تحت رعاية وزارة البيئة
بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي
KHALIFA INTERNATIONAL AWARD FOR DATE PALM AND AGRICULTURAL INNOVATION

الراعي الذهبي
جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي

ODS DIGITAL BUSINESS SERVICES

شريك تنظيمي

خلال الفترة من 01 يوليو حتى 30 اكتوبر 2024

+202 261 102 99 | 01148686466 | www.ainelbeeah.org | info@ainelbeeah.org | @ainelbeeah

المسار التكنولوجي لانتاج غاز الهيدروجين منخفض الكربون

الاستاذ الدكتور رزاق حميد يوسف

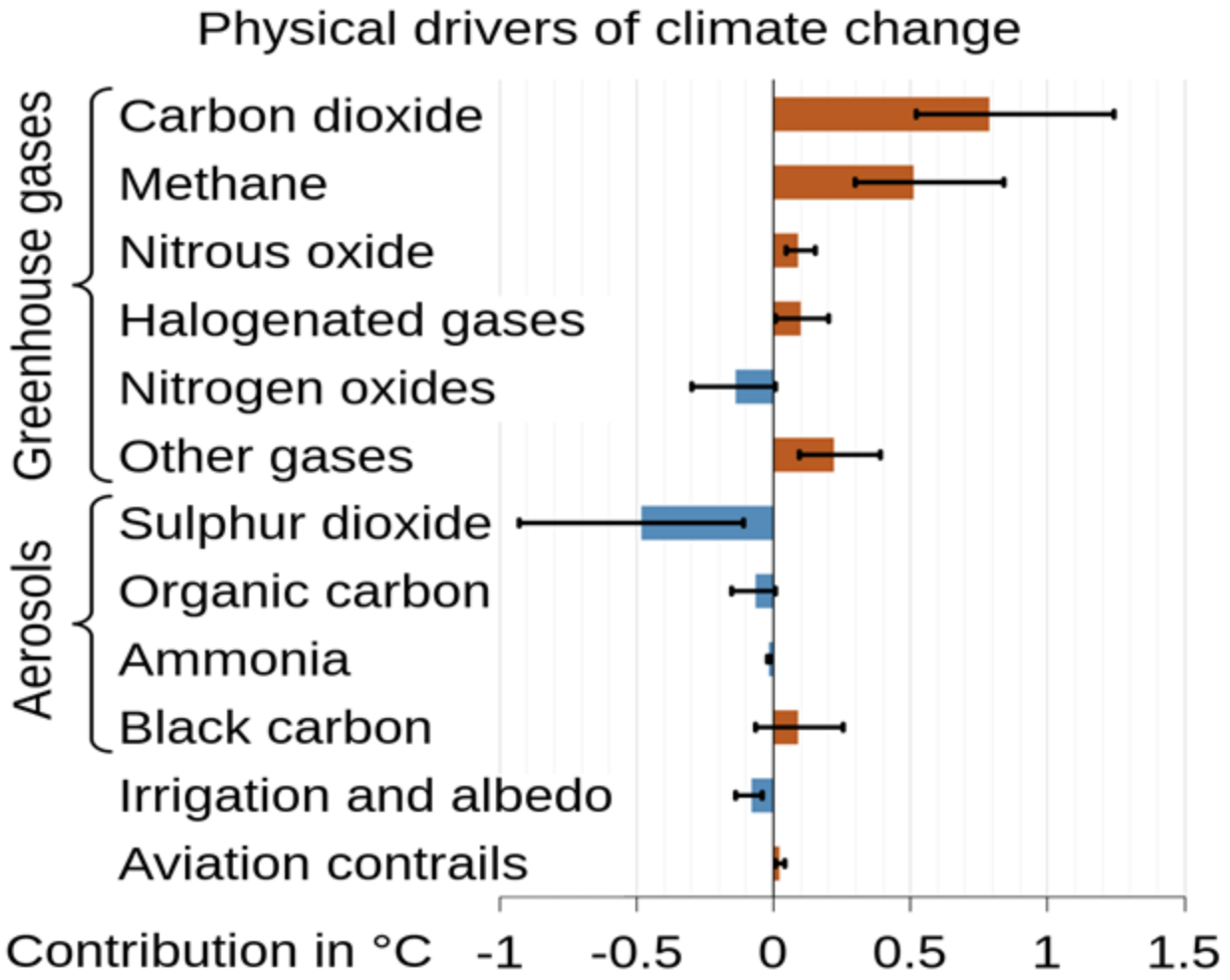
Road Map to Produce Low Carbon Hydrogen Gas

Prof. Dr. Razzak H.Yousif

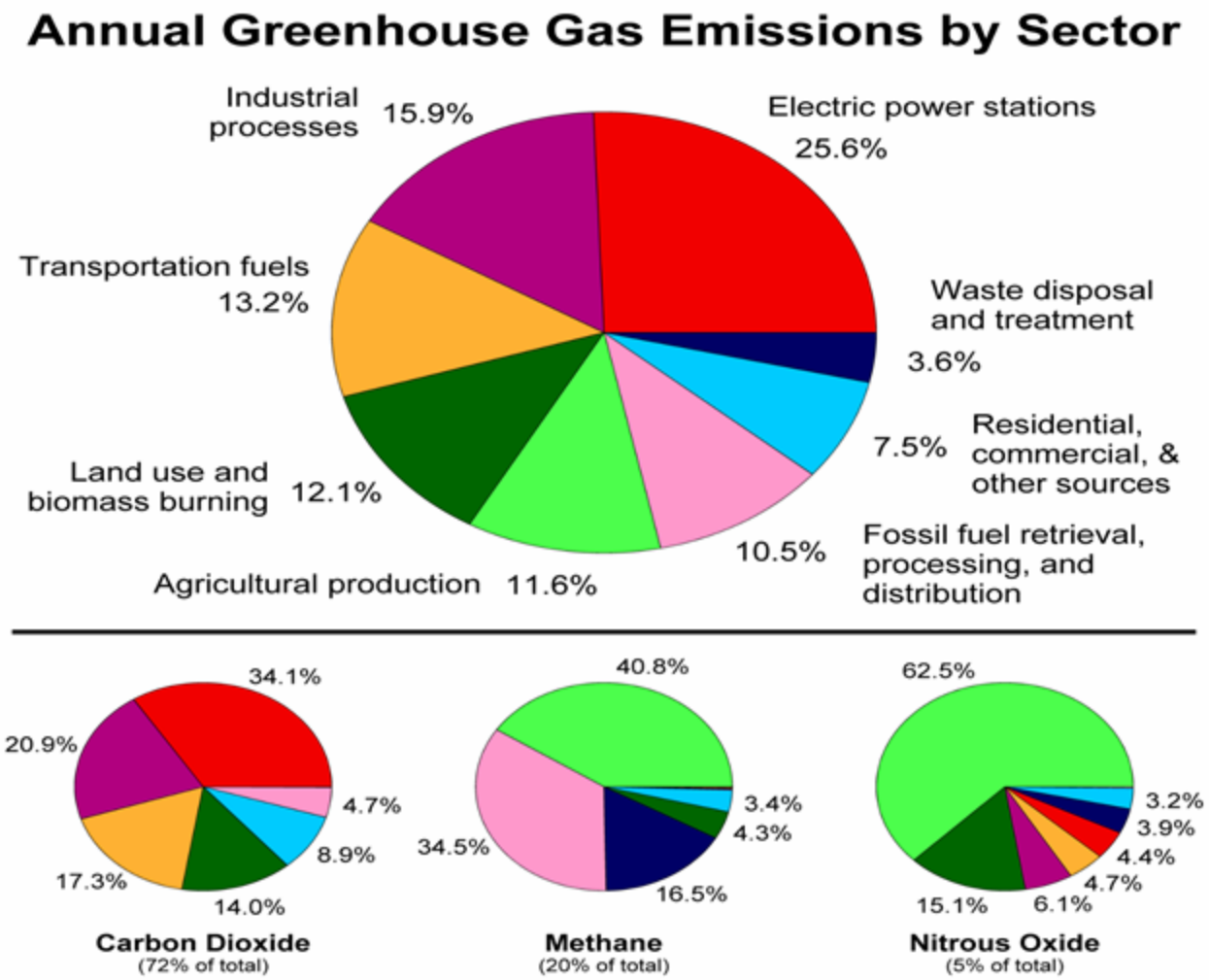
تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024
شريك تنظيمي
الراعي الذهبي

أهداف المحاضرة

- الانحباس الحراري ودورالغازات الدفيئه
- الطاقه الصديقه للبيئه
- استخدام الطاقه الاحفورية وعزل ثاني اوكسيد الكربون
- الهدروجين كمصدر بديل
- الهيدرجين الاخضر والازرق كطاقة صديقة



الدوافع المادية لتغير المناخ



النسبة السنوية لمساهمات المصادر ونسبة انبعاث الغازات الدفيئة الرئيسية

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

مؤتمر الأطراف

يعتمد مؤتمر الأطراف -Paris- بوصفه اجتماع الأطراف (بروتوكول كيوتو) الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ UNFCCC

★ خفض أو إزالة الانبعاثات عن طريق نشاط من أنشطة مشاريع آلية التنمية النظيفة.

