

AN TOÀN TRONG

SẢN XUẤT & CHIẾT NẠP

Safety on Hydrogen - Production & Filling

AIGAVN-TM-015

18-10-2024



H₂
HYDROGEN

TUYÊN BỐ TỪ CHỐI TRÁCH NHIỆM

Tất cả các ấn phẩm của AIGA VN hoặc mang tên AIGA VN đều chứa thông tin bao gồm hướng dẫn thực hành, áp dụng quy trình an toàn, thông tin kỹ thuật, qui định pháp luật, sự kiện khác được thu thập từ các nguồn mà AIGA VN cho là đáng tin cậy và / hoặc dựa trên thông tin kỹ thuật, an toàn và kinh nghiệm hiện có sẵn từ các thành viên của AIGA VN vào ngày phát hành

AIGA VN không bảo đảm cũng như không chấp nhận bất kỳ trách nhiệm pháp lý nào về tính chính xác, đầy đủ hoặc đúng đắn của thông tin có trong các ấn phẩm này. Mặc dù AIGA VN khuyến khích người dùng để tham khảo hoặc áp dụng chúng trong công việc của mình, nhưng việc tham khảo hoặc áp dụng là hoàn toàn tự nguyện và không ràng buộc.

AIGA VN không kiểm soát bất kỳ điều gì liên quan đến hiệu suất hoặc diễn giải sai, sử dụng hợp lý hoặc không hợp lý bất kỳ thông tin hoặc đề xuất nào trong các ấn phẩm của AIGA VN bởi bất kỳ cá nhân hoặc tổ chức nào (bao gồm các thành viên AIGA VN). Tuy nhiên, AIGA VN khuyến cáo người dùng không chỉnh sửa, thay đổi nội dung và sử dụng ấn phẩm của AIGA VN không đúng mục đích, và AIGA VN từ chối rõ ràng bất kỳ trách nhiệm pháp lý nào liên quan đến việc này.

Các ấn phẩm của AIGA VN phải được đánh giá định kỳ và người dùng được cảnh báo để có được ấn bản mới nhất

DISCLAIMER

All publications of AIGA VN or bearing AIGA VN's name contain information, including work instruction, safety procedures applying, technical information, legal requirement, events that were obtained from sources believed by AIGA VN to be reliable and/ or based on technical, safety information and experience currently available from members of AIGA VN at the date of issuing.

AIGA VN do not ensure nor accept any liability as to the accuracy, completeness or correctness of the information contained in these publications. While AIGA VN recommends that the user refer to or apply it into their working, such reference to or apply thereof by the user is purely voluntary and not binding.

AIGA VN has no control whatsoever as regards, performance or non-performance, misinterpretation, proper or improper use of any information or suggestions contained in AIGA VN's publications by any person or entity (including AIGA VN members). However, AIGA VN recommends that users do not modify, change the content and use publications of AIGA VN for improper purposes, and AIGA VN expressly disclaims any related liability.

AIGA VN's publications are subject to periodic review and the users are cautioned to obtain the latest edition.

HYDROGEN

Bạn biết gì về nó?

What Do You Know About It?

Phải chăng nó là KẼ XẤU trong thế giới khí công nghiệp?
Is it a BAD BOY of the Gas world?



BOM HYDRO

Hydrogen Bomb

ỨNG DỤNG CỦA HYDRO Hydrogen application

ĐIỆN VÀ NHIỆT ĐIỆN Power & Heat Generation

- Sản xuất điện cho lưới điện
Power generation for grid
- Lưu trữ năng lượng
Power buffering
- Bổ sung H₂ vào khí đốt tự nhiên
H₂ addition to natural gas
- Nhiệt/điện cho tòa nhà
Heat/power for building
- Nhiệt/điện cho công nghiệp
Heat/power for industry



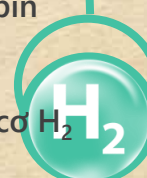
NGUYÊN LIỆU CÔNG NGHIỆP Industry Feedstock

- Sản xuất Amoniac
Ammoniac production
- Sản xuất thép
Steel production
- Khí tổng hợp
Synthesis gas
- Cracking Hydro
Hydrogen cracking
- Hydro hóa
Hydrogenation



VẬN CHUYỂN Transportation

- Xe nâng chạy bằng pin nhiên liệu
Fuel cell forklift
- Xe chạy bằng động cơ H₂
H₂ powered vehicles
- Xe lửa chạy bằng động cơ H₂
H₂ powered trains
- Máy bay chạy bằng động cơ H₂
H₂ powered aircraft
- Tàu thủy chạy bằng động cơ H₂
H₂ powered shipping





HINDENBURG

SỰ CHÁY THE FIRE





TÀU CON THOI
SPACE SHUTTLE
CHALLENGER

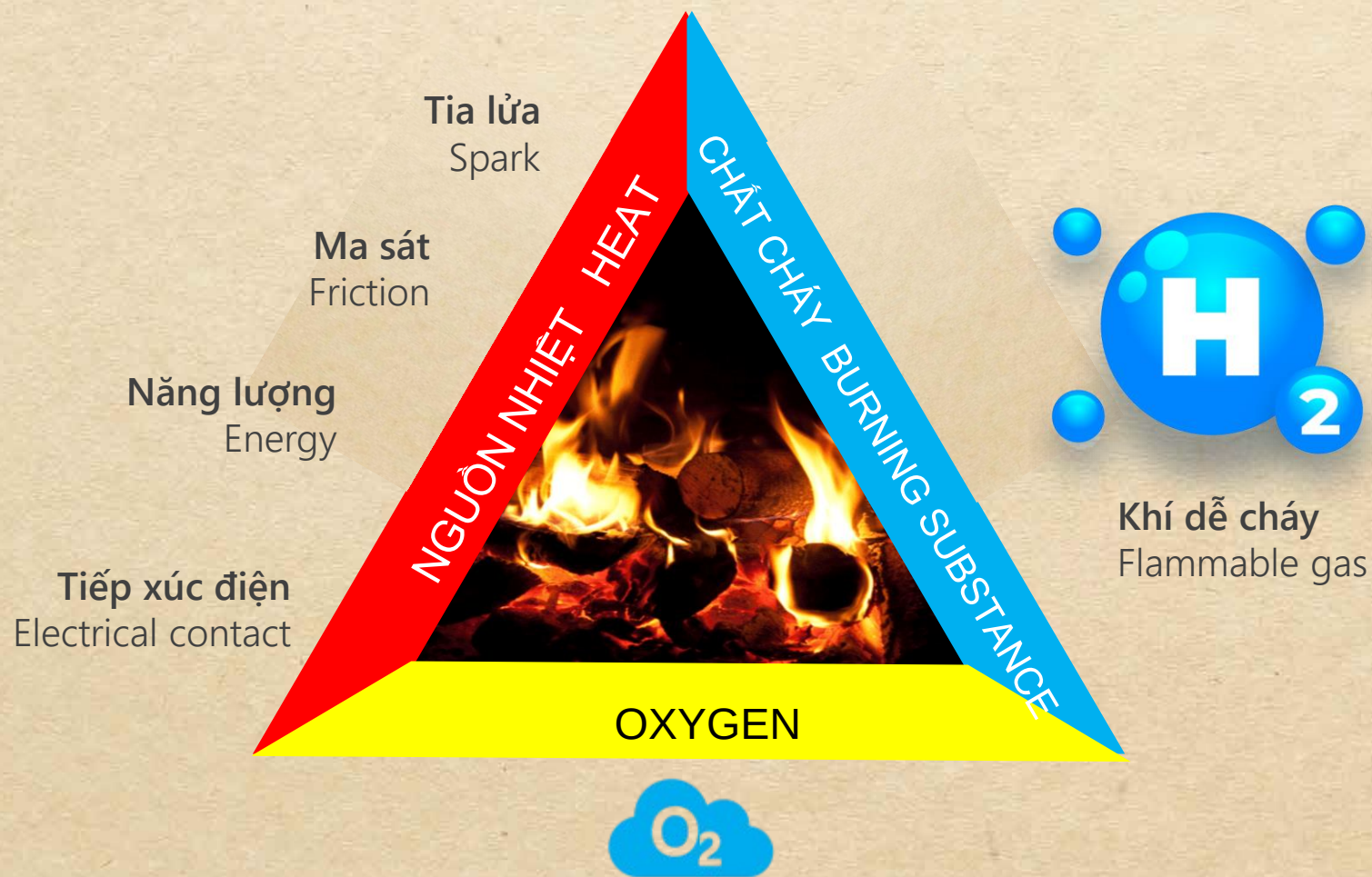


**VÒNG ĐỆM
HỎNG**
O RING FAILURE



KHÍ DỄ CHÁY

Flammable gas



Đánh lửa nếu đủ 3 yếu tố của tam giác cháy Ignition if the 3 conditions of the fire triangle are presented

