

HYDRO-NHÂN TỐ CHÍNH TRONG CUỘC ĐUA PHÁT THẢI RÒNG BẰNG “0” VÀO NĂM 2050

TS. TRẦN ANH QUÂN,
TS. TRẦN NGỌC HƯNG

Mở đầu

Hydro là loại nhiên liệu thay thế hấp dẫn. Tuy nhiên, không giống như than đá, khí đốt hoặc dầu mỏ, hydro không phải là nguồn năng lượng chính. Hydro có thể được lấy từ các nguồn tài nguyên đa dạng, cả tái tạo (thủy điện, gió, sóng, mặt trời, sinh khối và địa nhiệt) và không tái tạo (than, khí tự nhiên và hạt nhân). Nó có thể được lưu trữ như một loại nhiên liệu và được sử dụng trong vận chuyển và phân phối nhiệt và hệ thống phát điện sử dụng pin nhiên liệu, động cơ đốt trong hoặc tuabin, với sản phẩm phụ duy nhất tại điểm sử dụng là nước.

Khả năng thay thế nhiên liệu hóa thạch của hydro trong lĩnh vực giao thông vận tải có thể giải quyết một trong những vấn đề môi trường lớn của thế giới. Hydro cũng có thể dùng làm phương tiện lưu trữ điện năng được tạo ra từ năng lượng mặt trời, gió, sóng và thủy triều; do đó nó cung cấp giải pháp chính của năng lượng bền vững. *Miễn là hydro được sản xuất từ nguyên liệu không phải nhiên liệu hóa thạch, thì nó là một loại nhiên liệu “xanh” thực sự.*

Chuỗi năng lượng hydro điển hình sẽ bao gồm sản xuất, phân phối và cung cấp hydro thông qua quá trình lưu trữ hydro và sử dụng nó. Chuỗi năng lượng cho năng lượng hydro bền vững sẽ liên quan đến việc thu các nguồn năng lượng sạch để tạo ra hydro, lưu trữ và phân phối chất mang năng lượng này đến việc sử dụng nó ở một thiết bị cuối - tập trung vào pin nhiên liệu hoặc quá trình đốt cháy - trong đó nó được chuyển đổi thành điện năng.

Sự hiện thực hóa nền kinh tế dựa trên hydro có thể có những lợi ích to lớn về môi trường và kinh tế, và tăng cường an ninh năng lượng. Tuy nhiên, việc chuyển đổi từ hệ thống năng lượng dựa trên nhiên liệu hóa thạch sang nền kinh tế dựa trên hydro liên quan đến những rào cản đáng kể về mặt công nghệ và kinh tế xã hội. Hydro có tiềm năng vượt trội để trở thành nhân tố chính thúc đẩy quá trình chuyển đổi nền kinh tế năng lượng toàn cầu dựa trên carbon sang nền kinh tế sạch, tái tạo và bền vững.

Đầu vào nhiên liệu xanh cho nền kinh tế

Hydro rất dồi dào, là nguyên tố phổ biến nhất trong vũ trụ. Mặt trời tiêu thụ 600 triệu tấn hydro mỗi giây.

Nhưng không giống như dầu mỏ, không thể tìm thấy các trữ lượng lớn hydro trên trái đất. Các nguyên tử hydro liên kết với nhau trong phân tử với các nguyên tố khác, và cần năng lượng để chiết xuất hydro để nó có thể được sử dụng cho xe cộ hoặc pin nhiên liệu.

Hydro là một nguồn năng lượng bền vững, không gây ô nhiễm, có thể được sử dụng trong các ứng dụng cố định và di động. Là một “vật mang” năng lượng, hydro có thể tăng cường sự đa dạng và an ninh năng lượng bằng cách giảm sự phụ thuộc của chúng ta vào nhiên liệu gốc hydrocacbon. Mặc dù hydro là nguyên tố đơn giản nhất và khí dồi dào nhất trong vũ trụ, nhưng nó không bao giờ tự xuất hiện mà luôn được kết hợp với các nguyên tố khác như oxy và carbon. Một số công nghệ sản xuất chính là:

Steam reforming (cải tạo hơi) mêtan từ khí tự nhiên. Quá trình này chuyển đổi mêtan và các hydrocacbon khác trong khí tự nhiên thành hydro và cacbon monoxit bằng cách sử dụng phản ứng của hơi trên chất xúc tác nikén:

Sự điện phân sử dụng dòng điện để tách nước thành hydro ở cực âm (-) và ôxy ở cực dương (+). Điện phân hơi nước sử dụng nhiệt để cung cấp một số năng lượng cần thiết để tách nước và có thể làm cho quá trình tiết kiệm năng lượng hơn (Được sử dụng rộng rãi nhất).