★ طرائق وإجراءات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في التكوينات الجيولوجية اعتبارهما نشاطين من أنشطة مشاريع آلية التنمية النظيفة

أنشطة معتمده عالميا للتخلص من وفرة ثاني اوكسيد الكربون

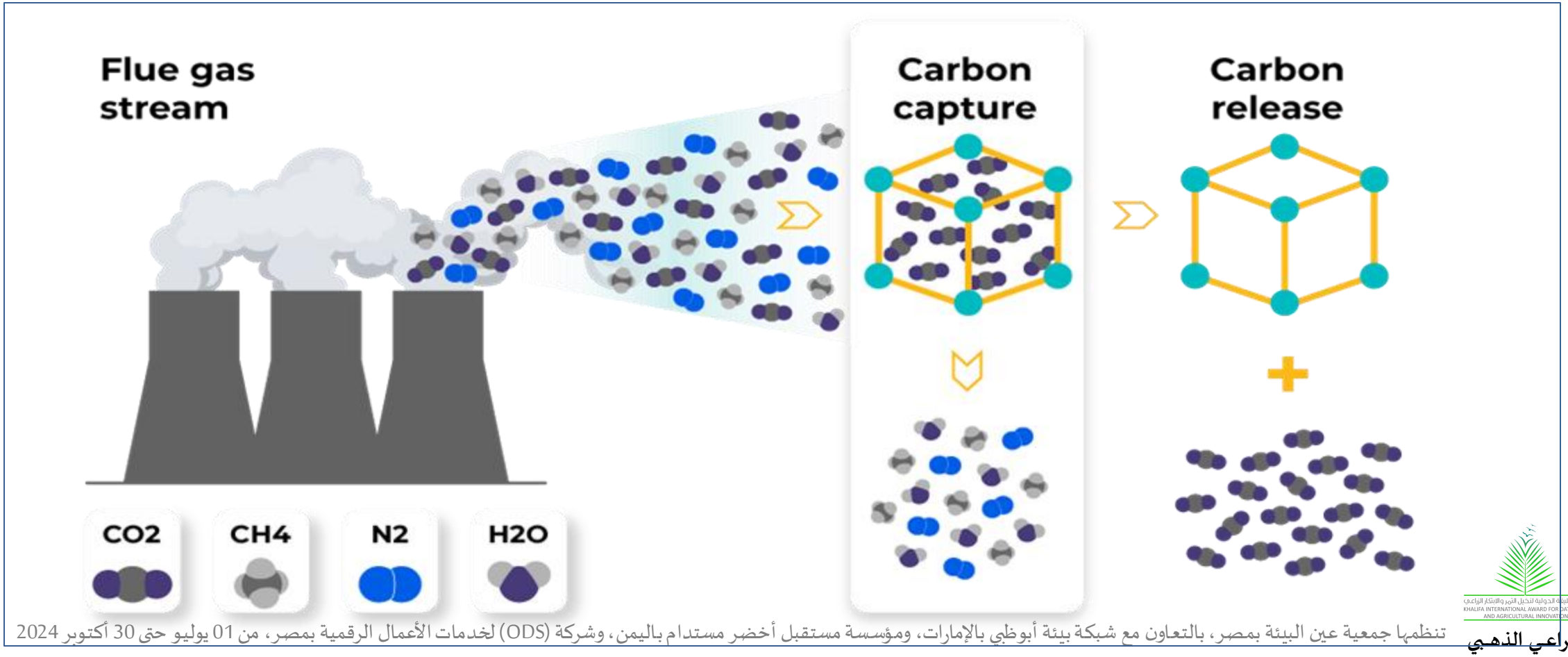
الأول هدفه إزالة الكربون فقط

الثاني هدفه الاستخدام والخزن بعد احتجازه

طرق إزالة ثانى اوكسيد الكربون Carbon Dioxide Removal (CDR)

- التشجير واعادة التشجير
- زراعة الكتل الاحيائية التي تستخدم لتوليد الطاقة الاحيائية
- Biocharاستخدام الفحم الحيوي
- ضخ ثاني اوكسيد الكربون في تربة صخرية من السليكات
- إزالة ثاني اوكسيد الكربون بالتبريد
- استخدام محاليل الامينات المائية
- تكوين الحلقات الكيميائية

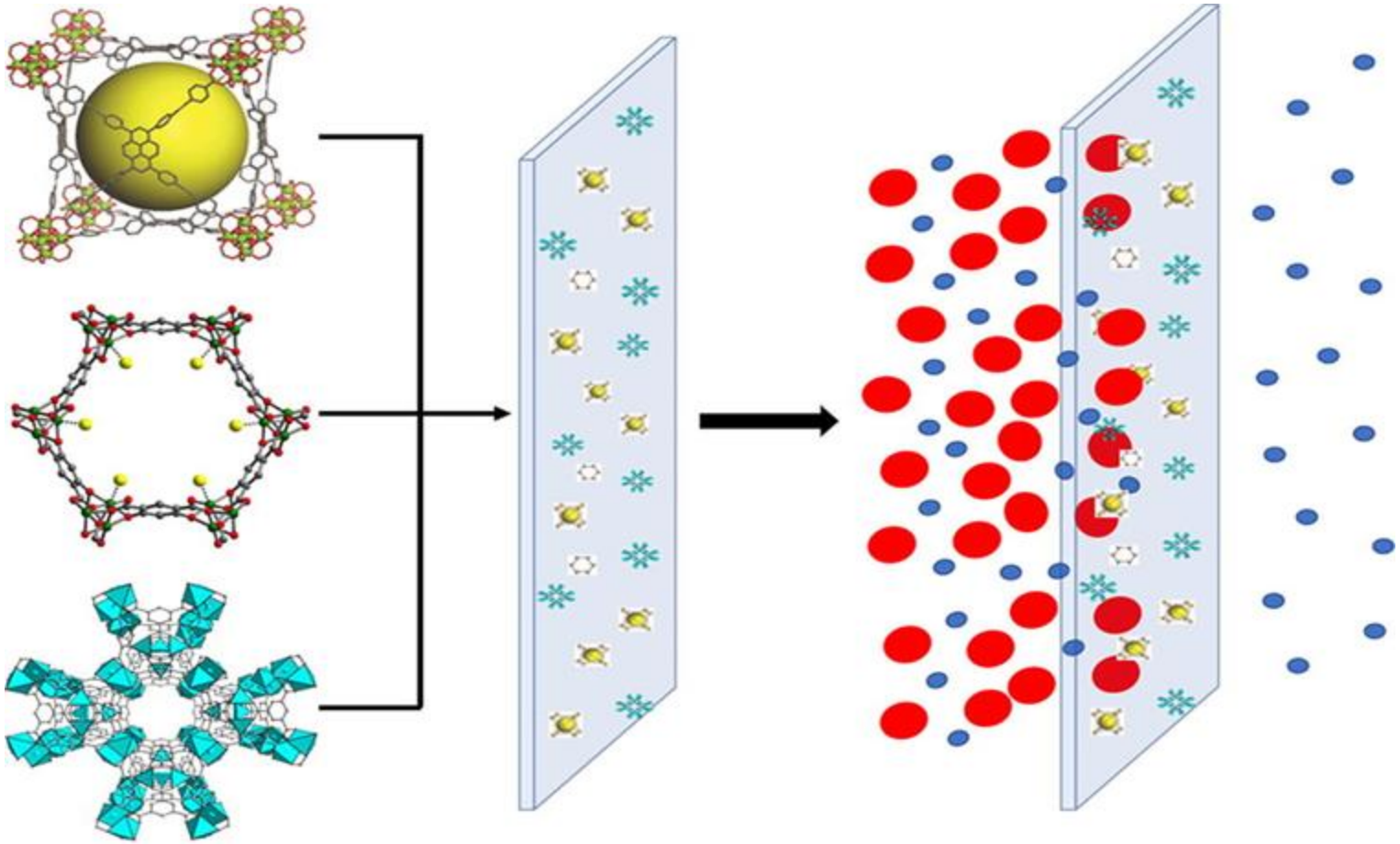
حجز ثاني اوكسيد الكربون عن خليط الغازات المنبعثة ثم التقاطه وكبسه ليكون جاهزا للنقل والخزن.
وتستخدم هذه التقانة كمنظومات يتم نصبها على او بالقرب من فوهة مداخن المنشآت الباعثة لهذا الغاز.



تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي



تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

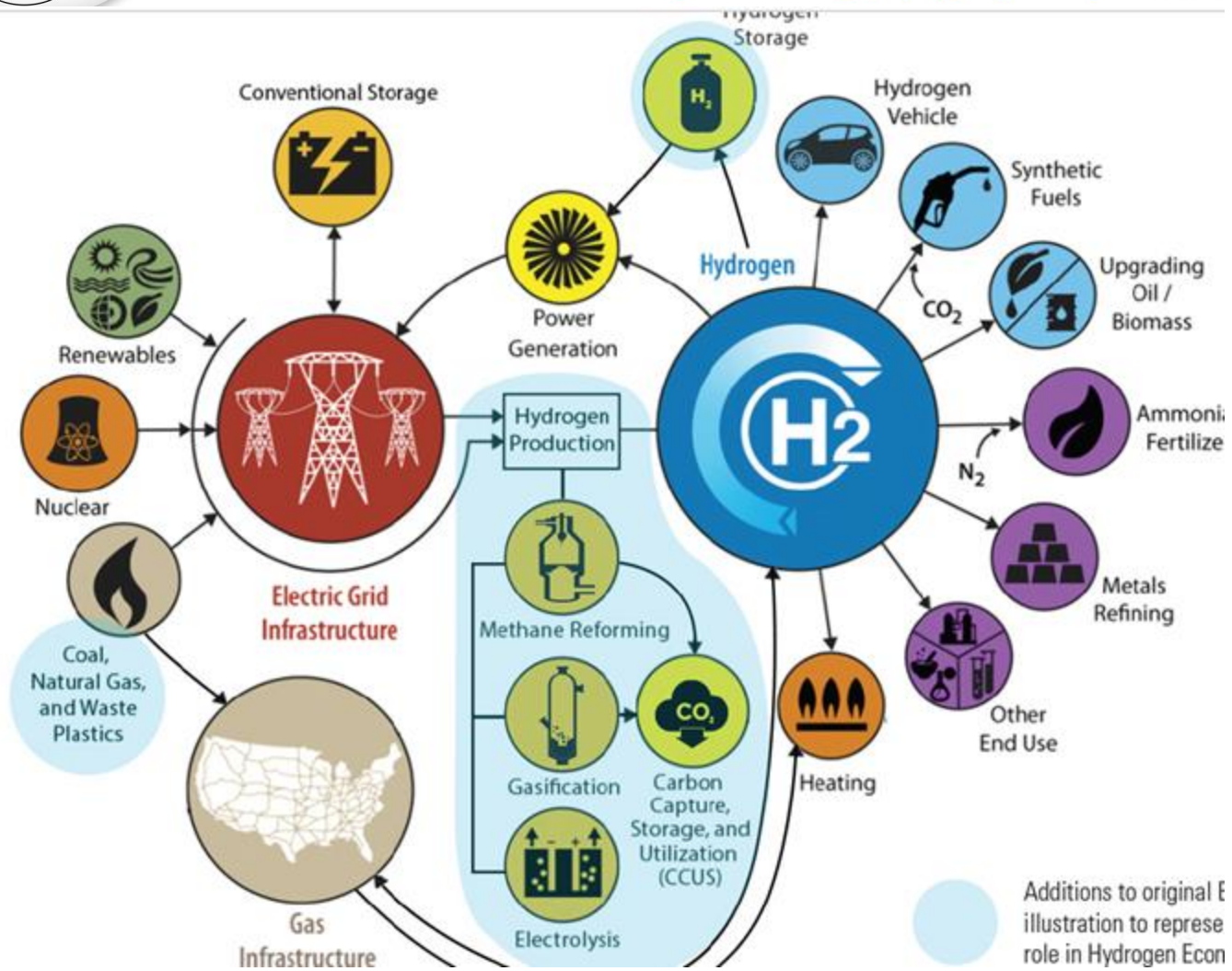
شريك تنظيمي

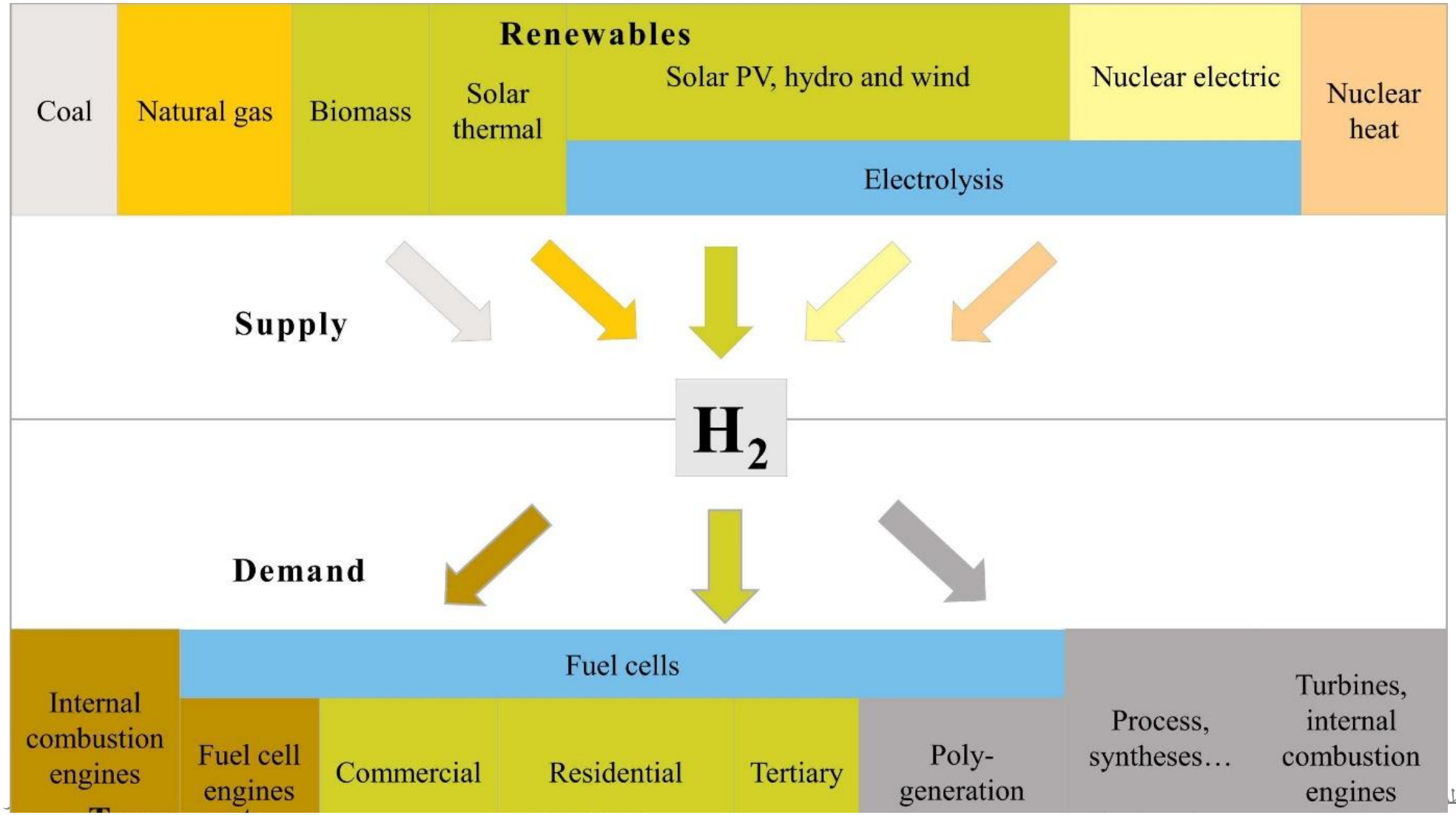
الراعي الذهبي

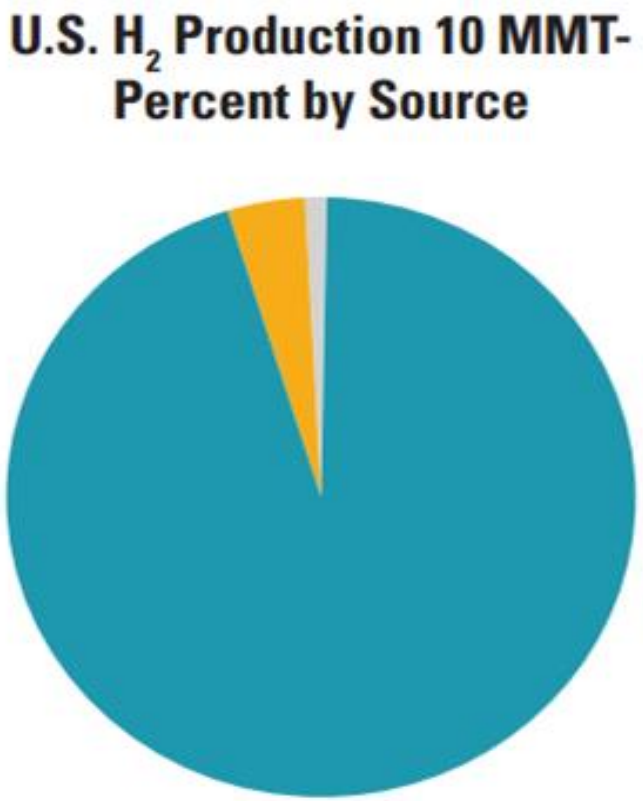
Direct Air Capturing (DAC)

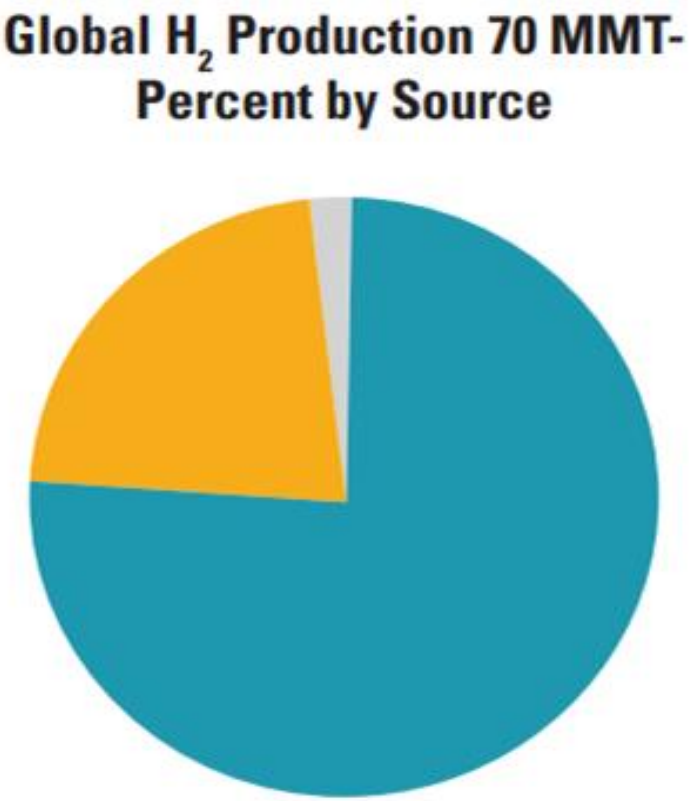
الاحتجاز المباشر للهواء

يتم في هذه المنظومة شفط الهواء الملوث بتركيز عالي من غاز CO_2 و استئصال ثم كبسه ونقله الى حيث يخزن.


Hydrogen Storage
Conventional Storage
Hydrogen Vehicle
Synthetic Fuels
Hydrogen
Power Generation
Upgrading Oil / Biomass
CO_2
Renewables
Nuclear
Hydrogen Production
Ammonia Fertilizer
N_2
Electric Grid Infrastructure
Methane Reforming
Metals Refining
Coal, Natural Gas, and Waste Plastics
Other End Use
Gasification
Carbon Capture, Storage, and Utilization (CCUS)
Heating
Gas Infrastructure
Electrolysis
Additions to original E
illustration to represe
role in Hydrogen Econ


Renewables
Coal
Natural gas
Biomass
Solar thermal
Solar PV, hydro and wind
Nuclear electric
Nuclear heat
Electrolysis
Supply
H2
Demand
Fuel cells
Internal combustion engines
Fuel cell engines
Commercial
Residential
Tertiary
Poly-generation
Process, syntheses…
Turbines, internal combustion engines





Natural Gas SMR Coal Gasification Electrolysis

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

+202 261 102 99
01148686466
www.ainelbeeah.org
info@ainelbeeah.org
@ainelbeeah

Hydrogen Color	Technology	Source	Products	Cost ($ kg/H_2)
Brown Hydrogen	Gasification	Brown coal (Lignite)	$H_2 + CO_2$	1.2–2.1
Black Hydrogen	Gasification	Black coal (Bituminous)	$H_2 + CO_2$	1.2–2.1
Grey Hydrogen	Reforming	Natural gas	$H_2 + CO_2$ (Released)	1–2.1
Blue Hydrogen	Reforming + carbon capture	Natural gas	$H_2 + CO_2$ (Captured 85-95%)	1.5–2.9
Green Hydrogen	Electrolysis	Water	$H_2 + O_2$	3.6–5.8