TÍNH CHẤT Properties

VỀ HYDRO HYDROGEN FACTS

1



- Ký hiệu hóa học: H_2
Chemical symbol:
- Số CAS đăng ký: 1333-74-0
CAS Registry number
- Phân loại DOT: Khí dễ cháy
DOT classification: Flammable gas
- Nhãn DOT: Khí dễ cháy
DOT label: Flammable gas
- Phân loại vận chuyển tại VN: 2.1
Transport VN classification: 2.1
- UN: : UN 1049 (Khí nén)
(Compressed gas)
- UN 1966 (Khí dạng lỏng)
(Refrigerated liquid)

2



- Dạng khí ở nhiệt độ và áp suất khí quyển
Gas at atmosphere temp and pressure
- Cực kỳ dễ cháy
Extremely flammable
- Không màu
Colorless
- Không mùi
Orderless
- Không vị
Tasteless

2



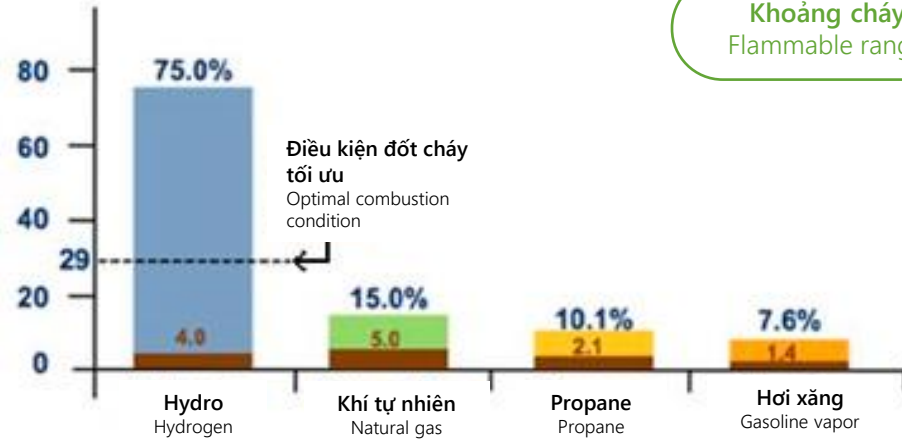
- Phân tử nhỏ nhất
Smallest molecule
- Mật độ riêng nhẹ nhất (nhẹ hơn không khí 14 lần)
Lightest specific density (14 times lighter than air)
- Không độc, chất gây ngạt đơn
Non-toxic, simple asphyxiant
- Không ăn mòn
Non-corrosive
- Luyện kim: giòn Hydro
Metallurgical: Hydrogen embrittlement
- Nhiệt độ sôi: -252.78°C
Normal boiling point:

2

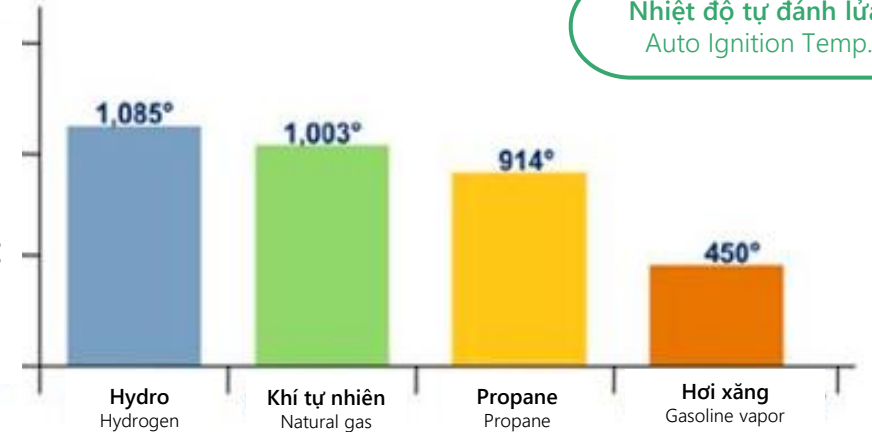


- Bỏng lạnh: Có thể bị tổn thương khi tiếp xúc khí lạnh
Cryogenic burn: Damage can result from exposure to cold gases
- Nguyên tố hóa học nhẹ nhất; chất phổ biến nhất trong vũ trụ
Lightest of all chemical elements: Most abundant substance in the universe
- Mặt trời là lò phản ứng hạt nhân, trong đó Hydro liên tục hợp nhất thành Heli. Quá trình hợp nhất tạo ra nhiệt sưởi ấm trái đất
Our sun is nuclear reactor in which hydrogen continuously fuses into helium. Fusion process creates heat which warms our earth

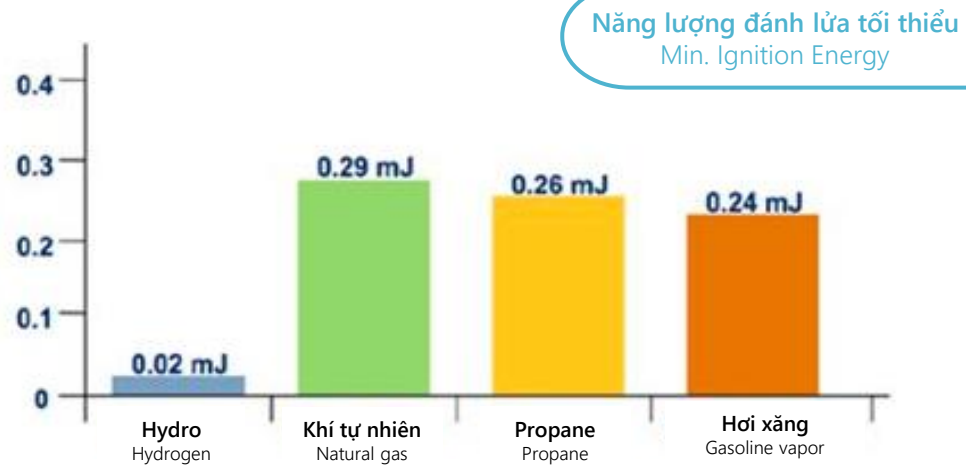
Tỷ lệ % thể tích khí-không khí
% gas-to-air volume ratio



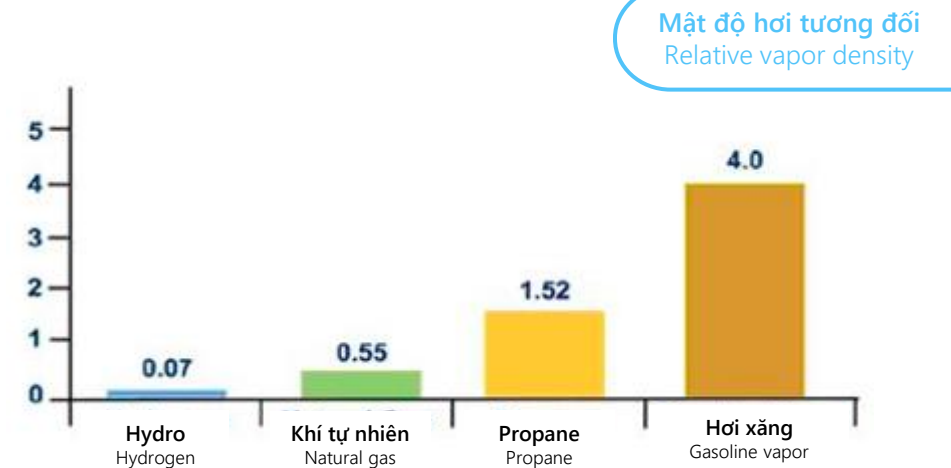
815.56°C
537.78°C
260.00°C
0.00°C



Milli – Joules (mJ)



So với không khí
Relative to air



NGỌN LỬA H_2 H_2 Flame

- Phạm vi cháy rộng và năng lượng bắt lửa thấp
Wide flammable range and low ignition energy
- Bốc cháy với ngọn lửa có độ sáng thấp, gần như vô hình vào ban ngày (dễ quan sát hơn vào ban đêm)
Burns with low luminosity flame, almost invisible in the daytime (easier to observe at night)



*Pictures from <https://h2tools.org/bestpractices/hydrogen-flames>

- ❑ Tham khảo tài liệu AIGA | AIGA Publication:
[AIGA 126/24: Standard Procedures for Hydrogen Supply Systems](#)



Hãy cẩn thận khi làm việc xung quanh đường xả H_2 . Có khả năng xảy ra cháy vô hình!
Be careful of working around the H_2 vents. Potential invisible fire!