Tách nước bằng nhiệt hóa sử dụng hóa chất và gia nhiệt theo nhiều bước để tách nước thành hydro và oxy.

Quang phân là một quá trình quang điện hóa sử dụng ánh sáng mặt trời và các chất xúc tác để tách nước.

Tách nước sinh học và quang học sử dụng ánh sáng mặt trời và các sinh vật sinh học để tách nước. Tách nước bằng nhiệt sử dụng nhiệt độ cao 1000°C để tách nước.

Khí hóa sinh khôi sử dụng vi sinh để phân hủy các nguyên liệu sinh khôi khác nhau thành hydro.

Nếu hydro được tạo ra từ các nguồn năng lượng tái tạo, việc sản xuất và sử dụng nó có thể xem là một phần của chu trình sạch, tự nhiên.

Nhiên liệu hóa thạch đang cạn kiệt nhanh chóng, dẫn đến khủng hoảng năng lượng (nhiên liệu). Ngoài ra, việc đốt nhiên liệu hóa thạch đang gây ra sự suy thoái nhanh chóng của môi trường.

Figure 4 illustrates the on-site hydrogen production system; Figure 5, the hydrogen production system is far from the place of use.

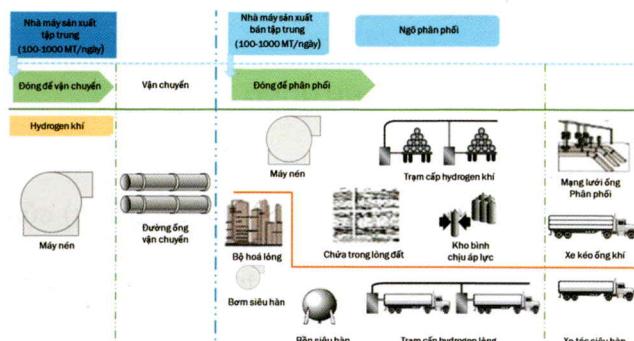


Figure 5: Technology used to transport and distribute hydrogen
(K. Reddi et al., 2016)

Output and reference of some practical applications for future fuel sources

One of the most practical applications of hydrogen is in transportation (Internal combustion engine vehicles (ICEVs); Fuel cell electric vehicles (FCEVs); battery-powered generators; running an internal combustion engine (using direct injection or for power generation).

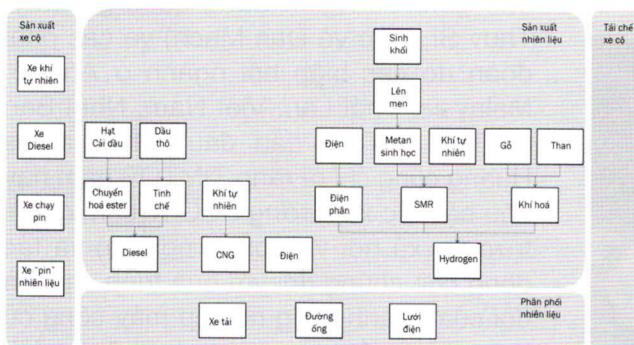


Figure 6: Hydrogen production pathways and processes
(C. Wulf, M. Kaltschmidt 2016)

Figure 6 is a generalized depiction of the pathways and hydrogen production processes involved in vehicular travel. The four main blocks are production, fuel distribution, vehicle manufacturing, and their recycling.

Hydrogen is the most abundant chemical element in the universe and has the potential to consume much less than gasoline. As a vehicle fuel, it can be stored as compressed gas or liquid. It can be made from a number of sources, but today most hydrogen is extracted from natural gas. When used in fuel cell vehicles, which have been developed by many car manufacturers, hydrogen does not produce harmful pollutants, and when used in internal combustion engines, producing extremely low emissions. When

derived from renewable sources such as solar energy, there are no carbon dioxide emissions.

