AIGA VIETNAM

H_2

SẢN XUẤT VÀ CÔNG NGHỆ

PRODUCTION & TECHNOLOGY

AIGAVN-TM-013

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.

NỘI DUNG
Agenda

Màu
của khí Hydro

Hydrogen gas color

MÀU CỦA KHÍ HYDRO

Hydrogen gas color

Không màu, không vị và không mùi

"Colorless, tasteless and odorless".

Ý nghĩa màu sắc của Hydro là gì?

What's the meaning of colors of hydrogen?

- **Hydro với Oxy là năng lượng chỉ tạo ra nước**

  H2 with O2 as energy generates only water.

  → **Năng lượng sạch**

  Clean energy.

- **Trong sản xuất Hydro, nhiều quá trình thải CO2 vào không khí**

  In Hydrogen production, various process exhaust CO2 to air.

  → **Mỗi quá trình đều đưa ra khái niệm về màu sắc**

  Each process was given color conception.

MÀU CỦA KHÍ HYDRO Hydrogen gas color

AIGA VIETNAM

NGUYÊN LIỆU CHỦ YẾU MAIN FEEDSTOCK

NƯỚC WATER			NHIÊN LIỆU HÓA THẠCH FOSSIL FUEL		MÊ TAN CH4	THAN ĐÁ COAL
Xanh Green	Vàng Yellow	Hồng Pink	Xám Gray	Da trời Blue	Lam Turquoise	Nâu Brown
Điện phân nước bằng năng lượng tái tạo Water electrolysis by renewable power	**Điện phân nước bằng hỗn hợp năng lượng tái tạo** Water electrolysis by mixture of renewable energies	**Điện phân nước bằng năng lượng hạt nhân** Water electrolysis by nuclear power	**Tái tạo hơi nước. Thải CO2 vào không khí** Steam reforming. CO2 mission to air CH4 + 2H2O = 4H2 + CO2	**Giống H2 xám, nhưng CO2 được thu giữ hoặc sử dụng vcho sản phẩm khác** Same H2 Gray, but CO2 will be captured or reused for other products	**Nhiệt phân mê tan, Khí H2 không phát thải CO2** Methane pyrolysis H2 gas without CO2 emissions CH4 (+ energy) = H2 + C	**Oxy hóa không hoàn toán. Đôi khi ra H2 xám** Partial oxidation Sometimes included in H2 Gray C + 1/2O2 = CO CO+H2O= H2+CO2

PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT ĐIỂN HÌNH TYPICAL PRODUCTION METHOD

Các phương pháp sản xuất khí Hydro

Various Hydrogen gas production methods

HÌNH ẢNH TỔNG QUÁT VỀ SẢN XUẤT KHÍ HYDRO

General image of hydrogen production

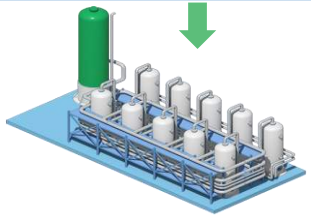
NHIÊN LIỆU HÓA THẠCH
Fossil Fuel

Dầu; Than đá; Khí tự nhiên
Oil; Coal; Natural gas

+ **Chất xúc tác** Catalyst

SẢN PHẨM CÔNG NGHIỆP
By-products of industry

Khí giàu H2 (k gồm COG)
H2 rich gas (ex COG)



NĂNG LƯƠNG TÁI TẠO
Renewable energy

Nước
Water

+

SINH KHỐI
Biomass

Mê tan
Methane

+ **Chất xúc tác** Catalyst

HYDROGEN H_2

QUAN ĐIỂM KHÁC NHAU VỀ SẢN XUẤT KHÍ HYDRO

Various perspective of hydrogen production method

Nguyên liệu
Feed Stock

Quá trình chính
Main process

Quá trình lọc
Purification process

Xử lý chất thải
Waste treatment

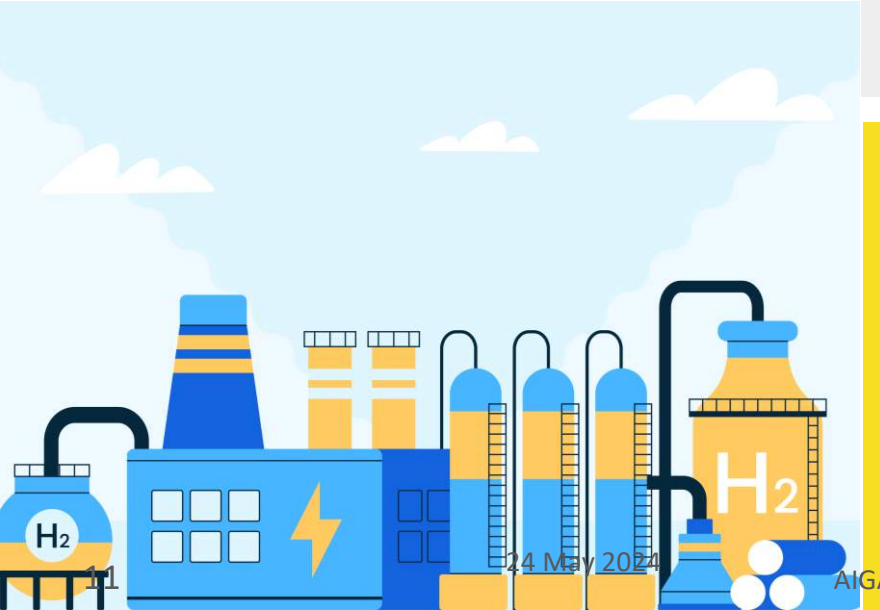
Công suất
Capacity

Nguyên liệu sản xuất khí Hydro

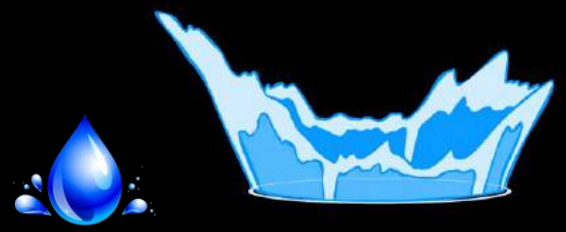
Feedstock of Hydrogen gas production

NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT KHÍ HYDRO

Feedstock of hydrogen production gas



Nước
Water



Sản phẩm công nghiệp
Vd: Khí lò than từ nhà máy thép
Khí giàu hydro từ hóa dầu

By products from industry
Ex. Coke Oven Gas (COG) from steel factory
Hydrogen rich gas from petrochemicals