SO SÁNH NGỌN LỬA CỦA HYDRO VÀ PROPAN

Comparison of Hydrogen and Propane flames

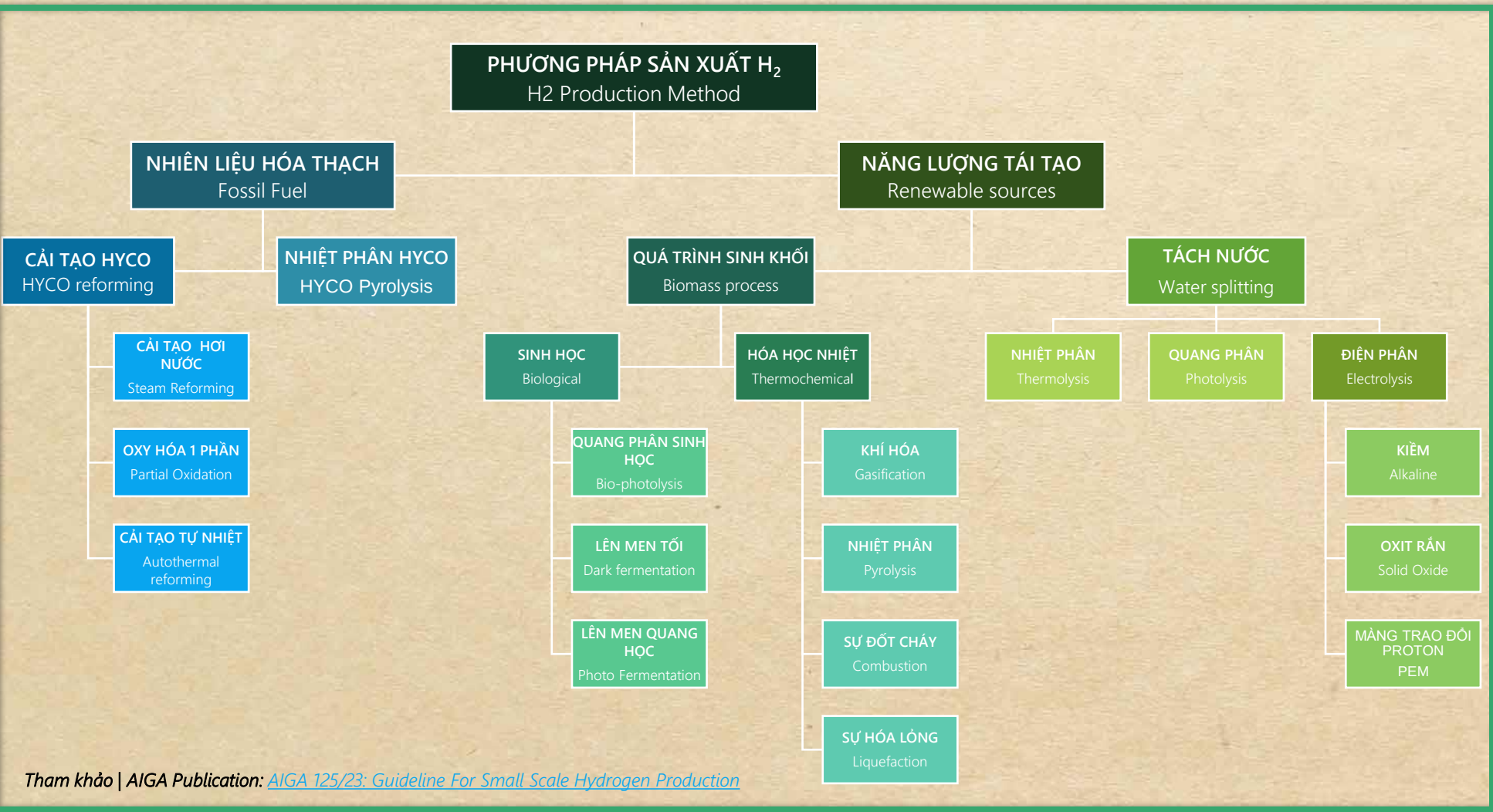
Video source from Public Media
Vietnamese & English subtitles by AIGA Vietnam

Apr. 27, 2021

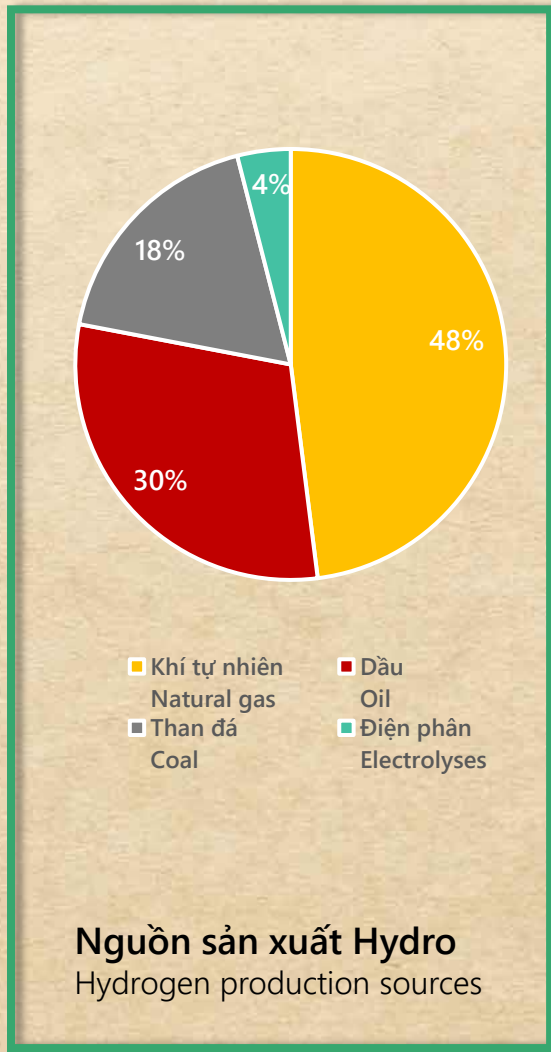
AIGAVN-VD-003



PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT HYDRO H_2 production method