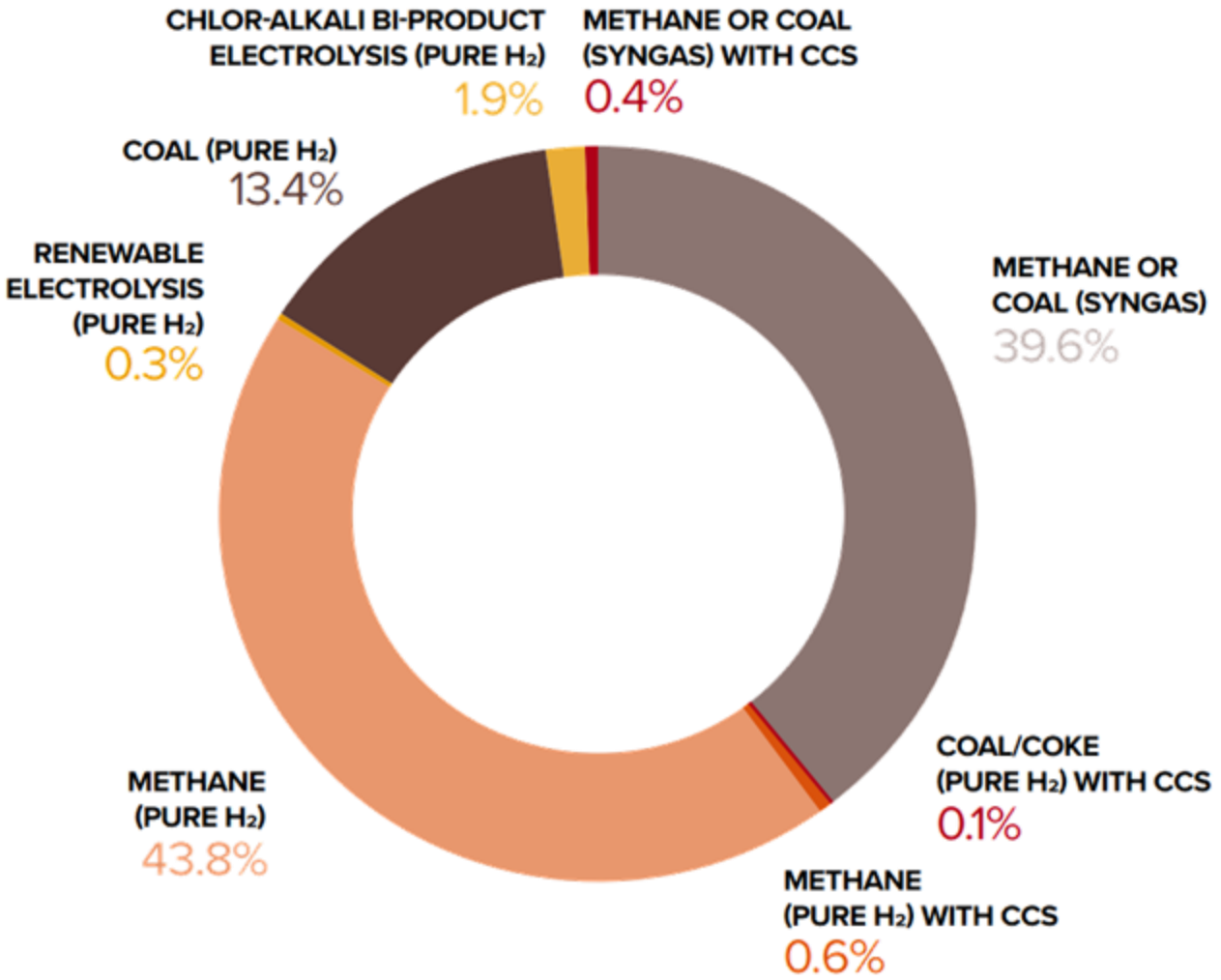

CHLOR-ALKALI BI-PRODUCT ELECTROLYSIS (PURE H₂)
1.9%
METHANE OR COAL (SYNGAS) WITH CCS
0.4%
COAL (PURE H₂)
13.4%
RENEWABLE ELECTROLYSIS (PURE H₂)
0.3%
METHANE OR COAL (SYNGAS)
39.6%
METHANE (PURE H₂)
43.8%
COAL/COKE (PURE H₂) WITH CCS
0.1%
METHANE (PURE H₂) WITH CCS
0.6%

Table 2. Examples of the world's largest renewable hydrogen production facilities

FACILITY	H_2 PRODUCTION CAPACITY	H_2 PRODUCTION PROCESS	OPERATIONAL COMMENCEMENT
Fukushima	2.4 tonnes H_2 per day	10MW electrolysers powered by 20MW solar PV	2019
Neom	650 tonnes H_2 per day	4GW wind and solar PV powered electrolysers	Expected after 2025
AREH	4800 tonnes H_2 per day	23GW wind and solar PV powered electrolysers	Possible after 2028

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

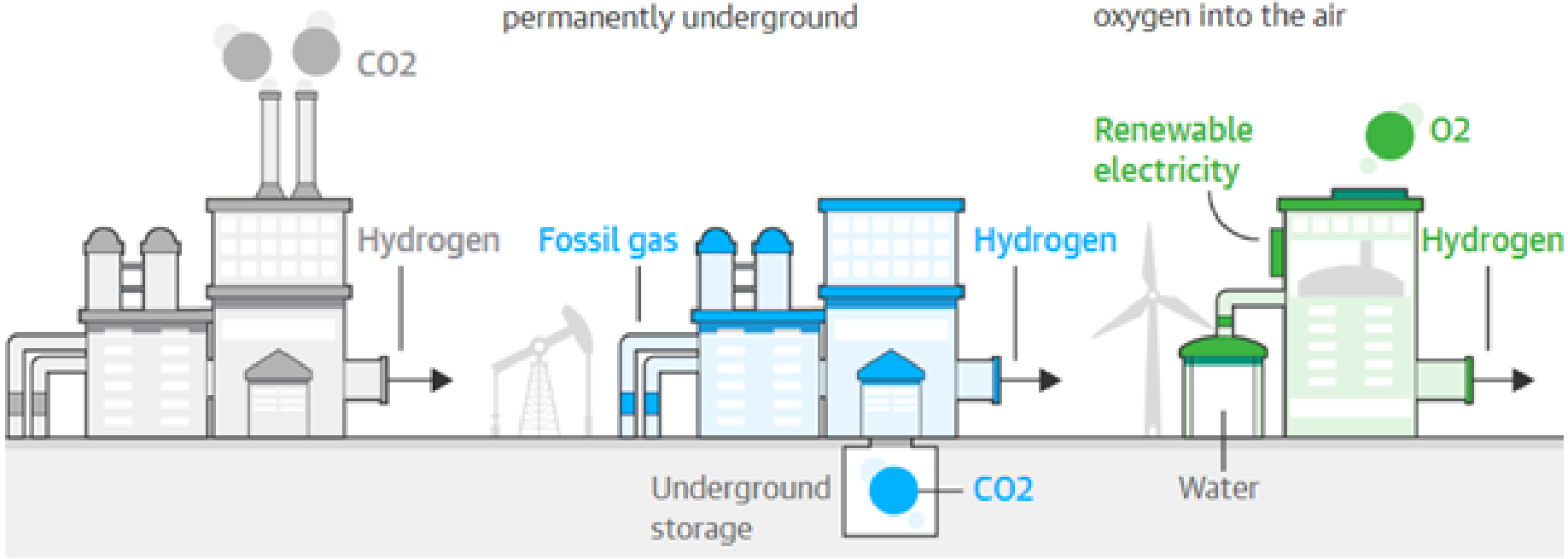
+202 261 102 99 | 01148686466 | www.ainelbeeah.org | info@ainelbeeah.org | @ainelbeeah

How grey, blue and green hydrogen are made

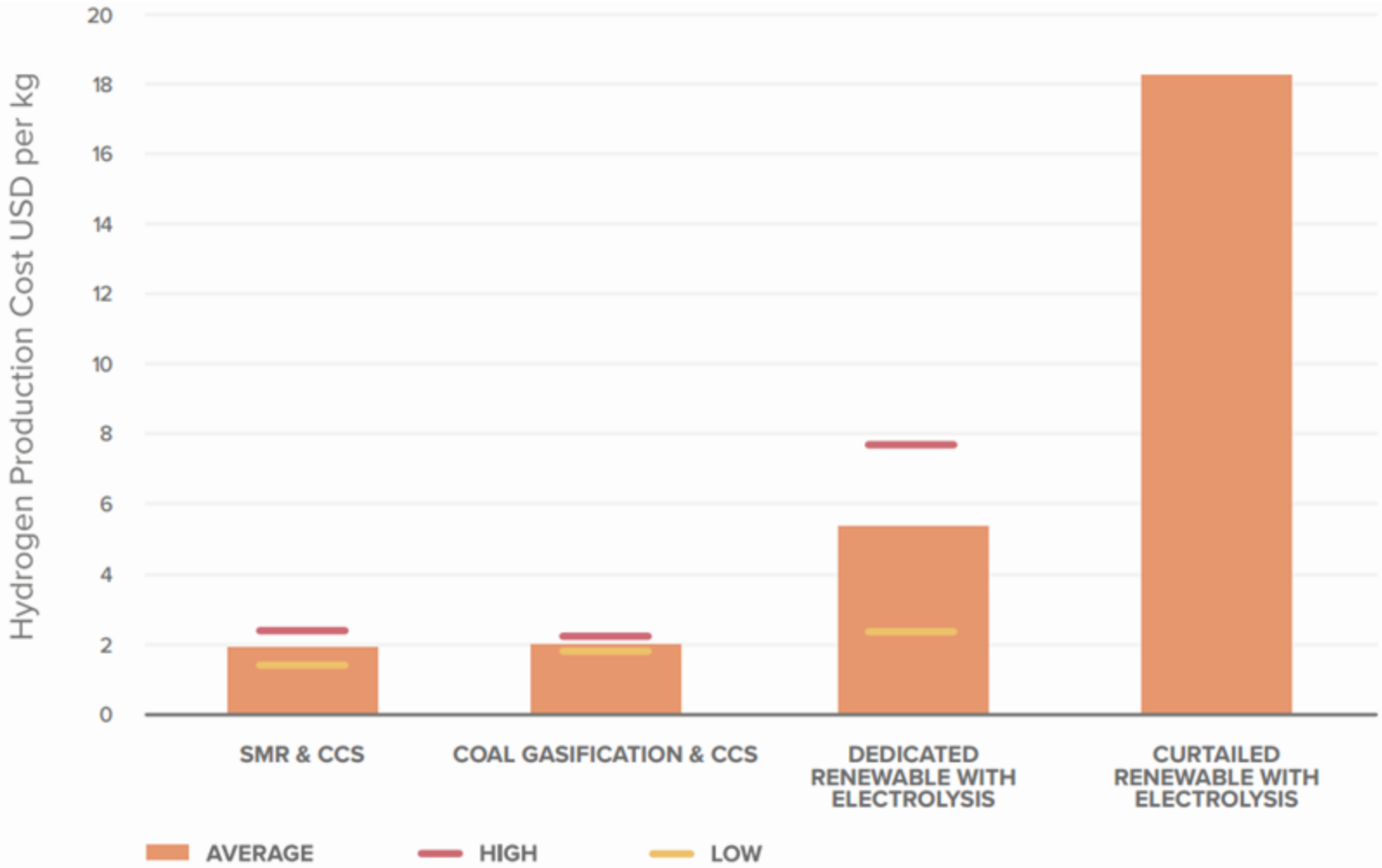
Grey hydrogen
Hydrogen is extracted from fossil gas releasing CO2 emissions into the air