CH4,
C2H6,
C3H8,
naphtha,
Alcohol,,,

Than đá
Coal

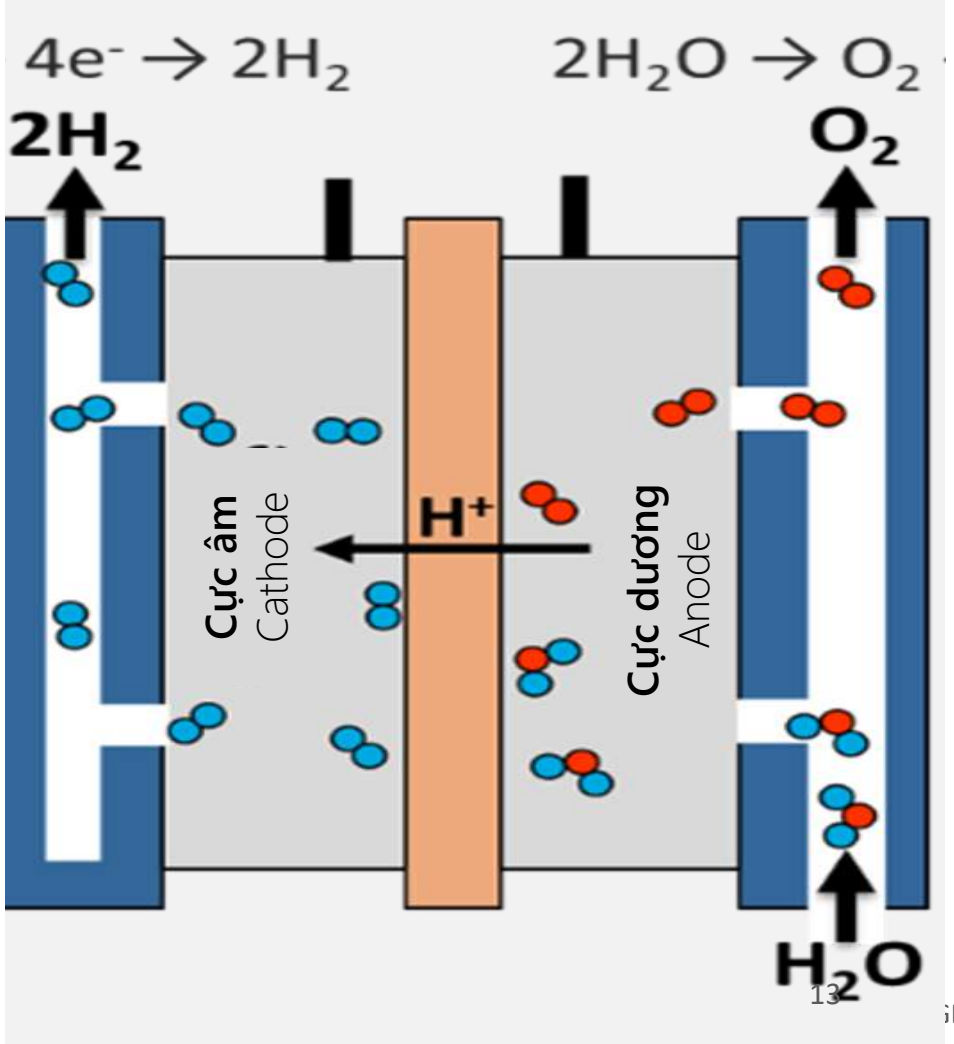
Cặn nặng
Heavy residue

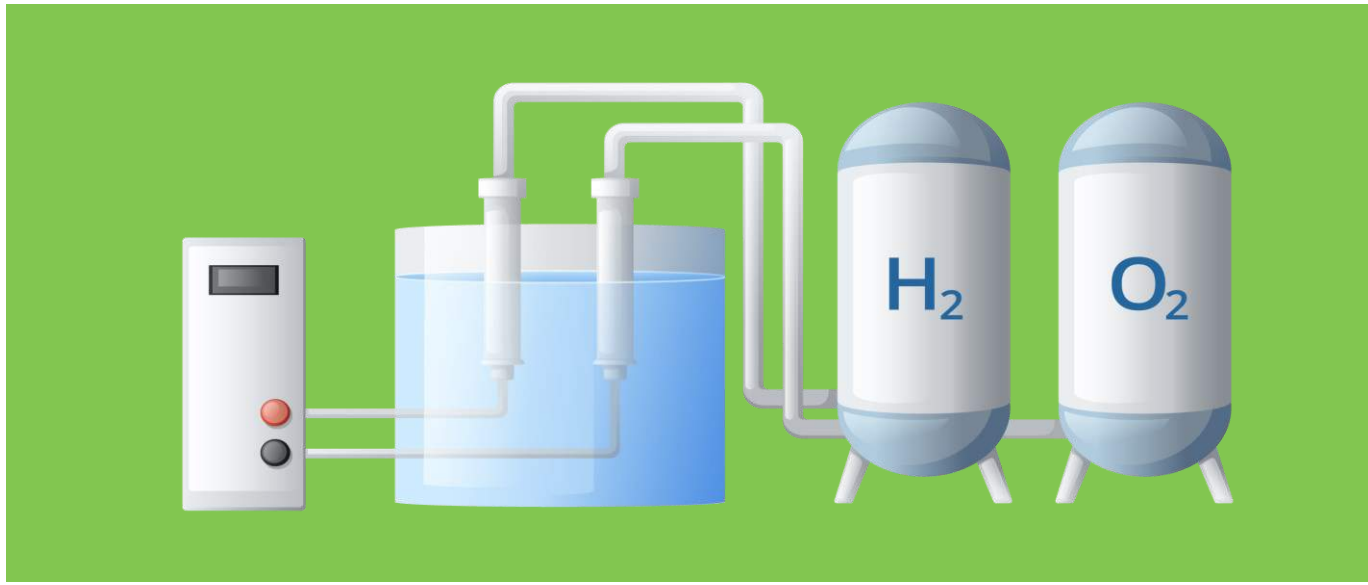
Quá trình chính sản xuất khí Hydro

Main process of Hydrogen gas production

ĐIỆN PHÂN NƯỚC

Water electrolysis





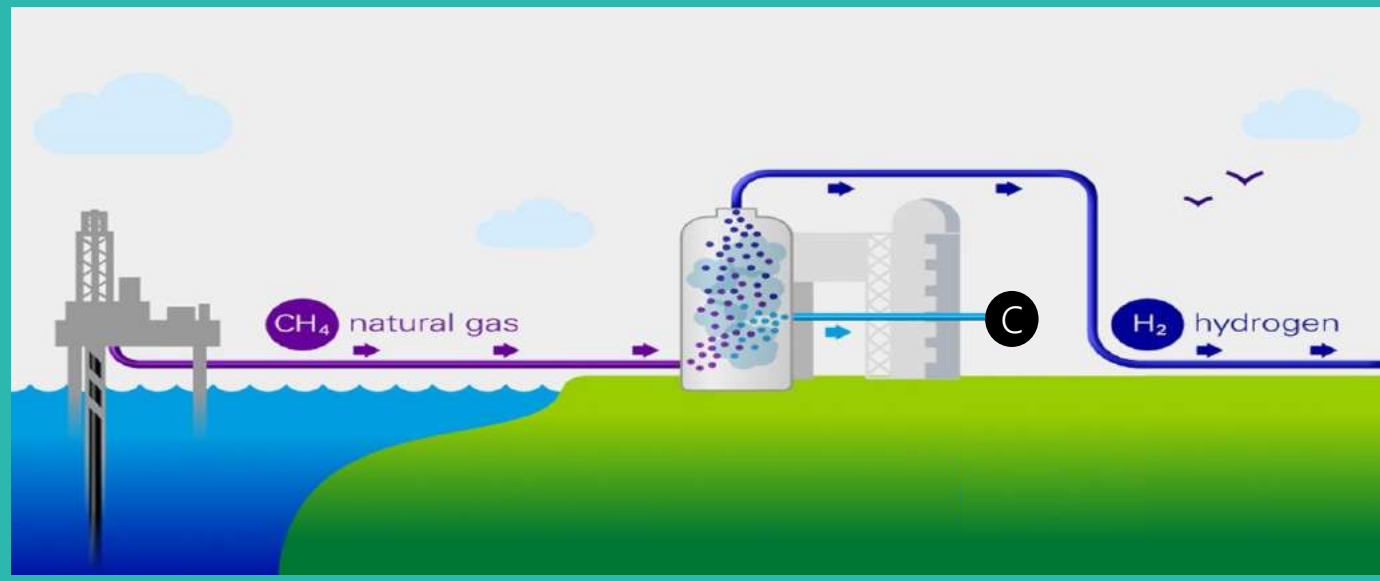
Nguyên liệu Feedstock	**Nước** Water
Phản ứng Typical reaction	$H_2O = H_2 + 0.5O_2$
Ghi chú Note	**Nhiệt độ môi trường** Ambient temperature

NHIỆT PHÂN MÊ TAN

Methane pyrolysis

Nguyên liệu Feedstock	CH_4
Phản ứng Typical reaction	$CH_4 = 2H_2 + C$
Ghi chú Note	700 ~1,000^{O}C

