

# **Agilent GC/MS**

## **Hydrogen Safety**



**Agilent Technologies**

# Notices

© Agilent Technologies, Inc. 2013

No part of this manual may be reproduced in any form or by any means (including electronic storage and retrieval or translation into a foreign language) without prior agreement and written consent from Agilent Technologies, Inc. as governed by United States and international copyright laws.

## Manual Part Number

G3870-90101

## Edition

Second edition, May 2013

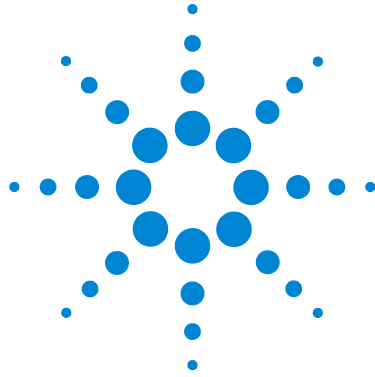
Printed in USA

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

# Contents

1	"Hydrogen Safety"	5
2	"水素使用時の注意事項"	13
3	"氢气安全"	21
4	"Précautions relatives à l'hydrogène"	29
5	"Sicurezza dell'idrogeno"	37
6	"Wasserstoff-Sicherheit"	45
7	"Medidas de seguridad para el hidrógeno"	53
8	"Меры предосторожности при обращении с водородом"	61
9	"Segurança do hidrogênio"	69
10	"수소 안전"	77





# **Agilent GC/MS**

## **Hydrogen Safety**



**Agilent Technologies**

# Notices

© Agilent Technologies, Inc. 2013

No part of this manual may be reproduced in any form or by any means (including electronic storage and retrieval or translation into a foreign language) without prior agreement and written consent from Agilent Technologies, Inc. as governed by United States and international copyright laws.

## Manual Part Number

G3870-90101

## Edition

Second edition, May 2013

Printed in USA

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## Safety Notices

### CAUTION

A **CAUTION** notice denotes a hazard. It calls attention to an operating procedure, practice, or the like that, if not correctly performed or adhered to, could result in damage to the product or loss of important data. Do not proceed beyond a **CAUTION** notice until the indicated conditions are fully understood and met.

---

### WARNING

A **WARNING** notice denotes a hazard. It calls attention to an operating procedure, practice, or the like that, if not correctly performed or adhered to, could result in personal injury or death. Do not proceed beyond a **WARNING** notice until the indicated conditions are fully understood and met.

---

## Hydrogen Safety

### WARNING

The use of hydrogen as a GC carrier gas is potentially dangerous.

---

### WARNING

When using hydrogen (H<sub>2</sub>) as the carrier gas or fuel gas, be aware that hydrogen gas can flow into the GC oven and create an explosion hazard. Therefore, be sure that the supply is turned off until all connections are made and ensure that the inlet and detector column fittings are either connected to a column or capped at all times when hydrogen gas is supplied to the instrument.

Hydrogen is flammable. Leaks, when confined in an enclosed space, may create a fire or explosion hazard. In any application using hydrogen, leak test all connections, lines, and valves before operating the instrument. Always turn off the hydrogen supply at its source before working on the instrument.

---

Hydrogen is a commonly used GC carrier gas. Hydrogen is potentially explosive and has other dangerous characteristics.

- Hydrogen is combustible over a wide range of concentrations. At atmospheric pressure, hydrogen is combustible at concentrations from 4% to 74.2% by volume.
- Hydrogen has the highest burning velocity of any gas.
- Hydrogen has a very low ignition energy.
- Hydrogen that is allowed to expand rapidly from high pressure can self-ignite.
- Hydrogen burns with a nonluminous flame which can be invisible under bright light.

### GC precautions

When using hydrogen as a carrier gas, remove the large round plastic cover for the MS transfer line located on the GC left side panel. In the unlikely event of an explosion, this cover may dislodge.

## Dangers unique to GC/MS operation

Hydrogen presents a number of dangers. Some are general, others are unique to GC or GC/MS operation. Dangers include, but are not limited to:

- Combustion of leaking hydrogen.
- Combustion due to rapid expansion of hydrogen from a high-pressure cylinder.
- Accumulation of hydrogen in the GC oven and subsequent combustion (see your GC documentation and the label on the top edge of the GC oven door).
- Accumulation of hydrogen in the MS and subsequent combustion.

## Hydrogen accumulation in an MS

### WARNING

**The MS cannot detect leaks in inlet and/or detector gas streams. For this reason, it is vital that column fittings should always be either connected to a column or have a cap or plug installed.**

---

All users should be aware of the mechanisms by which hydrogen can accumulate (Table 1) and know what precautions to take if they know or suspect that hydrogen has accumulated. Note that these mechanisms apply to *all* mass spectrometers, including the MS.

**Table 1** Hydrogen accumulation mechanisms

Mechanism	Results
Mass spectrometer turned off	A mass spectrometer can be shut down deliberately. It can also be shut down accidentally by an internal or external failure. A mass spectrometer shutdown does not shut off the flow of carrier gas. As a result, hydrogen may slowly accumulate in the mass spectrometer.



**Table 1** Hydrogen accumulation mechanisms (continued)

<b>Mechanism</b>	<b>Results</b>
Mass spectrometer automated isolation valves closed	Some mass spectrometers are equipped with automated diffusion pump isolation valves. In these instruments, deliberate operator action or various failures can cause the isolation valves to close. Isolation valve closure does not shut off the flow of carrier gas. As a result, hydrogen may slowly accumulate in the mass spectrometer.
Mass spectrometer manual isolation valves closed	Some mass spectrometers are equipped with manual diffusion pump isolation valves. In these instruments, the operator can close the isolation valves. Closing the isolation valves does not shut off the flow of carrier gas. As a result, hydrogen may slowly accumulate in the mass spectrometer.
GC off	A GC can be shut down deliberately. It can also be shut down accidentally by an internal or external failure. Different GCs react in different ways. If a 6890 GC equipped with Electronic Pressure Control (EPC) is shut off, the EPC stops the flow of carrier gas. If the carrier flow is <b>not</b> under EPC control, the flow increases to its maximum. This flow may be more than some mass spectrometers can pump away, resulting in the accumulation of hydrogen in the mass spectrometer. If the mass spectrometer is shut off at the same time, the accumulation can be fairly rapid.
Power failure	If the power fails, both the GC and mass spectrometer shut down. The carrier gas, however, is not necessarily shut down. As described previously, in some GCs a power failure may cause the carrier gas flow to be set to maximum. As a result, hydrogen may accumulate in the mass spectrometer.

**WARNING**

Once hydrogen has accumulated in a mass spectrometer, extreme caution must be used when removing it. Incorrect startup of a mass spectrometer filled with hydrogen can cause an explosion.

---

**WARNING**

After a power failure, the mass spectrometer may start up and begin the pumpdown process by itself. This does not guarantee that all hydrogen has been removed from the system or that the explosion hazard has been removed.

---

## Precautions

Take the following precautions when operating a GC/MS system with hydrogen carrier gas.

### Equipment precaution

You **MUST** make sure the front side-plate thumbscrew is fastened finger-tight. Do not overtighten the thumbscrew; it can cause air leaks.

**WARNING**

**Failure to secure your MS as described above greatly increases the chance of personal injury in the event of an explosion.**

---

You must remove the plastic cover over the glass window on the front of a 5975 MSD. In the unlikely event of an explosion, this cover may dislodge.

### General laboratory precautions

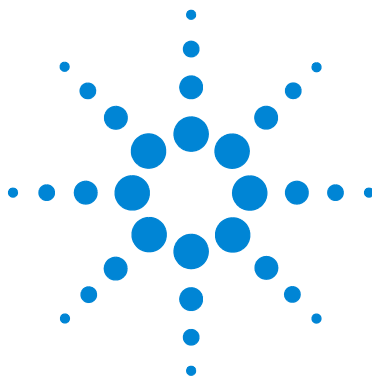
- Avoid leaks in the carrier gas lines. Use leak-checking equipment to periodically check for hydrogen leaks.
- Eliminate from your laboratory as many ignition sources as possible (open flames, devices that can spark, sources of static electricity, etc.).
- Do not allow hydrogen from a high pressure cylinder to vent directly to atmosphere (danger of self-ignition).
- Use a hydrogen generator instead of bottled hydrogen.

## Operating precautions

- Turn off the hydrogen at its source every time you shut down the GC or MS.
- Turn off the hydrogen at its source every time you vent the MS (do not heat the capillary column without carrier gas flow).
- Turn off the hydrogen at its source every time isolation valves in an MS are closed (do not heat the capillary column without carrier gas flow).
- Turn off the hydrogen at its source if a power failure occurs.
- If a power failure occurs while the GC/MS system is unattended, even if the system has restarted by itself:
  - 1 Immediately turn off the hydrogen at its source.
  - 2 Turn off the GC.
  - 3 Turn off the MS and allow it to cool for 1 hour.
  - 4 Eliminate **all** potential sources of ignition in the room.
  - 5 Open the vacuum manifold of the MS to atmosphere.
  - 6 Wait at least 10 minutes to allow any hydrogen to dissipate.
  - 7 Start up the GC and MS as normal.

When using hydrogen gas, check the system for leaks to prevent possible fire and explosion hazards based on local Environmental Health and Safety (EHS) requirements. Always check for leaks after changing a tank or servicing the gas lines. Always make sure the vent line is vented into a fume hood.





**Agilent  
GC/MS**

水素使用時の注意事項



**Agilent Technologies**

## 注意

© Agilent Technologies, Inc. 2013

このマニュアルの内容は米国著作権法および国際著作権法によって保護されており、Agilent Technologies, Inc. の書面による事前の許可なく、このマニュアルの一部または全部をいかなる形態（電子データやデータの抽出または他国語への翻訳など）あるいはいかなる方法によっても複製することが禁止されています。

### マニュアル番号

G3870-96101

### 版

第2版 2013年5月

Printed in USA

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## 安全にご使用いただくために

### 注意

**注意**は、取り扱い上、危険があることを示します。正しく実行しなかったり、指示を遵守しないと、製品を破損や重要なデータの損失にいたるおそれのある操作手順や行為に対する注意を促すマークです。指示された条件を十分に理解し、条件が満たされるまで、**注意**を無視して先に進んではなりません。

### 警告

**警告**は、取り扱い上、危険があることを示します。正しく実行しなかったり、指示を遵守しないと、人身への傷害または死亡にいたるおそれのある操作手順や行為に対する注意を促すマークです。指示された条件を十分に理解し、条件が満たされるまで、**警告**を無視して先に進んではなりません。

## 水素使用時の注意事項

### 警告

GC キャリアガスに水素を使用すると、危険な場合があります。

### 警告

キャリアガスあるいは燃料ガスに水素 (H<sub>2</sub>) を使用する場合、水素ガスが GC オープンに流入して爆発の危険があることに注意してください。したがって、すべての接続が完了するまでは供給をオフにしてください。また水素ガスが機器に供給される時には、必ず GC 注入口および検出器にカラムが正しく取り付けられていること、または密栓されていることを確認してください。

水素は引火性の高い気体です。漏れた水素が密閉空間にとどまると、引火や爆発の危険があります。水素を使用する場合、機器を稼働させる前にすべての接続、配管、およびバルブのリークテストを実施してください。機器の作業は、必ず水素供給を元栓で止めてから実施します。

水素は GC キャリアガスとして使用されることがあります。水素は爆発の可能性があり、その他にも危険な特性を持っています。

- ・ 水素は幅広い濃度で可燃性を示します。大気圧下では、体積中に 4% から 74.2% の濃度で可燃性を示します。
- ・ 水素はガスの中で最も早い燃焼速度を持っています。
- ・ 水素は非常に小さいエネルギーで発火します。
- ・ 高圧によって急速に膨張する水素は、自然発火することがあります。
- ・ 水素は、明るい光のもとでは見えない、非発光フレームで燃焼します。

### GC/MS 操作に特有な危険性

水素には多くの危険性があります。一般的な危険もありますが、GC あるいは GC/MS 特有の危険もあります。これがすべてではありませんが、次のような危険性があります。

- ・ 水素漏れによる燃焼。
- ・ 高圧シリンダからの水素の急速な膨張による燃焼。

- ・ GC オープン内の水素の蓄積とその結果起こる燃焼 (GC マニュアルおよび GC オープンのドア上部にあるラベルを参照)。
- ・ MS 内の水素の蓄積とその結果起こる燃焼。

## MS 内の水素の蓄積

### 警告

MS は、注入口の漏れや検出器のガスの流れを検出できません。したがって、カラムフィッティングが常にカラムに取り付けられていること、またはキャップや栓が閉まっていることが非常に重要です。

すべてのユーザーは、水素が蓄積するメカニズム (表 1) に注意を払い、水素が蓄積したと疑われる場合取るべき措置を知っておく必要があります。これらのメカニズムは、MS をはじめ、すべての質量分析計に適用されることに注意してください。

表 1 水素蓄積メカニズム

メカニズム	結果
質量分析計がオフ	質量分析計は意図的に停止できます。内部または外部の障害によって偶発的に停止することもあります。質量分析計が停止しても、キャリアガスの流入が止まることはありません。このため、水素は質量分析計に徐々に蓄積する可能性があります。