Blue hydrogen
Hydrogen is extracted from fossil gas before CO2 emissions are trapped and stored permanently underground

Green hydrogen
Hydrogen is extracted from water using renewable electricity and releasing oxygen into the air



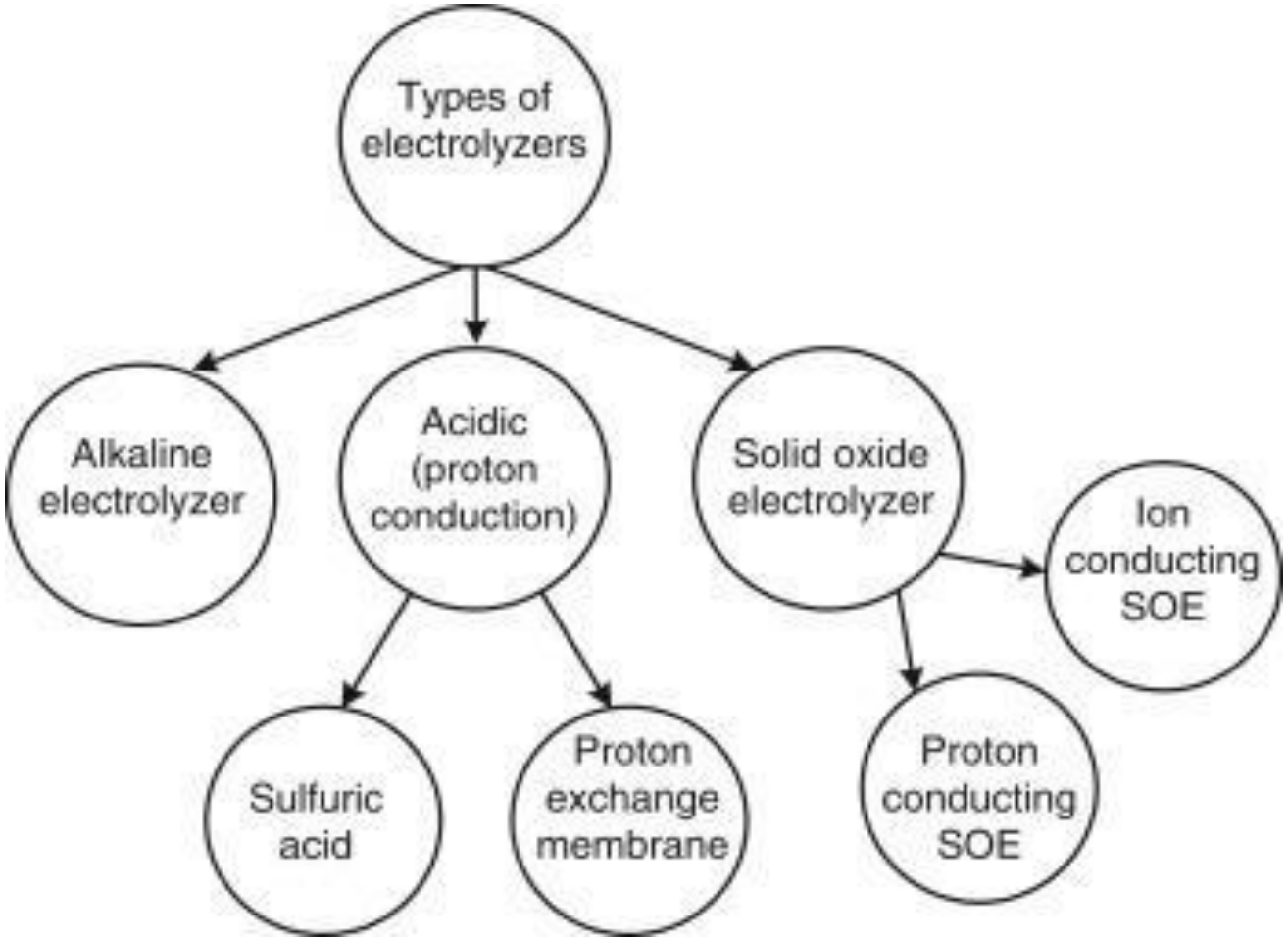
Guardian graphic. Source: transportenvironment.org

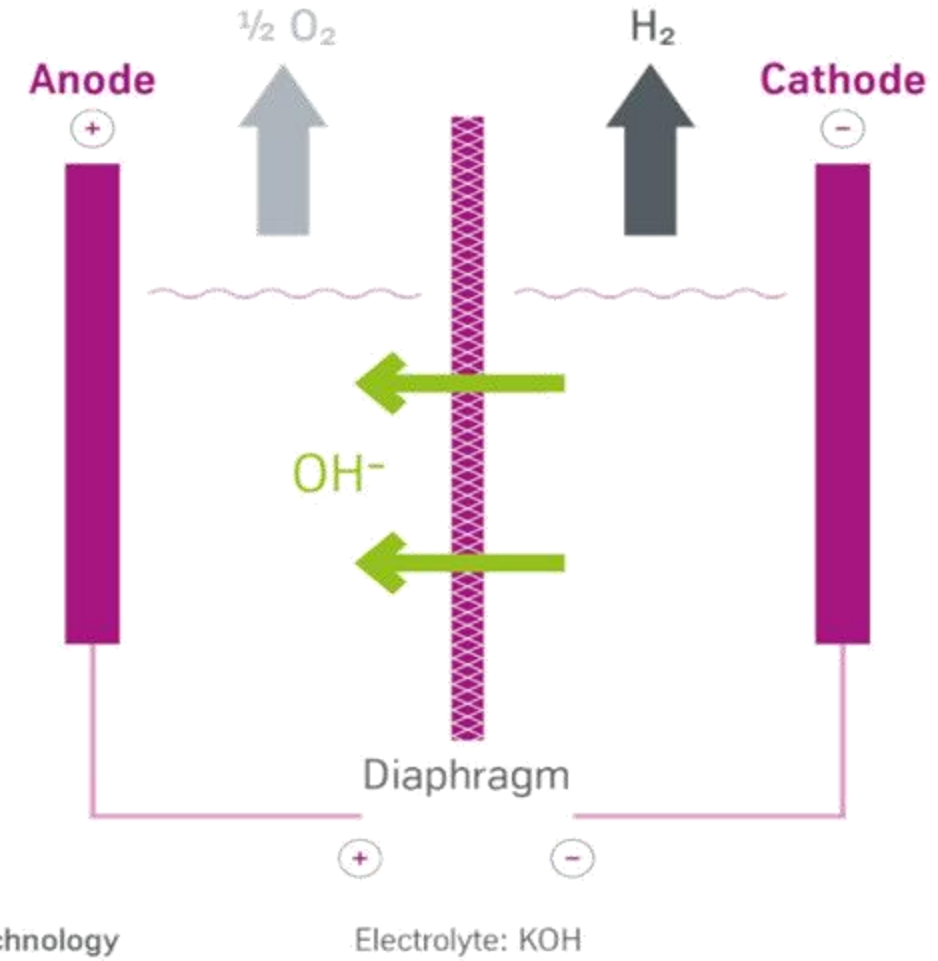


تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

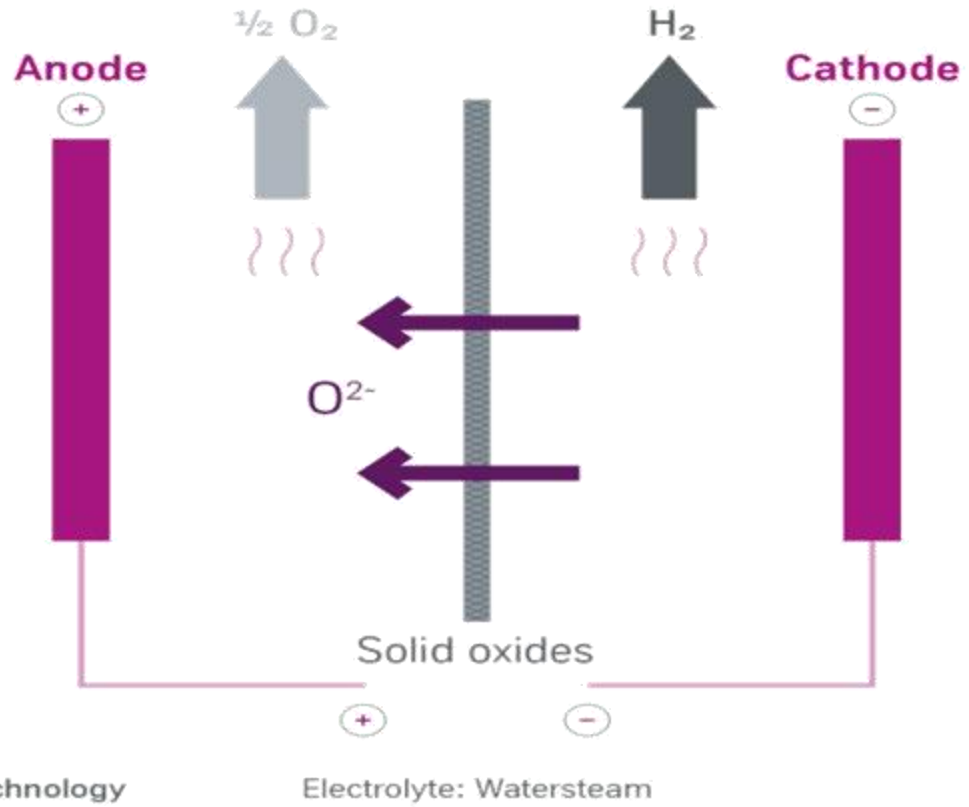
شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