$CH4 = 2H2 + C$
700 ~1,000^{O}C



(**Đang phát triển kỹ thuật** | *Under technical development)*

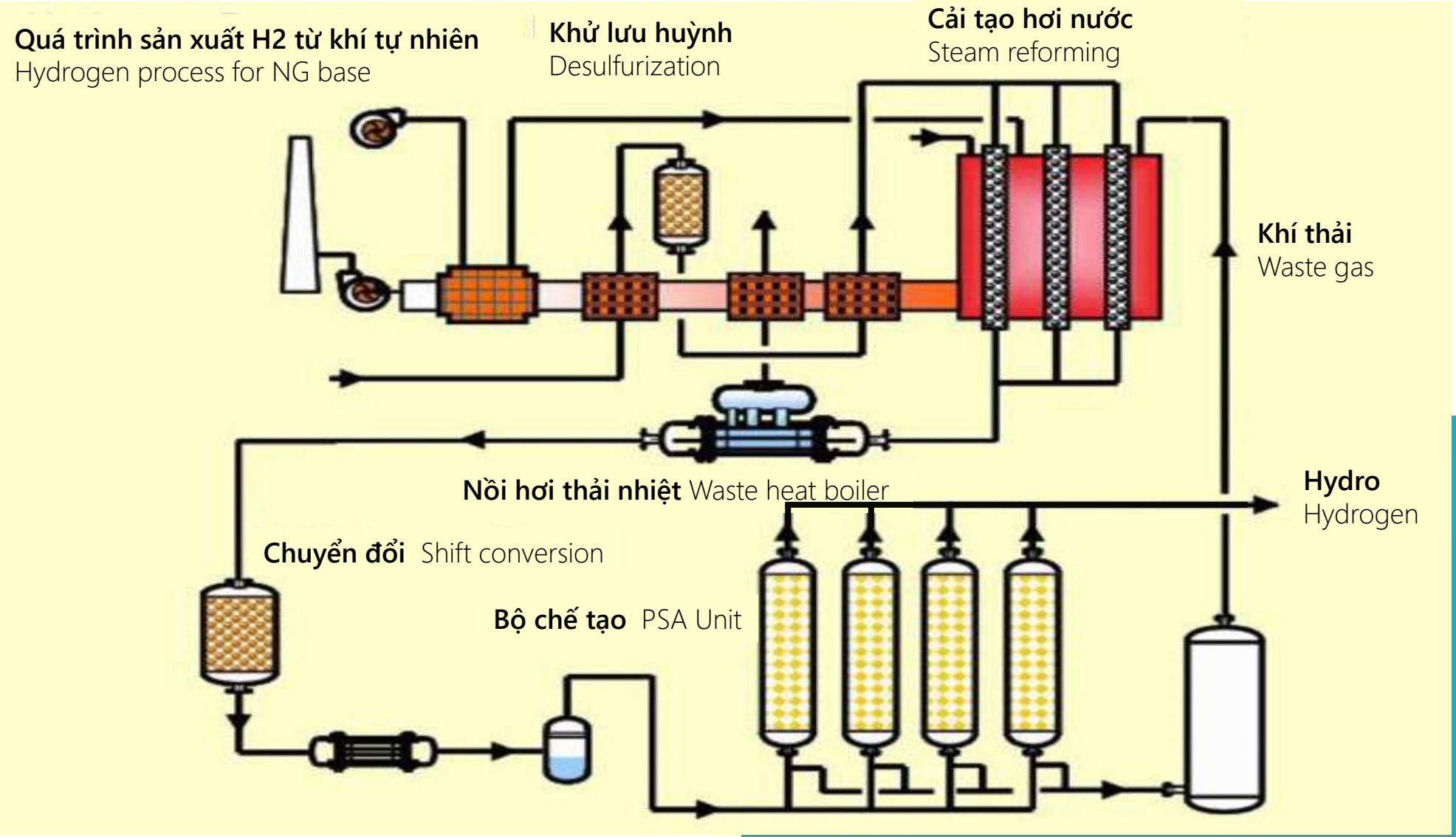
CẢI TẠO HƠI NƯỚC 1/6

Steam reforming 1/6

Phản ứng hydrocacbon nhẹ với hơi nước trên chất xúc tác
Light hydrocarbon reaction with steam on catalyst

NGUYÊN LIỆU FEEDSTOCK	PHẢN ỨNG TYPICAL REACTION	GHI CHÚ NOTE
CmHn, **Nước** water	**Ví dụ của Mê tan** Example of Methane CH_4 $\mathbf{CH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 + CO_2}$ $CH_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO$; **Cải tạo hơi nước** Steam reforming $CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$; **Dịch chuyển CO** shift **Cần 2-3 lớp xúc tác cho quá trình này** 2-3 catalyst beds are necessary for this process	**800-900℃** **500℃**
Alcohol, **Nước** Water	**Ví dụ cho Metanol** Example of Methanol CH_3OH $\mathbf{CH_3OH + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO_2}$ $CH_3OH \rightarrow 2H_2 + CO$; **Cắt Metanol** Methanol cracking $CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$; **Dịch cuyển CO** shift **Thông thường áp dụng 1 tầng xúc tác cho quá trình cắt metanol và dịch chuyển CO** Common 1 catalyst bed is applied for Methanol cracking and CO shift	**250-300℃**

CẢI TẠO HƠI NƯỚC 2/6



Steam Reforming 2/6

CẢI TẠO HƠI NƯỚC 2/6

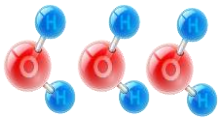
Steam Reforming 2/6

CẢI TẠO HƠI NƯỚC 3/6

Steam reforming 3/6

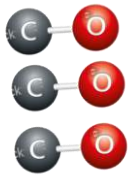
Ví dụ: Example **C_3H_8 (Propane)**

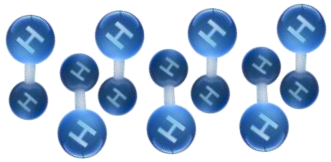
1



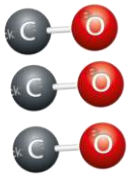
$$C_3H_8 + 3H_2O = 3CO + 7H_2$$

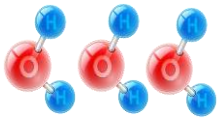
(Phản ứng thu nhiệt
endothermic reaction)





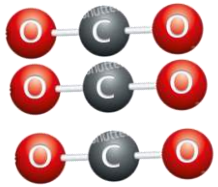
2

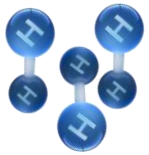




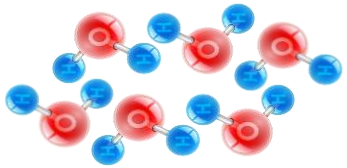
$$3CO + 3H_2O = 3CO_2 + 3H_2$$

(Phản ứng tỏa nhiệt
exothermic reaction)



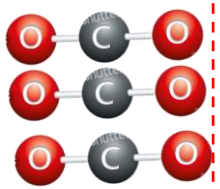


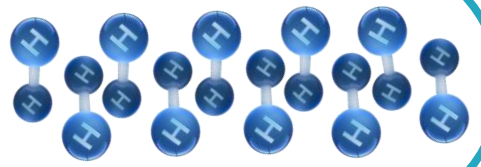
3



$$C_3H_8 + 6H_2O = 3CO_2 + 10H_2$$

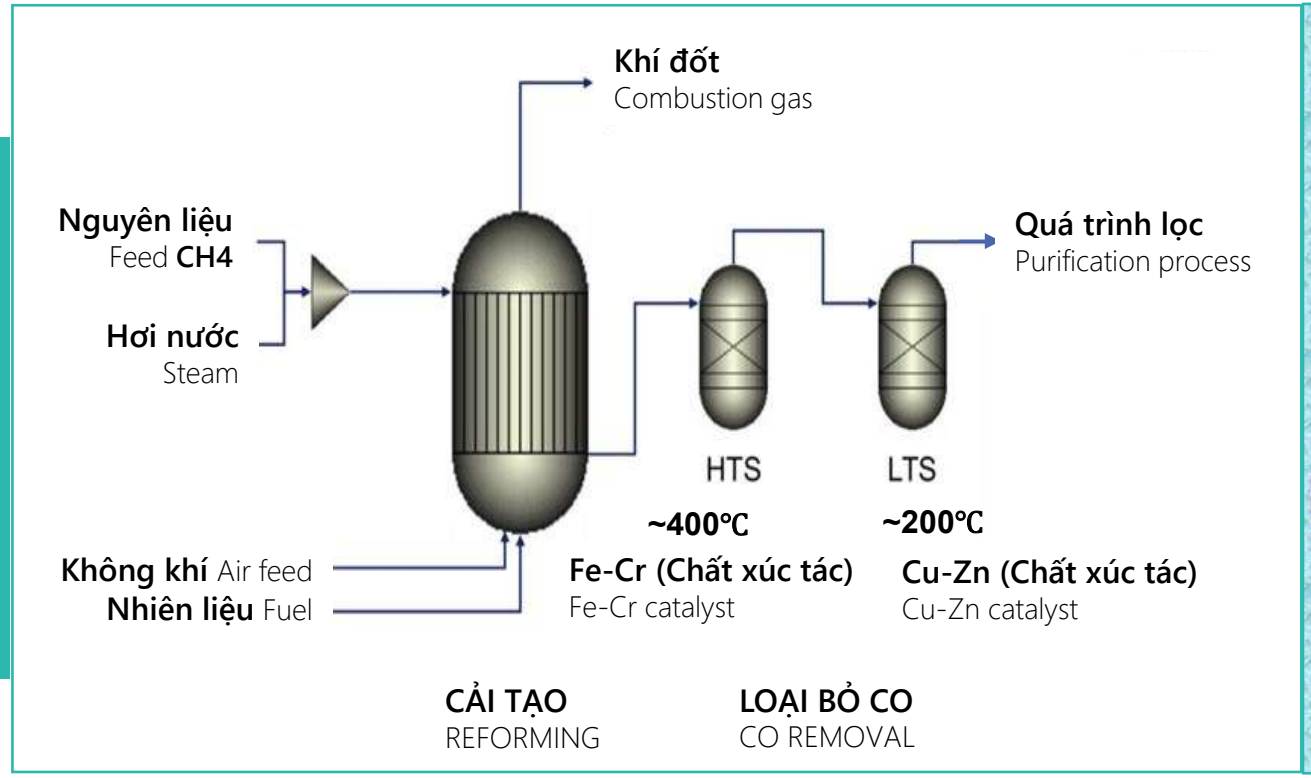
(Phản ứng thu nhiệt
endothermic reaction)