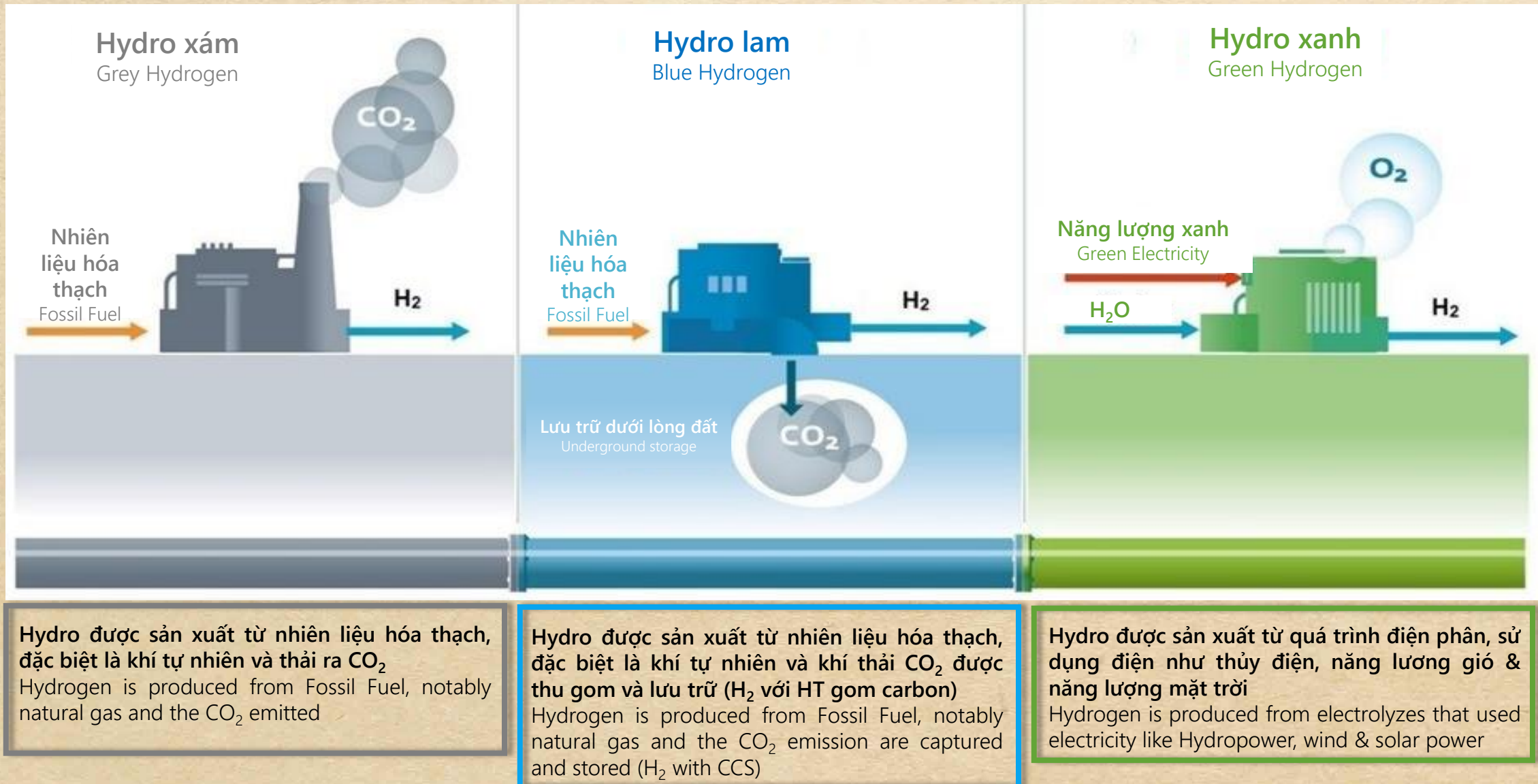


Tham khảo | AIGA Publication: [AIGA 125/23: Guideline For Small Scale Hydrogen Production](#)