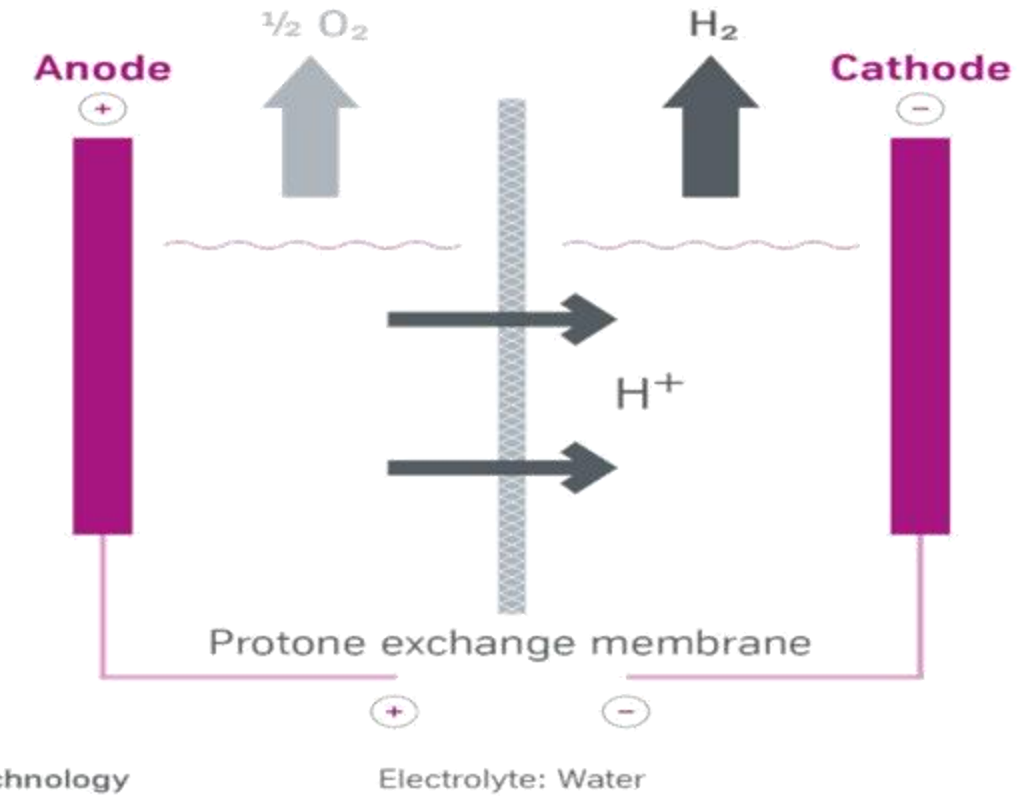

Types of electrolyzers
Alkaline electrolyzer
Acidic (proton conduction)
Solid oxide electrolyzer
Ion conducting SOE
Sulfuric acid
Proton exchange membrane
Proton conducting SOE



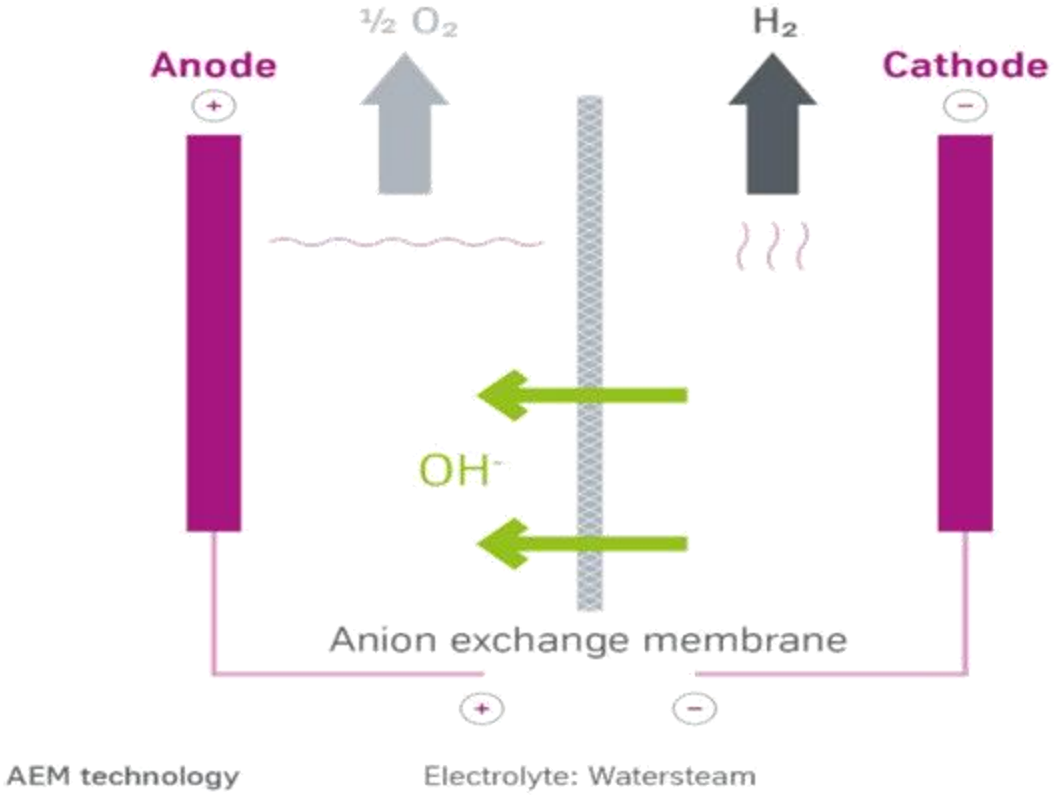
Alkaline Water Electrolysis (AWE)



Solid Oxide Electrolysis (SOEC)



Proton Exchange Membrane Electrolysis (PEM)



Anion Exchange Membrane (AEM) Electrolysis

Specifications of 4 types of Electrolysers

	Alkaline	PEM	SOE	AEM
Electrolyte	Aqueous potassium hydroxide	PFSA membranes (e.g., Nafion)	Yttria Stabilises Zirconia (YSZ)	Anion exchange ionomer
Cathode	Nickel, Nickel - Molybdenum alloy	Platinum, Platinum - Palladium alloy	Nickel/YSZ	Nickel and Nickel alloys
Anode	Nickel, Nickel - Cobalt alloys	Ruthenium oxide, Iridium oxide	YSZ	Nickel, Ferrous, Cobalt oxides
Operating Temperature (°C)	60-80	50-80	500-850	50-60
Operating Pressure (Bar)	30	70	1-25	1-30
Stack Lifetime (h)	60-100k	20-60k	<10k	-
Technology Readiness	Matured	Commercialised	Demonstration	Large prototype
Cost	USD 500-1400/kW	USD 1100-1800/kW	USD 2800-5600/kW	

