogeno rispetto all'elio.

Alternative pratiche

L'idrogeno rappresenta la soluzione economicamente efficiente e pratica rispetto all'elio per i laboratori



Idrogeno

L'idrogeno è l'elemento più leggero del pianeta e si può produrre in modo facile ed economico.

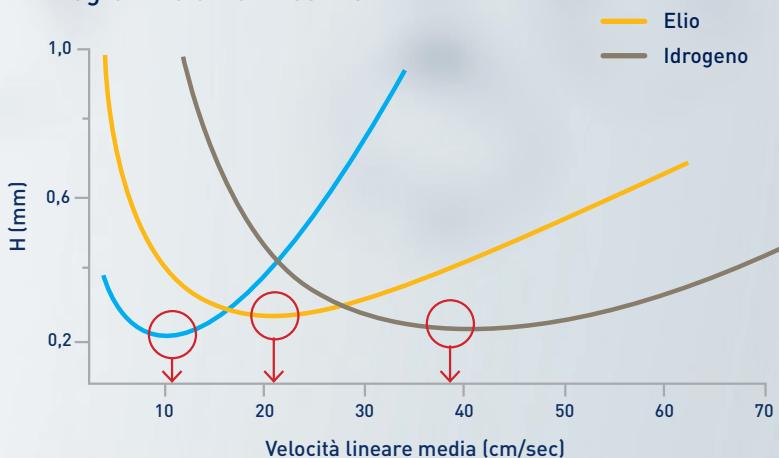
Le prestazioni dell'idrogeno ad alte velocità di gas vettori offrono vantaggi diversi per i laboratori per ridurre i tempi di esecuzione e quindi aumentare la produzione di campioni senza compromettere la qualità dei campioni. Le curve di Van Deemter, che mostrano le efficienze di vettore relative di azoto, idrogeno ed elio, indicano che l'elio e l'idrogeno hanno prestazioni simili a velocità di gas medie, con l'idrogeno che supera l'elio ad alte velocità.

Inoltre spesso l'idrogeno consente l'uso di una temperatura di forno inferiore per la separazione, aumentando la longevità della colonna.

Tuttavia, fin dagli anni cinquanta la natura inerte dell'elio lo ha reso il gas vettore di scelta per la maggior parte delle applicazioni di cromatografia gassosa (GC). Ciò è largamente dovuto ai problemi di sicurezza percepiti con l'idrogeno, nonostante tutti gli strumenti GC-FID che utilizzano idrogeno (normalmente da un cilindro), come il gas per fiamme per FID (flame ionisation detector, rilevatore a ionizzazione di fiamma).

L'idrogeno può essere utilizzato come sostituto efficace dell'elio nella maggior parte delle applicazioni GC e GCMS. Ha una vasta gamma di applicabilità, offre buona efficienza e, nella maggior parte dei casi, le separazioni sono più rapide che con l'elio come gas vettore.

Diagramma di Van Deemter





Con l'idrogeno la sicurezza non viene compromessa

La maggior parte delle preoccupazioni sull'idrogeno riguarda il pericolo di infiammabilità percepito. Se l'idrogeno raggiunge un volume del 4%-75% nell'aria brucia, ma un rischio di esplosione si verifica solo tra il 18% e il 59%. È necessario tuttavia notare che, poiché l'idrogeno è meno viscoso dell'elio, fuoriesce molto più rapidamente, quindi se non viene rilasciata improvvisamente una grande quantità nell'ambiente, il pericolo di raggiungimento del LEL (lower explosive limit, limite di esplosione inferiore) è molto basso. L'idrogeno inoltre sale due volte più rapidamente dell'elio, a una velocità di 20 m/s (45 miglia/h). In un laboratorio con ricircolo d'aria regolare, è molto difficile raggiungere i limiti di esplosione.

I produttori di strumenti GC consigliano l'idrogeno come gas vettore da molti anni, e sono previste molte sicurezze per garantire che tutte le apparecchiature siano sicure.

Protezioni multiple

Numerose misure di sicurezza garantiscono che l'utilizzo dell'idrogeno come gas vettore non è pericoloso in laboratorio

I sistemi GC e GC/MS sono sicuri per l'uso con gas vettore idrogeno?

Una preoccupazione comune quando si considera l'utilizzo dell'idrogeno come gas vettore è il pericolo di esplosione in caso di perdite nel forno GC.

La maggior parte dei GC prodotti negli ultimi 10 anni utilizza PPC (Pneumatic Pressure Control, controllo di pressione pneumatico) o EPC (Electronic Pressure Control, controllo di pressione elettronico) per controllare il flusso di gas (in generale gli strumenti più datati utilizzano un regolatore di pressione situato a monte della porta di iniezione e hanno una regolazione di pressione in testa). PPC ed EPC sono progettati in modo da limitare il flusso totale nello strumento e in molti casi mettono il GC in modalità standby: se viene percepita una perdita a valle, rilevata come bassa pressione, i gas vengono arrestati e tutte le zone riscaldate vengono raffreddate.



È possibile inserire controllori o limitatori di flusso sulla linea di fornitura del gas vettore per limitare la portata massima nel GC. Se si verifica una perdita nel forno, la portata viene limitata a quella necessaria per la cromatografia.

Altre misure di sicurezza comprendono l'utilizzo di test di perdite automatici, disponibili su molti GC con PPC o EPC. Il flusso totale nell'iniettore del GC viene misurato all'inizio di ciascuna analisi e utilizzato per calcolare una portata di perdita effettiva. Se supera il valore immesso, il GC avvia un processo di spegnimento: i gas vengono arrestati e tutte le zone riscaldate vengono raffreddate.

Se si considera lo scenario peggiore possibile di una colonna che si rompe e rilascia 20 ml/min di idrogeno direttamente nel forno, in un forno con una capacità tipica di 14 litri, sono necessari 2,5 litri per raggiungere il LEL

(lower explosive limit, limite di esplosione inferiore). Per raggiungere il livello esplosivo sono necessarie oltre due ore. La maggior parte delle analisi è più breve, quindi il contenuto del forno viene eliminato ogni qualvolta il forno viene raffreddato. Inoltre i moderni strumenti GC dispongono di sportelli del forno antiesplosione caricati a molla.

Con la crisi dell'olio si è verificato un forte aumento del numero di articoli e documenti online (e di molti webinar) da parte dei produttori di strumenti che descrivono in dettaglio le considerazioni pratiche e sulla sicurezza nel passaggio all'idrogeno come gas vettore. Gli ultimi strumenti presentati, quali il GC/MS Agilent 5977A e Bruker Scion, sono stati progettati specificatamente per il funzionamento con idrogeno. Inoltre in dotazione viene anche incluso il software di conversione per cambiare metodo da olio a idrogeno.

Esistono altri approcci per la protezione da perdite, che utilizzano sensori di idrogeno. Sono integrati nel forno e in caso di perdita avvertono l'utente mediante spie a LED e segnali acustici. Se la perdita arriva al 25% del LEL, il gas vettore viene commutato automaticamente su un gas inerte. Sensori simili possono inoltre monitorare i livelli nei laboratori.



Vantaggi dei generatori di gas interni

Come si è visto, i vantaggi dell'utilizzo dell'idrogeno come gas vettore per GC sono dimostrati. Oggi l'idrogeno rappresenta l'opzione economicamente efficiente, senza problemi di fornitura presente o futura, ma tra gli altri vantaggi si trovano analisi più rapide, maggiore risoluzione e durata maggiore della colonna.

Di seguito si possono vedere i vantaggi dell'utilizzo di generatori di idrogeno interni e perché sono più sicuri e più comodi. Questa opzione è inoltre molto meno costosa dell'utilizzo di cilindri di idrogeno e una frazione del costo per l'utilizzo di cilindri di elio.

Vantaggi chiari

L'utilizzo di generatori di gas interni rappresenta la soluzione intelligente per costi e comodità, senza compromettere la sicurezza.