表1 水素蓄積メカニズム (continued)

メカニズム	結果
質量分析計のアイソレーションバルブの自動閉鎖	質量分析計の中にはディフュージョンポンプの自動アイソレーションバルブを備えているものがあります。これらの機器では、オペレータの操作やさまざまな障害によりアイソレーションバルブが閉じる場合があります。アイソレーションバルブが閉じても、キャリアガスの流入が止まることはありません。このため、水素は質量分析計に徐々に蓄積する可能性があります。
質量分析計のシャットオフバルブの手動閉鎖	質量分析計の中にはディフュージョンポンプの手動アイソレーションバルブを備えているものがあります。これらの機器では、オペレータがアイソレーションバルブを閉じることができます。アイソレーションバルブが閉じても、キャリアガスの流入が止まることはありません。このため、水素は質量分析計に徐々に蓄積する可能性があります。
GC オフ	GC は意図的に停止できます。内部または外部の障害によって偶発的に停止することもあります。異なる仕様の GC は、停止時に異なる反応を示します。EPC を備えた GC が停止すると、EPC がキャリアガスの流入を止めますが、キャリアガスの流入が EPC によって制御されない場合、流量は最大値まで増大します。質量分析計が排出可能な量を超える流量であると、質量分析計内に水素が蓄積してしまいます。また、同時に質量分析計が停止した場合には、水素は急速に蓄積されます。
電源障害	電源に障害が発生すると、GC および質量分析計は停止します。しかし、キャリアガスは必ずしも停止しません。前に説明したように、一部の GC では、電源障害が発生するとキャリアガスの流量は最大になります。このため、水素が質量分析計内に蓄積する可能性があります。

## 警告

質量分析計に水素が蓄積してしまうと、水素を除去するには非常に注意深い対応が必要となります。水素が充満した質量分析計は正しく開始しないと爆発の原因となる場合があります。

---

## 警告

電源障害から回復した後、質量分析計が起動して自動的に真空排気処理を開始する場合があります。しかし、このことは水素がシステムからすべて除去されたことや、爆発の危険が去ったことを保証するものではありません。

---

## 予防するための注意

水素キャリアガスで GC/MS を運転する場合、以下の注意事項を守ってください。

### 機器に関する注意

## 警告

フロントアナライザのサイドプレート上部にあるつまみねじと、リアアナライザのサイドプレート上部にあるつまみねじをどちらも指で確実に締めてください。ただし、つまみねじは強く締めすぎないでください。空気漏れの原因となることがあります。

コリジョンセル内のトッププレートのブラケットは締めたままにしておきます。通常動作では、付属のブラケットをトッププレートから取り外してはいけません。ブラケットは、万一爆発が起きた場合にトッププレートを保護します。

前部にあるガラス窓の上のプラスチックカバーを取り除いてください。万一爆発が起きた場合に、このカバーが外れることがあります。

---

## 警告

上記を実施し、MS の安全を確保しないと、爆発によって人体に被害を与える危険性が高くなります。

---

## 実験室での一般的な注意事項

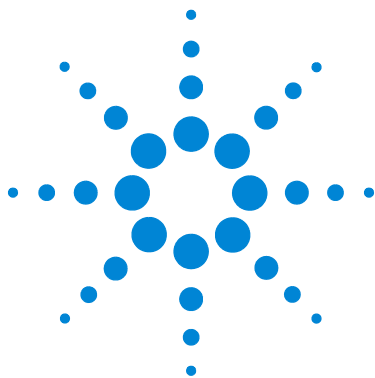
- ・ キャリアガスラインの漏れを防いでください。リークディテクタを使用して定期的に水素漏れが発生していないか確認してください。
- ・ 実験室からで発火源（直火、火花を出す機器、静電気の発生源など）をできるだけ取り除いてください。
- ・ 高圧ボンベから水素を直接大気に排気しないでください（自然発火の危険）。
- ・ 高圧ガスボンベの水素を使用せず、水素ガス発生機器を使用してください。

## 操作上の注意事項

- ・ GC または MS を停止するときは、必ず水素の元栓を締めてください。
- ・ 水素をコリジョンセルガスとして使用しないでください。
- ・ MS の大気開放を行うときは、必ず水素の元栓を締めてください（キャリアガスを流さずにキャピラリカラムを熱しないでください）。
- ・ MS のアイソレーションバルブを締めるときは、必ず水素の元栓を締めてください  
（キャリアガスを流さずにキャピラリカラムを熱しないでください）。
- ・ 電源障害が発生した場合、水素の元栓を締めてください。
- ・ GC/MS システムが無人運転されている間に電源異常が発生した場合は、システムが自動再開始していても、以下の処置をしてください。
  - 1 すぐに水素の元栓を締めます。
  - 2 GC をオフにします。
  - 3 MS をオフにし、1 時間そのままにして冷却します。
  - 4 室内にある発火源をすべて取り除きます。
  - 5 MS の真空マニフォールドを大気に向けて開きます。
  - 6 水素が拡散するまで少なくとも 10 分間待ちます。
  - 7 GC および MS を通常通り開始します。

水素ガスを使用するときには、漏れがないかシステムをチェックして、環境衛生（EHS）要件に基づいて火災および爆発の危険を回避してください。ボンベの交換や、ガスラインのメンテナンスを行った後は、必ず漏れのチェックをして下さい。装置のペントラインがドラフトに取り付けられ排気していることを常に確認して下さい。





**Agilent**  
**系列 GC/MS**

**氢气安全**



**Agilent Technologies**

# 声明

© 安捷伦科技有限公司 2013

根据美国和国际版权法，未经 Agilent Technologies, Inc. 事先同意和书面许可，不得以任何形式、任何方式（包括存储为电子版、修改或翻译成外文）复制本手册的任何部分。

## 手册部件号

G3870-97101

## 版本

第二版，2013 年 5 月

美国印刷

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## 安全声明

### 小心

**小心**提示表示危险。提醒您注意某个操作步骤、某项操作或类似问题，如果执行不当或未遵照提示操作，可能会损坏产品或丢失重要数据。不要忽视**小心**提示，直到完全理解和符合所指出的条件。

### 警告

**“警告”**提示表示危险。提醒您注意某个操作步骤、某项操作或类似问题，如果执行不当或未遵照提示操作，可能会导致人身伤害或死亡。除非已完全理解并符合所指出的条件，否则请不要忽视**“警告”**提示而继续进行操作。

## 氢气安全

### 警告

使用氢气作为 GC 载气存在潜在的危险。

### 警告

使用氢气 (H<sub>2</sub>) 作为载气或燃料气时，应了解氢气可能流入 GC 柱箱，并具有爆炸的危险。因此，应确保在所有连接均设置好之后再打开供气阀门，还应确保向仪器输送氢气时，进样口和检测器的色谱柱接头始终与一个色谱柱相连，或始终配有封盖。

氢气是易燃气体。如果泄漏的氢气被限制在一个封闭的空间内，可能会有燃烧或爆炸的危险。任何情况下用到氢气时，都应在操作仪器前检查所有连接、管线和阀门是否有泄漏现象。维护仪器前务必始终关闭氢气的供气阀门。

氢气是一种常用的 GC 载气。氢气有潜在的爆炸危险，并具有其他的危险特性。

- 氢气在很大的浓度范围内都是易燃的。在大气压力下，氢气的体积浓度在 4% 到 74.2% 之间时是易燃的。
- 氢气的燃烧速度是所有气体中最高的。
- 氢气的点火能非常低。
- 氢气在脱离高压作用迅速膨胀时可以自燃。
- 亮光下不可见的非明火会引燃氢气。

### 操作 GC/MS 的特殊危险

使用氢气存在多种危险。有些危险是一般性的，而另外一些则是操作 GC 或 GC/MS 时所特有的。这些危险包括但不限于：

- 泄漏的氢气燃烧。

- 高压汽缸中的氢气迅速膨胀时燃烧。
- GC 柱箱中积聚了氢气并由此燃烧（请参阅 GC 文档和 GC 柱箱盖的顶部边缘上的标签）。
- MS 中积聚了氢气并由此燃烧。

## MS 中积聚了氢气

### 警告

**MS 不能检测进样口和 / 或检测器气流管道是否泄漏。鉴于此原因，色谱柱接头务必与色谱柱相连，或安装有盖子或塞子，这一点是至关重要的。**

所有用户都应知道造成氢气积聚的各种途径（见表 2），并应知道在确信或怀疑有氢气积聚时采取何种预防措施。请注意，这些途径适用于*所有*质谱仪（包括 MS）。

**表 2** 氢气积聚途径

途径	结果
关闭质谱仪	可以是有意关闭质谱仪。也可能因内部或外部故障造成意外关闭质谱仪。质谱仪关闭时并不会切断载气流。因此，质谱仪中会逐渐积聚氢气。



表 2 氢气积聚途径 ( 续 )

途径	结果
质谱仪自动隔离阀关闭	有些质谱仪配有自动的扩散泵隔离阀。在这些仪器中，操作人员的故意操作或各种故障都会导致隔离阀关闭。隔离阀关闭时并不会切断载气流。因此，质谱仪中会逐渐积聚氢气。
质谱仪的手动隔离阀关闭	有些质谱仪配有手动的扩散泵隔离阀。在这些仪器中，操作人员可以关闭隔离阀。关闭隔离阀并不会切断载气流。因此，质谱仪中会逐渐积聚氢气。
GC 关闭	可以有意关闭 GC。也可能因内部或外部故障造成意外关闭 GC。不同的 GC 作用方式也不同。如果关闭配有电子压力控制 (EPC) 的 6890 GC，则 EPC 会停止载气流。如果载气流不受 EPC 控制，则载气流会增加到其最大值。有些质谱仪无法抽走所有载气流，从而导致质谱仪中积聚氢气。如果同时关闭质谱仪，则积聚速度会非常快。
电源故障	如果电源出现故障，则 GC 和质谱仪会同时关闭。但载气流不一定会切断。如上所述，在有些 GC 中，电源故障可能导致载气流达到最大值。因此，质谱仪中会积聚氢气。

## 警告

一旦质谱仪中积聚了氢气，排除时必须格外小心。错误启动充满氢气的质谱仪可能会引起爆炸。

---

## 警告

电源出现故障后，质谱仪可以自行启动并开始执行抽气操作。但这并不保证会排除系统中的所有氢气，也不保证不再有爆炸的危险。

---

## 预防措施

操作使用氢气载气的 GC/MS 系统时应注意以下预防措施。

### 设备注意事项

## 警告

请务必确保前质量分析器侧板上的顶部指旋螺钉和后质量分析器侧板上的顶部指旋螺钉被牢固拧紧。请勿过度拧紧指旋螺钉，否则会引起泄漏。

请务必确保碰撞池室顶部板支架被拧紧。正常作业时请勿从顶部板移除运输支架，运输支架能够牢固固定顶部板防止发生泄露事故。

请务必取下 **7000 MS** 前面玻璃窗口上的塑料盖板。万一发生爆炸事故，这个盖板可能会飞出。

---

## 警告

如果未按上述说明确保所用 **MS** 的安全，则发生爆炸造成人身伤害的可能性会激增。

---

### 常规实验室预防措施

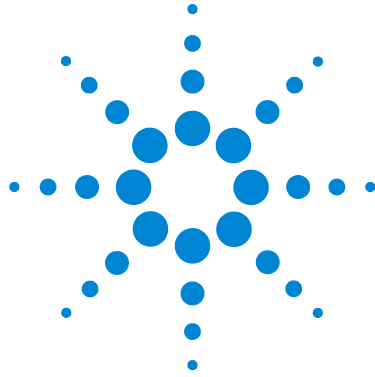
- 避免载气管线泄漏。使用泄漏检查设备定期检查是否有氢气泄漏现象。
- 尽量清除实验室中的所有点火源（明火、可产生火花的设备及静电等）。
- 切勿让高压汽缸中的氢气直接排入大气中（会有自燃的危险）。
- 使用氢气发生器，而不要使用瓶装氢气。

## 操作预防措施

- 每次关闭 GC 或 MS 时都要关闭氢气源。
- 请勿将氢气作为碰撞池气体。
- 每次为 MS 通风时都要关闭氢气源（没有载气流速时，请勿加热毛细管色谱柱）。
- 每次关闭 MS 中的关闭阀时都要关闭氢气源（没有载气流速时，请勿加热毛细管色谱柱）。
- 电源出现故障时，关闭氢气源。
- 如果在 GC/MS 系统无人值守的情况下，电源出现故障，则即使系统自己重新启动了，仍要执行以下操作：
  - 1 立即关闭氢气源。
  - 2 关闭 GC。
  - 3 关闭 MS 并让其冷却 1 个小时。
  - 4 清除室内**所有**潜在点火源。
  - 5 打开 MS 多真空系统使其暴露在外。
  - 6 至少等待 10 分钟以散去所有氢气。
  - 7 正常启动 GC 和 MS。

使用氢气时，请参照您当地的环境健康与安全 (EHS) 标准对系统进行检查，判断是否有泄漏现象，以避免出现燃烧或爆炸的危险。更换储气罐或对供气管线进行维护后务必检查是否存在泄漏现象。务必确保排气管道与通风橱相连。





**Agilent**  
**CPG/MS**

**Précautions relatives à  
l'hydrogène**



**Agilent Technologies**

# Avertissements

© Agilent Technologies, Inc. 2013

Aucune partie de ce manuel ne peut être reproduite sous quelque forme et par quelque moyen que ce soit (y compris enregistrement et archivage électroniques ou traduction dans une autre langue) sans l'accord préalable et écrit de Agilent Technologies, Inc. dans le cadre des lois nationales et internationales sur le copyright et la propriété intellectuelle.