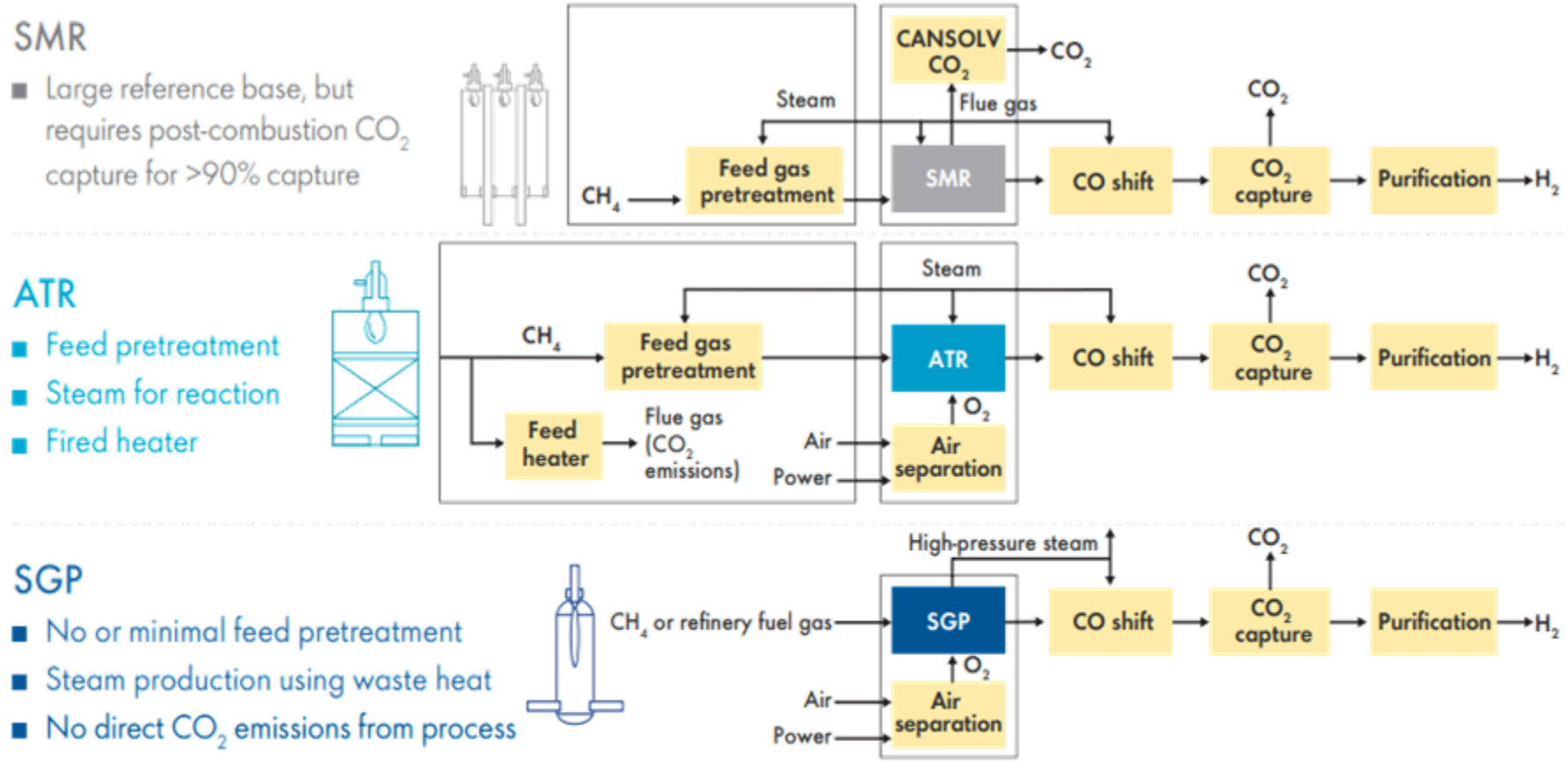
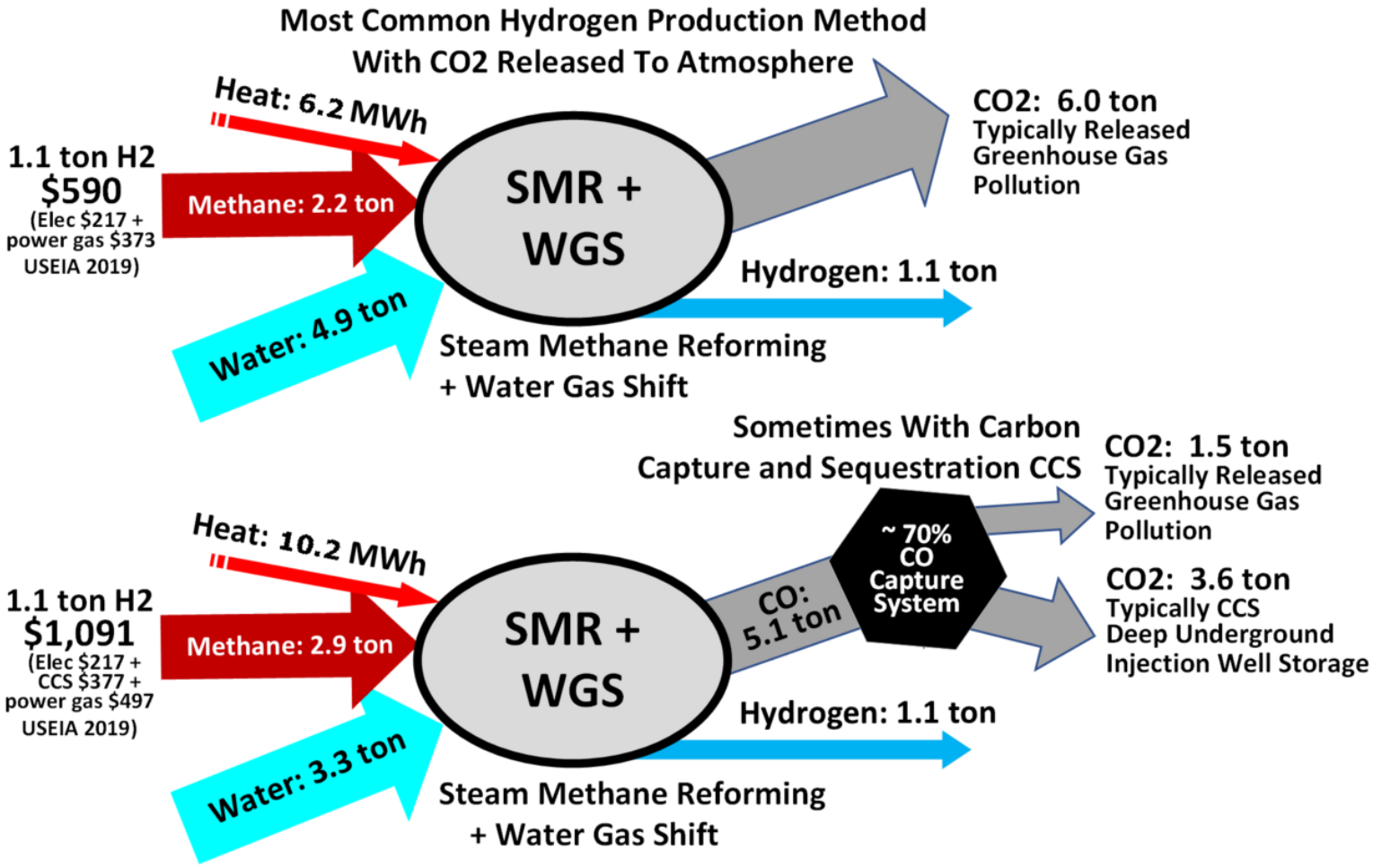


Figure 2. Blue hydrogen technologies and process line-ups.

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي


Most Common Hydrogen Production Method
With CO2 Released To Atmosphere
Heat: 6.2 MWh
1.1 ton H2
$590
(Elec $217 +
power gas $373
USEIA 2019)
Methane: 2.2 ton
Water: 4.9 ton
SMR +
WGS
CO2: 6.0 ton
Typically Released
Greenhouse Gas
Pollution
Hydrogen: 1.1 ton
Steam Methane Reforming
+ Water Gas Shift
Sometimes With Carbon
Capture and Sequestration CCS
Heat: 10.2 MWh
1.1 ton H2
$1,091
(Elec $217 +
CCS $377 +
power gas $497
USEIA 2019)
Methane: 2.9 ton
Water: 3.3 ton
SMR +
WGS
CO:
5.1 ton
~ 70%
CO
Capture
System
CO2: 1.5 ton
Typically Released
Greenhouse Gas
Pollution
CO2: 3.6 ton
Typically CCS
Deep Underground
Injection Well Storage
Hydrogen: 1.1 ton
Steam Methane Reforming
+ Water Gas Shift