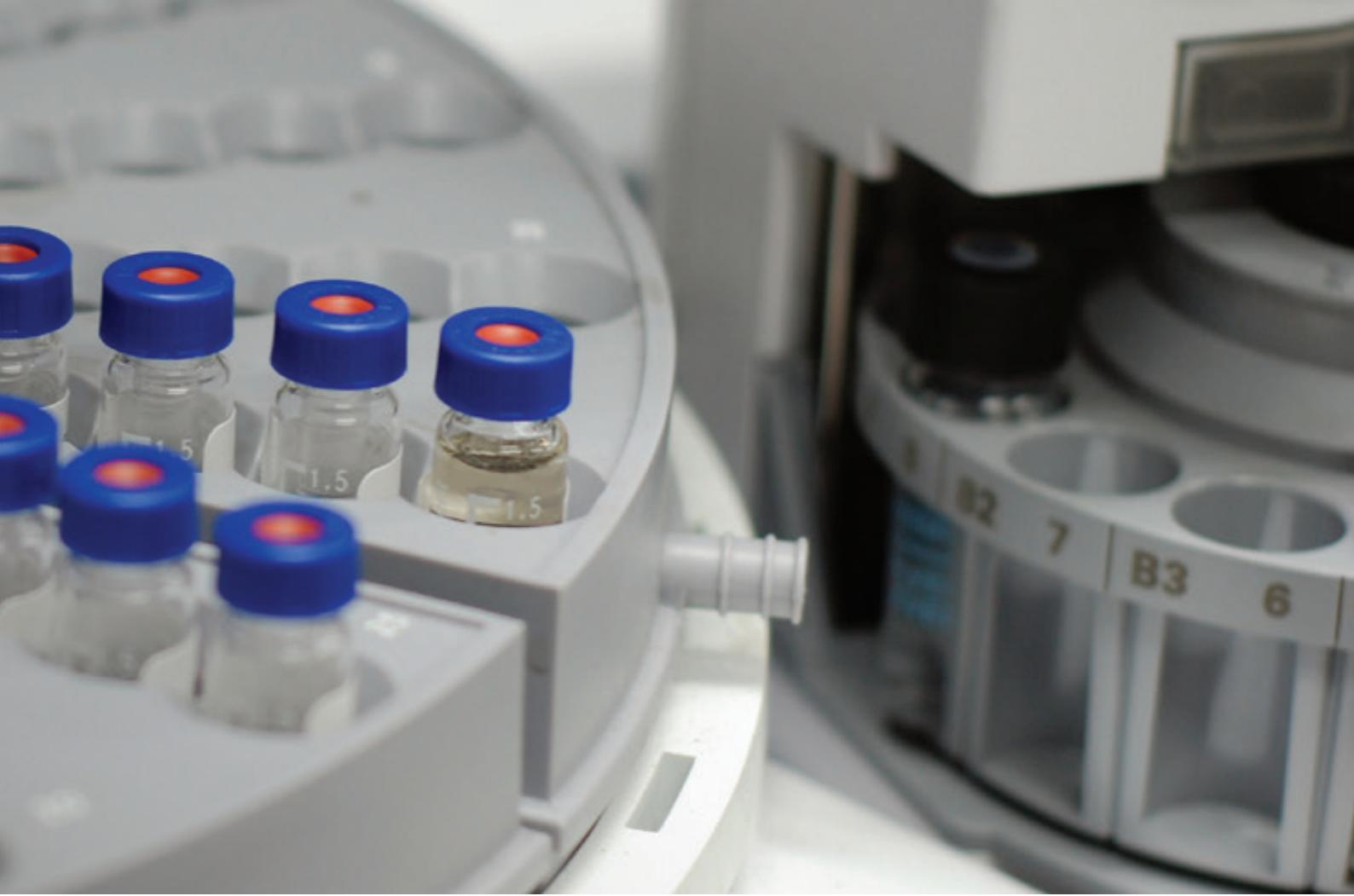
Ottimizzare la sicurezza

Un generatore interno è molto più sicuro del gas in cilindri; in ogni momento è presente una piccola quantità di gas generato a bassa pressione e il gas viene portato direttamente allo strumento. Se si verifica una perdita, nel laboratorio viene diffusa una quantità di gas ridotta. Al contrario, l'utilizzo di un cilindro ad alta pressione per la fornitura di gas pone rischi importanti.

La sicurezza può essere compromessa da sfiato accidentale, il trasporto e l'installazione di pesanti contenitori possono causare lesioni o danni e, elemento più importante, un cilindro di idrogeno con perdite può causare un'esplosione.

Maggiore convenienza

Un generatore di gas interno può fornire gas 24 ore al giorno per sette giorni alla settimana, senza la necessità di interazioni (ad eccezione della manutenzione ordinaria annuale). Se si utilizzano cilindri, l'utente deve monitorare i livelli di gas ed effettuare regolazioni per le analisi desiderate; inoltre è necessario personale qualificato presente per l'installazione di cilindri di ricambio quando si esauriscono. Poiché solitamente sono immagazzinati in aree lontane per motivi di sicurezza, ciò può risultare scomodo e richiede tempo.



Costi ridotti

Uno dei principali vantaggi dei generatori di gas interni è l'enorme vantaggio economico rispetto ai cilindri a gas. Il costo operativo è estremamente basso, poiché il gas si ottiene dall'acqua e i costi di manutenzione sono di appena qualche centinaio di euro all'anno per la sostituzione periodica dei filtri.

Al confronto, i costi dei cilindri a gas vanno oltre il costo unitario, poiché è necessario tenere in considerazione fattori quali trasporto, installazione, restituzione dei cilindri usati e tempo per il bilanciamento del sistema.

Il confronto di costi preciso per un dato utente dipende da una vasta gamma di parametri locali e dalla quantità di gas utilizzato, ma sicuramente i risparmi sono significativi.

Di seguito è mostrata una tabella di confronto dei costi annuali per i generatori di gas interni e per i cilindri a gas.

Costo annuale: generazione interna rispetto a cilindri ad alta pressione

| | Generatore interno () | Cilindri di idrogeno () | Cilindri di elio (€) |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|
| Manutenzione | 600 | 0 | 0 |
| Cilindri | 0 | 2.340 | 26.000 |
| Noleggio cilindri | 0 | 252 | 252 |
| Manodopera (sostituzione cilindri) | 0 | 781 | 781 |
| Elaborazione ordine | 23 | 270 | 270 |
| Spedizione | 38 | 2.792 | 2.792 |
| Elaborazione fatture | 8 | 90 | 90 |
| Controllo inventario | 0 | 54 | 54 |
| Totale | 668 | 6.581 | 36.820 |



Parker domnick hunter
Generatori di idrogeno



Perché i generatori di idrogeno Parker domnick hunter rappresentano la scelta intelligente

Si sono visti i vantaggi nell'utilizzo dell'idrogeno come gas vettore per GC, tra cui costi, analisi più rapide, maggiore risoluzione e maggiore durata della colonne, e si è visto perché l'alternativa con l'utilizzo di elio o contenitori di metallo è costosa e presenta problemi di fornitura. Tuttavia, Parker comprende che le preoccupazioni riguardanti la sicurezza sono importantissime, per questo motivo il generatore di idrogeno Parker domnick hunter H-MD rappresenta la scelta ovvia.

Con una manutenzione minima, è semplice da installare e da utilizzare. Elimina la necessità di pericolosi cilindri di idrogeno nel luogo di lavoro, oltre che i costi e la scomodità per sostituzioni e immagazzinaggio di cilindri.

Il generatore di idrogeno Parker domnick hunter H-MD offre un controllo intelligente e allarmi di sicurezza per contrastare tali rischi, facilitando al contempo prestazioni ottimali dello strumento GC e costi per il gas ridotti nel tempo. Con una garanzia standard per le celle di due anni e costi di manutenzione minimi, rappresenta l'alternativa più conveniente e sicura.

La soluzione Parker

I generatori di gas Parker riducono i costi dell'idrogeno gassoso, eliminano la necessità di cilindri pericolosi e riducono i tempi di manutenzione



Generatori di idrogeno

I generatori di idrogeno ad altissima purezza Parker domnick hunter H-MD offrono la combinazione ottimale di funzionamento sicuro, affidabilità, prestazioni e costo di possesso ridotto.

Utilizzando la tecnologia a celle PEM collaudata sul campo, l'idrogeno viene prodotto su richiesta da acqua deionizzata ed elettricità, a bassa pressione e con volume immagazzinato minimo. Un software di controllo innovativo consente sicurezza e affidabilità operative ineguagliabili.

Idealmente i generatori H-MD forniscono gas vettore GC e GC/MS, oltre a tutti i rilevatori di combustione noti utilizzati normalmente nei flussi di lavoro dei laboratori odierni. Quattro modelli funzionano con portate di 160 ml/min, 250 ml/min, 500 ml/min e 1100 ml/min.

I generatori di idrogeno sono disponibili con software Remote Networking. Il software Remote Networking consente di controllare attivamente un massimo di 27 generatori di idrogeno da un computer centrale e facilita le operazioni in cascata reali.

Caratteristiche del prodotto:

- Elimina i pericolosi cilindri di idrogeno dal luogo di lavoro
- Facile da installare e utilizzare
- Compatto e affidabile con manutenzione minima
- Produce una fornitura continua di idrogeno puro al 99,99995% fino 1.100 ml/min e 6,9 bar
- Garanzia standard per le celle di due anni
- Riempimento acqua automatico e remoto opzionale
- Possibilità di collegamento in rete



Parker domnick hunter H-MD



Scelta prodotto

| Modello | Portata | Purezza* | Consumo di acqua (24/7, portata completa) | Consegna Pressione | | Riempimento di acqua automatico opzionale (AWF) |
|----------------|---------|-----------|--|--------------------|---------|--|
| | ml/min | % | l/settimana | bar (g) | psi (g) | |
| 20H-MD | 160 | >99,99995 | 1,69 | 0,69-6,89 | 10-100 | Sì |
| 40H-MD | 250 | >99,99995 | 2,41 | 0,69-6,89 | 10-100 | Sì |
| 60H-MD | 500 | >99,99995 | 4,82 | 0,69-6,89 | 10-100 | Sì |
| 110H-MD | 1.100 | >99,99995 | 10,60 | 0,69-6,89 | 10-100 | Standard |

*Rispetto all'ossigeno

Nota: per l'opzione con riempimento automatico di acqua aggiungere il suffisso AWF, per esempio 20H-MD-AWF

Dati tecnici

| | |
|---------------------------------|---|
| Intervallo temperature ambiente | 5 - 40 °C 41 - 104 °F |
| Pressione alimentazione acqua* | 0,1 bar (g) 1,45 psi (g) |
| Portata alimentazione acqua* | 1 l/min |
| Qualità dell'acqua | Deionizzata. ASTM II, > 1 MΩ, <1µs, filtered to <100µm |
| Tensione di alimentazione | 90 V - 264 V 50/60 Hz |
| Attacchi | Uscita idrogeno Drenaggio dell'acqua Riempimento acqua* |