CÁC LOẠI HYDRO

Kinds of Hydrogen

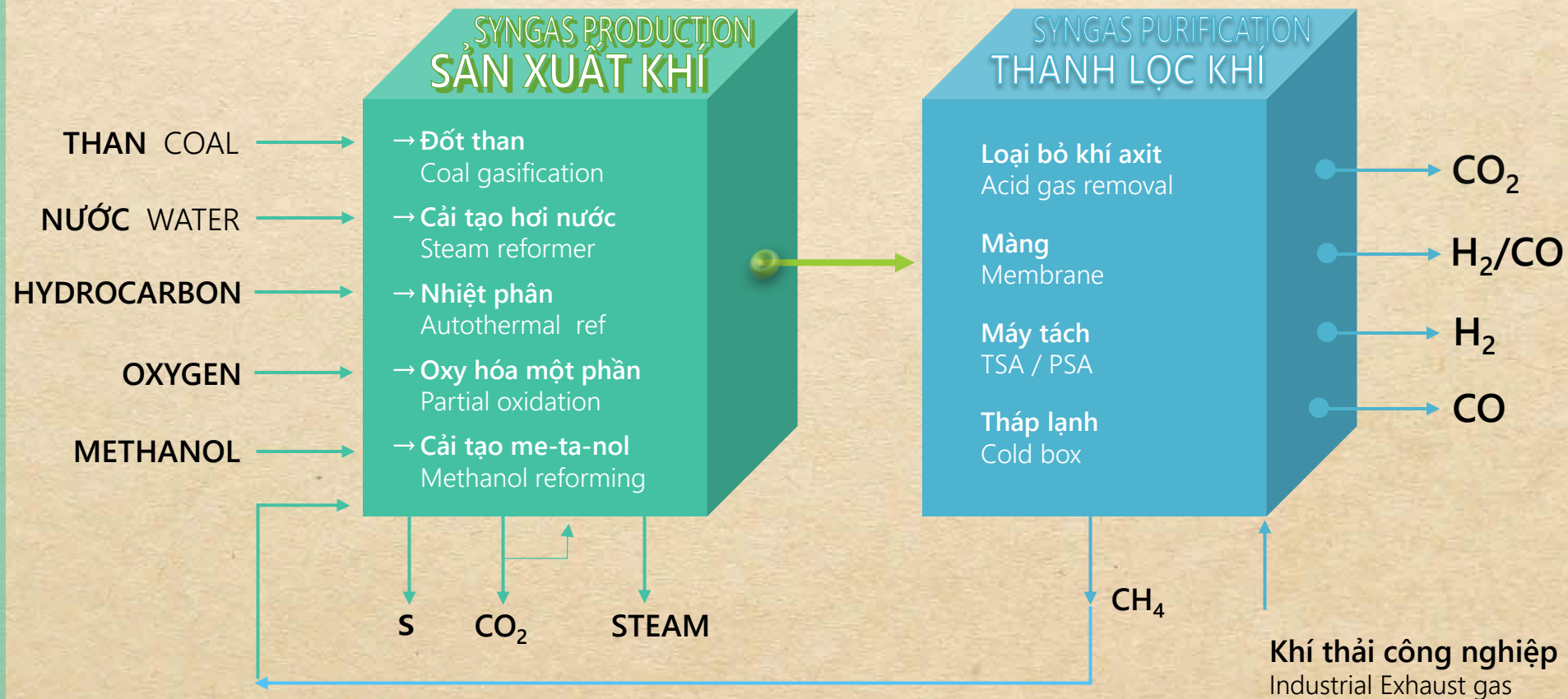


TỔNG QUAN VỀ SẢN XUẤT KHÍ TỪ NHIÊN LIỆU HÓA THẠCH

General outline of
Syngas production
from Fossil Fuel

SẢN XUẤT H₂ / CO TỪ HYDROCARBON

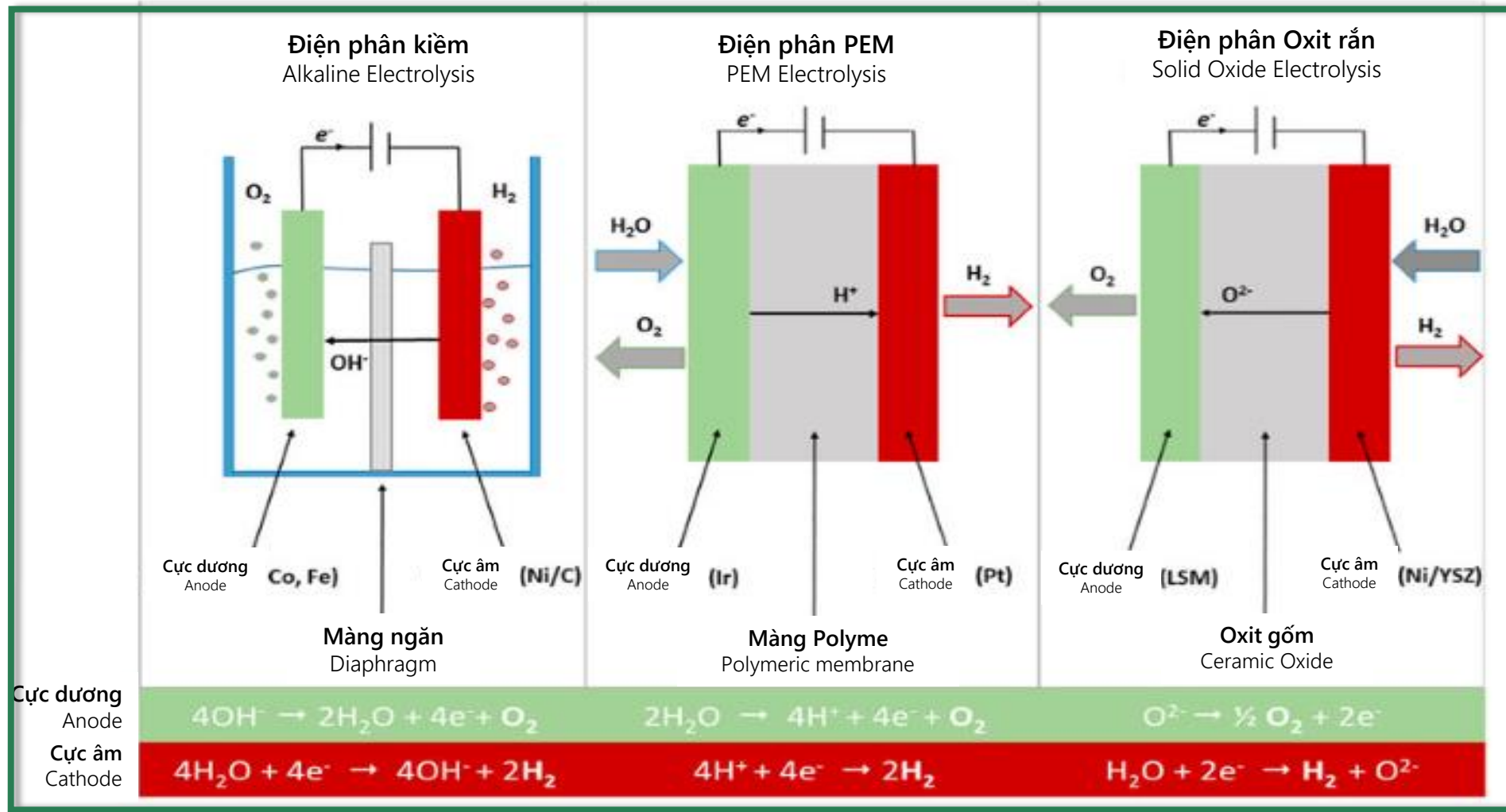
H₂ / CO production from Hydrocarbon



PHƯƠNG TRÌNH ĐIỆN PHÂN

- KIỀM ("ALE")
- TRAO ĐỔI PROTON ("PEM")
- OXIT RẮN

ALE / PEM / Solid
Oxide Electrolysis
Aequations



PHÂN LOẠI MỐI NGUY CỦA NHÀ MÁY HYDRO

Hydrogen Plant Hazards Classification



MỐI NGUY CHO CON NGƯỜI

Personal hazards

Các mối nguy hiểm có thể gây nguy hiểm cho con người như hỏa hoạn, nổ, tiếng ồn, hóa chất, khí, v.v.

Hazards that can endanger personnel such as, fire, explosion, noise, chemicals, gases etc.



MỐI NGUY SẢN XUẤT

Process hazards

Các mối nguy hiểm đối với quá trình và thiết bị như ngộ độc chất xúc tác, áp suất quá cao, nhiệt độ quá cao (sốc nhiệt), ăn mòn, rung, v.v.

Hazards to process and equipment such as, catalysts poisoning, over pressurisation, over temperature (thermal shock), corrosion, vibration, etc..



MỐI NGUY MÔI TRƯỜNG

Environmental hazards

Nguy cơ đối với môi trường như tự bốc cháy ở ống thải, tràn hóa chất, tràn nước ngưng tụ trong quá trình, v.v.

Hazards to the environment such as, auto-ignition at flare stack, chemical spills, process condensate spills, etc.