Today's hydrogen fuel cell vehicles can travel 150-300 miles before needing refueling. Worldwide, there are already fleets of vehicles with hydrogen fuel cell buses, cars and light utility trucks, as well as hydrogen internal combustion engine vehicles (HICEVs). As alternative fuel vehicles and alternative fueling stations become more available in the coming years, there will be less dependence on gasoline as a fuel. Hydrogen is charged immediately like gasoline and does not need to wait for an electric charge like battery-powered electric vehicles.

Some practical fuel cell applications

The hydrogen fuel cell drone jet, called the Hyfish, flew near Bern, Switzerland. HyFish has a body length of 1.2m and a wingspan of 1m.

Boeing's manned fuel-cell airplane project began in 2003 and has already conducted tests this year of a manned airplane powered only by a fuel cell and lightweight batteries.

Horizon Fuel Cell Technologies has a hydrogen fuel system for remote control model cars. New England's first fuel cell hybrid bus has been used on the streets of Hartford.

Nuvera Fuel Cells will supply Toro Company with a PowerFlow PFV-5 fuel cell system for integration into the Toro Workman utility vehicle.

Toyota Motor Corporation provides its city-gas-powered 1-kW residential fuel cell cogeneration system to Toho Gas Co., Ltd. (Toho).

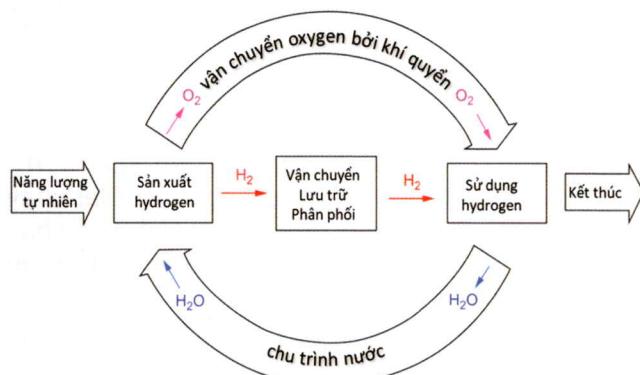
The auto industry believes hydrogen is the ultimate solution, but it will take a decade or more for hydrogen-powered cars and the infrastructure to support them to become widely available. Meanwhile, other alternative fuels will act as steps towards a hydrogen fueled future. In the immediate future, more hybrid electric vehicles with improved battery and cost, as well as plug-in hybrid electric vehicles are connected to the grid by its multiple sources.

Conclusion

Energy security is one of the top policy priorities of every country. An energy revolution is underway and will be driven by concern for the environment, economy and power production needs.

Hydrogen is a major substitute for fossil fuels in the industry and a key player in reaching net zero CO₂ emissions by 2050. But will there be enough hydrogen to meet the expected growth, low carbon gas production will need to be scaled up. Let's welcome the latest research and development in the not too distant future. ✓

Xét riêng mảng nhiên liệu cho động cơ đốt trong, ta thấy thứ cần thiết là nhiên liệu “cháy - sạch”, có thể thu được từ các nguồn tái tạo, được xác định để đảm bảo sự tồn tại an toàn và lâu dài của động cơ đốt trong. Nhiên liệu hydro được hứa hẹn với tiềm năng không còn đối với nhiên liệu hóa thạch và suy thoái môi trường do đốt cháy chúng.



Hình 1: Chu trình nước (Nguồn: L.M.Das, 2016)

Hydro là nhiên liệu (nguồn tài nguyên cơ bản) có thể tái chế trong một chu kỳ thời gian ngắn, thể hiện trong hình 1. Phân tử nước có thể được phân tách bằng cách sử dụng nhiên liệu hóa thạch hoặc nhiều nguồn phi hóa thạch như năng lượng mặt trời, gió, hạt nhân, chất thải hữu cơ, và những thứ khác. Khi đốt cháy hydro, hơi nước thoát ra từ ống xả của động cơ và nước này quay trở lại sinh quyển - nơi nó đến.