*Con AWF opzionale

Pesi e dimensioni

| Modello | Altezza (H) | | Larghezza (L) | | Profondità (P) | | Peso (a vuoto) | | Peso (riempito d'acqua) | |
|----------------|-------------|------|---------------|------|----------------|------|----------------|------|-------------------------|------|
| | mm | " | mm | " | mm | " | kg | lb | kg | lb |
| 20H-MD | 456 | 17,9 | 342 | 13,5 | 470 | 18,5 | 20,5 | 45,2 | 25 | 55,1 |
| 40H-MD | 456 | 17,9 | 342 | 13,5 | 470 | 18,5 | 20,5 | 45,2 | 25 | 55,1 |
| 60H-MD | 456 | 17,9 | 342 | 13,5 | 470 | 18,5 | 20,5 | 45,2 | 25 | 55,1 |
| 110H-MD | 456 | 17,9 | 342 | 13,5 | 470 | 18,5 | 23,6 | 51,8 | 28 | 61,7 |

Manutenzione preventiva

| Kit manutenzione preventiva | Codice articolo | Frequenza di sostituzione |
|-----------------------------|-----------------|---------------------------|
| Kit da 6 mesi | 604971500 | 6 mesi |
| Kit da 24 mesi | 604970720 | 24 mesi |

Extra opzionali

| Descrizione | Codice articolo | Necessario per |
|-----------------------------------|-----------------|---|
| Software utente Remote Networking | 604971530 | Consente il collegamento in serie di due o più generatori |
| Modulo espansione utente remoto | 604971540 | Ogni ulteriore generatore (necessario 604971530) |
| Kit di installazione | IK7532 | Adatto a tutti i generatori di idrogeno |

Conclusion

Conversion factors determined from column calibration theory for all 18 aldehydes. In addition, relative standard deviations reduce the overall error rate using hydrogen produced by a hydrogen generator. Thus, an alternative hydrogen source reduces the overall error rate by 23% to 47% measured by changing the carrier gas and thus reducing quantitation errors in chromatography.

Paul Klinkenberg, A. (2002) "Compressed helium and hydrogen sources provide an option of low density for chromatography - hydrogen generation can be applied to savings and progress in technique".
In: Proceedings of the Conference Miller of 2002 International Pico Gas Chromatography Application in the Laboratory and Industry, 10-12 October 2002, Delft, The Netherlands.



Come passare da elio a idrogeno come gas vettore nella cromatografia gassosa

La presente guida descrive i passaggi necessari per la conversione da elio a idrogeno come gas vettore per la cromatografia gassosa. L'utilizzo di idrogeno proveniente da un generatore interno comporta considerevoli vantaggi in termini di costi, sicurezza e comodità nel laboratorio.

Per una conversione corretta all'idrogeno, l'ordine delle fasi è importante. Seguendo attentamente le fasi è possibile trarre vantaggio da una conversione rapida e facile all'idrogeno come gas vettore.

Un processo semplice

La conversione dall'utilizzo di elio all'utilizzo di idrogeno può essere un processo rapido e semplice



Fase 1

Esame e documentazione di tutte le condizioni di esecuzione esistenti

1. Controllare che nel sistema non siano presenti perdite; le perdite possono influenzare la determinazione dei flussi effettivi utilizzati per le analisi.
2. Misurare e registrare il tempo di volume morto esistente e calcolare il tasso lineare di gas (LGR).
3. Misurare e registrare il flusso del setto alla temperatura di esecuzione iniziale.
4. Misurare e registrare il tasso di gas di make-up.
5. Misurare e registrare il flusso di sfiato e la temperatura di esecuzione iniziale.
6. Misurare e registrare la portata del gas combustibile (idrogeno).
7. Misurare e registrare la portata dell'aria.
8. Documentare ogni cambiamento di flusso che si verifica durante l'esecuzione.
9. Documentare i tassi di programma di temperatura utilizzati.
10. Ottenere un cromatogramma di un campione di buona qualità per il confronto con il cromatogramma ottenuto dopo la conversione.

Fase 2

Prima di passare all'idrogeno, effettuare tutta la manutenzione di routine

1. Cambiare i depuratori: aggiungere depuratori alle linee secondo necessità per ottenere gas puro almeno al 99,9999%.
2. Sostituire i setti: utilizzare un buon setto a bassa diffusione.
3. Sostituire canne/inserti e guarnizioni della porta di iniezione, pulire secondo necessità ed evitare la contaminazione con oli. Prima dell'installazione, pulire i pezzi con acetone.
 **Avvertenza: l'acetone è infiammabile e può causare problemi di salute. Evitare fiamme libere nel laboratorio.**
4. Pulire rilevatore/inserti del rilevatore/getti.

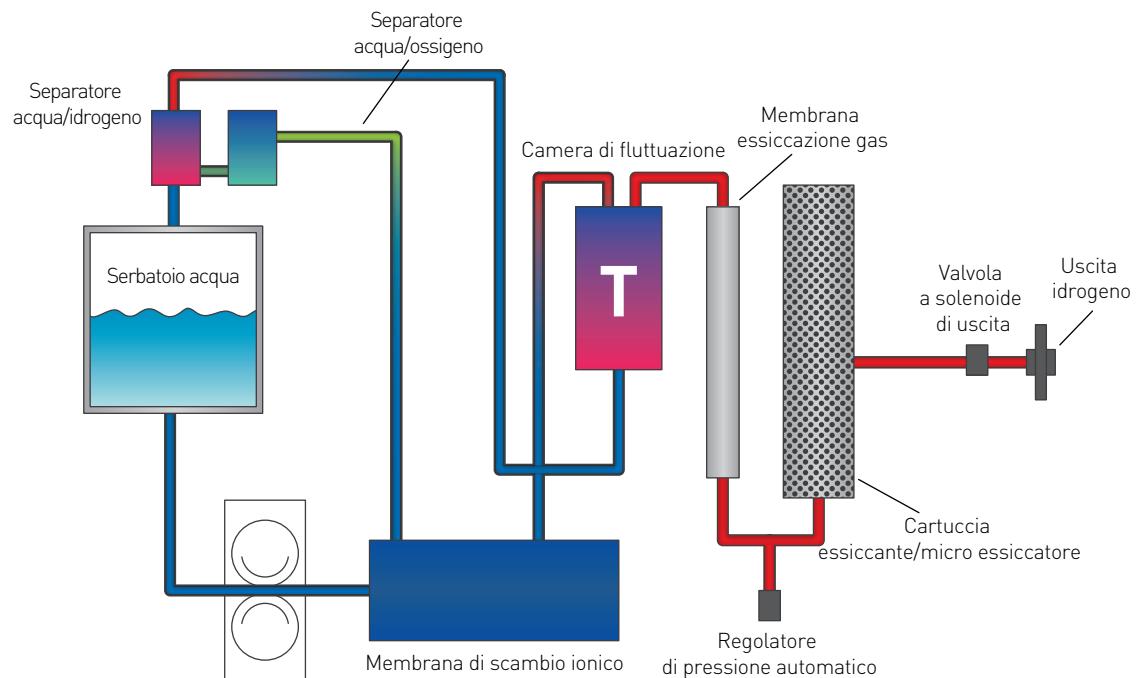
Fase 3

Installazione di linee e depuratori nuovi

1. Linee gas vettore – Depressurizzare e spurgare la linea dell'idrogeno. Chiudere quindi la linea di gas combustibile (idrogeno) e aggiungere una T. Estendere una linea nella porta di ingresso del gas vettore dietro la GC dall'altro lato della T.
2. Se la purezza del gas non raggiunge almeno il 99,9999%, aggiungere depuratori alla linea. Utilizzare depuratori o una combinazione di depuratori per la rimozione di idrocarburi, ossigeno e umidità, per ottenere la purezza di gas necessaria.
Suggerimento: aggiungere depuratori dotati di indicatori che mostrino la percentuale di utilizzo del depurante, in modo da sapere quando sostituire i depuratori.
3. Aggiungere una nuova linea di gas di make-up, preferibilmente per l'uso con azoto.

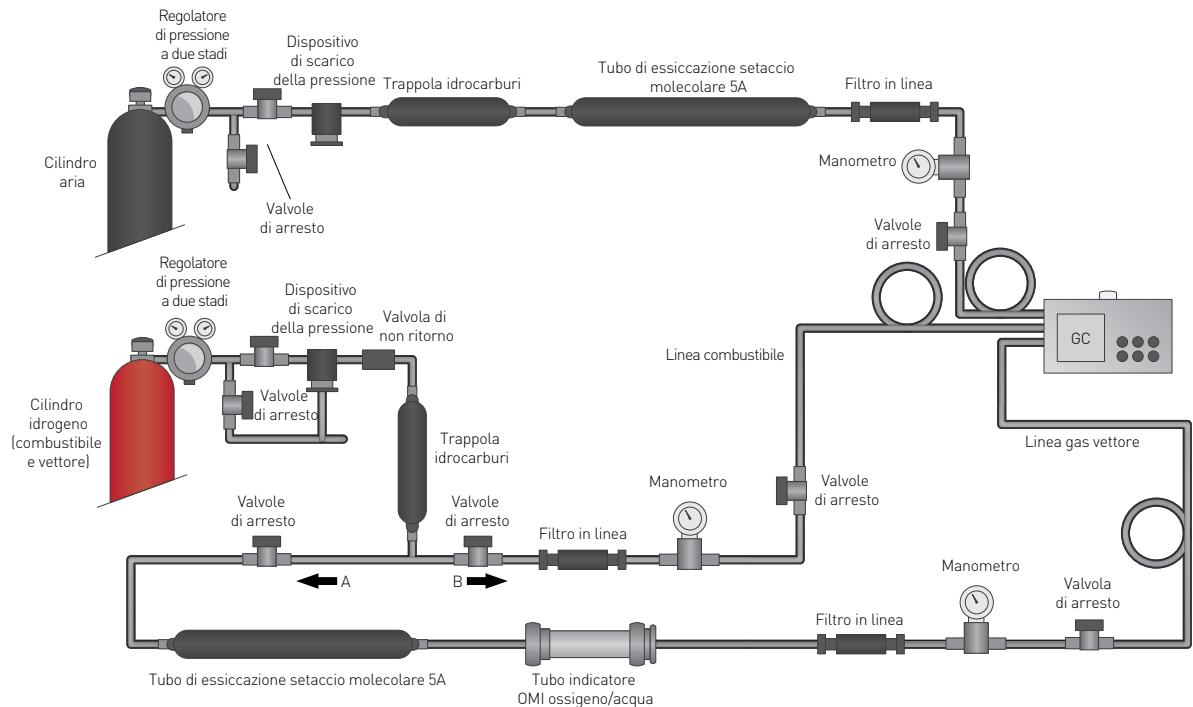
Come funziona il generatore

Figura 1: Tecnologia con idrogeno



Configurazione ottimale di sistema GC singolo

Figura 2: Configurazione ideale per un sistema GC singolo: idrogeno utilizzato come gas vettore e combustibile