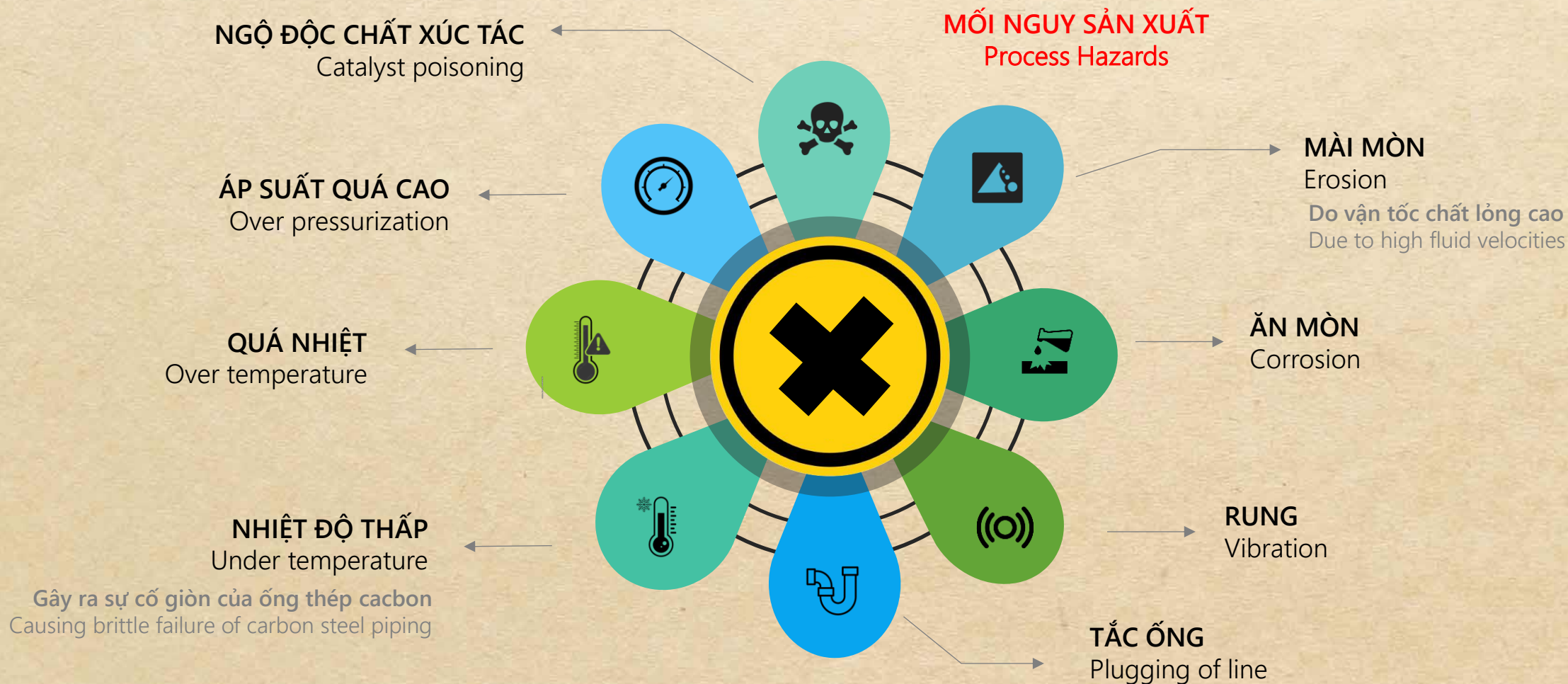
TỔNG QUAN VỀ MỐI NGUY CỦA NHÀ MÁY HYDRO

Hydrogen Plant Hazards Overview



TỔNG QUAN VỀ MỐI NGUY CỦA NHÀ MÁY HYDRO

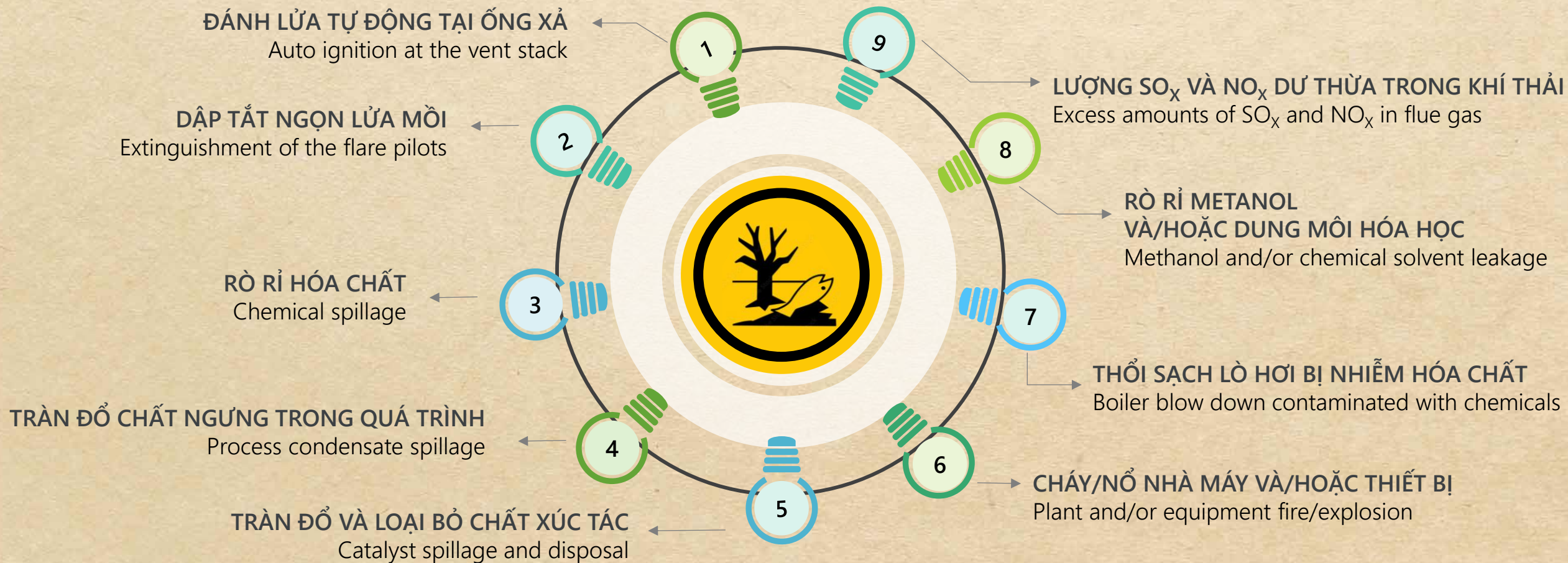
Hydrogen Plant Hazards Overview



TỔNG QUAN VỀ MỐI NGUY CỦA NHÀ MÁY HYDRO

Hydrogen Plant Hazards Overview

MỐI NGUY MÔI TRƯỜNG Environment Hazards



NHỮNG THÁCH THỨC TRONG QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT HYDRO

Challenges in Hydrogen production process

- Hầu hết quy trình sản xuất hydro từ nhiên liệu hóa thạch đều ở trong điều kiện vận hành cực kỳ khó khăn, nhiệt độ cao, điều kiện chua, giảm khí quyển dẫn đến nhiều thách thức về luyện kim như hư hỏng vật liệu kết cấu do các hiện tượng sau:
 - Sự tấn công của hydro ở nhiệt độ cao (HTHA)
 - Giòn hydro
 - Bụi kim loại
 - Ăn mòn axit
 - Rão
- Sản xuất hydro xanh vẫn là một thách thức do chi phí sản xuất/nguồn cung năng lượng tái tạo (REW) cụ thể cao hơn, tính sẵn có liên tục của năng lượng tái tạo.
- Việc điều chỉnh quy trình và khái niệm hóa quy trình sản xuất hydro xanh theo tính sẵn có của REW ("Renewable Energy") cũng là một thách thức.
- Most of the hydrogen production process from fossil fuels are in extremely challenging operating condition, high temperature, sour conditions, reducing atmosphere which lead to various metallurgical challenges like damage to material of construction by following phenomena:
 - High temperature Hydrogen attack (HTHA)
 - Hydrogen embrittlement
 - Metal dusting
 - Acidic corrosion
 - Creep
- Green Hydrogen production is still a challenge due to higher specific unit cost of production/sourcing of REW, continuous availability of REW.
- Modulation of process and conceptualization of green hydrogen production process as per REW availability is also a challenge.



1
SỰ CỐ Incident #01

- Trong quá trình kết nối một xe semi-remooc, một tiếng “nổ bùm” đã xảy ra khi tài xế mở van xe đầu kéo, do ống mềm bị rò rỉ đột ngột

During connection of a full semi-trailer, a “bang” occurred when the driver opened the semi-trailer valve, due to a sudden leak of the flexible hose

- Hai ngọn lửa dài hướng xuống dưới xuất hiện ở hai đầu ống quay

Two long flames directed downwards appeared at the ends of the rotating tube

- 2 xe đầu kéo, ống và hệ thống lắp đặt của khách hàng bị hư hỏng, lốp xe bị cháy tạo thành một đám khói đen lớn

The 2 semi-trailers, the tubes and the customer installation were damaged, tires have burnt creating a large black cloud

- Xe semi-remooc đã hết khí trong vòng 3 giờ

The semi-trailer emptied within 3 hours

2

SỰ CỐ Incident #02

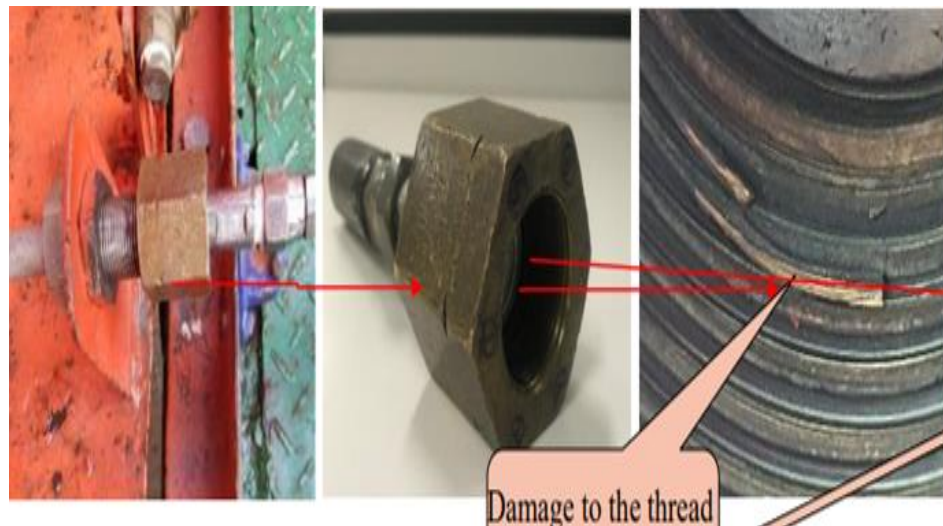


Khí H_2 thoát ra và cháy do ống tải bị hỏng GH_2 release and burn due to loading hose broken

- Tiêu chuẩn áp suất của ống tuyên bố tối đa được nêu là 220barg, nhưng được cung cấp 160barg. Ống bị hỏng ở 174barg
The hose maximum rating pressure stated is 220barg, but 160barg supplied. Hose broken at 174barg.
- Kiểm tra áp suất ở 320barg cho thấy vấn đề về chất lượng với cụm kết nối
Pressure test @ 320barg showed quality issue with the connection assembly
- Khớp nối bằng đồng và thép không gỉ gây rò rỉ kết nối do hệ số giãn nở nhiệt khác nhau của vật liệu
Copper and stainless-steel coupling to cause connection leakage due to different thermal expansion coefficient of materials

3

SỰ CỐ Incident #03



Khí H_2 bị rò rỉ và cháy kết nối với rơ moóc
 GH_2 release and burn due to trailer connection leakage

Vào năm 2020, một nhân viên vận hành đã đến trạm nạp để kiểm tra định kỳ. Anh ta phát hiện ra một vết rò rỉ tại khu vực kết nối nạp của xe kéo. Sau đó, anh ta cố gắng ngăn chặn chỗ rò rỉ bằng cách siết chặt đai ốc bằng cờ lê đồng.