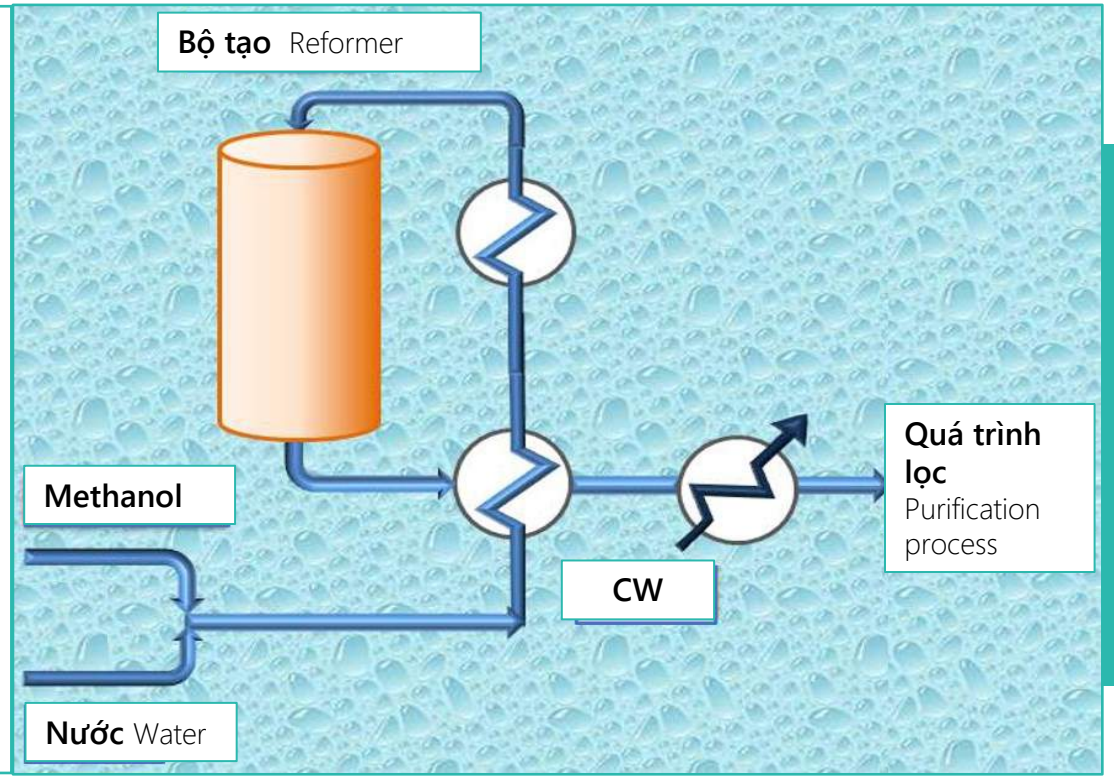


CẢI TẠO HƠI NƯỚC 4/6

Steam reforming 4/6



Cải tạo hơi nước của Hydro cacbon nhẹ (+nước)
Steam reforming of light hydrocarbon (+water)

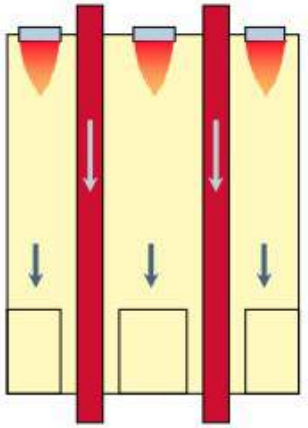


Cải tạo hơi nước của Metanol (+nước)
Steam reforming of Methanol (+water)

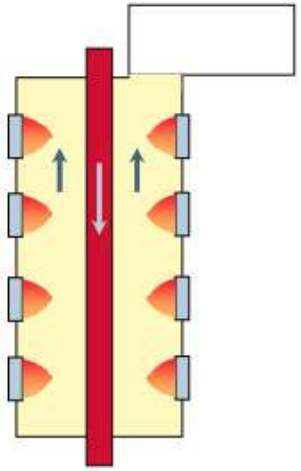
CẢI TẠO HƠI NƯỚC 5/6

Steam reforming 5/6

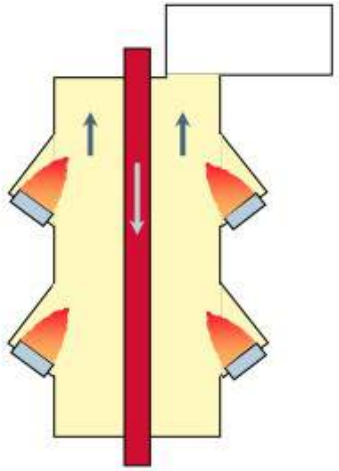
Ex. CH_4, C_2H_6, C_3H_8, naphtha, etc.,



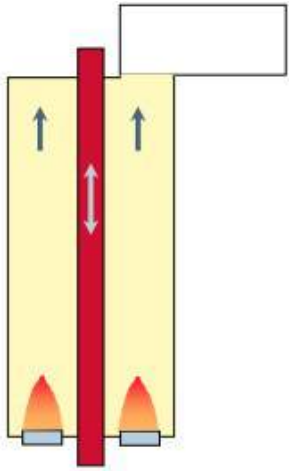
BỘ TẠO LỬA CAO
TOP-FIRED REFORMER



BỘ TẠO LỬA HÔNG
SIDE-FIRED REFORMER



BỘ TẠO LỬA BẬC THANG
TERRACED-WALL REFORMER



BỘ TẠO LỬA ĐÁY
BOTTOM-FIRED REFORMER

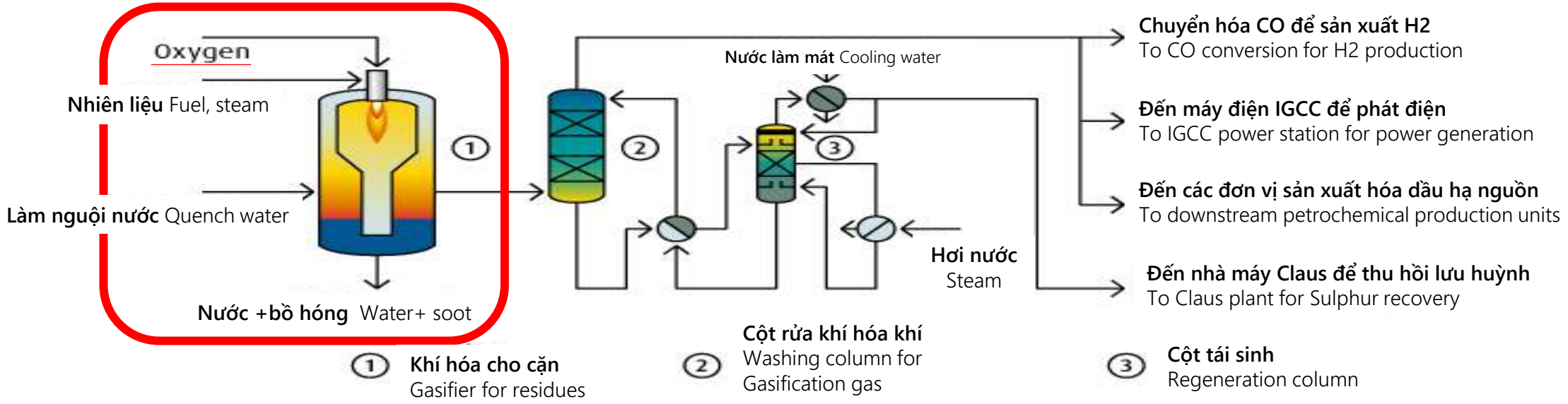
CẢI TẠO HƠI NƯỚC 6/6 Steam reforming 6/6