Fase 4

Definire flussi per idrogeno e azoto (gas di make-up)

Gas vettore

1. Attivare il gas e definire il flusso di colonna con il forno spento. In alcuni sistemi controllati da computer può essere necessario cambiare l'ingresso del gas vettore in modo da indicare l'utilizzo di idrogeno, in modo che il sistema effettui le regolazioni di flusso corrette in base alla densità dell'idrogeno.
2. Accendere forno, porta di iniezione e rilevatore dopo un'ora di flusso. È importante spurgare tutte le linee e i depuratori prima di definire le temperature nelle diverse zone della GC. Spurgare linee e depuratori può richiedere una quantità di tempo considerevole.
Suggerimento: se il tempo lo consente, si consiglia di spurgare il sistema per una notte.
3. Definire il flusso dello sfiato e misurare il flusso dello spурgo del setto.
4. Portare colonna/forno alla temperatura operativa e misurare nuovamente il flusso della colonna.

Flussi del rilevatore

1. Definire il flusso di idrogeno corretto verso il rilevatore (comprende la somma di tutte le sorgenti di idrogeno che entrano nel rilevatore).
2. Definire il flusso corretto del gas di make-up.
3. Definire il flusso di aria corretto.

Regolazioni del sistema

1. Accendere il rilevatore e accendere le apparecchiature elettroniche del rilevatore necessarie. Lasciare che il sistema si stabilizzi per un'ora.
Suggerimento: un periodo di riscaldamento prolungato (p. es. una notte) può fornire una risposta più stabile.
2. Ricontrollare il sistema per verificare che tutte le condizioni e le temperature operative siano corrette.
3. Iniettare e misurare il tempo di volume morto utilizzando metano e calcolare il tasso lineare di gas (LGR). Effettuare le correzioni necessarie all'LGR.

Prima esecuzione

- Iniettare il campione e confrontare l'esecuzione con le esecuzioni precedenti con elio.
- Considerare se si desidera accelerare l'esecuzione raddoppiando l'LGR o se il proprio obiettivo è semplicemente riprodurre i tempi e la separazione dell'analisi con elio.

Taratura

- Ridefinire l'identificazione di picco: non devono essere presenti cambiamenti, se non si utilizzano colonne molto polari.
- Se l'esecuzione è come desiderato, procedere con l'esecuzione degli standard di taratura.

Flusso = $\pi r^2 L/tm$

Dove: $\pi = 3,1416$

r = raggio della colonna in cm (convertire da mm)

L = lunghezza della colonna in cm (convertire da metri)

TR = tempo di ritenzione di un metano tipico con picco non ritenuto

Dove: $LGR = L/tm = L/\mu$

Semplificando: Flusso = $\pi r^2 \mu$ (ricordare di utilizzare le unità in cm)

Fase 5

Passaggio da cilindri a generatori di gas

1. Installare i generatori di gas su banco seguendo le istruzioni fornite nei manuali di installazione.
2. Ridurre il più possibile la lunghezza dei tubi (vedere Figura 3).
3. Utilizzare tubi in rame o acciaio inox di alta qualità di grado GC o pulire le nuove linee con solventi e asciugare con flusso di azoto.
4. Aggiungere depuratori di gas secondo necessità. Marchi e modelli diversi di generatori di gas offrono purezze di idrogeno diverse. È necessario aggiungere depuratori se il gas fornito non è puro almeno al 99,9999%.
5. Prendere in considerazione l'aggiunta di generatori di azoto e di generatori di aria di alta qualità per eliminare i cilindri e l'utilizzo di gas ad alta pressione in laboratorio. Nella Figura 4 è mostrato lo schema di un sistema tipico che utilizza un generatore interno.

Figura 3: Configurazione standard per sistema GC singolo: Gas fornito da cilindri

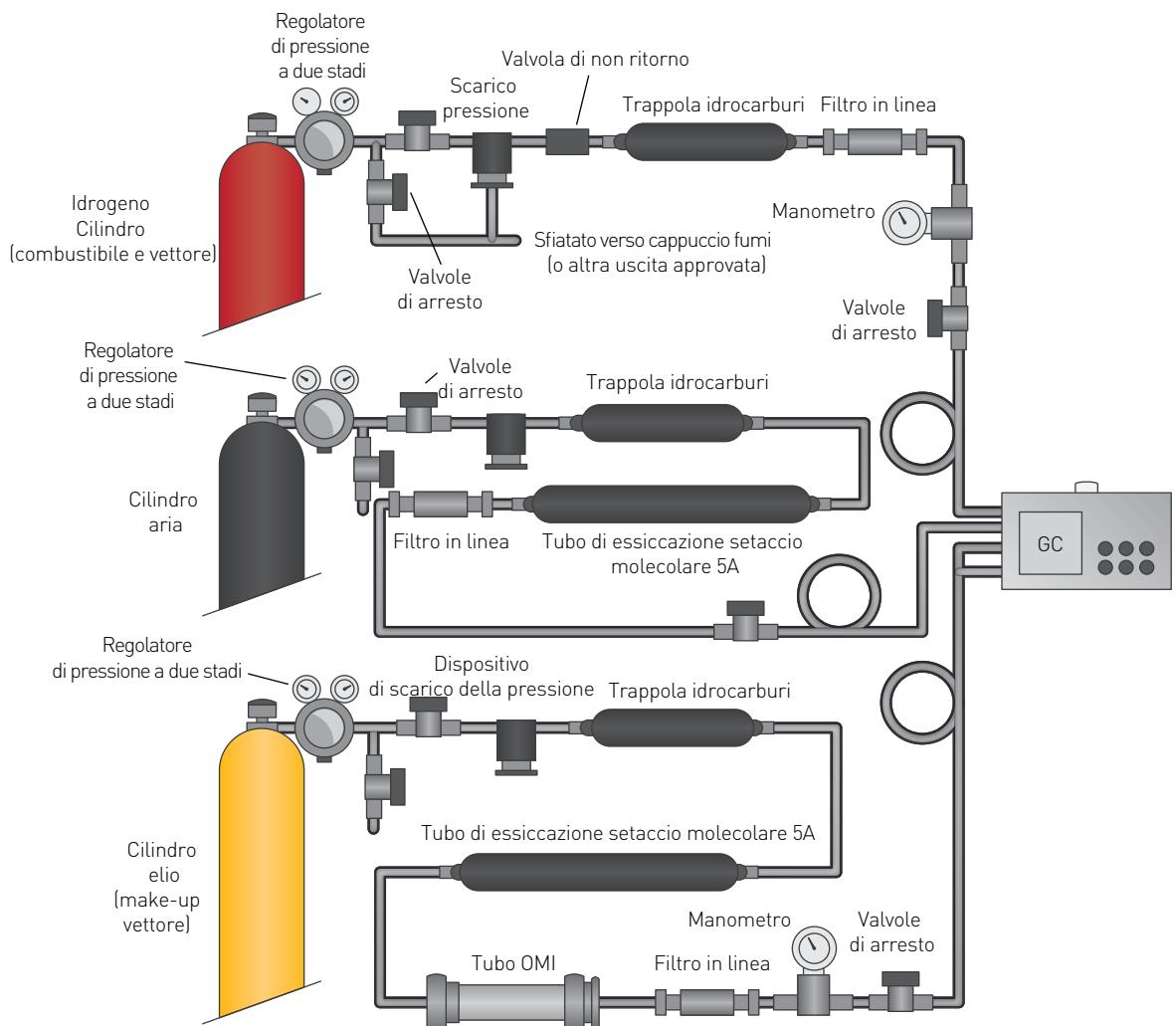
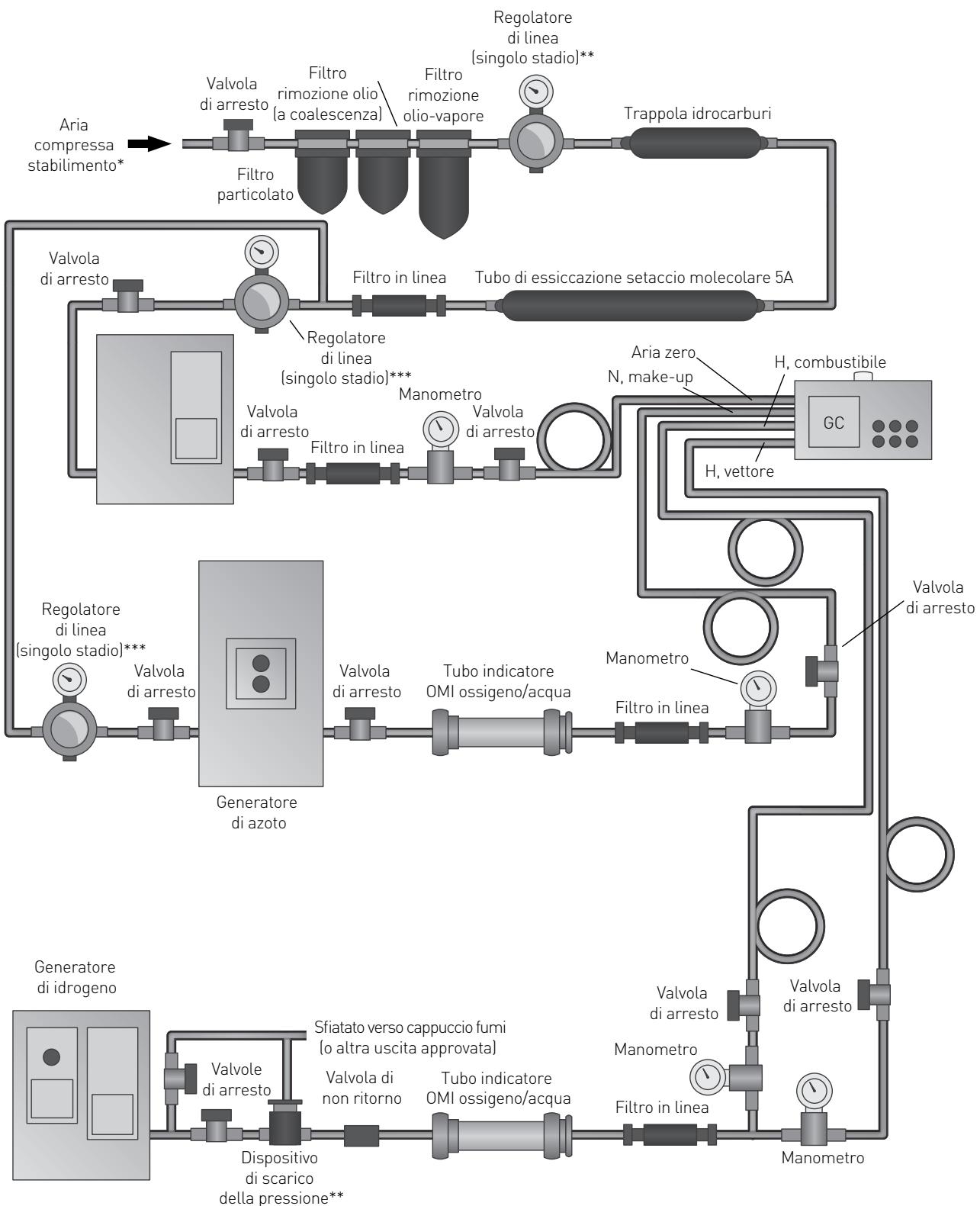