In the year 2020, One operator went to filling station for routine check. He found a leak at the trailer filling connection area. Then he attempted to arrest the leak by tighten the nut using brass wrench

Nhiều khí H_2 thoát ra và bắt đầu gây ra cháy. Nhà máy đã bắt đầu kế hoạch khẩn cấp và gọi cứu hỏa. Đám cháy đã được dập tắt trong vòng 20 phút. Không có người nào bị thương trong vụ việc.

More H_2 released and ignited to cause a jet fire. Plant started emergency plan and called fire brigade. The fire was extinguished in 20 mins. No people was injured in the incident.

- **Hư hỏng ren của đầu nối**
Damage of the screw thread of the adapter
- **Không tuân thủ tốt các quy trình vận hành**
Operating procedures not well followed

4

SỰ CỐ Incident #04



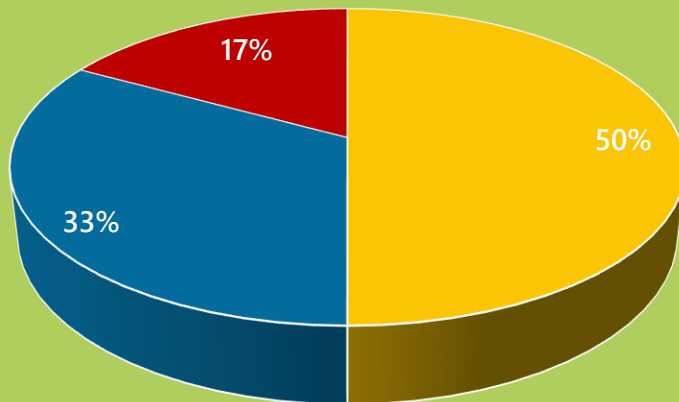
Khí H_2 rò rỉ và cháy do vòi nạp bị hỏng GH_2 release and burn due to hose broken

Một người vận hành phát hiện áp suất hệ thống H_2 thấp hơn. Anh ta đã cố gắng tăng độ mở van xả của xe kéo để tăng áp suất vì anh ta không nhận thấy ống bị rò rỉ. Hành động này dẫn đến rò rỉ nhiều hydro hơn và sau đó là cháy. Lốp sau bị cháy và tạo ra khói dày. Đội cứu hỏa địa phương đã được gọi đến và đám cháy đã được dập tắt trong thời gian ngắn. Không có thương tích nào.

One operator found the H_2 network pressure lower. He tried to increase the trailers unloading valve opening to raise the pressure as he didn't notice the hose leaking. The action resulted more hydrogen leak and then fire. The rear tires were burned and result thick smoke. Local fire brigade was called in and the fire was put off in short time. No injured.

- **Vật liệu vòi nạp không đủ tiêu chuẩn** The unloading hose material is unqualified
- **Không có quy trình nạp H_2 và không được đào tạo về an toàn H_2** No H_2 unloading procedure and no training for H_2 safety
- **Quy trình ứng phó khẩn cấp chưa được xây dựng tốt** Emergency response procedure not well developed

TRƯỜNG HỢP TAI NẠN Accident case



■ Hư hỏng thiết bị
Equipment failure

■ Vận hành sai
Operational error

■ Lỗi thiết kế
Design defect

H_2 THỐNG KÊ TAI NẠN CHIẾT NẠP Filling accident statistic

Trạm nạp H_2 : Nạp H_2 cho xe semi-remooc và chai
 H_2 filling station: Filling H_2 for tube trailer and cylinder

Hầu hết các vụ tai nạn của trạm nạp Hydrogen xảy ra trong quá trình nạp

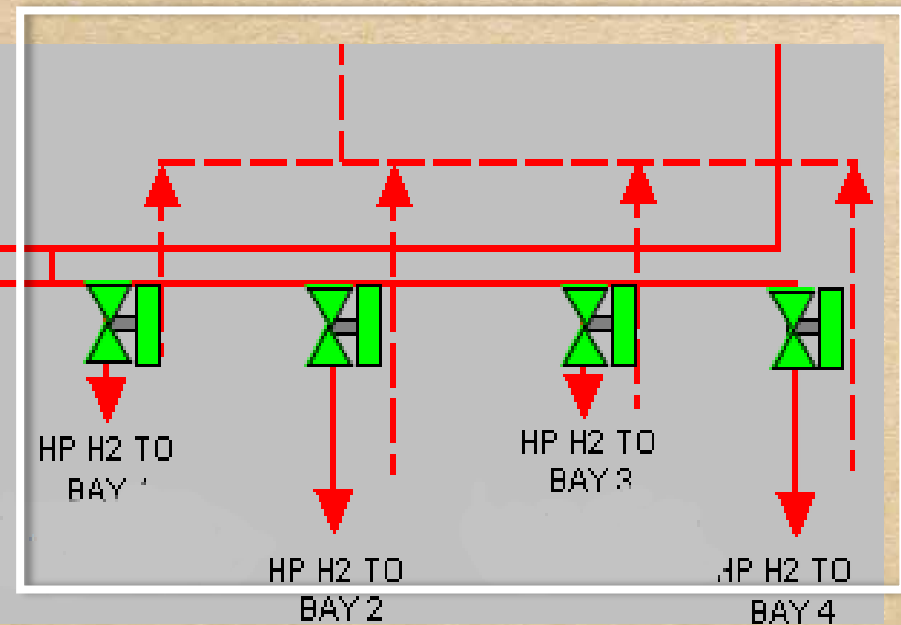
Most accident of Hydrogen filling station occurred during the filling period

- **50% do hỏng van, phớt và đĩa nổ**
50% due to failure of valve, seal and bursting dish
- **33% do lỗi vận hành**
33% due to operational error
- **17% do lỗi thiết kế**
17% due to design defect