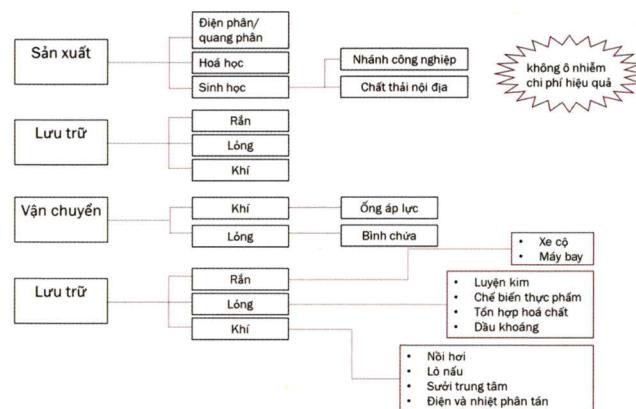
Các rào cản để đạt được tầm nhìn về nền kinh tế hydro như sau: - Phát triển và giới thiệu các hệ thống pin nhiên liệu và hệ thống lưu trữ hydro hiệu quả về chi phí, bền, an toàn và thân thiện với môi trường; - Phát triển cơ sở hạ tầng cung cấp hydro cho người sử dụng xe hạng nhẹ; - Giảm mạnh chi phí sản xuất hydro từ các nguồn năng lượng tái tạo trong một khung thời gian hàng thập kỷ; - Thu giữ và lưu trữ (“cô lập”) sản phẩm phụ CO₂ của quá trình sản xuất hydro từ than và khí tự nhiên.

Hạ tầng phát triển nguồn năng lượng mới kiểu xanh này

Việc sử dụng rộng rãi hydro như một chất mang năng lượng sẽ phụ thuộc đáng kể vào sự sẵn có của các kỹ thuật hiệu quả, sạch và kinh tế để sử dụng và chuyển đổi nó thành điện / nhiệt. Sự bổ sung hiệp đồng của hydro và điện đại diện cho một trong những con đường hấp dẫn nhất cho một tương lai năng lượng bền vững và pin nhiên liệu cung cấp, được cho là, thiết bị chuyển đổi hiệu quả nhất để chuyển hydro và các nhiên liệu mang hydro khác thành điện.

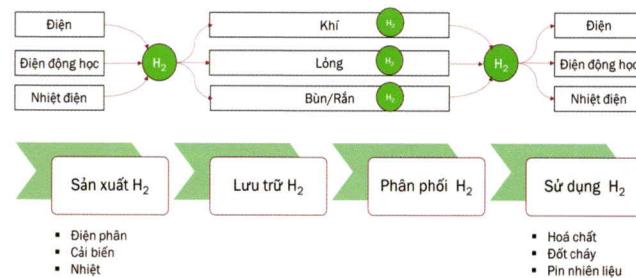
Sự phát triển của công nghệ sản xuất, lưu trữ và sử dụng hydro cần được thiết lập để đóng vai trò trung tâm trong việc giải quyết các mối quan tâm

ngày càng tăng về phát thải carbon và biến đổi khí hậu, cũng như tính sẵn có và an ninh của nguồn cung cấp năng lượng trong tương lai. Vẫn còn một chặng đường dài để đi trước khi một cuộc cách mạng năng lượng hydro thực sự có thể xảy ra - nhưng đây sẽ là một hành trình hấp dẫn, thú vị. Các hệ thống năng lượng hydro được biểu diễn trên hình 2.



Hình 2: Các hệ thống năng lượng hydro (Nguồn: L.M.Das, 2016)

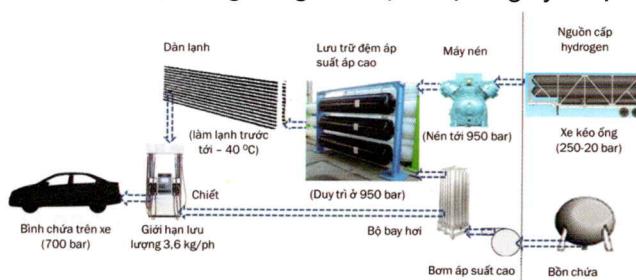
Chuỗi giá trị hydro là chuỗi giá trị gia tăng trong quá trình tạo ra giá trị cho nền kinh tế.