Figura 4: Configurazioni ideali per un sistema GC singolo: tutto il sistema del generatore



* Sostituire un compressore sigillato a olio con un'unità senza olio per eliminare la necessità di filtro particolato, filtro rimozione olio/a coalescenza e filtro per la rimozione di olio e vapore

** Non necessario se il generatore di idrogeno dispone di un dispositivo di scarico integrato.

*** Per la pressione di iniezione corretta consultare il manuale del generatore.

Le Figure da 5 a 7 mostrano l'equivalenza di elio e idrogeno in separazioni tipiche.

Figura 5:

Equivalenza 1 Isotermica
50 cm/sec vettore elio

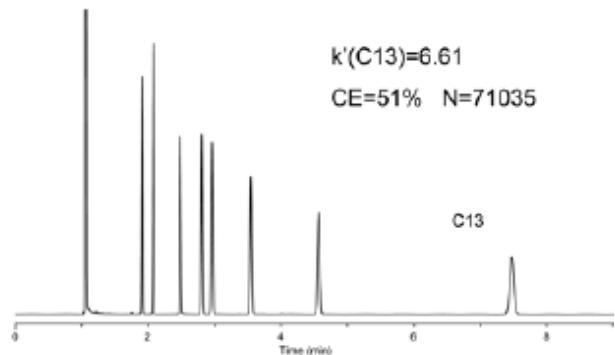


Figura 6:

Equivalenza LGR metil esteri
di acidi batterici 25 cm/sec

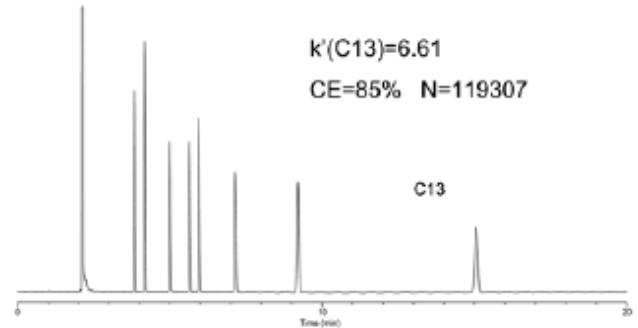
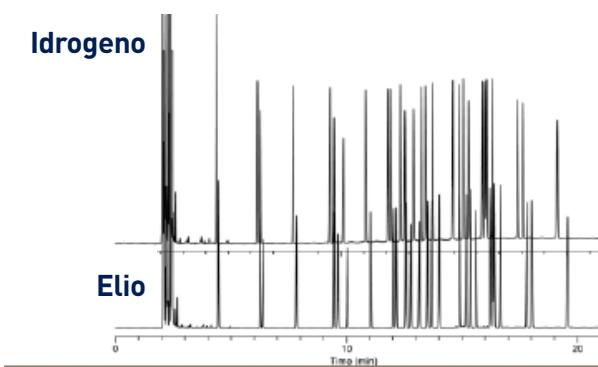


Figura 7:

Equivalenza 1 Isotermica
25 cm/sec vettore elio





Analisi di 12 fenoli indicati dall'EPA con GC/MS utilizzando idrogeno come gas vettore

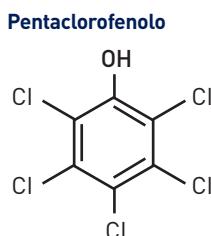
Introduzione

Per molte applicazioni GC, l'idrogeno è il gas vettore di scelta, grazie alle qualità superiori in termini di velocità di analisi e risposta aumentata. Tuttavia il suo utilizzo in GC/MS è stato largamente evitato a causa delle preoccupazioni rispetto a sicurezza, alto rumore di fondo e potenziali reazioni nella sorgente di ioni.

La tecnologia moderna ha in parte eliminato tali preoccupazioni, ma le analisi di routine con l'utilizzo di idrogeno come gas vettore per GC/MS sono rare e il loro potenziale non è stato completamente sfruttato. Poiché il prezzo dell'olio è in continuo aumento, non si vede perché, con precauzioni per la sicurezza, non si debba considerare l'idrogeno come alternativa possibile.

Parker domnick hunter produce una gamma di generatori di idrogeno che forniscono gas idrogeno ad altissima purezza senza i pericoli legati alla sicurezza associati ai cilindri ad alta pressione. Tali generatori migliorano le prestazioni analitiche, riducendo al contempo i tempi di esecuzione.

I fenoli, tra cui il più diffuso è il fenolo (C_6H_5OH) sono una serie di composti in cui un gruppo ossidrilico (-OH) è legato a un anello di benzene. L'Agenzia per la protezione ambientale ha indicato 12 di tali composti di importanza nell'acqua potabile, a causa dei loro potenziali effetti negativi negli esseri umani.



Considerazioni analitiche

L'analisi dei fenoli può essere effettuata con diversi metodi, quali GC-FID e HPLC, tuttavia il metodo di analisi di scelta è GC/MS. Non solo presenta limiti di rilevazione migliori, ma è anche in grado di confermare la presenza di composti fenolici rilevati, un'operazione che altri metodi analitici non sono in grado di effettuare.

In primo luogo i campioni vengono estratti mediante l'estrazione in fase solida, quindi, se necessario, viene effettuato un passaggio di pulizia. L'estratto finale viene concentrato, quindi analizzato da GC/MS, in modalità SCAN o più spesso in modalità SIM (Single Ion Monitoring, monitoraggio del singolo ione) per aumentare la sensibilità ed eliminare le interferenze di fondo. Ciò è di particolare importanza nelle matrici complesse, in cui i picchi di interferenza possono generare un falso positivo.

Le analisi GC/MS tipiche utilizzano come gas vettore l'olio che, oltre ad avere problemi di fornitura e un costo elevato a causa della sempre maggiore riduzione delle scorte, implica l'uso di ingombranti cilindri ad alta pressione fino a 200 bar, che devono essere cambiati regolarmente.

Un generatore Parker domnick hunter fornisce gas idrogeno ad altissima purezza a flusso e pressione costanti, con una quantità minima di gas stoccati, eliminando i rischi comuni ai cilindri.

Sperimentazione

L'analisi è stata effettuata con un GC/MS Shimadzu QP2010S utilizzando la modalità SIM e l'iniezione splitless (www.shimadzu.com).