OXY HÓA KHÔNG HOÀN TOÀN

Partial Oxidation

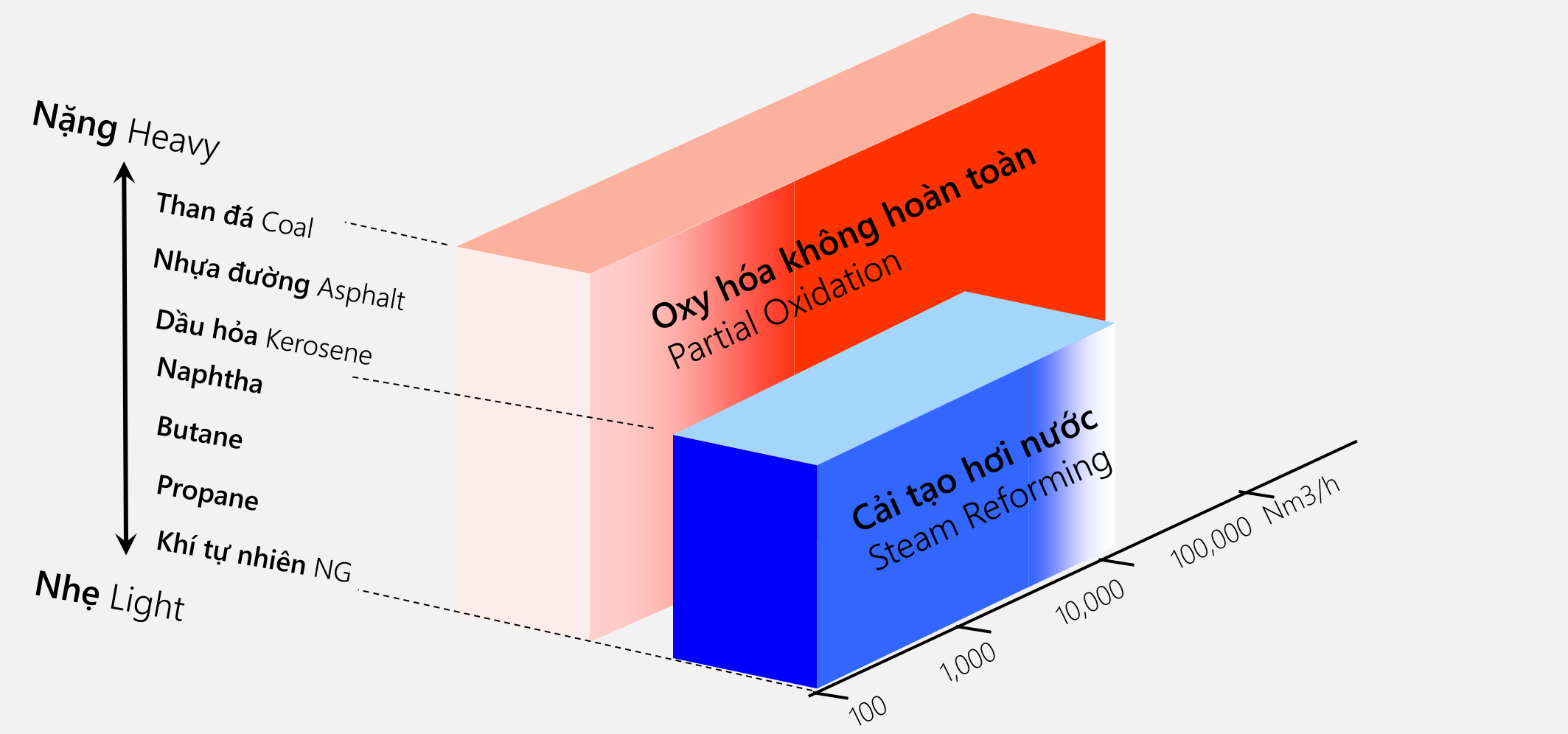
Nguyên liệu Feedstock	**Kiểu phản ứng** Typical reaction	**Ghi chú** Note
Cặn nặng Heavy Residue, **Than đá, bao gồm hydro cacbon nhẹ** Coal, including light hydrocarbon, etc.,	**Example of C3H8 (Propane)** $C_3H_8 + 1.5O_2 = 3CO + 4H_2$ **(Phản ứng thu nhiệt** Exothermic reaction) $3CO + 3H_2O = 3CO_2 + 3H_2$ **(Phản ứng thu nhiệt** Exothermic reaction) $C_3H_8 + 1.5O_2 + 3H_2O = 3CO_2 + 7H_2$ **(Phản ứng thu nhiệt** Exothermic reaction)	1200-1500°C

Sơ đồ dòng chảy cơ bản của nhà máy khí hóa Basic flow diagram of a gasification plant



CẢI TẠO HƠI NƯỚC VÀ OXY HÓA KHÔNG HOÀN TOÀN 1/2

Steam Reforming vs Partial Oxidation 1/2

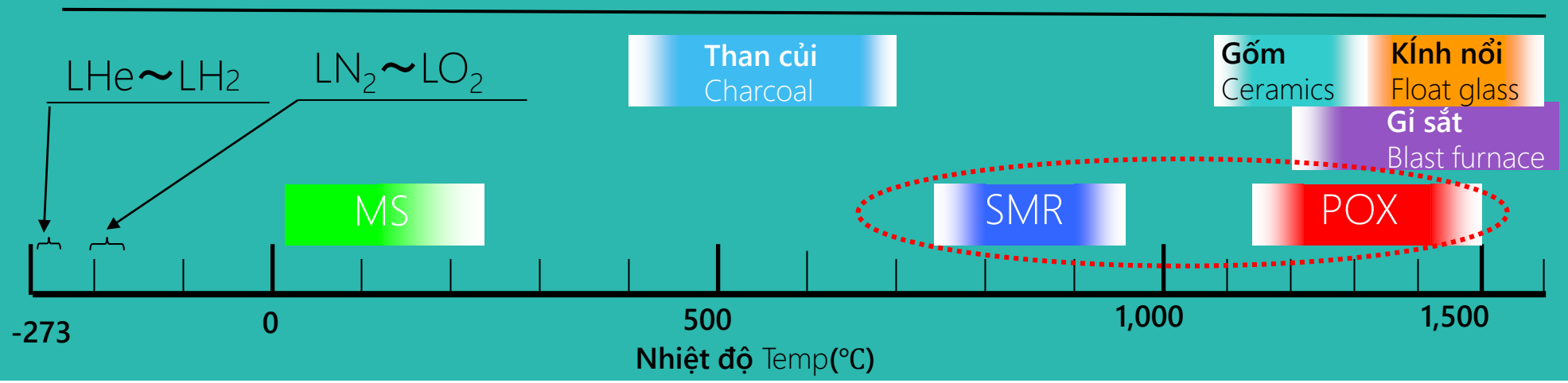


Minh họa nguyên liệu sử dụng và công suất Applicable feedstock and capacity image

CẢI TẠO HƠI NƯỚC VÀ OXY HÓA KHÔNG HOÀN TOÀN 2/2

Steam Reforming vs Partial Oxidation 2/2

Hạng mục Item	**Cải tạo hơi nước** Steam reforming (SMR)	**Oxy hóa không hoàn toàn** Partial Oxidation (POX)
Phản ứng Reaction	**Với hơi nước trên chất xúc tác** With steam on catalyst	**Với O2 mà không có chất xúc tác** With O2 without catalyst
O2	**Không cần** No need	**Cần** Need
CO and H2	**Thêm** More **H2**	**Thêm** More CO
Thải Waste	**Không** No	**Có** Yes
Nhiệt độ Temp	**Thấp hơn** Lower	**Cao hơn** Higher



Quá trình lọc trong sản xuất khí Hydro

Purification process of Hydrogen gas production

QUÁ TRÌNH LỌC TRONG SẢN XUẤT KHÍ HYDRO

Purification process of Hydrogen gas production

Nguyên liệu chính
Main feedstock
(CmHn)

Nguyên liệu phụ
Sub feedstock
(H2O, O2, etc.,)

Sự khí hóa
Gasification
(SMR, POX)