Hình 3: Chuỗi giá trị hydro (Nguồn: N.Frischauf 2016)

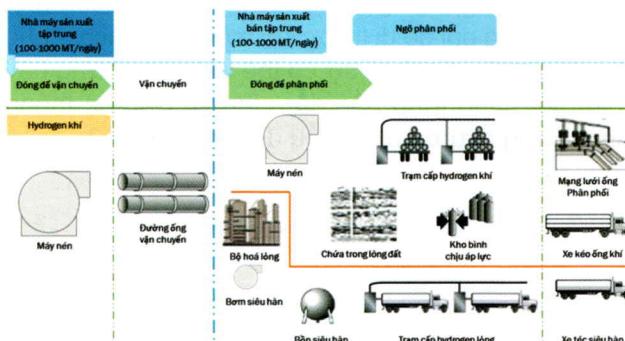
Các hệ thống năng lượng hydro và chuỗi giá trị hydro có liên hệ mật thiết với nhau. Chuỗi giá trị nhấn mạnh vào gia tăng giá trị trong chuỗi và đề xuất giá trị cho khách hàng. Điện tạo ra từ sử dụng hydro có thể phục vụ hầu khắp các ngành nghề.

Xét riêng hydro phục vụ ngành giao thông vận tải, một ngành có mức độ gây ô nhiễm không khí cao, làm ví dụ. Có 2 phương thức chính để sản xuất hydro và đi kèm là các hệ thống trang thiết bị và hạ tầng kỹ thuật.



Hình 4: Bố trí các cấu phần của trạm nạp hydro lỏng hoặc khí (K. Reddi et al., 2016)

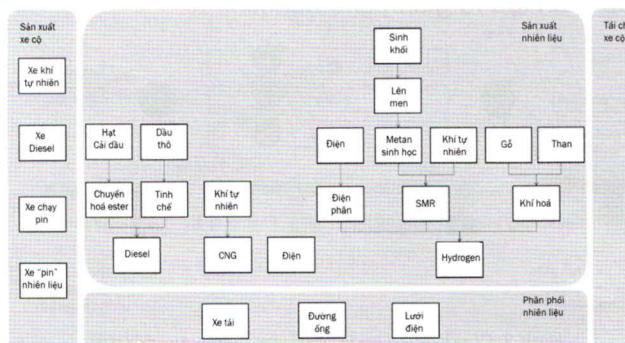
Hình 4 minh họa hệ thống sản xuất hydro tại chỗ; hình 5, hệ thống sản xuất hydro ở xa nơi sử dụng.



Hình 5: Công nghệ sử dụng để vận chuyển và phân phối hydro (K. Reddi et. al., 2016)

Đầu ra và tham khảo một số ứng dụng thực tiễn cho nguồn nhiên liệu tương lai

Một trong những ứng dụng thực tiễn nhất của hydro chính là sử dụng cho xe cộ - phương tiện giao thông vận tải (xe hơi dùng động cơ đốt trong, xe điện dùng “pin” nhiên liệu), máy phát điện (kiểu “pin” nhiên liệu), chạy động cơ đốt trong (dùng trực tiếp hoặc phát điện).



Hình 6: Các đường dẫn và quá trình sản xuất hydro (C.Wulf, M. Kaltschmidtt 2016)

Hình 6 chính là mô tả khái quát hoá các đường dẫn và quá trình sản xuất hydro liên quan đến di chuyển bằng xe cộ chở người. Bốn khía chính là sản xuất, phân phối nhiên liệu, sản xuất xe cộ và tái chế chúng.

Hydro là nguyên tố hóa học phong phú nhất trong vũ trụ và có khả năng tiêu tán ít hơn nhiều so với xăng. Là một loại nhiên liệu cho xe cộ, nó có thể được lưu trữ dưới dạng khí nén hoặc chất lỏng. Nó có thể được tạo ra từ một số nguồn, nhưng ngày nay hầu hết hydro được chiết xuất từ khí tự nhiên. Khi được sử dụng trong các loại xe chạy bằng pin nhiên liệu, vốn đã được nhiều nhà sản xuất ô tô phát triển, hydro không tạo ra các chất ô nhiễm độc hại, và khi được sử dụng trong động cơ đốt trong, lượng khí thải cực kỳ thấp. Khi bắt nguồn từ các nguồn tái tạo như năng lượng mặt trời, không có khí thải carbon dioxide.