L'idrogeno è stato fornito da un generatore Parker domnick hunter 110H-MD (www.parker.com/dhfns)

Colonna - J&W HP5-MS

Iniettore - 260 °C

Interfaccia - 280 °C

Sorgente di ioni - 250 °C

Portata - 1,5 ml/minuto (H₂)

Volume di iniezione - 1 µl

Programma forno:

Da 40 °C (mantenuti per 1 minuto) a 220 °C a 12 °C/minuto a 300 °C a 30 °C/minuto (mantenuti per 0,10 minuti) Tempo di esecuzione = 18,77 minuti

Tempo di campionamento - 0,30 minuti

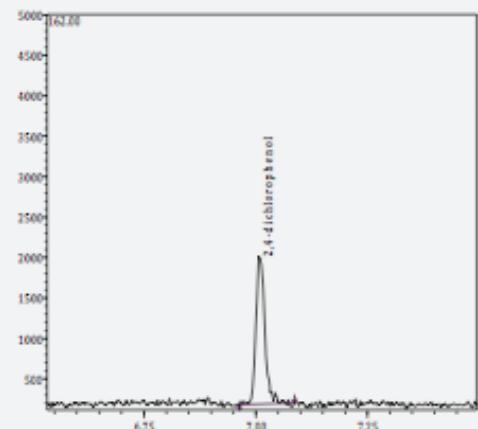
Modalità di comando - Pressione

Risultati

Sono stati preparati otto standard in diclorometano, eseguiti sull'intervallo di 0,1 ng/µl - 40 ng/µl. Sono state ottenute curve di taratura eccellenti, con tutti i composti con un coefficiente di taratura > 0,990. Sono compresi tre standard surrogati utilizzati per monitorare le prestazioni del metodo.

Solitamente alcuni fenoli tendono a disperdersi molto, tra cui 2-metil-4,6-dinitrofenolo, 2,4,6-tribromofenolo e pentaclorofenolo. È stata osservata una dispersione minima sulle estremità dell'intervallo di taratura con gas vettore idrogeno e per tali composti i fattori di dispersione di picco sono restati entro limiti accettabili.

0,1 ng/µl 2,4-diclorofenolo



2,4 - Diclorofenolo

Come si può osservare dal confronto dei due cromatogrammi, l'idrogeno presenta numerosi vantaggi cromatografici rispetto all'elio.

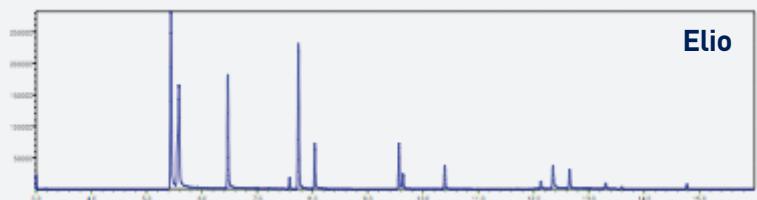
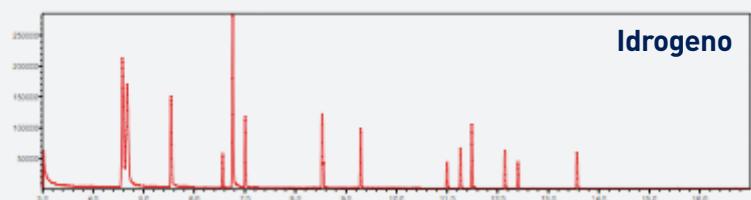
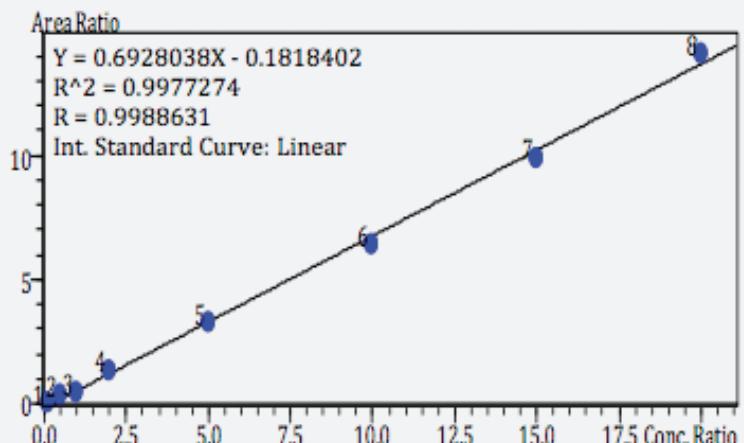
- **Tempo di esecuzione inferiore – oltre 1,5 minuti**
- **Dispersione di picco minima dei composti con eluizione tardiva**
- **Risposta simile**

Conclusioni

In conclusione, non esistono motivi per cui non possa essere utilizzato idrogeno, fornito da un generatore 110H-MD, per l'analisi dei fenoli indicati dall'EPA mediante GC/MS. Si è dimostrato che scende facilmente al livello più basso dell'intervallo di taratura, ha una risposta simile all'elio, ma presenta il grande vantaggio di avere un tempo di esecuzione inferiore.

Nel confronto tra idrogeno ed elio, oltre ai vantaggi analitici sono presenti anche aspetti di sicurezza risolti. La quantità di gas immagazzinato in un generatore è molto ridotta, rispetto ai pesanti e ingombranti cilindri ad alta pressione (fino a 200 bar) in cui viene fornito l'elio. In caso di perdite un generatore si spegne, eliminando in tal modo il pericolo di raggiungimento del limite di esplosione inferiore.

Con il prezzo dell'elio in continuo aumento e i problemi nella fornitura, non esistono motivi per cui l'idrogeno non debba essere considerato un'alternativa all'elio come gas vettore nelle applicazioni GC/MS.





Analisi di 19 bifenili policlorurati indicati dall'EPA con GC/MS utilizzando idrogeno come gas vettore

Introduzione

Per molte applicazioni GC, l'idrogeno è il gas vettore di scelta, grazie alle qualità superiori in termini di velocità di analisi e risposta aumentata. Tuttavia il suo utilizzo in GC/MS è stato largamente evitato a causa delle preoccupazioni rispetto a sicurezza, alto rumore di fondo e potenziali reazioni nella sorgente di ioni.

La tecnologia moderna ha in parte eliminato tali preoccupazioni, ma le analisi di routine con l'utilizzo di idrogeno come gas vettore per GC/MS sono rare e il loro potenziale non è stato completamente sfruttato. Poiché il prezzo dell'olio è in continuo aumento, non si vede perché, con le dovute precauzioni per la sicurezza, non si debba considerare l'idrogeno come alternativa possibile.

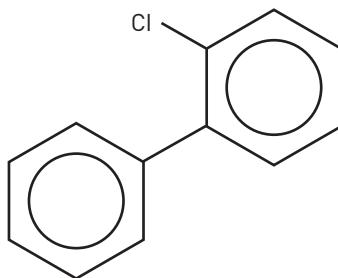
Parker domnick hunter produce una gamma di generatori di idrogeno che forniscono gas idrogeno ad altissima purezza senza i pericoli legati alla sicurezza associati ai cilindri ad alta pressione. Tali generatori migliorano le prestazioni analitiche, riducendo al contempo i tempi di esecuzione.

I bifenili policlorurati (PCB) sono un gruppo di composti artificiali (ne esistono 209 in totale), costituiti da 2-10 atomi di cloro legati a un anello di bifenile. I singoli PCB sono noti come congeneri, le miscele di diversi PCB sono meglio note con il nome registrato di Aroclor.

I PCB erano largamente utilizzati in una vasta gamma di settori, in particolare quello elettrico, poiché sono buoni isolanti, chimicamente stabili e con un alto punto di ebollizione. Ora sono vietati,

ma possono ancora essere presenti in diversi prodotti e materiali prodotti prima dell'introduzione del divieto. Non si decompongono rapidamente e sono insolubili in acqua, quindi sono di fondamentale importanza per l'EPA, che ha indicato 19 PCB di importanza nel metodo 8082.

Considerazioni analitiche



Normalmente la rilevazione di PCB viene effettuata da GC-ECD (Electron Capture Detector, rilevatore a cattura di elettroni), o GC-ELCD (Electrolytic Conductivity Detector, rilevatore di conduttività elettrolitico), entrambi progettati per la rilevazione di composti clorati. Sebbene entrambe le tecniche siano efficienti, il fatto che si basino solo sul tempo di ritenzione a scopi identificativi può porre potenziali problemi con falsi positivi. Tali problemi vengono eliminati con l'utilizzo di un sistema GCMS, in grado di confermare la presenza dei PCB sospetti in una matrice, un'operazione che altri rilevatori non sono in grado di effettuare.

Le analisi GC/MS tipiche utilizzano come gas vettore l'olio che, oltre ad avere problemi di fornitura e un costo elevato a causa della sempre maggiore riduzione delle scorte, implica l'uso di ingombranti cilindri ad alta pressione fino a 200 bar, che devono essere cambiati regolarmente.

Un generatore Parker domnick hunter fornisce gas idrogeno ad altissima purezza a flusso e pressione costanti, con una quantità minima di gas stoccati, eliminando i rischi comuni ai cilindri.

Sperimentazione

L'analisi è stata effettuata con un GC/MS Shimadzu QP2010S utilizzando la modalità SIM e l'iniezione splitless (www.shimadzu.com).