Sản phẩm phụ công nghiệp
By-products from industries

Xử lý khí chua
Sour gas treatment

Thải Waste
- **CO2**
- **Hợp chất lưu huỳnh**
  Sulfur compounds

Tách / Lọc
Separation/Purification

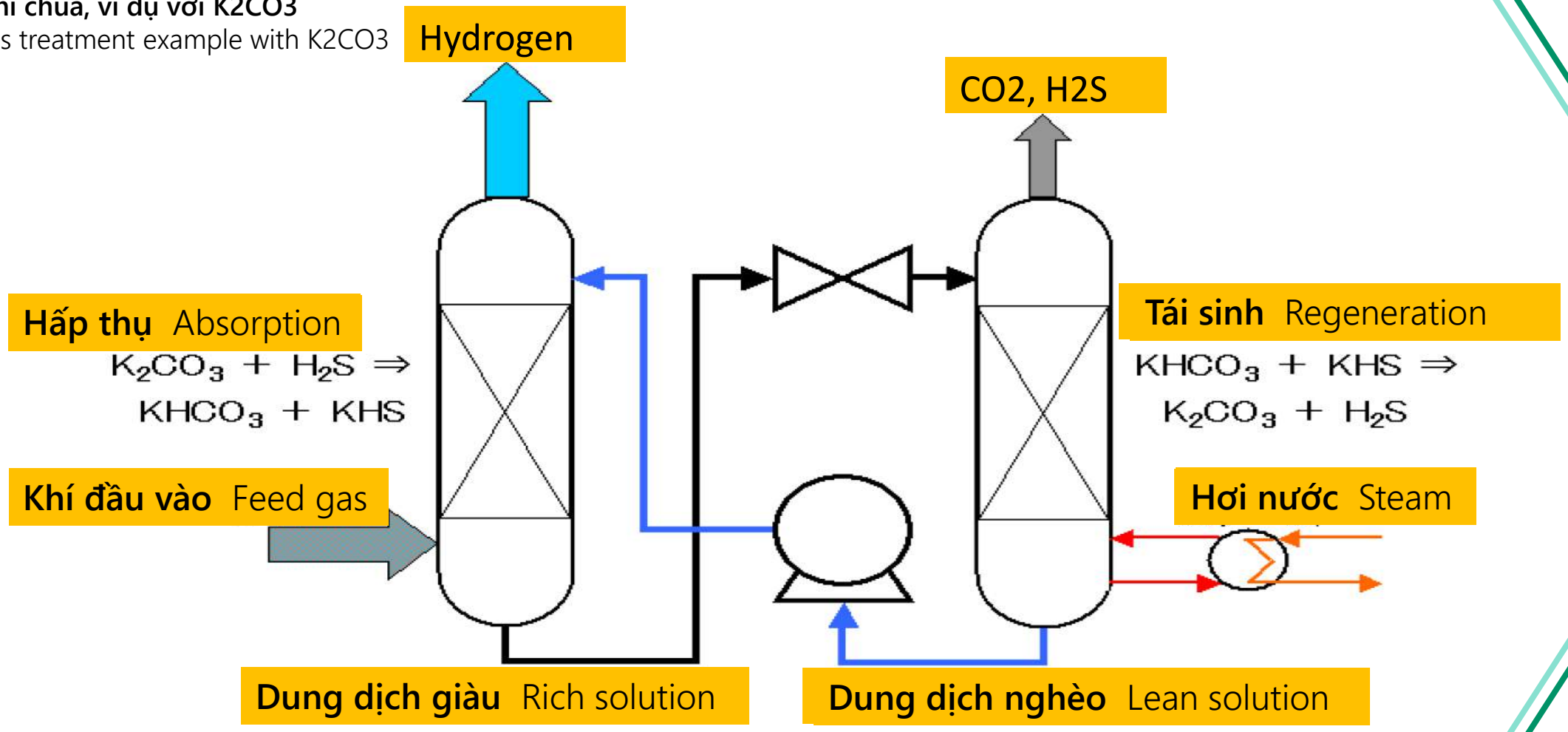
Thải Waste
- **CO2**

HYDROGEN

QUÁ TRÌNH LỌC TRONG SẢN XUẤT KHÍ HYDRO

Purification process of Hydrogen gas production

Xử lý khí chua, ví dụ với K2CO3
Sour gas treatment example with K2CO3



QUÁ TRÌNH LỌC TRONG SẢN XUẤT KHÍ HYDRO

Purification process of Hydrogen gas production

Bước Step **1**
Hấp phụ
Adsorption

Các tạp chất được hấp thụ trong khi khí di chuyển lên trong bước hấp phụ
Impurities are absorbed while the gas moves up in the adsorption step

Bước Step **2**
Giảm áp đồng thời
Co-current depressurization

Khí được sử dụng để cân bằng áp suất và lọc các bình khác
Gas is used for pressure equalization and purge of other vessels

Bước Step **3**
Giảm áp ngược dòng
Counter-current depressurization

Các tạp chất được giải hấp và chuyển về hệ thống khí dư
The impurities are desorbed and moved to the Tail Gas system

Bước Step **4**
Làm sạch bằng khí tinh khiết
Purge with pure gas

Cuối cùng các tạp chất được giải hấp bằng cách làm sạch chất tinh khiết
Finally, impurities are desorbed with receiving purge of pure

Bước Step **5**
Điều áp
Depressurizations

Trước khi đi vào quá trình hấp phụ, bình được điều áp lại đến áp suất vận hành
Before going to adsorption, the vessel is repressurized to the operating pressure

PSA

Hấp phụ xoay áp suất

Pressure Swing Adsorption

QUÁ TRÌNH LỌC TRONG SẢN XUẤT KHÍ HYDRO

Purification process of Hydrogen gas production

Vật liệu màng và tính chất của nó Membrane Material & Its Feature

Tính năng của polyimide dựa trên BPDA làm vật liệu cho màng sợi rỗng Features of BPDA-based polyimide as material for hollow fiber membrane	Tốc độ thẩm thấu khí qua màng polyimide Permeation rate to gases in polyimide membrane
1 **Cân bằng tốt về tính thấm và độ chọn lọc** Good balance for permeability and selectivity	**Độ thẩm thấu cao** High permeation
2 **Độ bền cơ học tốt** Good mechanical resistance	
3 **Khả năng chịu nhiệt tuyệt vời** Excellent heat resistance	**Phụ thuộc vào kích thước phân tử và độ hòa tan** Dependent on molecule size and solubility
4 **Kháng hóa chất tốt** Good chemical resistance	
5 **Dễ tạo thành sợi và lớp màng mỏng** Easy to make fiber and thin skin layer	
6 **Dễ dàng sắp xếp với các monome khác theo quan điểm thiết kế vật liệu** Easy to arrange with other monomers for a viewpoint of material design	**Độ thẩm thấu thấp** Low permeation