## Numéro de référence du manuel

G3870-93101

## Edition

Deuxième édition, mai 2013

Imprimé aux Etats-Unis

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## Avertissements de sécurité

### ATTENTION

Une mention **ATTENTION** signale un danger. Elle attire l'attention sur une procédure, une méthode ou autre dont l'exécution incorrecte ou le non-respect peut endommager le produit ou faire perdre des données importantes. Ne poursuivez pas au-delà d'une mention **ATTENTION** sans avoir bien compris et vérifié les conditions indiquées.

---

### AVERTISSEMENT

Une mention **AVERTISSEMENT** signale un danger. Elle attire l'attention sur une procédure, une méthode ou autre dont l'exécution incorrecte ou le non-respect peut causer des blessures ou la mort. Ne poursuivez pas au-delà d'une mention **AVERTISSEMENT** sans avoir bien compris et vérifié les conditions indiquées.

---

## Précautions relatives à l'hydrogène

### AVERTISSEMENT

L'utilisation d'hydrogène comme gaz vecteur pour le CPG comporte certains risques.

---

### AVERTISSEMENT

Lorsque vous utilisez de l'hydrogène (H<sub>2</sub>) comme gaz vecteur ou comme gaz de combustion, notez qu'une partie de ce gaz peut se diffuser dans le four du CPG, entraînant un risque d'explosion. Pour cette raison, vous devez vous assurer que l'alimentation en gaz est bien fermée jusqu'à ce que l'ensemble des connexions soient réalisées, et vérifier que les raccords de l'injecteur et du détecteur sont reliés à une colonne ou bouchés chaque fois que l'instrument est alimenté en hydrogène.

L'hydrogène est inflammable. Toute fuite d'hydrogène confinée dans un espace fermé peut entraîner des risques d'incendie ou d'explosion. Chaque fois que vous utilisez de l'hydrogène, vérifiez l'étanchéité des raccords des circuits et des vannes avant d'utiliser l'instrument. Avant toute intervention sur l'instrument, coupez toujours l'alimentation en hydrogène à la source.

---

L'hydrogène est fréquemment utilisé comme gaz vecteur pour le CPG. L'hydrogène est susceptible d'exploser et entraîne également d'autres risques.

- L'hydrogène est combustible dans une large plage de concentrations. A pression atmosphérique, l'hydrogène est combustible à des concentrations allant de 4 % à 74,2 % en volume.
- L'hydrogène possède la vitesse de combustion la plus élevée de tous les gaz.
- L'hydrogène possède une énergie d'allumage très basse.
- L'hydrogène peut s'enflammer spontanément lorsqu'il se dilate rapidement depuis une pression élevée.
- L'hydrogène brûle avec une flamme peu lumineuse, qui peut être invisible sous une lumière vive.

## Précautions d'utilisation du CPG

Lorsque le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène, enlevez le grand couvercle en plastique de la ligne de transfert du DDM située sur le panneau gauche du CPG. Dans l'éventualité peu probable d'une explosion, ce couvercle risquerait de se déplacer.

## Risques propres à l'utilisation du CPG/MS

L'hydrogène présente un certain nombre de risques. Certains sont généraux et d'autres propres à l'utilisation du CPG ou du CPG/MS. En voici une liste, non exhaustive :

- Combustion des fuites d'hydrogène.
- Combustion due à la dilatation rapide de l'hydrogène s'échappant d'un cylindre sous haute pression.
- Accumulation d'hydrogène dans le four du CPG entraînant une combustion (consultez la documentation de votre CPG et l'étiquette sur le bord supérieur de la porte du four du CPG).
- Accumulation d'hydrogène dans le MS entraînant une combustion.

## Accumulation d'hydrogène dans un MS

### AVERTISSEMENT

**Le MS ne peut pas détecter les fuites dans les flux de gaz de l'éjecteur et/ou du détecteur. Il est donc indispensable que les raccords des colonnes soient reliés à une colonne ou obstrués au moyen d'un bouchon.**

---

Tous les utilisateurs doivent connaître les mécanismes par lesquels l'hydrogène peut s'accumuler ([Tableau 3](#)) ainsi que les précautions à prendre s'ils savent ou s'ils soupçonnent que cela a pu se produire. Notez que ces mécanismes concernent *tous* les spectromètres de masse, y compris le MSD.



**Tableau 3** Mécanismes d'accumulation de l'hydrogène

Mécanisme	Résultats
Spectromètre de masse éteint	Un spectromètre de masse peut être éteint délibérément. Il peut aussi être éteint accidentellement, par une défaillance interne ou externe. L'extinction d'un spectromètre de masse ne coupe pas l'arrivée du gaz vecteur. Ainsi, il se peut que l'hydrogène s'accumule lentement dans le spectromètre de masse.
Vannes automatiques d'isolation du spectromètre de masse fermées	Certains spectromètres de masse disposent de vannes automatiques d'isolation de la pompe à diffusion. Avec ces instruments, une action délibérée d'un opérateur ou différentes défaillances peuvent provoquer la fermeture des vannes d'isolation. La fermeture d'une vanne d'isolation ne coupe pas l'arrivée du gaz vecteur. Ainsi, il se peut que l'hydrogène s'accumule lentement dans le spectromètre de masse.
Vannes manuelles d'isolation du spectromètre de masse fermées	Certains spectromètres de masse disposent de vannes manuelles d'isolation de la pompe à diffusion. Dans ces instruments, l'opérateur peut fermer les vannes d'isolation. La fermeture des vannes d'isolation ne coupe pas l'arrivée du gaz vecteur. Ainsi, il se peut que l'hydrogène s'accumule lentement dans le spectromètre.

**Tableau 3** Mécanismes d'accumulation de l'hydrogène (suite)

Mécanisme	Résultats
CPG éteint	Un CPG peut être éteint délibérément. Il peut aussi être éteint accidentellement, par une défaillance interne ou externe. Les différents CPG se comportent de différentes façons. Lors de l'extinction d'un CPG 6890 équipé d'un système de régulation électronique de pression (EPC), celui-ci coupe l'arrivée du gaz vecteur. Si le débit du gaz vecteur <b>n'est pas</b> contrôlé par EPC, il augmente jusqu'à sa valeur maximale. Ce débit peut être supérieur à ce que peuvent évacuer certains spectromètres de masse, provoquant ainsi une accumulation d'hydrogène dans le spectromètre. Si le spectromètre de masse est éteint au même moment, l'accumulation peut être très rapide.
Panne d'alimentation	En cas de défaillance de l'alimentation électrique, le CPG et le spectromètre de masse s'éteignent. Cependant, l'arrivée du gaz vecteur n'est pas forcément coupée. Comme décrit précédemment, dans certains CPG, une coupure d'alimentation peut faire passer le débit du gaz vecteur à son maximum. Ainsi, il se peut que l'hydrogène s'accumule dans le spectromètre de masse.

**AVERTISSEMENT**

**Lorsque de l'hydrogène s'est accumulé dans le spectromètre de masse, il faut être extrêmement prudent pour l'en évacuer. Un démarrage incorrect d'un spectromètre de masse rempli d'hydrogène peut provoquer une explosion.**

**AVERTISSEMENT**

**Après une coupure de l'alimentation électrique, le spectromètre de masse peut redémarrer et lancer un processus d'évacuation automatiquement. Cela ne garantit pas que tout l'hydrogène a été évacué du système, ni que tout risque d'explosion a été écarté.**

## Précautions

Prenez les précautions suivantes lors de l'utilisation d'un système CPG/MS utilisant de l'hydrogène comme gaz vecteur.

### Précautions au niveau de l'équipement

Vous DEVEZ ABSOLUMENT vous assurer que la vis moletée du panneau avant est bien vissée, mais suffisamment peu pour pouvoir être dévissée à la main. Ne serrez pas excessivement la vis, cela provoquerait des fuites d'air.

### AVERTISSEMENT

**En n'observant pas les précautions décrites ci-dessus pour votre MS, vous augmentez fortement les risques de blessure en cas d'explosion.**

---

Vous devez également retirer le couvercle en plastique de la fenêtre en verre située à l'avant du DDM 5975 MSD. Dans l'éventualité peu probable d'une explosion, ce couvercle risquerait de se déplacer.

### Précautions générales en laboratoire

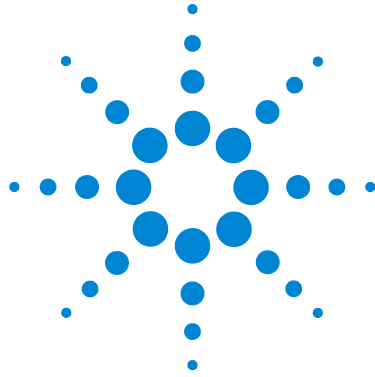
- Evitez les fuites dans les circuits du gaz vecteur. Utilisez régulièrement un équipement pour contrôler l'étanchéité afin de détecter les éventuelles fuites d'hydrogène.
- Eliminez autant que possible les sources d'allumage de votre laboratoire (flames vives, appareils produisant des étincelles, sources d'électricité statique, etc.).
- Ne libérez pas de l'hydrogène d'un cylindre à haute pression directement dans l'atmosphère (risque de combustion spontanée).
- Utilisez un générateur d'hydrogène plutôt que des bouteilles d'hydrogène.

### Précautions lors de l'utilisation

- Coupez l'hydrogène au niveau de la source chaque fois que vous éteignez le CPG ou le MS.
- Coupez l'hydrogène au niveau de la source chaque fois que vous purgez le MS (ne chauffez pas la colonne capillaire sans faire circuler de gaz vecteur).

- Coupez l'hydrogène au niveau de la source chaque fois que les vannes d'isolation du MS sont fermées (ne chauffez pas la colonne capillaire sans faire circuler de gaz vecteur).
- Coupez l'hydrogène au niveau de la source en cas de panne d'alimentation.
- Si une panne d'alimentation se produit alors que personne ne surveille le système CPG/MS, même si le système a redémarré automatiquement :
  - 1 Coupez immédiatement l'hydrogène au niveau de la source.
  - 2 Mettez le CPG hors tension.
  - 3 Mettez le MS hors tension et laissez-le refroidir pendant une heure.
  - 4 Eliminez **toutes** les sources d'allumage potentielles de la pièce.
  - 5 Ouvrez l'enceinte à vide du MS à l'air libre.
  - 6 Attendez au moins dix minute que tout l'hydrogène se soit dissipé.
  - 7 Démarrez le CPG et le MS de façon normale.

Si vous utilisez de l'hydrogène, effectuez une vérification du système pour détecter tout risque potentiel d'incendie et d'explosion, conformément à la réglementation locale sur la santé et la sécurité environnementale (EHS). Vérifiez toujours l'absence de fuite après avoir procédé au remplacement du réservoir ou à l'entretien des conduites de gaz. Vérifiez toujours que l'aération de la conduite d'air s'effectue dans un collecteur de fumée.



**Agilent GC/MS**

**Sicurezza dell'idrogeno**



**Agilent Technologies**

## Informazioni sul documento

© Agilent Technologies, Inc. 2013

Nessuna sezione del presente manuale può essere riprodotta in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo (inclusa la memorizzazione in un sistema elettronico di reperimento delle informazioni o la traduzione in un'altra lingua) senza previo consenso scritto di Agilent Technologies, Inc. secondo quanto stabilito dalle leggi sul diritto d'autore in vigore negli Stati Uniti d'America e in altri Paesi.

### Codice del manuale

G3170-94101

### Edizione

Seconda edizione, maggio 2013

Stampato negli USA

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## Informazioni sulla sicurezza

### ATTENZIONE

La dicitura **ATTENZIONE** indica la presenza di condizioni di rischio. L'avviso richiama l'attenzione su una procedura operativa o una prassi che, se non eseguita correttamente o attenendosi scrupolosamente alle istruzioni, potrebbe comportare danni al prodotto o la perdita di dati importanti. In presenza della dicitura **ATTENZIONE** interrompere l'attività finché le condizioni indicate non sono perfettamente comprese e soddisfatte.

---

### AVVERTENZA

La dicitura **AVVERTENZA** indica la presenza di condizioni di rischio. L'avviso richiama l'attenzione su una procedura operativa o una prassi che, se non eseguita correttamente o attenendosi scrupolosamente alle istruzioni, potrebbe causare gravi lesioni personali o la perdita della vita. In presenza della dicitura **AVVERTENZA** interrompere l'attività finché le condizioni indicate non sono perfettamente comprese e soddisfatte.