Xe chạy bằng pin nhiên liệu hydro ngày nay có thể đi được 150-300 dặm trước khi cần tiếp nhiên liệu. Hiện trên thế giới, đã có các đội xe với xe buýt chạy bằng pin nhiên liệu hydro, ô tô và xe tải tiện ích hạng nhẹ, cũng như các phương tiện chuyển đổi động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu hydro. Khi các phương tiện sử dụng nhiên liệu thay thế và các trạm nạp nhiên liệu thay thế có nhiều hơn trong những năm tới, sẽ ít phụ thuộc hơn vào xăng làm nhiên liệu. Hydro được nạp ngay như xăng và không cần chờ sạc điện như các loại xe điện dùng accu.

Một số ứng dụng pin nhiên liệu trong thực tiễn

Chiếc máy bay phản lực không người lái chạy bằng pin nhiên liệu hydro, được gọi là Hyfish, đã bay gần Bern, Thụy Sĩ. HyFish có chiều dài thân là 1,2m và sải cánh dài 1m.

Dự án máy bay trình diễn pin nhiên liệu của Boeing bắt đầu vào năm 2003 và đã tiến hành bay thử nghiệm một chiếc máy bay có người lái chạy bằng pin nhiên liệu và pin nhẹ.

Horizon Fuel Cell Technologies có hệ thống nhiên liệu hydro dành cho ô tô mô hình điều khiển từ xa.

Xe buýt hybrid chạy bằng pin nhiên liệu đầu tiên của New England đã được sử dụng trên đường phố Hartford.

Nuvera Fuel Cells cung cấp cho Toro Company hệ thống pin nhiên liệu PowerFlow PFV-5 để tích hợp vào xe tiện ích Toro Workman.

Tập đoàn ô tô Toyota cung cấp hệ thống đồng phát điện pin nhiên liệu dân dụng 1 kW chạy bằng khí đốt trong thành phố cho Toho Gas Co.

Ngành công nghiệp ô tô tin rằng hydro là giải pháp tối ưu, nhưng phải mất một thập kỷ hoặc hơn nữa ô tô chạy bằng hydro và cơ sở hạ tầng hỗ trợ chúng mới được phổ biến rộng rãi. Trong khi đó, các loại nhiên liệu thay thế khác sẽ đóng vai trò như những bước tiến tới một tương lai sử dụng nhiên liệu hydro. Trước mắt là nhiều loại xe điện hybrid với giá thành và pin được cải thiện, cũng như các loại xe điện hybrid cắm điện được kết nối với lưới điện bằng nhiều nguồn của nó.

Kết luận

An ninh năng lượng là một trong những chính sách ưu tiên hàng đầu của mọi quốc gia. Một cuộc cách mạng năng lượng đang diễn ra và sẽ được thúc đẩy bởi sự quan tâm đến môi trường, kinh tế và nhu cầu sản lượng điện.

Hydro là một nhân tố thay thế chính cho nhiên liệu hoá thạch trong công nghiệp và là nhân tố chính trong cuộc đua không phát thải ròng CO₂ trước 2050. Nhưng liệu có đủ hydro để đáp ứng sự tăng trưởng kỳ vọng, sản xuất khí kiểu cacbon thấp sẽ cần phải được mở rộng qui mô. Cùng chào đón những nghiên cứu và phát triển mới nhất trong tương lai không xa./.✓

HYDROGEN - A KEY FACTOR IN THE RACE TO NET ZERO EMISSIONS BY 2050

DR. TRAN ANH QUAN,
DR. TRAN NGOC HUNG

Preamble

Hydrogen is an attractive alternative fuel. However, unlike coal, gas or oil, hydrogen is not the primary source of energy. Hydrogen can be produced from diverse resources, both renewable (hydroelectric, wind, wave, solar, biomass and geothermal) and non-renewable (coal, natural gas and nuclear). It can be stored as a fuel and used in heat transport and distribution and power generation systems using fuel cells, internal combustion engines or turbines, with a single by-product at the point of use is water.