H_2O H_2 He

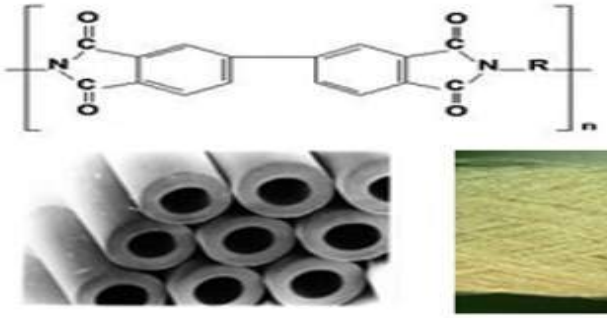
CO_2 H_2S

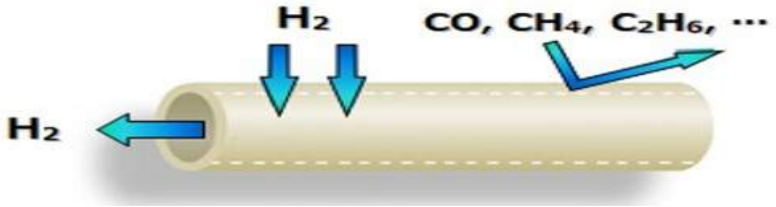
O_2

CO Ar Air

N_2 CH_4 C_2H_5OH

C_2H_2 C_3 + Hydrocarbon



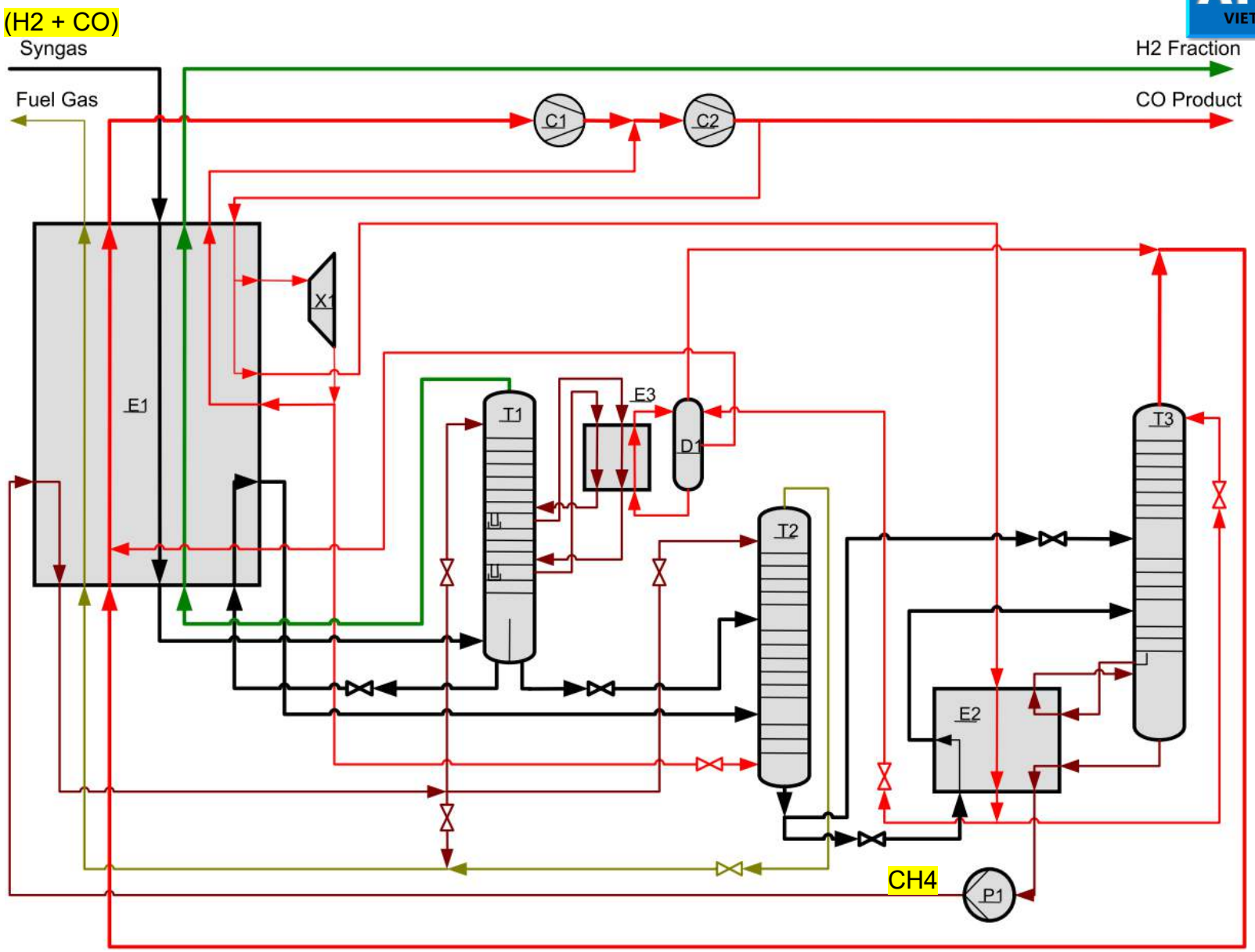


Cấp khí qua sợi rỗng polyimide và thấm qua lõi
Polyimide Hollow Fiber Shell-feed and Bore permeate

QUÁ TRÌNH LỌC TRONG SẢN XUẤT KHÍ HYDRO

Purification process of Hydrogen gas production

(CH4 wash)

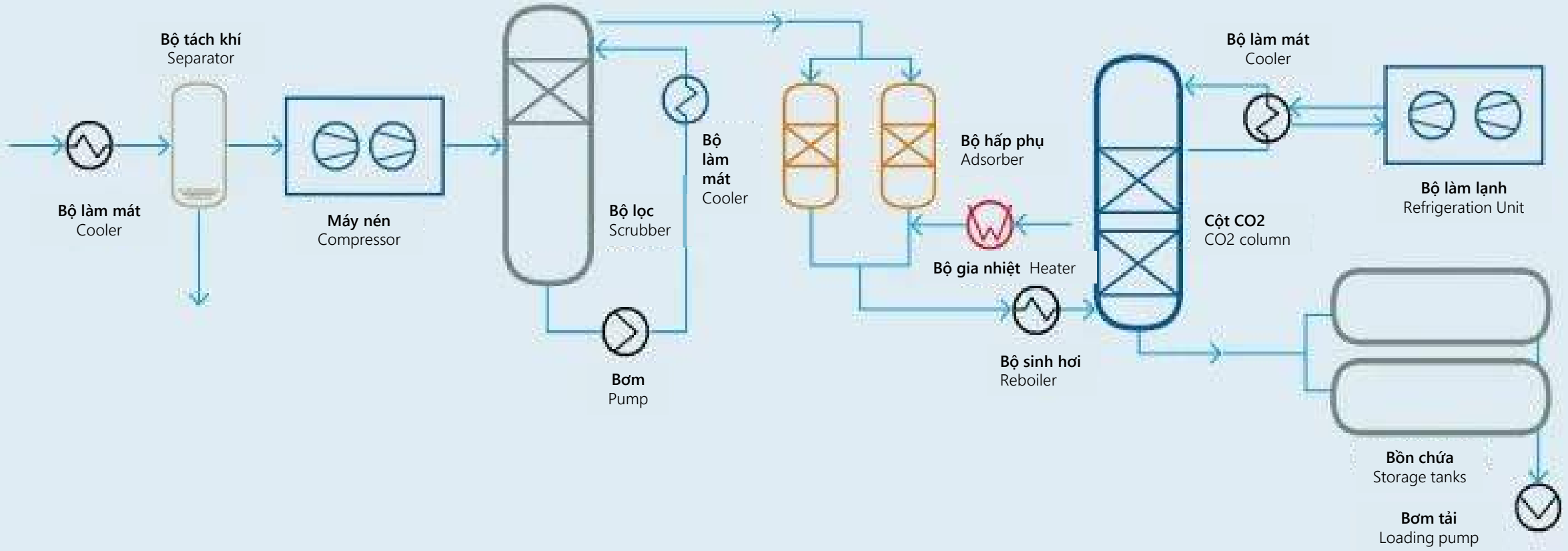


Chất thải từ sản xuất khí Hydro

Waste from Hydrogen gas production

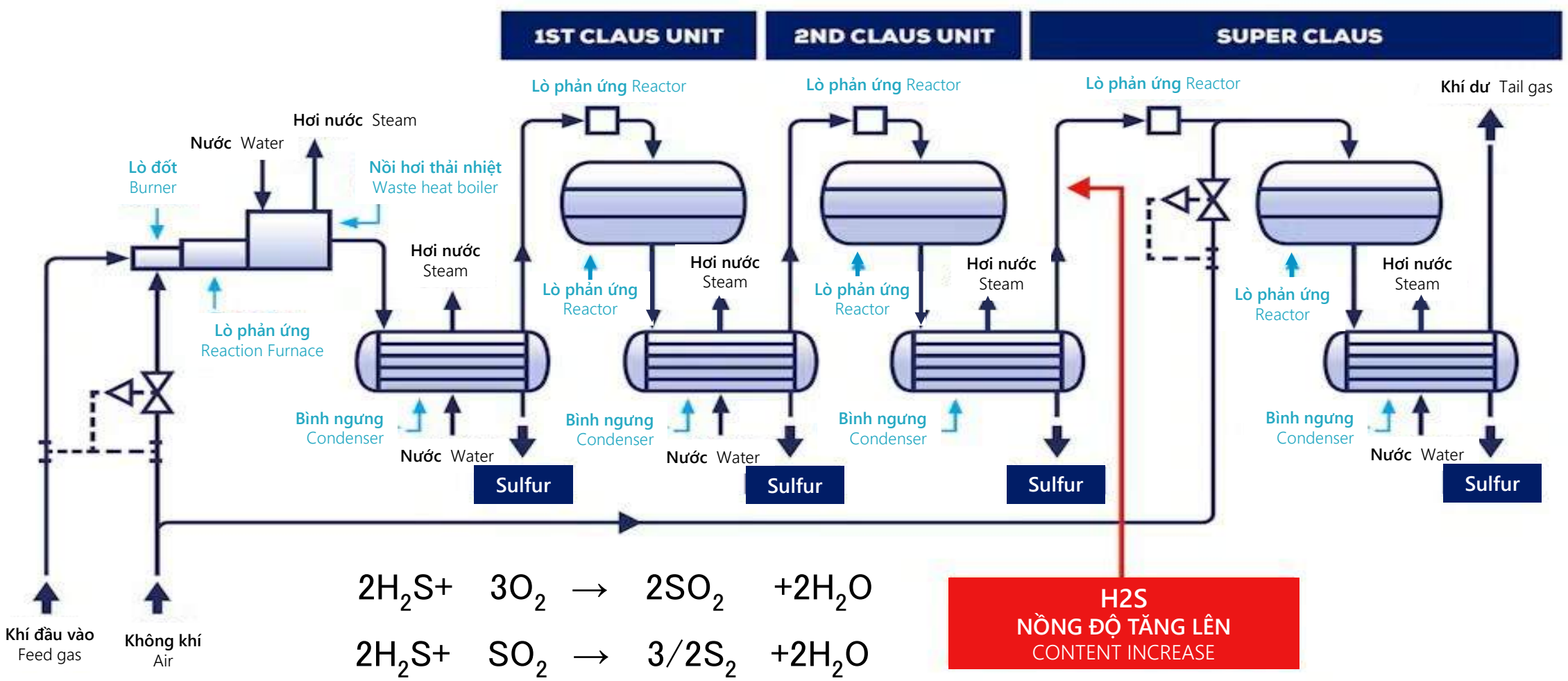
LƯU ĐỒ LỌC VÀ HÓA LỎNG CO2

Typical CO2 purification flow and liquefaction



LƯU ĐỒ THU HỒI LƯU HUỲNH (Đơn vị Claus)