---

## Sicurezza dell'idrogeno

### AVVERTENZA

L'utilizzo dell'idrogeno come gas di trasporto del GC è potenzialmente pericoloso.

---

### AVVERTENZA

Quando si utilizza l'idrogeno ( $H_2$ ) come gas di trasporto o fuel gas, occorre tenere presente che il flusso di idrogeno può raggiungere il forno GC con conseguente rischio di esplosione. Pertanto, assicurarsi che l'erogazione sia chiusa finché non siano state effettuate tutte le connessioni e che l'iniettore e i raccordi della colonna del rivelatore siano connessi a una colonna o tappati tutte le volte che l'idrogeno viene erogato allo strumento.

L'idrogeno è infiammabile. Eventuali fuoriuscite, se costrette in uno spazio chiuso, possono comportare rischi di incendio o di esplosione. In qualsiasi applicazione che utilizzi l'idrogeno, verificare l'assenza di fuoriuscite in ogni connessione, linea e valvola prima di mettere in funzione lo strumento. Disattivare sempre alla fonte l'erogazione di idrogeno prima di lavorare sullo strumento.

---

L'idrogeno è comunemente utilizzato come gas di trasporto del GC. L'idrogeno è un gas potenzialmente esplosivo e che presenta altre caratteristiche di pericolosità.

- È combustibile in una vasta gamma di concentrazioni. Alla pressione atmosferica, l'idrogeno è combustibile a concentrazioni che variano dal 4 al 74,2% volumetrici.
- L'idrogeno ha una velocità di combustione superiore a qualsiasi altro gas.
- L'idrogeno è caratterizzato da un'energia di ignizione estremamente bassa.
- Se ha la possibilità di espandersi rapidamente dall'alta pressione l'idrogeno può dar luogo ad autocombustione.
- L'idrogeno brucia con una fiamma non luminosa pressoché invisibile in luce diurna.

## Precauzioni per il GC

Quando si utilizza l'idrogeno come gas di trasporto, rimuovere la grande copertura rotonda di plastica della linea di trasferimento MS situata sul pannello laterale sinistro del GC. Nell'improbabile eventualità di un'esplosione, questa copertura potrebbe uscire dalla propria sede.

## Pericoli specifici relativi al funzionamento dei sistemi GC/MS

L'idrogeno presenta numerosi pericoli, alcuni dei quali sono di carattere generale, altri propri del funzionamento dei sistemi GC o GC/MS. I pericoli comprendono, tra gli altri:

- Combustione di fuoriuscite di idrogeno.
- Combustione dovuta alla rapida espansione dell'idrogeno da una bombola ad alta pressione.
- Accumulo di idrogeno nel forno GC e successiva combustione (vedere la documentazione del GC e l'etichetta sul bordo superiore dello sportello del forno GC).
- Accumulo di idrogeno nell'MS e successiva combustione.

## Accumulo di idrogeno in un sistema MS

### AVVERTENZA

**L'MS non è in grado di rilevare fuoriuscite nei flussi gassosi dell'iniettore e/o del rivelatore. Per questo motivo, è di vitale importanza che i raccordi delle colonne siano sempre collegati a una colonna o dotati di un cappuccio o di un tappo.**

---

Tutti gli utenti devono essere al corrente dei meccanismi che possono produrre un accumulo di idrogeno ([Tabella 4](#)) e conoscere le precauzioni da prendere in caso di accertato o sospetto accumulo di idrogeno. Si noti che questi meccanismi valgono per *tutti* gli spettrometri di massa, incluso l'MS.



**Tabella 4** Meccanismi di accumulo dell'idrogeno

<b>Meccanismo</b>	<b>Risultati</b>
Disattivazione dello spettrometro di massa	Uno spettrometro di massa può essere spento deliberatamente, oppure anche accidentalmente a causa di un guasto interno o esterno. Lo spegnimento dello spettrometro di massa non comporta l'interruzione del flusso del gas di trasporto. Di conseguenza, l'idrogeno potrebbe lentamente accumularsi nello strumento.
Chiusura automatica delle valvole di isolamento dello spettrometro di massa	Alcuni spettrometri di massa sono dotati di valvole di isolamento automatiche delle pompe di diffusione. In questi strumenti, l'intervento diretto dell'operatore o una serie di guasti possono causare la chiusura delle valvole di isolamento. La chiusura della valvola di isolamento non comporta l'interruzione del flusso del gas di trasporto. Di conseguenza, l'idrogeno potrebbe lentamente accumularsi nello strumento.
Chiusura manuale delle valvole di isolamento dello spettrometro di massa	Alcuni spettrometri di massa sono dotati di valvole di isolamento manuali delle pompe di diffusione. In questi strumenti, l'operatore può chiudere le valvole di isolamento. La chiusura delle valvole di isolamento non comporta l'interruzione del flusso del gas di trasporto. Di conseguenza, l'idrogeno potrebbe lentamente accumularsi nello strumento.

**Tabella 4** Meccanismi di accumulo dell'idrogeno (segue)

<b>Meccanismo</b>	<b>Risultati</b>
GC spento	Un GC può essere spento deliberatamente oppure anche accidentalmente a causa di un guasto interno o esterno. I GC reagiscono in modi diversi a seconda del tipo. Se viene spento un GC 6890 dotato di EPC (Electronic Pressure Control), l'EPC interrompe il flusso del gas di trasporto. Se il flusso del gas di trasporto <b>non</b> è controllato mediante EPC, il flusso cresce fino a raggiungere il livello massimo che può essere superiore a quanto alcuni spettrometri di massa sono in grado di smaltire, con conseguente accumulo di idrogeno nello spettrometro di massa. Se lo spettrometro di massa si spegne in quel momento, l'accumulo può avvenire piuttosto rapidamente.
Interruzione di corrente	Se manca la corrente, sia il GC che lo spettrometro di massa si spengono, ma non si interrompe necessariamente anche il flusso del gas di trasporto. Come precedentemente descritto, in alcuni GC l'interruzione di corrente può comportare il raggiungimento del livello massimo di gas di trasporto. Di conseguenza, l'idrogeno potrebbe accumularsi nello spettrometro di massa.

**AVVERTENZA**

**In presenza di un accumulo di idrogeno nello spettrometro di massa, è necessario rimuoverlo con estrema cautela. L'avvio non corretto di uno spettrometro di massa pieno di idrogeno può provocare un'esplosione.**

**AVVERTENZA**

**Dopo un'interruzione di corrente, lo spettrometro di massa può avviarsi ed iniziare la procedura di messa a vuoto da solo. Tale procedura non garantisce la rimozione completa dell'idrogeno dal sistema o l'eliminazione di qualsiasi rischio di esplosione.**

## Precauzioni

Per il funzionamento di un sistema GC/MS che utilizza l'idrogeno come gas di trasporto è necessario adottare le seguenti precauzioni.

### Precauzioni relative all'attrezzatura

È NECESSARIO verificare che la vite del pannello anteriore sia serrata a mano. Non stringere eccessivamente la vite: potrebbe causare fuoriuscite d'aria.

### AVVERTENZA

**La mancata osservanza delle indicazioni qui fornite relative al fissaggio dell'MS aumentano notevolmente le possibilità di lesioni alle persone in caso di esplosione.**

---

È necessario rimuovere la copertura di plastica della finestra di vetro sulla parte anteriore di un MSD 5975. Nell'improbabile eventualità di un'esplosione, questa copertura potrebbe uscire dalla propria sede.

### Precauzioni generali di laboratorio

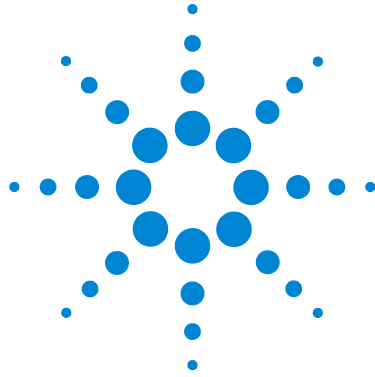
- Evitare fuoriuscite nelle linee del gas di trasporto. Utilizzare attrezzature di controllo per verificare periodicamente che non vi siano fuoriuscite di idrogeno.
- Eliminare dal laboratorio il maggior numero possibile di fonti di accensione (fiamme dirette, dispositivi che possono provocare scintille, fonti di elettricità statica, ecc.).
- Impedire che l'idrogeno contenuto in una bombola ad alta pressione si liberi direttamente nell'atmosfera (pericolo di autocombustione).
- Utilizzare un generatore di idrogeno invece delle bombole di idrogeno.

### Precauzioni relative al funzionamento

- Disattivare l'idrogeno alla fonte ogni volta che si spegne il GC o l'MS.
- Disattivare l'idrogeno alla fonte ogni volta che si esegue una procedura di ventilazione dell'MS (non surriscaldare la colonna capillare in assenza di flusso del gas di trasporto).
- Disattivare l'idrogeno alla fonte ogni volta che si chiudono le valvole di isolamento dell'MS (non surriscaldare la colonna capillare in assenza di flusso del gas di trasporto).
- Disattivare l'idrogeno alla fonte in caso di interruzione di corrente.

- Se si verifica un'interruzione di corrente mentre il sistema GC/MS non è sorvegliato, anche se il sistema si è riavviato da solo:
  - 1** Disattivare immediatamente l'idrogeno alla fonte.
  - 2** Disattivare il GC.
  - 3** Disattivare l'MS e lasciarlo raffreddare per 1 ora.
  - 4** Eliminare **tutte** le potenziali fonti di accensione presenti nella stanza.
  - 5** Aprire il collettore sottovuoto dell'MS.
  - 6** Attendere 10 minuti per consentire la dissipazione dell'idrogeno.
  - 7** Avviare il GC e l'MS normalmente.

Quando si utilizza l'idrogeno, verificare che non vi siano fuoriuscite nel sistema per evitare rischi di incendio e di esplosione, secondo le normative locali in materia di ambiente, salute e sicurezza. Verificare sempre l'assenza di fuoriuscite dopo aver sostituito un serbatoio o effettuato un intervento alle linee del gas. Verificare sempre che il tubo di ventilazione sfoghi in una cappa per laboratorio.



**Agilent GC/MS**

**Wasserstoff-Sicherheit**



**Agilent Technologies**

# Hinweise

© Agilent Technologies, Inc. 2013

Gemäß der Rechtssprechung der Vereinigten Staaten von Amerika und internationaler Gesetzgebung zum Urheberrecht darf dieses Handbuch, auch nicht auszugsweise, ohne vorherige Vereinbarung und schriftliche Genehmigung seitens Agilent Technologies, Inc. auf keine Weise mit welchen Mitteln auch immer vervielfältigt werden (einschließlich der Speicherung auf elektronischen Medien und der Übertragung oder Übersetzung in eine Fremdsprache).

## Handbuch Teile-Nr.

G3170-92101

## Ausgabe

Zweite Auflage, Mai 2013

Gedruckt in USA

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## Sicherheitshinweise

### VORSICHT

**VORSICHT** weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf einen Verarbeitungsprozess, eine Vorgehensweise oder Ähnliches aufmerksam, der, wenn er nicht genau befolgt bzw. ausgeführt wird, möglicherweise einen Schaden am Produkt oder den Verlust wichtiger Daten verursachen kann. Arbeiten Sie im Falle eines Hinweises **VORSICHT** erst dann weiter, wenn Sie die angegebenen Bedingungen vollständig verstehen und erfüllen.

---

### WARNUNG

**WARNUNG** weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf einen Verarbeitungsprozess, eine Vorgehensweise oder Ähnliches aufmerksam, der, wenn es nicht genau befolgt bzw. ausgeführt wird, möglicherweise Personenschäden oder Todesfälle verursachen kann. Arbeiten Sie im Falle eines Hinweises **WARNUNG** erst dann weiter, wenn Sie die angegebenen Bedingungen vollständig verstehen und erfüllen.

---

## Wasserstoff-Sicherheit

### WARNUNG

Die Verwendung von Wasserstoff als GC-Trägergas birgt potentielle Gefahren.

---

### WARNUNG

Wenn Sie Wasserstoff (H<sub>2</sub>) als Träger- oder Brenngas verwenden, muss Ihnen bewusst sein, dass Wasserstoffgas in den Ofen des GC strömen und dort eine Explosion auslösen kann. Stellen Sie deshalb sicher, dass die Gasversorgung solange geschlossen bleibt, bis Sie alle Verbindungen hergestellt haben. Stellen Sie weiterhin sicher, dass immer, wenn dem Gerät Wasserstoffgas zugeführt wird, die Armaturen an Einlass und Detektorsäule entweder an eine Säule angeschlossen oder verschlossen sind.

Wasserstoff ist entzündbar. In geschlossenen Räumen können undichte Stellen eine Feuer- oder Explosionsgefahr verursachen. Bei jeder Anwendung, in der Sie Wasserstoff verwenden, müssen Sie erst alle Anschlüsse, Leitungen und Ventile auf undichte Stellen untersuchen, bevor Sie mit dem Gerät arbeiten. Schalten Sie die Wasserstoffversorgung stets an ihrer Quelle aus, bevor Sie Arbeiten am Gerät vornehmen.