L'idrogeno è stato fornito da un generatore Parker domnick hunter 110H-MD (www.parker.com/dhfn)

Colonna – Restek Rtx-5 20 m

* 0,18 mm * 0,20 µm

Iniettore - 226 °C

Interfaccia - 280 °C

Sorgente di ioni - 250 °C

Portata - 0,65 ml/minuto (H₂)

Volume di iniezione - 1 µl

Velocità lineare - 54,1 cm/sec

Programma forno:

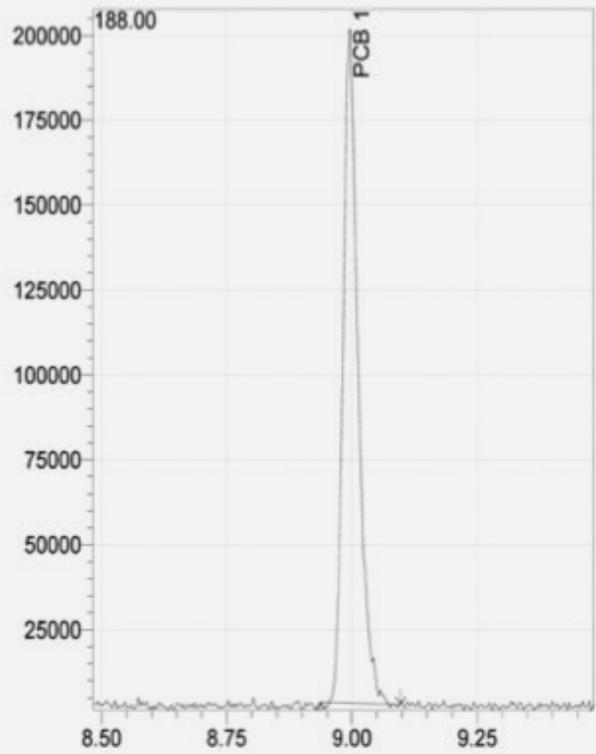
Da 80 °C a 270 °C a 7,5 °C/minuto (mantenuti per 5,0 minuti)

Tempo di esecuzione = 30,33 minuti

Tempo di campionamento - 0,75 minuti

Modalità di comando - Velocità lineare

0,1 ng/ μ l PCB 1



Risultati

Sono stati preparati cinque standard in esano, eseguiti sull'intervallo di 0,2 ng/ μ l – 1 ng/ μ l. Sono state ottenute curve di taratura eccellenti, utilizzando due standard interni, con tutti i composti con un coefficiente di taratura > 0,990. Sono stati eseguite sette riproduzioni a 0,1 ng/ μ l per monitorare le prestazioni. È stata rilevata una riproducibilità eccellente, con tutti i rapporti segnale/rumore < 10

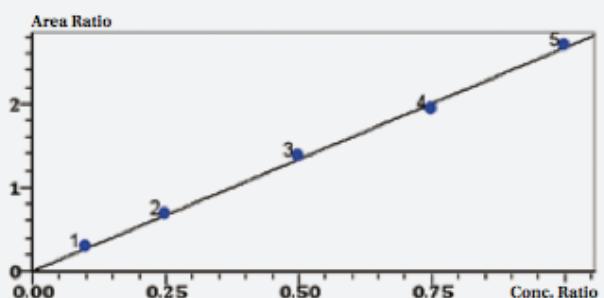
Conclusioni

In conclusione, non esistono motivi per cui non possa essere utilizzato idrogeno, fornito da un generatore 110H-MD, per l'analisi dei PCB indicati dall'EPA mediante GC/MS. Nella modalità SIM è possibile ottenere facilmente livelli di 0,1 ng/ μ l, con curve di taratura confrontabili a quelle dell'olio. In media, utilizzando l'idrogeno è inoltre possibile ottenere un risparmio di tre minuti.

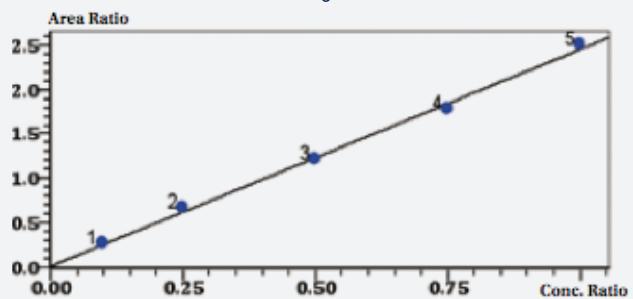
Nel confronto tra idrogeno ed olio, oltre ai vantaggi analitici sono presenti anche aspetti di sicurezza risolti. La quantità di gas immagazzinato in un generatore è molto ridotta (0,1ng/ μ l PCB 1), rispetto ai pesanti e ingombranti cilindri ad alta pressione (fino a 200 bar) in cui viene fornito l'olio. In caso di perdite un generatore si spegne, eliminando in tal modo il pericolo di raggiungimento del limite di esplosione inferiore.

Con il prezzo dell'olio in continuo aumento e i problemi nella fornitura, non esistono motivi per cui l'idrogeno non debba essere considerato un'alternativa all'olio come gas vettore nelle applicazioni GC/MS.

Curva di taratura PCB 101 - Elio



Curva di taratura PCB 101 - Idrogeno





Analisi di 16 IPA indicati dall'EPA con GC/MS utilizzando idrogeno come gas vettore

Introduzione

L'idrogeno è il gas vettore di scelta per molte applicazioni, grazie a tempi di analisi più rapidi (rispetto ad azoto ed elio) senza riduzione nella risoluzione. Di fatto la risoluzione è in genere migliore. Tuttavia, l'uso dell'idrogeno come gas vettore per GC/MS è stato a lungo evitato. Reazioni nella sorgente di ioni, mancanza di capacità di pompaggio e alto rumore di fondo sono stati citati come motivi per non utilizzare l'idrogeno come gas vettore. La tecnologia moderna ha in parte eliminato tali preoccupazioni, ma l'olio continua a essere utilizzato per molti metodi consolidati. L'idrogeno generato offre una soluzione analiticamente superiore, conveniente e sicura rispetto all'olio fornito in cilindri.

Uno degli studi analitici più comuni effettuati in molti laboratori ambientali è l'analisi di idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Gli IPA sono un gruppo di composti costituiti da più di un anello di benzene, presenti in combustibili fossili, catrame e diversi oli, nonché prodotti dalla combustione incompleta di composti contenenti carbonio quali legna, carbone e diesel, per citarne alcuni.

L'agenzia per la protezione dell'ambiente (EPA, Environment Protection Agency) ha indicato 16 IPA come inquinanti principali. La rilevazione e la quantificazione di tali composti, in particolare in acqua e terreni, è di primaria importanza per la salute umana e per l'ambiente, a causa della loro natura tossica e cancerogena.

Parker domnick hunter produce una gamma di generatori di idrogeno che forniscono gas idrogeno ad altissima purezza senza i problemi di sicurezza associati ai cilindri ad alta pressione. Tali generatori migliorano le prestazioni analitiche, riducono i tempi di esecuzione e ottimizzano la produttività.

Considerazioni analitiche

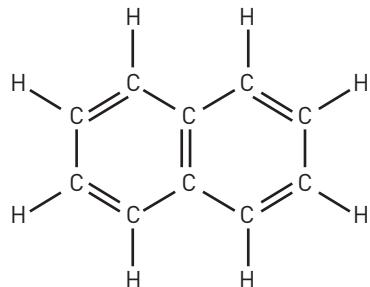
Normalmente l'analisi dei 16 IPA indicati dall'EPA viene effettuata utilizzando GC-FID o GC/MS, con limiti di rilevazione variabili secondo il vettore in questione e la tecnica di analisi impiegata.

GC/MS è preferibile, in quanto è in grado di eliminare i picchi non necessari, lasciando solo le informazioni analitiche di interesse, utilizzando la modalità SIM (Single Ion Monitoring, monitoraggio del singolo ione). Ciò è particolarmente importante in matrici complesse, in cui i picchi di composizione simile possono generare false interpretazioni.

Nei laboratori di analisi moderni, il volume di campioni e la produttività sono estremamente importanti, poiché il tempo è denaro. L'utilizzo di idrogeno come gas vettore è molto comune nei flussi di lavoro GC-FID, offre una cromatografia migliore e tempi di esecuzione ridotti. Sebbene il suo utilizzo nei flussi di lavoro GC/MS sia meno diffuso, con le condizioni corrette può offrire prestazioni migliori rispetto all'olio, con ulteriori benefici in termini di migliore sicurezza e risparmi nei costi.

Le analisi GC/MS tipiche utilizzano elio che, oltre ad avere problemi nella fornitura, spesso con costi elevati, richiede l'uso di cilindri ad alta pressione (fino a 200 barg) ingombranti e pesanti, che devono essere sostituiti regolarmente.

Un generatore di idrogeno Parker domnick hunter produce gas vettore ad altissima purezza a pressione e portata costanti, con volume immagazzinato minimo, eliminando i rischi di laboratorio associati a contenitori di stoccaggio ad alta pressione quali i cilindri.



Sperimentazione

L'analisi è stata effettuata con uno Shimadzu QP2010s utilizzando la modalità SIM e l'iniezione splitless (www.shimadzu.com)

L'idrogeno è stato fornito da un generatore Parker domnick hunter 110H-MD (www.domnickhunter.com)

Colonna fornita da Phenomenex - Zebron ZB5MS 0,25 mm X 0,25 µm (www.phenomenex.com)

Iniettore - 300 °C

Interfaccia - 320 °C

Sorgente di ioni - 250 °C

Portata - 3 ml/min (H₂)

Volume di iniezione - 1 µl

Programma forno:

40 °C (mantenuti per 1 minuto)

100 °C a 15 °C/min (mantenuti per 10 minuti)

225 °C a 5 °C/min (mantenuti per 0 minuti)

320 °C a 15 °C/minuto (mantenuti per 2 minuti)

Tempo di esecuzione totale = 48,33 minuti

Tempo di campionamento - 1 minuto

Modalità di comando - Velocità lineare

Risultati

I limiti di rilevazione di 1 ppb sono stati raggiunti facilmente, con un'eccellente risoluzione della linea di base. A questo livello sono state eseguite 10 riproduzioni, con RSD tipici < 0,1, e rapporti segnale/rumore (s/n) tra 5 e 20 (solitamente < 10).

Gli standard sono stati preparati in diclorometano su un intervallo da 5 a 100 ppb. La taratura su questo intervallo ha mostrato un'eccellente linearità con tutti i composti, con valori > 0,995.