Typical sulfur recovery flow (Claus unit)



$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 3/2S_2 + 2H_2O$$

Năng lực của các quá trình sản xuất khí Hydro

Capacity of Hydrogen gas production process

1

2

3

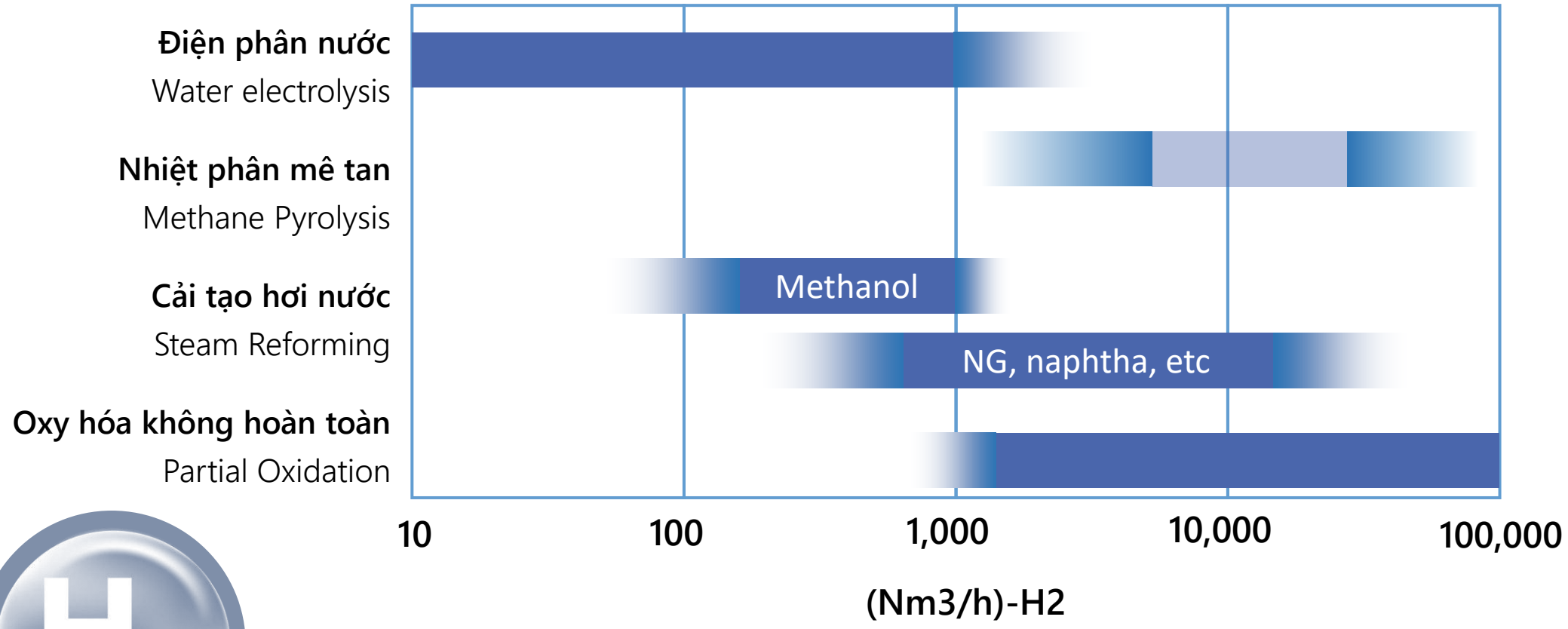
4

5

6

7

8



NĂNG LỰC CỦA CÁC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT HYDRO

Capacity of hydrogen gas production process

Tóm tắt

Summary

1
2
3
4
5
6
7
8

TÓM TẮT
Summary

Có nhiều cách chuyển khác nhau từ nguyên liệu thô sang hydro

Various passes from feedstocks to hydrogen

Không chỉ từ nguyên liệu mà còn từ các sản phẩm phụ

Not only from feedstock but also from by-products

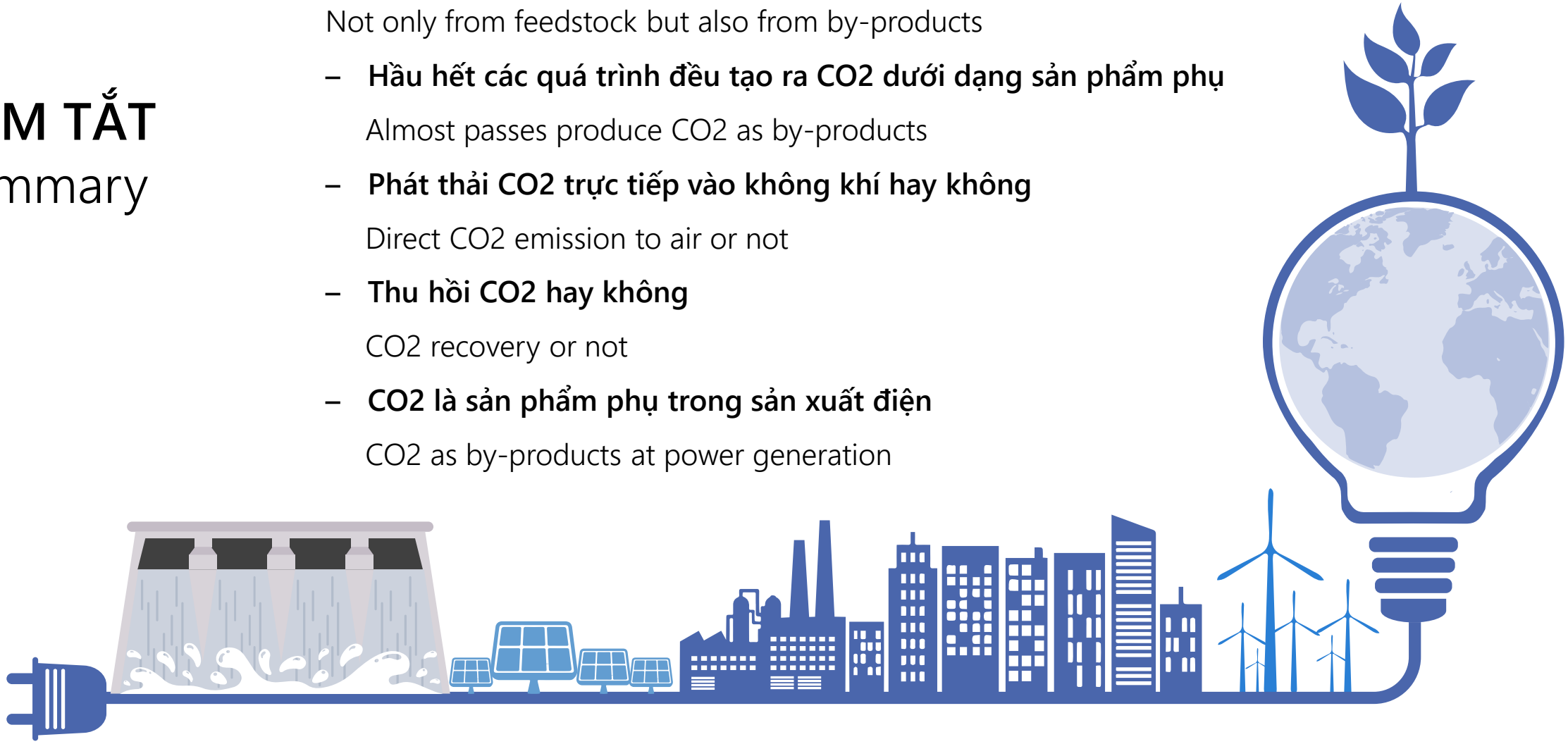
- **Hầu hết các quá trình đều tạo ra CO2 dưới dạng sản phẩm phụ**

  Almost passes produce CO2 as by-products
- **Phát thải CO2 trực tiếp vào không khí hay không**

  Direct CO2 emission to air or not
- **Thu hồi CO2 hay không**

  CO2 recovery or not
- **CO2 là sản phẩm phụ trong sản xuất điện**

  CO2 as by-products at power generation



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