---

Wasserstoff ist ein häufig verwendetes GC-Trägergas. Wasserstoff ist potentiell explosiv und hat auch andere gefährliche Eigenschaften.

- Wasserstoff ist in vielen Konzentrationen brennbar. Bei Atmosphärendruck ist Wasserstoff in Konzentrationen von 4% bis 74,2% nach Volumen brennbar.
- Wasserstoff hat von allen Gasen die höchste Brandgeschwindigkeit.
- Wasserstoff hat eine sehr niedrige Zündenergie.
- Wasserstoff, der sich mit hohem Druck schnell ausdehnen kann, kann sich selbst entzünden.
- Wasserstoff brennt mit einer nicht leuchtenden Flamme, die in hellem Licht unter Umständen unsichtbar ist.

## Vorsichtsmaßnahmen für Gaschromatographen

Wenn Sie Wasserstoff als Trägergas einsetzen, entfernen Sie die große runde Kunststoffabdeckung für die MS-Übertragungsleitung, die Sie an der linken Seite des GC finden. Im unwahrscheinlichen Fall einer Explosion kann sich diese Abdeckung lösen.

## Gefahren im Zusammenhang mit dem GC/MS-Betrieb

Wasserstoff birgt eine Reihe von Gefahren. Einige sind allgemeinerer Natur, andere treten nur im Zusammenhang mit dem Betrieb eines GC oder GC/MS auf. Zu den Gefahren gehören unter anderem:

- Die Verbrennung von austretendem Wasserstoff.
- Die Verbrennung aufgrund schneller Ausdehnung von Wasserstoff aus einem Hochdruckzylinder.
- Ansammlung von Wasserstoff im GC-Ofen mit anschließender Verbrennung (siehe unsere GC-Dokumentation und das Hinweisschild an der oberen Kante der Ofentür des GC).
- Ansammlung von Wasserstoff im MS mit anschließender Verbrennung.

## Wasserstoffansammlung in einem MS

### WARNUNG

**Der MS kann keine Lecks in Einlass- und/oder Detektorgasströmen feststellen. Aus diesem Grund ist es äußerst wichtig, dass die Säulenarmaturen entweder stets an eine Säule angeschlossen oder mit einer Kappe oder einem Stopfen verschlossen sind.**

---

Alle Benutzer müssen die Mechanismen kennen, die zu einer Wasserstoffansammlung führen können ([Tabelle 5](#)) und wissen, welche Vorkehrungen zu treffen sind, wenn bekannt ist oder vermutet wird, dass sich Wasserstoff angesammelt hat. Berücksichtigen Sie, dass diese Mechanismen für *alle* Massenspektrometer gelten, auch für den MS.



**Tabelle 5** Mechanismen der Wasserstoffansammlung

<b>Mechanismus</b>	<b>Ergebnisse</b>
Ausschalten des Massenspektrometers	Ein Massenspektrometer kann bewusst ausgeschaltet werden. Es kann auch versehentlich durch einen internen oder externen Fehler ausgeschaltet werden. Beim Ausschalten des Massenspektrometers wird der Trägergasfluss nicht abgestellt. Als Folge dessen, ist eine allmähliche Ansammlung von Wasserstoff im Massenspektrometer möglich.
Schließen der automatischen Isolationsventile des Massenspektrometers	Einige Massenspektrometer sind mit automatischen Isolationsventilen für die Diffusionspumpe ausgestattet. Bei diesen Geräten können die Isolationsventile bewusst durch den Benutzer geschlossen werden, es können aber auch verschiedene Fehler auftreten, die das Schließen der Ventile verursachen. Beim Schließen der Isolationsventile wird der Trägergasfluss nicht abgestellt. Als Folge dessen, ist eine allmähliche Ansammlung von Wasserstoff im Massenspektrometer möglich.
Schließen der manuellen Isolationsventile des Massenspektrometers	Einige Massenspektrometer sind mit manuellen Isolationsventilen für die Diffusionspumpe ausgestattet. Bei diesen Geräten kann der Benutzer die Isolationsventile schließen. Durch das Schließen der Isolationsventile wird der Trägergasfluss nicht abgestellt. Als Folge dessen, ist eine allmähliche Ansammlung von Wasserstoff im Massenspektrometer möglich.

**Tabelle 5** Mechanismen der Wasserstoffansammlung (fortgesetzt)

Mechanismus	Ergebnisse
Ausschalten des GC	Ein GC kann absichtlich ausgeschaltet werden. Er kann aber auch versehentlich durch einen internen oder externen Fehler ausgeschaltet werden. Verschiedene GCs reagieren unterschiedlich. Wenn ein mit elektronischer Druckprogrammierung ausgestatteter 6890 GC ausgeschaltet wird, stoppt die Druckprogrammierung den Trägergasfluss. Wird der Trägerfluss <b>nicht</b> über eine Druckprogrammierung gesteuert, steigt der Fluss bis zu seinem maximalen Wert an. Dieser Fluss kann das Pumpvolumen einiger Massenspektrometer übersteigen, so dass sich Wasserstoff im Massenspektrometer ansammeln kann. Wenn das Massenspektrometer gleichzeitig ausgeschaltet wird, kann es zu einer sehr schnellen Ansammlung kommen.
Stromausfall	Bei Stromausfall werden sowohl der GC als auch das Massenspektrometer ausgeschaltet. Das Trägergas wird jedoch nicht unbedingt abgestellt. Wie bereits beschrieben, kann in einigen GCs ein Stromausfall dazu führen, dass der Trägergasfluss auf den maximalen Wert ansteigt. Als Folge dessen, ist eine Ansammlung von Wasserstoff im Massenspektrometer möglich.

**WARNUNG**

Wenn sich Wasserstoff in einem Massenspektrometer angesammelt hat, ist bei dessen Beseitigung äußerste Vorsicht geboten. Das unsachgemäße Starten eines mit Wasserstoff gefüllten Massenspektrometers kann eine Explosion verursachen.

**WARNUNG**

Nach einem Stromausfall beginnt das Massenspektrometer nach dem Starten möglicherweise von selbst mit dem Abpumpen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass der gesamte Wasserstoff aus dem System entfernt wurde oder dass die Explosionsgefahr gebannt ist.

## Vorschriften

Befolgen Sie die folgenden Vorschriften, wenn Sie ein GC/MS-System mit Wasserstoff als Trägergas betreiben.

### Gerätevorschriften

Sie MÜSSEN sicherstellen, dass die Flügelmutter an der vorderen Seitenplatte handfest angezogen ist. Ziehen Sie die Flügelmutter nicht zu fest an, dies kann ein Luftleck verursachen.

### **WARNUNG**

**Wenn Sie es versäumen, Ihren MS wie oben beschrieben zu sichern, erhöht dies das Risiko eines Personenschadens im Falle einer Explosion ganz beträchtlich.**

---

Sie müssen die Kunststoffabdeckung über der Glasscheibe an der Vorderseite eines 5975 MSD entfernen. Im unwahrscheinlichen Fall einer Explosion kann sich diese Abdeckung lösen.

### Allgemeine Laborvorschriften

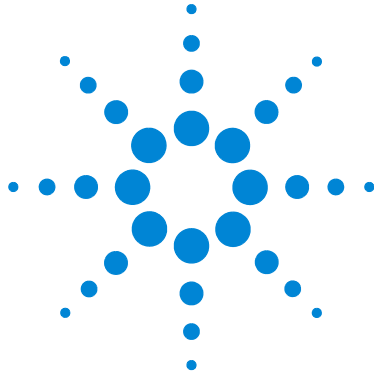
- Vermeiden Sie undichte Stellen in den Trägergasleitungen. Führen Sie regelmäßige Überprüfungen auf Wasserstofflecks mit speziellen Geräten für Undichtigkeitsprüfungen durch.
- Entfernen Sie so viele Zündquellen wie möglich aus Ihrem Labor (offene Flammen, Geräte mit möglichem Funkenflug, Quellen statischer Elektrizität, etc.).
- Sorgen Sie dafür, dass in einem Hochdruckzylinder befindlicher Wasserstoff nicht direkt in die Atmosphäre entweichen kann (Gefahr der Selbstentzündung).
- Verwenden Sie einen Wasserstoffgenerator anstelle von Wasserstoffflaschen.

### Bedienvorschriften

- Stellen Sie die Wasserstoffzufuhr jedes Mal an der Quelle ab, wenn Sie den GC oder MS ausschalten.
- Stellen Sie die Wasserstoffzufuhr jedes Mal an der Quelle ab, wenn Sie den MS entlüften (heizen Sie die Kapillarsäule nicht ohne Trägergasfluss).

- Stellen Sie die Wasserstoffzufuhr jedes Mal an der Quelle ab, wenn Sie die Isolationsventile des MSs schließen (heizen Sie die Kapillarsäule nicht ohne Trägergasfluss).
- Stellen Sie bei einem Stromausfall die Wasserstoffzufuhr an der Quelle ab.
- Vorgehensweise nach einem Stromausfall bei unbeobachtetem GC/MS, auch nach einem bereits erfolgten Neustart des Systems:
  - 1 Stellen Sie die Wasserstoffzufuhr unverzüglich an der Quelle ab.
  - 2 Schalten Sie den GC aus.
  - 3 Schalten Sie den MS aus, und lassen Sie ihn eine Stunde lang abkühlen.
  - 4 Entfernen Sie **alle** möglichen Zündquellen aus dem Raum.
  - 5 Öffnen Sie die Vakuumkammer des MS.
  - 6 Warten Sie mindestens 10 Minuten, damit der gesamte Wasserstoff entweichen kann.
  - 7 Starten Sie den GC und den MS wie immer.

Wenn Sie Wasserstoffgas verwenden, überprüfen Sie das System auf undichte Stellen, um einer möglichen Feuer- und Explosionsgefahr vorzubeugen. Beachten Sie dabei die lokalen Umweltschutz-, Gesundheit- und Sicherheitsrichtlinien. Prüfungen auf undichte Stellen sollten Sie auch immer durchführen, wenn Sie einen Tank gewechselt oder die Gasleitungen gewartet haben. Stellen Sie sicher, dass die Auslassleitung stets in eine Abzugshaube entlüftet wird.



**Agilent GC/MS**

**Medidas de seguridad  
para el hidrógeno**



**Agilent Technologies**

## Avisos

© Agilent Technologies, Inc. 2013

Ninguna parte de este manual puede reproducirse en forma alguna o por cualquier medio (incluido el almacenamiento y recuperación electrónicos o la traducción a otro idioma) sin acuerdo previo y consentimiento por escrito de Agilent Technologies, Inc. tal y como establecen las leyes de derechos de autor internacionales y de los Estados Unidos.

### Referencia del manual

G3870-95101

### Edición

Segunda edición, mayo 2013

Impreso en EE.UU.

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052. EE.UU.

## Avisos de seguridad

### PRECAUCIÓN

Un aviso de **PRECAUCIÓN** indica la existencia de peligro o riesgo. Llama la atención sobre una práctica, procedimiento de funcionamiento o proceso similar que, si no se realiza correctamente o no se cumple estrictamente, podría dar como resultado daños en el producto o la pérdida de datos importantes.

Ante la presencia de un aviso de **PRECAUCIÓN** no debe proseguirse hasta que se hayan comprendido y cumplido todas las condiciones indicadas.

---

### ADVERTENCIA

Un aviso de **ADVERTENCIA** indica la existencia de peligro o riesgo. Llama la atención sobre una práctica, procedimiento de funcionamiento o proceso similar que, si no se realiza correctamente o no se cumple estrictamente, podría dar como resultado lesiones físicas o la muerte.

Ante la presencia de un aviso de tipo **ADVERTENCIA** no debe proseguirse hasta que se hayan comprendido y cumplido todas las condiciones indicadas.

---

## Medidas de seguridad para el hidrógeno

### ADVERTENCIA

El empleo de hidrógeno como gas portador del GC es potencialmente peligroso.

---

### ADVERTENCIA

Cuando se usa hidrógeno (H<sub>2</sub>) como gas portador o gas fuel, hay que tener en cuenta que el gas hidrógeno puede entrar dentro del horno del GC y generar riesgos de explosión. Por ello, hay que asegurarse de que la fuente está desactivada hasta que se hayan hecho todas las conexiones, y que los adaptadores de columna del detector y del inyector en todo momento están o bien conectados a una columna o bien tapados mientras se suministra hidrógeno al instrumento.

El hidrógeno es inflamable. Las fugas, si ocurren en un espacio cerrado, pueden provocar fuego o una explosión. En cualquier aplicación que utilice hidrógeno, se debe comprobar si hay fugas en las conexiones, líneas y válvulas antes de usar el instrumento. Hay que cerrar siempre el suministro de hidrógeno antes de trabajar con el instrumento.

---

El hidrógeno suele utilizarse como gas portador del GC. El hidrógeno tiene un carácter potencialmente explosivo, además de otras características peligrosas.