Hydrogen's ability to replace fossil fuels in the transportation sector could solve one of the world's major environmental problems. Hydrogen can also be used as a means of storing electricity generated from solar, wind, wave and tidal energy; therefore it provides the main solution of sustainable energy. *As long as hydrogen is produced from non-fossil fuels, it is a true "green" fuel.*

The typical hydrogen energy supply chain would include the production, distribution, and supply of hydrogen through hydrogen storage and use. The energy chain for sustainable hydrogen energy will involve capturing clean energy sources to generate hydrogen, storing and delivering this energy carrier to its use in an end device, focusing on fuel batteries or combustion in which it is converted into electricity.

The realization of a hydrogen-based economy could have enormous environmental and economic benefits, and enhance energy security. However, the transition from a fossil fuel-based energy system to a hydrogen-based economy involves significant technological and socioeconomic barriers. Hydrogen has outstanding potential to be a key player in the transition from a carbon-based global energy economy to a clean, renewable and sustainable economy.

Green fuel input for the economy

Hydrogen is abundant, being the most common element in the universe. The sun consumes 600 million tons of it each second. But unlike oil, large reservoirs of hydrogen are not to be found on earth. The hydrogen atoms are bound together in molecules with other

elements, and it takes energy to extract the hydrogen so it can be used for combustion or fuel cells.

Hydrogen is a sustainable, non-polluting source of power that could be used in mobile and stationary applications. As an energy carrier, it could increase our energy diversity and security by reducing our dependence on hydrocarbon-based fuels. Although hydrogen is the simplest element and most plentiful gas in the universe, it never occurs by itself but is always combined with other elements such as oxygen and carbon. Some of the main production technologies are:

- Steam methane reforming from natural gas. This process converts methane and other hydrocarbons in natural gas into hydrogen and carbon monoxide using a reaction of steam on a nickel catalyst:
- Electrolysis is the process of using electricity to split water into hydrogen at the cathode (-) and oxygen at the anode (+). Steam electrolysis uses heat to provide some of the energy needed to separate water and can make the process more energy efficient (Most widely used).
- Thermochemical water separation uses chemicals and multi-step heating to decompose water into hydrogen and oxygen.
- Photolysis is a photo electrochemical process that uses sunlight and catalysts to split water.
- Biological and optical water separation uses sunlight and biological organisms to separate water.
- Thermal water separation uses a high temperature of 1000°C to separate water.
- Biomass gasification uses microorganisms to break down various biomass materials into hydrogen.

If hydrogen is generated from renewable energy sources, its production and use can be seen as part of a clean, natural cycle.

Fossil fuels are rapidly depleting, leading to an energy (fuel) crisis. In addition, the burning of fossil fuels is causing rapid degradation of the environment.

Considering the fuel segment for internal combustion engines alone, what is needed is a "clean burning fuel", which can be obtained from renewable sources, determined to ensure the safe and long-term

existence of the internal combustion engine. Hydrogen fuels are promising with the potential to eliminate fossil fuel starvation and environmental degradation caused by burning them.

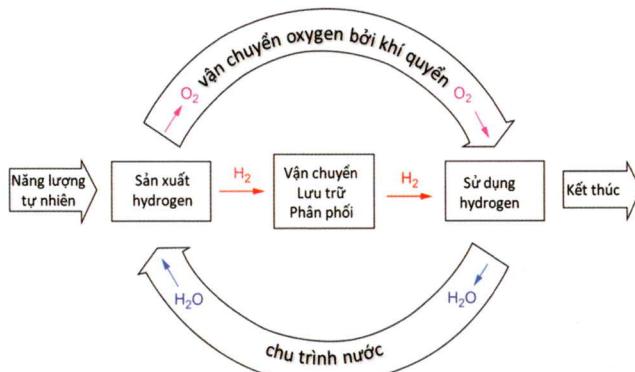


Figure 1: Water cycle (Source: L.M.Das, 2016)

Hydrogen is a fuel (basic resource) that can be recycled in a short period of time, shown in Figure 1. Water molecules can be separated using fossil fuels or a variety of non-fossil fuels such as solar, wind, nuclear, organic waste, and others. When hydrogen is ignited, steam escapes from the engine's exhaust and this water returns to the biosphere, where it came from.