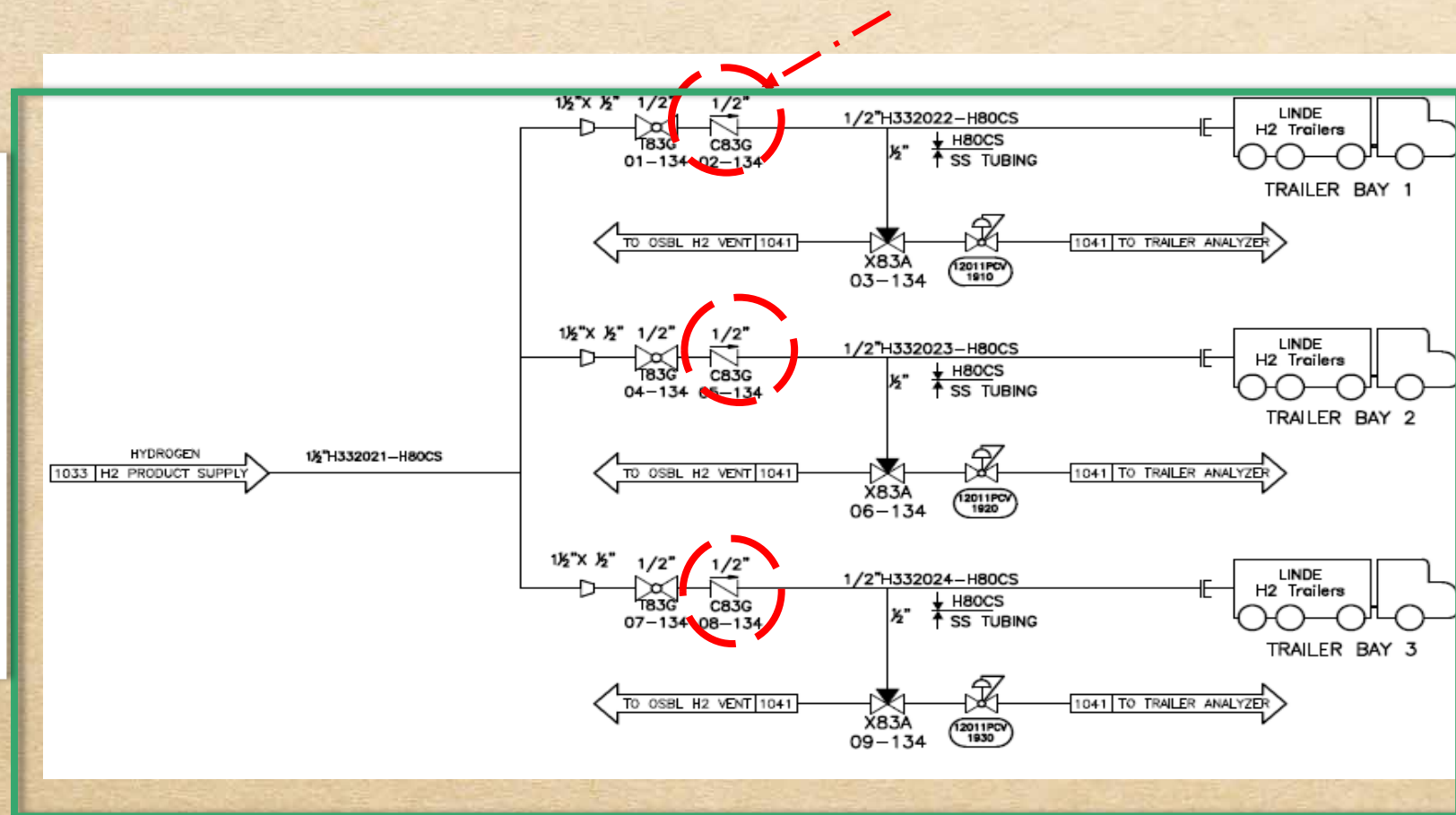




THỰC HÀNH TỐT ĐỂ NGĂN NGỪA RÒ RỈ H₂ VÀ CHÁY NỔ Good Practice To Prevent H₂ Leak and Fire Incidents



Van ngắt khẩn cấp cho từng đường dây nạp
Emergency Shutoff Valves for individual filling lines



Van một chiều riêng để ngăn khí đi ngược
Individual check valve to prevent backflow.

THỰC HÀNH TỐT ĐỂ NGĂN NGỪA RÒ RỈ H₂ VÀ CHÁY NỔ Good Practice To Prevent H₂ Leak and Fire Incidents



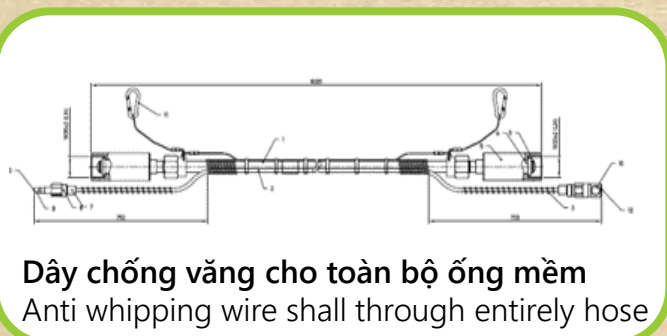
Đường ống nạp rơ moóc được trang bị van ESD có thể vận hành từ hệ thống khí điều khiển tại chỗ hoặc chai khí trên xe.

Trailer unloading line equipped with ESD valve either operate from local Instrument air or trailer mounted cylinders



Kiểm tra thường xuyên ĐI/KHÔNG ĐI trên khớp nối trước mỗi lần nạp

Regular Go/ No Go check on coupling before every filling

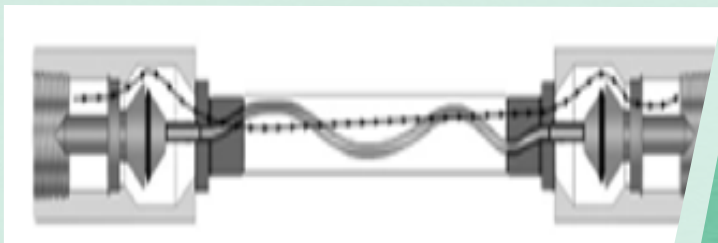


Dây chống văng cho toàn bộ ống mềm
Anti whipping wire shall through entirely hose



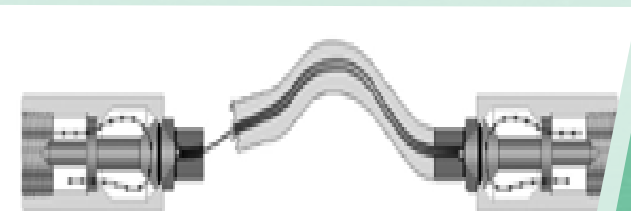


DÒNG CHẢY BÌNH THƯỜNG – MỞ VAN LL1
Normal Flow – LL1 Valves Open



Ống thông minh có giây chống giật
Smart hose with anti whip cable

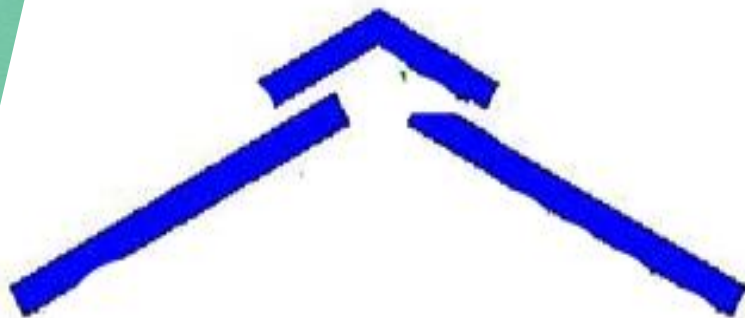
TÁCH KHỚP NỐI - KIỂM SOÁT VAN LL1
Coupling Ejection – LL1 Valves Control



THỰC HÀNH TỐT ĐỂ NGĂN NGỪA RÒ RỈ H₂ VÀ CHÁY NỔ

Good Practice To Prevent H₂ Leak and Fire Incidents

- Tiếp địa xe Rơ-moóc hoặc cụm chai khí để nạp
Ground trailers or bundles while parked for loading or unloading
- Không đem điện thoại di động hoặc các thiết bị điện tử không chống cháy khác trong khu vực H₂
No mobile or other non-intrinsic electronic devices in H₂ area
- Có máy dò ngọn lửa cố định và máy dò H₂ LEL
Fixed Flame detector and H₂ LEL detectors
- Có quy trình vận hành chi tiết và người vận hành có năng lực
Detailed operation procedures and competent operators
- Thiết kế mái dốc và phải có chỗ mở ở phía bên trên
Roof design shall be one slope with opening on upside



**XIN CHÂN THÀNH CẢM ƠN BẠN ĐÃ SỬ DỤNG TÀI LIỆU CỦA CHÚNG TÔI ĐỂ THAM
KHẢO VÀ HƯỚNG DẪN CHO NHỮNG NGƯỜI ĐANG LÀM VIỆC TRONG LĨNH VỰC KHÍ
CÔNG NGHIỆP**

*Thank you for using our materials for reference and guidance for those who are working in
industrial gases field*

**HÃY LAN TỎA TINH THẦN LÀM VIỆC VÀ TUÂN THỦ CÁC QUY TẮC AN TOÀN, QUY
TRÌNH SẢN XUẤT AN TOÀN VÀ QUY ĐỊNH PHÁP LUẬT KHI LÀM VIỆC TRONG LĨNH VỰC
KHÍ CÔNG NGHIỆP ĐỂ GIẢM THIỂU TAI NẠN SỰ CỐ CHO CHÍNH BẠN, NƠI BẠN ĐANG
LÀM VIỆC VÀ ĐẤT NƯỚC BẠN ĐANG SỐNG**

*Please work and compliance with safety rules, safety production process and legal regulations
while working in industrial gases field to reduce incidents/accidents for yourself, your working
place and your country*





THANK YOU



<https://aigavn.com.vn>



aigavn@aigavn.com.vn