- El hidrógeno es combustible en una amplia gama de concentraciones. A presión atmosférica, el hidrógeno es combustible a concentraciones de entre el 4 y el 74,2% por volumen.
- El hidrógeno presenta la velocidad de combustión más elevada de todos los gases.
- El hidrógeno tiene una energía de ignición muy baja.
- El hidrógeno que se expande rápidamente a alta presión puede inflamarse por sí solo.
- El hidrógeno arde con una llama no luminosa, que puede resultar invisible si la luz es brillante.

## Precauciones con el GC

Si se utiliza hidrógeno como gas portador, debe retirarse la tapa de plástico redonda de la línea de transferencia de MS que hay en el panel izquierdo del GC. En el improbable caso de una explosión, esta tapa podría salir disparada

## Peligros exclusivos del funcionamiento del GC/MS

El hidrógeno presenta diversos peligros. Algunos son de tipo general, mientras que otros son exclusivos del funcionamiento del GC o GC/MS. Entre ellos se incluyen, aunque sin limitarse a ellos:

- Combustión de las fugas de hidrógeno.
- Combustión causada por la rápida expansión de hidrógeno desde un cilindro de alta presión.
- Acumulación de hidrógeno en el horno del GC y subsiguiente combustión (consulte la documentación de su GC y la etiqueta situada en la parte superior de la puerta del horno del GC).
- Acumulación de hidrógeno en el MS y subsiguiente combustión.

## Acumulación de hidrógeno en un MS

### ADVERTENCIA

**El MS no puede detectar fugas en las corrientes de entrada y/o salida de gas del detector. Por esta razón, es vital que los adaptadores de columnas estén siempre conectados a una columna o tengan un tapón instalado.**

---

Todos los usuarios deben ser conscientes de los mecanismos que pueden causar la acumulación de hidrógeno (Tabla 6) y estar al tanto de las precauciones a tomar si saben o sospechan que se ha acumulado hidrógeno. Estos mecanismos se aplican a *todos* los espectrómetros de masas, incluido el MS.



**Tabla 6** Mecanismos de acumulación de hidrógeno

<b>Mecanismo</b>	<b>Resultados</b>
Espectrómetro de masas apagado	Un espectrómetro de masas puede apagarse de forma deliberada. También puede desconectarse accidentalmente por un fallo interno o externo. La desconexión del espectrómetro no cierra el flujo del gas portador. Como resultado, el hidrógeno puede acumularse lentamente en el espectrómetro.
Válvulas de aislamiento automáticas del espectrómetro de masas cerradas	Algunos espectrómetros de masas están equipados con válvulas de aislamiento automáticas con bombas de difusión. En estos instrumentos, una acción deliberada del operador o varios fallos pueden provocar el cierre de las válvulas. Este cierre no corta el flujo del gas portador. Como resultado, el hidrógeno puede acumularse lentamente en el espectrómetro.
Válvulas de aislamiento manual del espectrómetro de masas cerradas	Algunos espectrómetros de masas están equipados con válvulas de aislamiento manuales con bombas de difusión. En estos instrumentos, el operador puede cerrar las válvulas. Este cierre no corta el flujo del gas portador. Como resultado, el hidrógeno puede acumularse lentamente en el espectrómetro.

**Tabla 6** Mecanismos de acumulación de hidrógeno (continuar)

<b>Mecanismo</b>	<b>Resultados</b>
GC apagado	Un GC puede apagarse de forma deliberada. También puede desconectarse accidentalmente por un fallo interno o externo. Cada GC reacciona de forma distinta. Si se apaga un GC 6890 equipado con control electrónico de la presión (EPC), el EPC detiene el flujo del gas portador. Si el flujo <b>no</b> está bajo el control del EPC, aumentará hasta alcanzar el máximo. Este flujo puede ser superior al que pueden bombear algunos espectrómetros de masas, dando como resultado una acumulación de hidrógeno en el espectrómetro. Si se apaga el espectrómetro de masas al mismo tiempo, la acumulación puede ser bastante rápida.
Fallo eléctrico	Si falla la alimentación, tanto el GC como el espectrómetro de masas se apagan. El gas portador, sin embargo, no se corta necesariamente. Como se indica anteriormente, en algunos GCs un fallo eléctrico puede provocar que el flujo del gas portador aumente al máximo. Como resultado, el hidrógeno puede acumularse en el espectrómetro.

**ADVERTENCIA**

**Una vez acumulado el hidrógeno en el espectrómetro de masas, es necesario un cuidado extremo para retirarlo. La puesta en marcha de un espectrómetro lleno de hidrógeno puede causar una explosión.**

**ADVERTENCIA**

**Tras un fallo eléctrico, el espectrómetro de masas puede ponerse en marcha y comenzar el proceso de bombeo por sí mismo. Esto no garantiza que se haya eliminado todo el hidrógeno del sistema, ni que haya desaparecido el peligro de explosión.**

## Precauciones

Tome las siguientes precauciones cuando utilice un sistema GC/MS con gas portador hidrógeno.

### Precaución con el equipo

DEBE asegurarse de que el tornillo de la placa frontal está apretado con la mano. No lo apriete excesivamente; puede causar fugas de aire.

### ADVERTENCIA

**Si no se fija el MS como se ha indicado con anterioridad, aumentará en gran medida el riesgo de sufrir lesiones personales en caso de una explosión.**

---

La tapa de plósito debe retirarse por encima de la ventana de vidrio de la parte frontal de la MSD 5975. En el improbable caso de una explosión, esta tapa podría salir disparada.

### Precauciones generales en el laboratorio

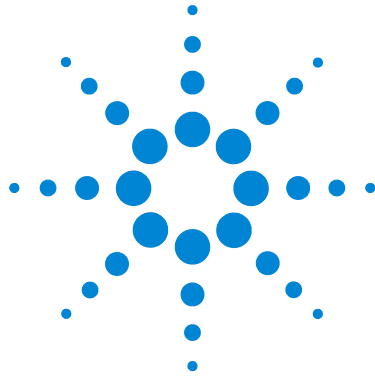
- Evite fugas en las líneas del gas portador. Utilice con regularidad equipo de control de fugas de hidrógeno.
- Elimine del laboratorio todas las fuentes de ignición que sea posible (llamas sin protección, dispositivos que puedan generar chispas, fuentes de electricidad estática, etc.).
- No permita la emisión de hidrógeno directamente a la atmósfera desde un cilindro de alta presión (peligro de ignición automática).
- Emplee un generador de hidrógeno en lugar de hidrógeno embotellado.

### Precauciones durante el funcionamiento

- Cierre el suministro de hidrógeno siempre que apague el GC o el MS.
- Cierre el suministro de hidrógeno siempre que purgue el MS (no caliente la columna capilar sin flujo de gas portador).
- Cierre el suministro de hidrógeno siempre que se cierren las válvulas de aislamiento de un MS (no caliente la columna capilar sin flujo de gas portador).
- Cierre el suministro de hidrógeno si se produce un fallo eléctrico.

- Si se produce un fallo eléctrico mientras el sistema GC/MS funciona sin supervisión, incluso si el sistema ha vuelto a ponerse en marcha por sí mismo:
  - 1 Cierre inmediatamente la fuente de suministro de hidrógeno.
  - 2 Apague el GC.
  - 3 Apague el MS y déjelo enfriar durante 1 hora.
  - 4 Elimine **todas** las fuentes potenciales de ignición de la habitación.
  - 5 Abra el distribuidor de vacío del MS a la atmósfera.
  - 6 Espere al menos 10 minutos para que se disipe el hidrógeno.
  - 7 Ponga en marcha el GC y el MS de la forma habitual.

Cuando use gas hidrógeno, compruebe la existencia de fugas en el sistema para evitar posibles riesgos de fuego o explosión de acuerdo con los requisitos de seguridad e higiene medioambientales. Compruebe siempre la existencia de fugas después de cambiar un depósito o reparar las líneas de gas. Asegúrese siempre de que la línea de ventilación descargue en una campana extractora.



**Agilent ГХ / МС**

**Меры предосторожности  
при обращении с  
водородом**



**Agilent Technologies**

## Предупреждения

© Agilent Technologies, Inc., 2013 г.

В соответствии с действующим в США и международным законодательством по охране авторских прав никакая часть этого документа не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами (в том числе электронными средствами накопления и обработки информации), а также переведена на другой язык без предварительного письменного разрешения Agilent Technologies, Inc.

### Обозначение документа

G3870-91101

### Издание

Второе издание, май 2013 г.

Отпечатано в США

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## Предупреждения о безопасности

### ВНИМАНИЕ

Знак **ВНИМАНИЕ** предупреждает об опасности. Он обращает внимание на рабочий процесс, метод или процедуру, неправильное выполнение которых или несоблюдение указанных для них требований может вызвать повреждение прибора или утерю важных данных. Не выполняйте действий, описанных после знака **ВНИМАНИЕ**, до тех пор, пока указанные условия не будут полностью осознаны и соблюдены.

---

### ОСТОРОЖНО

Знак **ОСТОРОЖНО** предупреждает об опасности. Он обращает внимание на рабочий процесс, метод или процедуру, неправильное выполнение которых или несоблюдение указанных для них требований может привести к травме или смерти. Не выполняйте действий, описанных после знака **ОСТОРОЖНО**, до тех пор, пока все указанные условия не будут полностью осознаны и соблюдены.

---

## Меры предосторожности при обращении с водородом

### ОСТОРОЖНО

Использование водорода в качестве газа-носителя в газовом хроматографе (ГХ) является потенциально опасным.

---

### ОСТОРОЖНО

При использовании водорода ( $H_2$ ) в качестве газа-носителя или основного газа имейте в виду, что водородный газ может попасть в термостат газового хроматографа и вызвать угрозу взрыва. Поэтому начинайте подачу газа только после того, как будут подключены все компоненты. При подаче водородного газа в прибор фитинги впускного канала и колонки детектора должны быть постоянно подключены к колонке или закрыты.

Водород является легковоспламеняющимся газом. Его утечки в закрытом помещении могут вызвать риск пожара или взрыва. При использовании водорода перед работой с прибором всегда проверяйте герметичность всех соединений, линий и клапанов. Перед работой с прибором всегда отключайте подачу водорода на его источнике.

---

Водород широко применяется в качестве газа-носителя в газовых хроматографах. Водород взрывоопасен и имеет другие опасные свойства.

- Водород воспламеняется при различных концентрациях. В условиях атмосферного давления водород воспламеняется при концентрации от 4 % до 74,2 % по объему.
- Водород имеет самую высокую скорость горения среди газов.
- Водород имеет очень низкую энергию зажигания.
- При быстром выходе из условий высокого давления может произойти самовозгорание водорода.
- При горении водорода возникает несветящееся пламя, которое может быть невидимым при ярком освещении.

## Меры предосторожности при обращении с ГХ

Если в качестве газа-носителя используется водород, снимите большую круглую пластиковую крышку линии передачи МС, расположенную с левой стороны ГХ. В маловероятном случае взрыва эта крышка может сместиться.

## Угрозы при работе с газовым хроматографом/масс-селективным детектором

При использовании водорода существуют различные угрозы. Некоторые из них являются общими, а другие — характерными для работы с газовым хроматографом/масс-селективным детектором. Некоторые угрозы описаны ниже.

- Возгорание водорода при утечке.
- Возгорание вследствие быстрого выхода водорода из цилиндра высокого давления.
- Накопление водорода в термостате ГХ и последующее возгорание (см. документацию ГХ и наклейку на крышке термостата хроматографа).
- Накопление водорода в масс-селективном детекторе и последующее возгорание.

### Накопление водорода в масс-селективном детекторе

**ОСТОРОЖНО**

**Масс-селективный детектор (МС) не может обнаруживать утечки в потоках газа впускного канала и/или детектора. По этой причине фитинги колонки всегда должны быть подключены к колонке либо закрыты крышками или заглушками.**

Всем пользователям должны быть известны события, вызывающие накопление водорода (таблица 7), а также действия, которые следует предпринять при накоплении водорода либо появлении признаков накопления. Обратите внимание, что описанные события относятся ко *всем* масс-спектрометрам, в том числе к МСД.

**Таблица 7** События, вызывающие накопление водорода

Событие	Результаты
Выключение масс-спектрометра	Масс-спектрометр может быть выключен намеренно, а также случайно в результате внутреннего или внешнего сбоя. При выключении масс-спектрометра не отключается подача газа-носителя. В результате этого водород может медленно накапливаться в масс-спектрометре.