Tipicamente, gli IPA con eluizione tardiva tendono a disperdersi, a volte molto, rendendo difficile l'integrazione e riducendo la qualità dell'asimmetria di picco. Nell'esempio precedente, si osserva chiaramente che l'uso di idrogeno come gas vettore riduce al minimo la dispersione, facilitando l'effettuazione dell'integrazione.

Come si può osservare dal confronto dei due chromatogrammi a sinistra, per quanto riguarda le prestazioni cromatografiche l'idrogeno presenta numerosi vantaggi rispetto all'elio:

- **Tempi di esecuzione più brevi, in questo caso un risparmio di oltre 5 minuti**
- **Aumento della sensibilità, importante per le analisi del livello di tracce**
- **Minore dispersione di picco dei composti tardivi, importante per l'integrazione del picco**
- **Risoluzione vicina alla linea di base dei picchi di coeluizione tardivi**

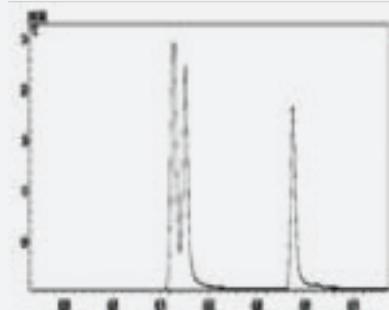
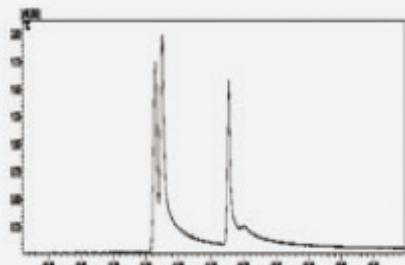
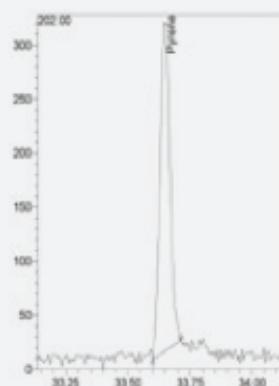
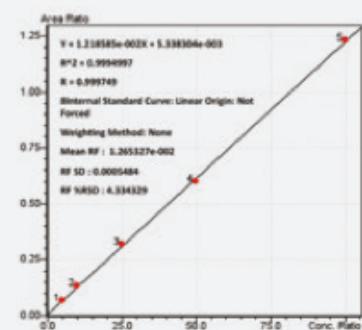
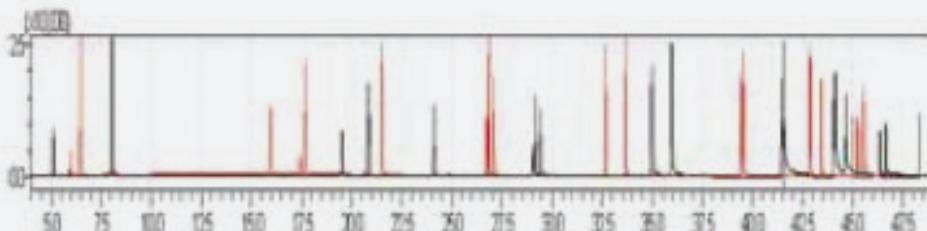
Conclusioni

In conclusione, l'idrogeno come gas vettore, fornito da un generatore Parker domnick hunter 110H-MD, fornisce tutti i requisiti necessari per l'effettuazione dell'analisi degli idrocarburi policiclici aromatici di basso livello con GC/MS, con molti vantaggi rispetto all'elio come gas vettore.

Oltre ai vantaggi analitici, vengono risolti anche i problemi di sicurezza mediante l'eliminazione del contenimento e della gestione di contenitori di stoccaggio pesanti e sotto pressione, per non parlare del pericolo di restare inaspettatamente senza gas. I tempi di fermo dello strumento a causa della perdita di gas e di danni alla colonna, oltre che di perdita di vuoto nel sistema GC/MS, sono effetti estremamente indesiderati. Il volume di gas immagazzinato in un generatore di idrogeno è inoltre molto ridotto. Sono presenti funzioni di sicurezza in caso di perdita, che interrompono il flusso di idrogeno, eliminando in tal modo il rischio di raggiungimento del limite di esplosione inferiore.

Con il prezzo dell'elio in continuo aumento e i problemi nella fornitura, l'uso di idrogeno generato ad alta purezza come gas vettore per GC/MS diventa interessante. Poiché un tempo di funzionamento ottimizzato dello strumento è di primaria importanza per molti laboratori di analisi, l'utilizzo dell'idrogeno rappresenta un'alternativa possibile e sicura rispetto all'elio.

Nel presente documento è stato mostrato un metodo robusto, ripetibile e affidabile che utilizza l'idrogeno come gas vettore per ridurre la dispersione di picco, abbassare i limiti di rilevazione, offrire una risoluzione della linea di base migliore dei composti di coeluizione con coefficienti di taratura eccellenti e con tempi di esecuzione delle analisi molto ridotti.



Parker nel mondo

Europa, Medio Oriente, Africa

AE – Emirati Arabi Uniti, Dubai
Tel: +971 4 8127100
parker.me@parker.com

AT – Austria, Wiener Neustadt
Tel: +43 (0)2622 23501-0
parker.austria@parker.com

AT – Europa Orientale, Wiener Neustadt
Tel: +43 (0)2622 23501 900
parker.easteurope@parker.com

AZ – Azerbaijan, Baku
Tel: +994 50 2233 458
parker.azerbaijan@parker.com

BE/LU – Belgio, Nivelles
Tel: +32 (0)67 280 900
parker.belgium@parker.com

BG – Bulgaria, Sofia
Tel: +359 2 980 1344
parker.bulgaria@parker.com

BY – Bielorussia, Minsk
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

CH – Svizzera, Etoy
Tel: +41 (0)21 821 87 00
parker.switzerland@parker.com

CZ – Repubblica Ceca, Klecany
Tel: +420 284 083 111
parker.czechrepublic@parker.com

DE – Germania, Kaarst
Tel: +49 (0)2131 4016 0
parker.germany@parker.com

DK – Danimarca, Ballerup
Tel: +45 43 56 04 00
parker.denmark@parker.com

ES – Spagna, Madrid
Tel: +34 902 330 001
parker.spain@parker.com

FI – Finlandia, Vantaa
Tel: +358 (0)20 753 2500
parker.finland@parker.com

FR – Francia, Contamine s/Arve
Tel: +33 (0)4 50 25 80 25
parker.france@parker.com

GR – Grecia, Piraeus
Tel: +30 210 933 6450
parker.greece@parker.com

HU – Ungheria, Budaörs
Tel: +36 23 885 470
parker.hungary@parker.com

IE – Irlanda, Dublino
Tel: +353 (0)1 466 6370
parker.ireland@parker.com

IL – Israele
Tel: +39 02 45 19 21
parker.israel@parker.com

IT – Italia, Corsico (MI)
Tel: +39 02 45 19 21
parker.italy@parker.com

KZ – Kazakhstan, Almaty
Tel: +7 7273 561 000
parker.easteurope@parker.com

NL – Paesi Bassi, Oldenzaal
Tel: +31 (0)541 585 000
parker.nl@parker.com

NO – Norvegia, Asker
Tel: +47 66 75 34 00
parker.norway@parker.com

PL – Polonia, Varsavia
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

PT – Portogallo
Tel: +351 22 999 7360
parker.portugal@parker.com

RO – Romania, Bucarest
Tel: +40 21 252 1382
parker.romania@parker.com

RU – Russia, Mosca
Tel: +7 495 645-2156
parker.russia@parker.com

SE – Svezia, Spånga
Tel: +46 (0)8 59 79 50 00
parker.sweden@parker.com

SK – Slovacchia, Banská Bystrica
Tel: +421 484 162 252
parker.slovakia@parker.com

SL – Slovenia, Novo Mesto
Tel: +386 7 337 6650
parker.slovenia@parker.com

TR – Turchia, Istanbul
Tel: +90 216 4997081
parker.turkey@parker.com

UA – Ucraina, Kiev
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

UK – Gran Bretagna, Warwick
Tel: +44 (0)1926 317 878
parker.uk@parker.com

ZA – Repubblica del Sudafrica,
Kempton Park
Tel: +27 (0)11 961 0700
parker.southafrica@parker.com

America del Nord

CA – Canada, Milton, Ontario
Tel: +1 905 693 3000

US – USA, Cleveland
Tel: +1 216 896 3000

Asia-Pacifico

AU – Australia, Castle Hill
Tel: +61 (0)2-9634 7777

CN – Cina, Shanghai
Tel: +86 21 2899 5000

HK – Hong Kong
Tel: +852 2428 8008

IN – India, Mumbai
Tel: +91 22 6513 7081-85

JP – Giappone, Tokyo
Tel: +81 (0)3 6408 3901

KR – Corea, Seoul
Tel: +82 2 559 0400

MY – Malaysia, Shah Alam
Tel: +60 3 7849 0800

NZ – Nuova Zelanda, Mt
Wellington
Tel: +64 9 574 1744

SG – Singapore
Tel: +65 6887 6300

TH – Thailandia, Bangkok
Tel: +662 186 7000

TW – Taiwan, Taipei
Tel: +886 2 2298 8987

Sudamerica

AR – Argentina, Buenos Aires
Tel: +54 3327 44 4129

BR – Brasile, Sao Jose dos Campos
Tel: +55 800 727 5374

CL – Cile, Santiago
Tel: +56 2 623 1216

MX – Messico, Toluca
Tel: +52 72 2275 4200

Centro Europeo Informazioni Prodotti
Numero verde: 00 800 27 27 5374
(da AT, BE, CH, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
IE, IL, IS, IT, LU, MT, NL, NO, PL, PT, RU, SE,
SK, UK, ZA)