There are major hurdles on the path to achieving the vision of the hydrogen economy:

- To develop and introduce cost-effective, durable, safe, and environmentally desirable fuel cell systems and hydrogen storage systems;
- To develop the infrastructure to provide hydrogen for the light-duty-vehicle user;
- To reduce sharply the costs of hydrogen production from renewable energy sources, over a time frame of decades;
- To capture and store ("sequester") the carbon dioxide by-product of hydrogen production from coal and natural gas.

Infrastructure for the development of this green new energy source

The widespread use of hydrogen as an energy carrier will depend significantly on the availability of efficient, clean and economic techniques to use and convert it to electricity/heat. The synergistic addition of hydrogen and electricity represents one of the most attractive avenues for a sustainable energy future, and fuel cells offer, arguably, the most efficient converter for transferring hydrogen and other hydrogen-carrying fuels into electricity.

The development of technologies to produce, store and use hydrogen needs to be established to play a central role in addressing the growing concerns

about carbon emissions and climate change, as well as the availability of hydrogen and security of future energy supplies. There's still a long way to go before a true hydrogen energy revolution can happen, but it will be a fascinating, exciting journey. Hydrogen energy systems are shown in figure 2.

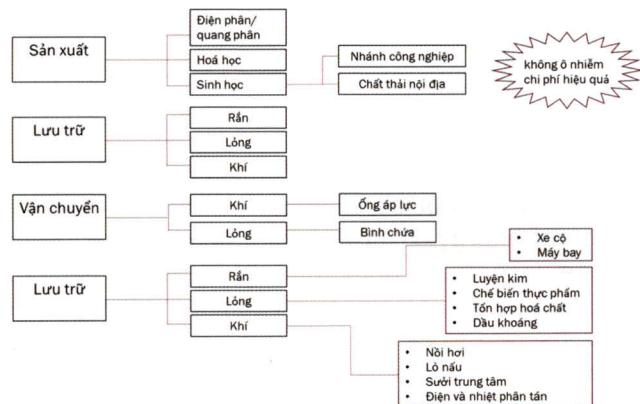


Figure 2: Hydrogen energy systems (Source: L.M.Das, 2016)

The hydrogen value added supply chain is significantly contributing to the process of creating value for the economy.

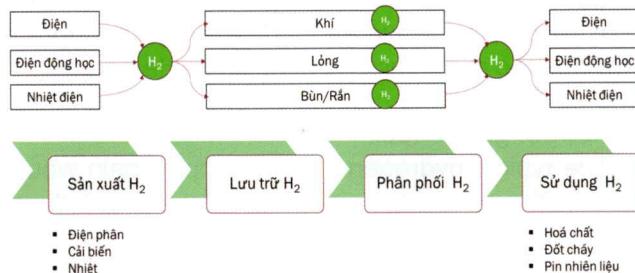


Figure 3: Hydrogen value chain (Source: N.Frischauf 2016)

Hydrogen energy systems and hydrogen value chains are closely related. The value chain emphasizes adding value in the chain and offering value to the customer. Electricity generated from hydrogen can serve almost any industry.

Considering hydrogen for the transportation industry alone, an industry with a high level of air pollution, for example. There are two main ways to produce hydrogen and the accompanying equipment systems and technical infrastructure.

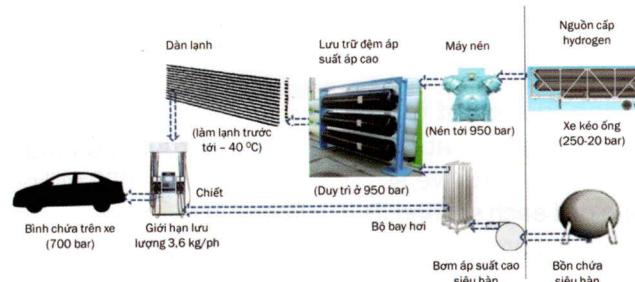


Figure 4: Component layout of a liquid or gaseous hydrogen filling station (K. Reddi et al., 2016)