**Таблица 7** События, вызывающие накопление водорода(продолжать)

Событие	Результаты
Закрытие автоматического стопорного клапана масс-спектрометра	Некоторые масс-спектрометры имеют автоматические стопорные клапаны диффузионного насоса. В этих приборах при соответствующих действиях оператора или различных сбоях стопорные клапаны могут закрыться. При закрытии стопорного клапана не отключается подача газа-носителя. В результате этого водород может медленно накапливаться в масс-спектрометре.
Закрытие ручного стопорного клапана масс-спектрометра	Некоторые масс-спектрометры имеют ручные стопорные клапаны диффузионного насоса. В этих приборах оператор может закрыть стопорные клапаны. При закрытии стопорного клапана не отключается подача газа-носителя. В результате этого водород может медленно накапливаться в масс-спектрометре.
Отключение газового хроматографа	Газовый хроматограф может быть выключен намеренно, а также случайно в результате внутреннего или внешнего сбоя. Разные хроматографы работают различным образом. При выключении газового хроматографа 6890, снабженного электронным контроллером давления (ЭКД), контроллер давления останавливает поток газа-носителя. Если поток газа-носителя <b>не</b> контролируется электронным контроллером давления, интенсивность потока увеличивается до максимального уровня. Этот поток может быть настолько сильным, что некоторые масс-спектрометры не смогут откачивать весь газ, в результате чего водород будет накапливаться в масс-спектрометре. Если в этот момент масс-спектрометр будет также выключен, водород может накопиться достаточно быстро.
Отключение электричества	При отключении электричества газовый хроматограф и масс-спектрометр выключаются. Однако в этом случае подача газа-носителя может продолжаться. Как указано выше, в некоторых газовых хроматографах при отключении электричества интенсивность потока газа-носителя может увеличиться до максимального уровня. В результате этого водород может накопиться в масс-спектрометре.

## **ОСТОРОЖНО**

Если в масс-спектрометре накопился водород, при его удалении необходимо действовать очень осторожно. Неправильный запуск масс-спектрометра, наполненного водородом, может вызвать взрыв.

---

## **ОСТОРОЖНО**

При включении электричества после внезапного отключения масс-спектрометр может запуститься и начать процесс откачки самостоятельно. Это не гарантирует удаления всего водорода из системы и устранения угрозы взрыва.

---

## **Меры предосторожности**

При работе с ГХ/МС с использованием водорода в качестве газа-носителя соблюдайте следующие меры предосторожности.

### **Меры предосторожности при обращении с оборудованием**

**ОБЯЗАТЕЛЬНО** закручивайте передний винт с накатанной головкой на боковой пластине рукой. Не закручивайте винт слишком сильно, т.к. это может вызвать проникновение воздуха.

## **ОСТОРОЖНО**

**Несоблюдение приведенной выше инструкции по креплению масс-селективного детектора значительно повышает риск получения травмы в результате взрыва.**

---

Пластиковую крышку на стеклянном окне спереди МСД 5975 необходимо снять. В маловероятном случае взрыва эта крышка может сместиться.

### **Общие меры предосторожности при работе в лаборатории**

- Не допускайте утечек в линиях газа-носителя. Периодически проверяйте отсутствие утечек водорода с помощью соответствующего оборудования.
- Максимально уменьшите количество источников зажигания в лаборатории (открытое пламя, устройства, способные выделять искры, источники статического электричества и т.д.).
- Не выпускайте газ из цилиндра высокого давления непосредственно в атмосферу (существует угроза самовозгорания).

- Используйте генератор водорода, а не бутилированный водород.

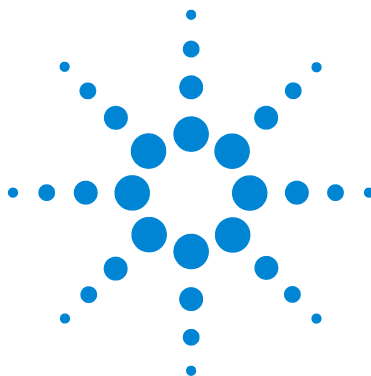
### **Меры предосторожности при работе с прибором**

- Отключайте подачу водорода на источнике водорода каждый раз при выключении ГХ или МС.
- Отключайте подачу водорода на источнике каждый раз при вентилировании МС (не нагревайте капиллярную колонку без газа-носителя).
- Отключайте подачу водорода на источнике водорода каждый раз при закрытии стопорных клапанов МС (не нагревайте капиллярную колонку без газа-носителя).
- При отключении электричества всегда отключайте подачу водорода на его источнике.
- Если при работе ГХ/МС без участия оператора происходит отключение электроэнергии, даже при последующем автоматическом перезапуске системы выполните следующие действия.
  - 1 Немедленно отключите подачу водорода на его источнике.
  - 2 Отключите ГХ.
  - 3 Отключите МС и подождите 1 час, пока он остынет.
  - 4 Удалите **все** потенциальные источники зажигания из помещения.
  - 5 Откройте вакуумный коллектор МС.
  - 6 Подождите не менее 10 минут, чтобы водород рассеялся.
  - 7 Запустите ГХ и МС, как обычно.

При использовании водородного газа проверяйте систему на наличие утечек для предотвращения возгорания и взрывов в соответствии с местными правилами безопасности и охраны окружающей среды.

Всегда проверяйте отсутствие утечек после замены резервуара или обслуживания газовых линий. Всегда обеспечивайте вывод газа из линии вентилирования в вытяжной шкаф.





# **Agilent GC/MS**

## **Segurança do hidrogênio**



**Agilent Technologies**

# Avisos

© Agilent Technologies, Inc. 2013

Nenhuma parte deste manual pode ser reproduzida de qualquer forma ou por qualquer meio (incluindo armazenamento eletrônico e recuperação ou tradução para um outro idioma) sem o consentimento prévio, por escrito, da Agilent Technologies, Inc. como regido pelas leis de direitos autorais dos EUA e de outros países.

## Código do manual

G3870-98101

## Edição

Segunda edição, maio 2013

Impresso nos EUA

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## Avisos de segurança

### CUIDADO

**CUIDADO** indica perigo. Ele chama a atenção para um procedimento, prática ou algo semelhante que, se não for corretamente realizado ou cumprido, pode resultar em avarias no produto ou perda de dados importantes. Não prossiga após um aviso de **CUIDADO** até que as condições indicadas sejam completamente compreendidas e atendidas.

### ADVERTÊNCIA

**AVISO** indica perigo. Ele chama a atenção para um procedimento, prática ou algo semelhante que, se não for corretamente realizado ou cumprido, pode resultar em ferimentos pessoais ou morte. Não prossiga após um **AVISO** até que as condições indicadas sejam completamente compreendidas e atendidas.

## Segurança do hidrogênio

### ADVERTÊNCIA

O uso de hidrogênio como o gás portador do GC é potencialmente perigoso.

---

### ADVERTÊNCIA

Quando for usar o hidrogênio (H<sub>2</sub>) como gás portador ou como gás de combustível, saiba que o gás hidrogênio pode entrar no forno do GC e criar um perigo de explosão. Sendo assim, certifique-se de que o abastecimento esteja desligado até que todas as conexões sejam feitas e que a entrada de alimentação e os conectores da coluna do detector estejam ligados a uma coluna ou cobertos sempre que o gás hidrogênio for fornecido ao instrumento.

O hidrogênio é inflamável. Vazamentos, quando confinados em espaços fechados, podem provocar incêndio ou perigo de explosão. Sempre que for usar hidrogênio, verifique se não há vazamento, testando todas as conexões, linhas e válvulas antes de usar o instrumento. Sempre desligue o fornecimento de hidrogênio na fonte para trabalhar com o instrumento.

---

O hidrogênio é muito usado como gás portador de GC. O hidrogênio é potencialmente explosivo e apresenta outras características perigosas.

- O hidrogênio produz combustão em várias concentrações. Em pressão atmosférica, o hidrogênio produz combustão em concentrações de 4% a 74,2% por volume.
- O hidrogênio é o gás que queima com mais velocidade.
- O hidrogênio possui energia de ignição muito baixa.
- O hidrogênio, que consegue se expandir rapidamente a partir da alta pressão, é capaz de causar sua própria combustão.
- O hidrogênio queima com uma brasa não luminosa, que pode ser invisível sob luz brilhante.

## **Perigos exclusivos da operação do GC/MS**

O hidrogênio apresenta vários perigos. Alguns são gerais, outros são exclusivos da operação do GC ou GC/MS. Esses perigos incluem, mas não se limitam a:

- Combustão do hidrogênio que venha a vaziar.
- Combustão decorrente de rápida expansão do hidrogênio de um cilindro de alta pressão.
- Acúmulo de hidrogênio no forno do GC e combustão subsequente (consulte a documentação do GC e a etiqueta na parte superior da tampa do forno do GC).
- Acúmulo de hidrogênio no MS e combustão subsequente.



## Acúmulo de hidrogênio em um MS

### ADVERTÊNCIA

**O MS não consegue detectar vazamentos na entrada e/ou em fluxos de gás do detector. Por esse motivo, é de suma importância que as conexões da coluna estejam sempre ligadas a uma coluna, que estejam cobertas, ou com um plugue instalado.**

Todos os usuários devem estar cientes dos mecanismos pelos quais o hidrogênio pode se acumular (Tabela 8) e saber que precauções tomar, se eles souberem ou suspeitarem que houve acúmulo de hidrogênio. Observe que esses mecanismos se aplicam a *todos* os espectrômetros de massa, incluindo o MS.

**Tabela 8** Mecanismos de acúmulo de hidrogênio

Mecanismo	Resultados
Espectrômetro de massa desligado	Um espectrômetro de massa pode ser desligado deliberadamente. Ele também pode ser desligado acidentalmente, por uma falha interna ou externa. O desligamento de um espectrômetro de massa não fecha o fluxo de gás portador. Como resultado, o hidrogênio pode se acumular lentamente no espectrômetro de massa.
Válvulas de isolamento automatizado do espectrômetro de massa fechadas	Alguns espectrômetros de massa são equipados com válvulas de isolamento automatizado de bomba de difusão. Nesses instrumentos, uma ação deliberada do operador ou várias falhas podem fazer com que as válvulas de isolamento sejam fechadas. O fechamento das válvulas de isolamento não fecha o fluxo de gás portador. Como resultado, o hidrogênio pode se acumular lentamente no espectrômetro de massa.

**Tabela 8** Mecanismos de acúmulo de hidrogênio (cont.)

<b>Mecanismo</b>	<b>Resultados</b>
Válvulas de isolamento manual do espectrômetro de massa fechadas	Alguns espectrômetros de massa são equipados com válvulas de isolamento manual de bomba de difusão. Nesses instrumentos, o operador pode fechar as válvulas de isolamento. O fechamento das válvulas de isolamento não fecha o fluxo de gás portador. Como resultado, o hidrogênio pode se acumular lentamente no espectrômetro de massa.
GC desligado	Um GC pode ser desligado deliberadamente. Ele também pode ser desligado acidentalmente, por uma falha interna ou externa. GCs diferentes reagem de maneiras diferentes. Se um GC 7890 equipado com controle eletrônico de pressão (EPC) for desligado, o EPC interromperá o fluxo do gás portador. Se o fluxo do portador <b>não</b> estiver sob o controle do EPC, ele aumenta até seu limite máximo. Esse fluxo pode ser mais do que alguns espectrômetros de massa podem bombear para fora, resultando no acúmulo de hidrogênio no espectrômetro de massa. Se o espectrômetro de massa for desligado ao mesmo tempo, o acúmulo pode ser bem rápido.
Falha de energia	Se a energia falhar, tanto o GC quanto o espectrômetro de massa serão desligados. O gás portador, entretanto, não será necessariamente desligado. Como descrito anteriormente, em alguns GCs, uma falha de energia pode fazer com que o fluxo de gás portador seja definido para o máximo. Como resultado, o hidrogênio pode se acumular no espectrômetro de massa.

**ADVERTÊNCIA**

**Assim que o hidrogênio estiver acumulado em um espectrômetro de massa, será necessária extrema cautela para removê-lo. A inicialização incorreta de um espectrômetro de massa cheio de hidrogênio pode provocar explosão.**

**ADVERTÊNCIA**

**Depois de uma falha de energia, o espectrômetro de massa pode se iniciar e começar o processo de bombeamento por si só. Isso não garante que todo o hidrogênio tenha sido removido do sistema ou que o perigo de explosão tenha sido removido.**

## Precauções

Considere as seguintes precauções, ao operar o GC/MS com o gás portador hidrogênio.

### Precauções do equipamento

#### ADVERTÊNCIA

**Você PRECISA se certificar de que o parafuso superior de aperto manual na placa lateral do analisador frontal e o parafuso superior de aperto manual na placa lateral do analisador posterior tenham sido apertados com a força dos dedos. Não aperte demais os parafusos; isso pode causar vazamentos de gás.**

**Você PRECISA deixar os suportes da placa superior da câmara de células de colisão apertados. Não remova os suportes de envio da placa superior para operação normal; eles protegem a placa superior em caso de explosão.**

**Você deve remover a cobertura de plástico sobre a janela de vidro, na frente do analisador. Na improvável ocorrência de uma explosão, essa cobertura poderá ser deslocada.**

---

#### ADVERTÊNCIA

**Não proteger seu MS como descrito acima aumenta muito as chances de ferimentos pessoais em caso de uma explosão.**

---

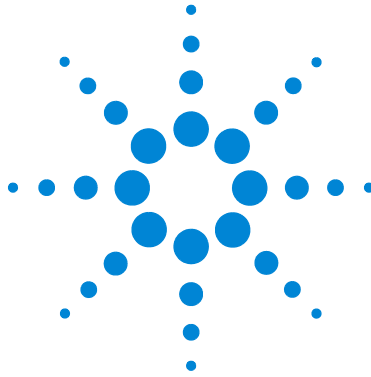
### Precauções laboratoriais gerais

- Evite vazamentos nas linhas de gás portador. Use equipamento de verificação de vazamentos, para verificar periodicamente vazamentos de hidrogênio.
- Elimine, do laboratório, todas as fontes de ignição possíveis (chamas abertas, dispositivos que podem soltar faíscas, fontes de eletricidade estática, etc).
- Não permita que o hidrogênio de um cilindro de alta pressão seja ventilado diretamente para a atmosfera (perigo de autoignição).
- Use um gerador de hidrogênio, em vez de hidrogênio engarrafado.

## Precauções operacionais

- Desligue o hidrogênio na sua fonte, sempre que você desligar o GC ou MS.
- Não use hidrogênio como gás de células de colisão.
- Desligue o hidrogênio na sua fonte, sempre que você ventilar o MS (não aqueça a coluna capilar sem o fluxo de gás portador).
- Desligue o hidrogênio em sua fonte, sempre que as válvulas de interrupção em um MS forem fechadas (não aqueça a coluna capilar sem o fluxo de gás portador).
- Desligue o hidrogênio na sua fonte, se ocorrer uma falha de energia.
- Se ocorrer uma falha de energia quando não houver ninguém perto do sistema GC/MS, mesmo se o sistema tiver se reiniciado sozinho:
  - 1 Desligue imediatamente o hidrogênio na sua fonte.
  - 2 Desligue o GC.
  - 3 Desligue o MS e deixe ele resfriar por uma hora.
  - 4 Elimine **todas** as fontes em potencial de ignição na sala.
  - 5 Abra a tubulação de vácuo do MS para a atmosfera.
  - 6 Espere, pelo menos, dez minutos, para permitir que o hidrogênio se dissipe.
  - 7 Inicie o GC e o MS, normalmente.

Quando utilizar gás hidrogênio, verifique se há vazamentos no sistema para evitar possíveis perigos de incêndio e explosão com base nos requisitos locais de Saúde, meio ambiente e segurança (EHS). Sempre verifique se há vazamentos, após trocar um tanque ou fazer manutenções nas linhas de gás. Sempre verifique se a linha de ventilação está ventilando para uma coifa.



**Agilent**  
**GC / MS 수소 안전**

수소 안전

# 공지사항

© Agilent Technologies, Inc. 2013

미국 및 국제 저작권법에 의거하여 Agilent Technologies, Inc. 의 사전 서면 동의 없이는 어떠한 형식 또는 수단 ( 전자 저장 및 검색 또는 다른 언어로 번역 포함 ) 으로도 이 설명서의 전부 또는 일부를 복제할 수 없습니다 .

## 설명서 부품 번호

G3870-99101

## 판

두 번째 판 , 2013 년 5 월

미국에서 인쇄

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Boulevard  
Santa Clara, CA 95052

## 안전 고지

### 주의

**주의** 표시는 위험을 나타냅니다 . 이는 올바로 이행하거나 지키지 않을 경우 제품이 손상되거나 중요 데이터가 손실될 수 있는 작동 절차나 사용 방식 등에 대한 주의를 환기시키는 표시입니다 . **주의** 내용을 완전히 이해하지 못하거나 조건이 만족되지 않을 경우 작업을 진행하지 마십시오 .

### 경고

**경고** 표시는 위험을 나타냅니다 . 이는 올바로 이행하거나 지키지 않을 경우 신체 상해나 사망에 이를 수 있는 작동 절차나 사용 방식 등에 대한 주의를 환기시키는 표시입니다 . **경고** 내용을 완전히 이해하지 못하거나 조건이 만족되지 않을 경우 작업을 진행하지 마십시오 .

## 수소 안전

### 경고

GC 운반 기체로 수소를 사용하면 위험할 수 있습니다.

### 경고

운반 기체나 또는 연료 기체로 수소 ( $H_2$ ) 를 사용할 경우, 수소 기체가 GC 오븐으로 들어가서 폭발할 위험성도 있으니 유의하십시오. 따라서 수소 기체를 기기에 공급할 때는 모든 연결이 완료될 때까지 공급기가 꺼져 있는지 확인하고, 주입구와 검출기 컬럼 피팅이 항상 컬럼에 연결되어 있거나 뚜껑으로 덮여져 있는지 확인하십시오.

수소는 인화성 기체입니다. 폐쇄된 공간에서 누출이 발생하면 화재나 폭발의 위험이 있습니다. 수소를 어디에 사용하든지 기기를 작동시키기 전에 모든 연결, 라인, 밸브를 확인하여 누출이 없는지 테스트하십시오. 기기를 작동하기 전에 항상 수소 공급기를 끄십시오.

수소는 일반적으로 사용되는 GC 운반 기체입니다. 수소는 폭발 가능성이 있으며 다음과 같은 위험성이 있습니다.

- 수소는 광범위한 농도에서 가연성이 있습니다. 대기압에서 수소는 4% 에서 74.2% 까지 용량의 농도에서 가연성이 있습니다.
- 수소는 모든 기체 중에서 연소 속도가 가장 빠릅니다.
- 수소는 점화 에너지가 매우 낮습니다.
- 고압에서 빠르게 확산 가능한 수소는 자기 점화가 가능합니다.
- 수소는 밝은 빛 아래에서는 안 보일 수도 있는 불휘염입니다.

### GC/MS 작동에 고유한 위험성

수소는 여러 가지 위험성을 동반합니다. 일반적인 위험성도 있고 GC 또는 GC/MS 작동에 고유한 위험성도 있습니다. 이러한 위험성은 다음이 포함되지만 이에 국한되지는 않습니다.

- 누출된 수소의 연소

- 고압 실린더에서 수소의 빠른 팽창으로 인한 연소
- GC 오븐에서 수소의 누적 및 이후의 연소 (GC 설명서 및 GC 오븐 문의 상단 가 장자리에 있는 레이블 참조)
- MS 의 수소 누적 및 이후의 연소

## MS 의 수소 누적

### 경고

**MS 는 주입구 및 / 또는 검출기 기체 흐름의 누출을 감지할 수 없습니다 . 따라서 항상 컬럼 피팅을 컬럼에 연결하거나 피팅에 뚜껑이나 플러그를 설치해야 합니다 .**

모든 사용자는 수소 누적 메커니즘 ( 표 9 ) 을 인식하고 , 수소 누적을 인지하거나 수소 누적이 의심스러울 경우 취해야 할 조치를 숙지해야 합니다 . 이러한 메커니즘은 MS 를 포함하여 모든 질량 분석계에 적용됩니다 .

**표 9** 수소 누적 메커니즘

메커니즘	결과
질량 분석계가 꺼져 있음	질량 분석계는 고의로 끌 수 있습니다 . 또한 , 내부 또는 외부 장애로 인해 뜻하지 않게 꺼질 수도 있습니다 . 질량 분석계 종료로 인해 운반 기체의 흐름이 차단되지는 않습니다 . 결과적으로 질량 분석계에 수소가 천천히 누적될 수 있습니다 .



표 9 수소 누적 메커니즘 ( 계속 )

메커니즘	결과
질량 분석계의 자동 차단 밸브가 닫힘	일부 질량 분석계에는 자동 디퓨전 펌프 차단 밸브가 장착되어 있습니다. 이러한 기기에서 고의적인 작동자 조치 또는 여러 가지 고장으로 인해 차단 밸브가 닫힐 수 있습니다. 차단 밸브 폐쇄로 인해 운반 기체의 흐름이 차단되지 않습니다. 결과적으로 질량 분석계에 수소가 천천히 누적될 수 있습니다.
질량 분석계 수동 차단 밸브 닫힘	일부 질량 분석계에는 수동 디퓨전 펌프 차단 밸브가 장착되어 있습니다. 이러한 기기에서 작동자가 차단 밸브를 닫을 수 있습니다. 차단 밸브를 닫아도 운반 기체의 흐름이 차단되지 않습니다. 결과적으로 질량 분석계에 수소가 천천히 누적될 수 있습니다.
GC 꺼짐	GC 는 고의로 끌 수 있습니다. 또한, 내부 또는 외부 장애로 인해 뜻하지 않게 꺼질 수도 있습니다. 서로 다른 GC 는 다른 방식으로 반응합니다. EPC(Electronic Pressure Control) 가 장착된 7890 GC 가 꺼지면 EPC 가 운반 기체의 흐름을 중단합니다. 운반 흐름이 EPC 에 의해 제어되지 <b>않는다면</b> 유량이 최대치까지 높아집니다. 이 유량은 일부 질량 분석계가 펌프질로 내보낼 수 있는 양보다 많기 때문에 결과적으로 수소가 질량 분석계에 누적됩니다. 질량 분석계의 전원이 동시에 꺼지면 상당히 빠르게 누적될 수 있습니다.
전원 오류	전원에 오류가 발생하면 GC 와 질량 분석계가 모두 정지됩니다. 하지만 운반 기체를 차단할 필요는 없습니다. 앞서 설명했듯이 일부 GC 에서는 전원 오류로 인해 운반 기체의 유량이 최대로 설정될 수도 있습니다. 결과적으로 질량 분석계에 수소가 누적될 수 있습니다.

## 경고

질량 분석계에 수소가 누적되면 수소를 제거할 때 극도로 주의해야 합니다. 수소로 가득 찬 질량 분석계를 잘못 시작하면 폭발할 수 있습니다.

---

## 경고

전원 오류 후에 질량 분석계는 저절로 시작되고 펌프 다운 프로세스를 시작할 수 있습니다. 이것이 시스템에서 모든 수소가 제거되었거나 폭발 위험성이 제거되었음을 보장하지는 않습니다.

---

## 예방 조치

수소 운반 기체로 GC/MS 시스템을 작동할 때 다음 예방 조치를 취하십시오.

### 장비 예방 조치

## 경고

전면 분석기 측면 플레이트의 상단 나비 나사 및 후면 분석기 측면 플레이트의 상단 나비 나사를 손으로 단단히 조여야 합니다. 나비 나사를 과도하게 조이면 공기가 누출될 수 있습니다.

**Collision cell** 챔버 상단 플레이트 브래킷은 단단히 조인 채로 두어야 합니다. 정상적인 작동을 위해 상단 플레이트에서 배송 브래킷을 제거하지 마십시오. 폭발 시 상단 플레이트를 보호합니다.

분석기 전면의 유리창에서 플라스틱 덮개를 제거해야 합니다. 만일 폭발이 일어나는 경우에는 이 덮개가 벗겨질 수도 있습니다.

---

## 경고

앞서 설명한 대로 **MS** 를 고정하지 않으면 폭발 시 부상 위험성이 크게 높아집니다.

---

### 일반적인 실험실 예방 조치

- 운반 기체 라인의 누출을 방지하십시오. 누출 점검 장비를 사용하여 수소가 누출되지 않는지 정기적으로 점검해야 합니다.
- 실험실에서 점화원 (불꽃, 불꽃을 일으킬 수 있는 장치, 정전기의 원인 등) 을 최대한 제거하십시오.

- 고압 실린더의 수소가 대기로 직접 분출되지 않도록 주의하십시오 ( 자기 점화 위험 ).
- 병에 담긴 수소 대신에 수소 생성기를 사용하십시오 .

### 작동 예방 조치

- GC 또는 MS 를 끝 때마다 소스에서 수소를 차단하십시오 .
- collision cell 기체로 수소를 사용하지 마십시오 .
- MS 를 배출할 때마다 소스에서 수소를 차단하십시오 .( 운반 기체 흐름 없이 캐필러리 컬럼을 가열하지 마십시오 .)
- MS 의 차단 밸브를 닫을 때마다 소스에서 수소를 차단하십시오 .( 운반 기체 흐름 없이 캐필러리 컬럼을 가열하지 마십시오 .)
- 전원 오류가 발생하면 소스에서 수소를 차단하십시오 .
- GC/MS 시스템이 저절로 재시작되었다도 시스템이 무인 상태에서 전원 오류가 발생할 경우,
  - 1 해당 소스에서 수소를 즉시 차단하십시오 .
  - 2 GC 를 끄십시오 .
  - 3 MS 를 끄고 1 시간 동안 냉각시키십시오 .
  - 4 실내의 모든 잠재적 점화원을 제거하십시오 .
  - 5 MS 의 진공 매니폴드를 대기로 방출하십시오 .
  - 6 수소가 사라질 때까지 최소한 10 분을 기다리십시오 .
  - 7 GC 및 MS 를 정상적으로 시작하십시오 .

수소 기체를 사용할 때 , 현지의 환경 보건 및 안전 (EHS) 요구사항을 기반으로 화재 및 폭발 위험 가능성을 방지하기 위해 시스템의 누출을 확인하십시오 . 탱크를 교체하거나 기체 라인을 점검한 후에는 항상 누출을 확인하십시오 . 배출 라인이 피움 배출 후드로 환기되었는지 항상 확인하십시오 .







**Agilent Technologies**

© Agilent Technologies, Inc.

Printed in USA, May 2013



**G3870-90101**