Steam Methane Reforming Process

STEP 1

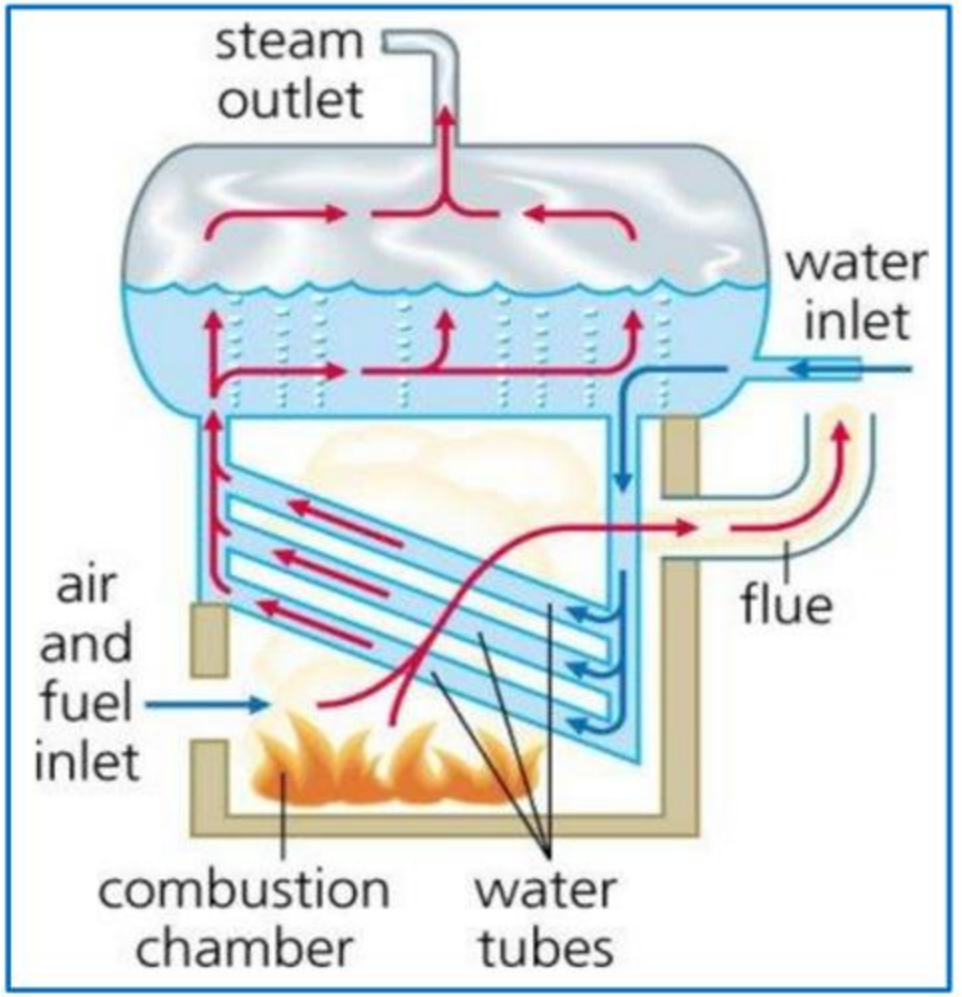


Figure 2: Furnace: Steam Production

Step 2) Reforming Reaction

Chemical Reaction

$$CH_4 + H_2O \Longleftrightarrow 3\,H_2 + CO$$

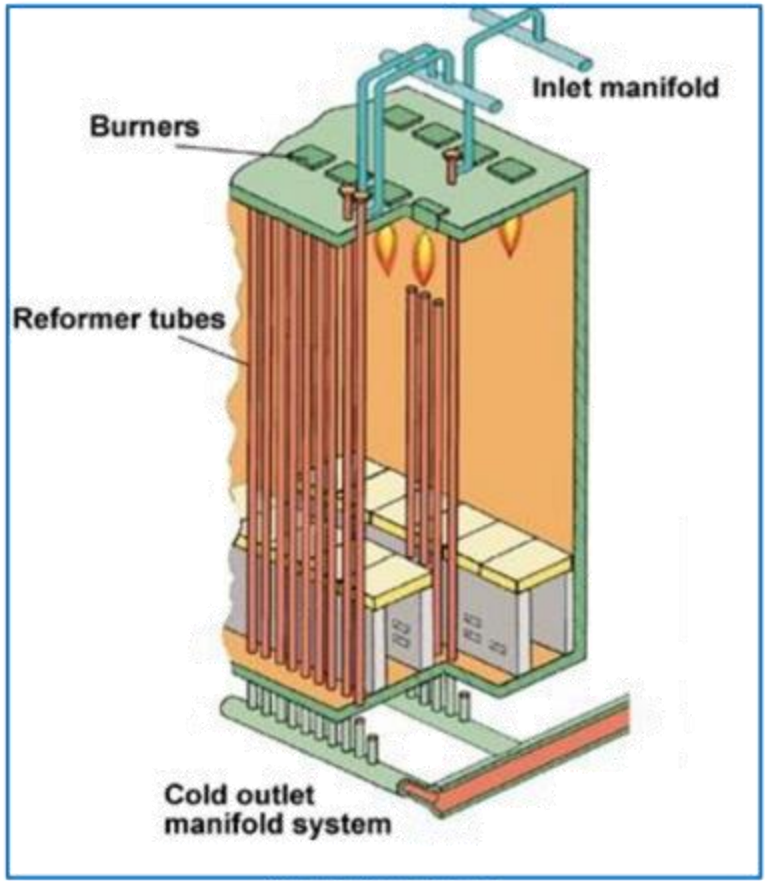


Figure 3: Steam Reformer

Chemical Reaction

$$CO + H_2O \Longleftrightarrow CO_2 + H_2$$

Step 3) Water Gas Shift Reactor (WGS Reactor)

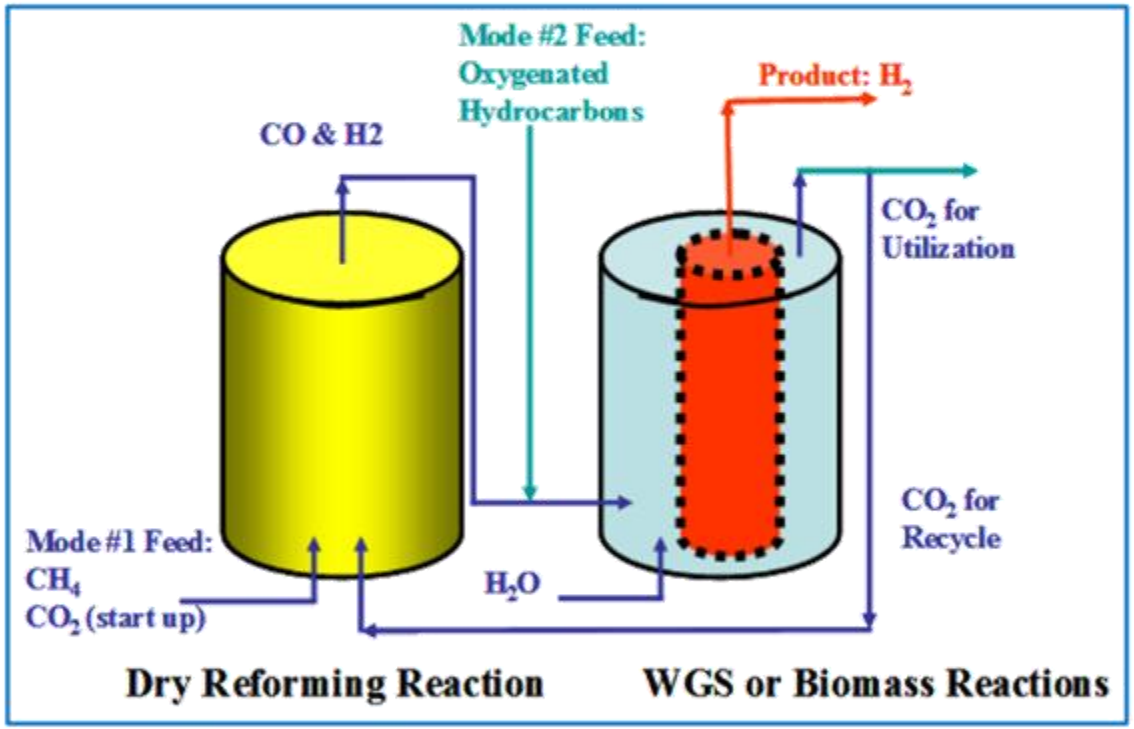


Figure 4: Water Gas Shift Reactor (WGS)

Step 4) Gas Purification – Pressure Swing Absorption (PSA)

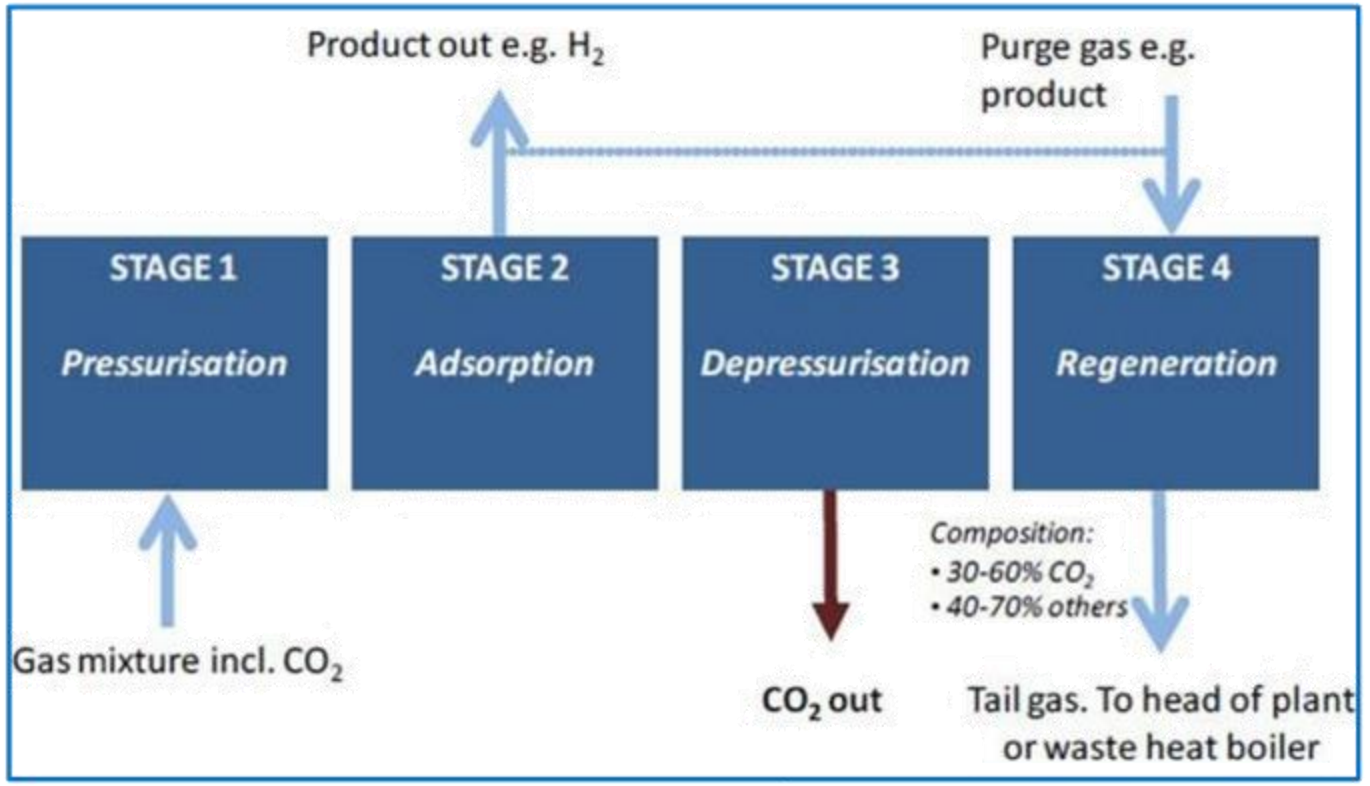
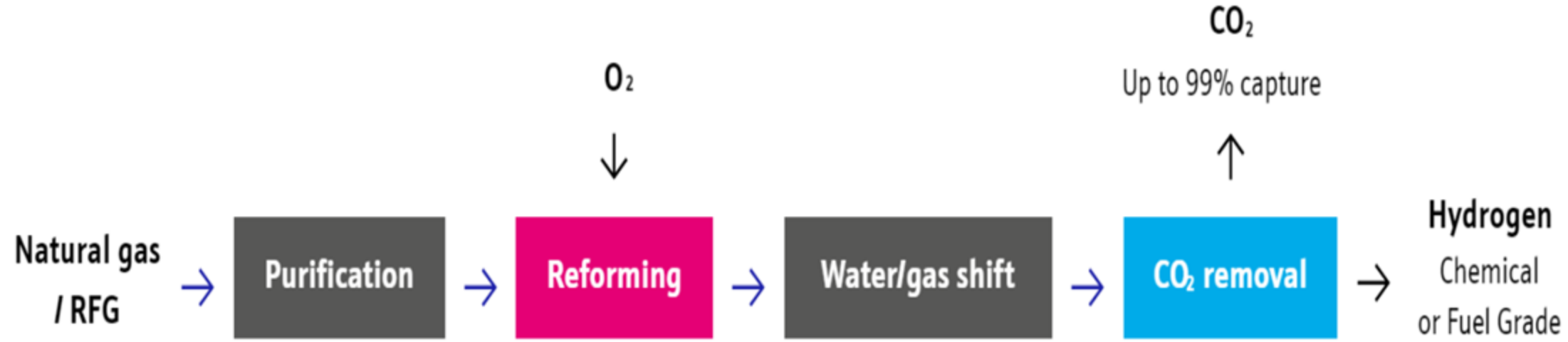


Figure 5: Pressure Swing Absorption

AUTOTHERMAL REFORMING



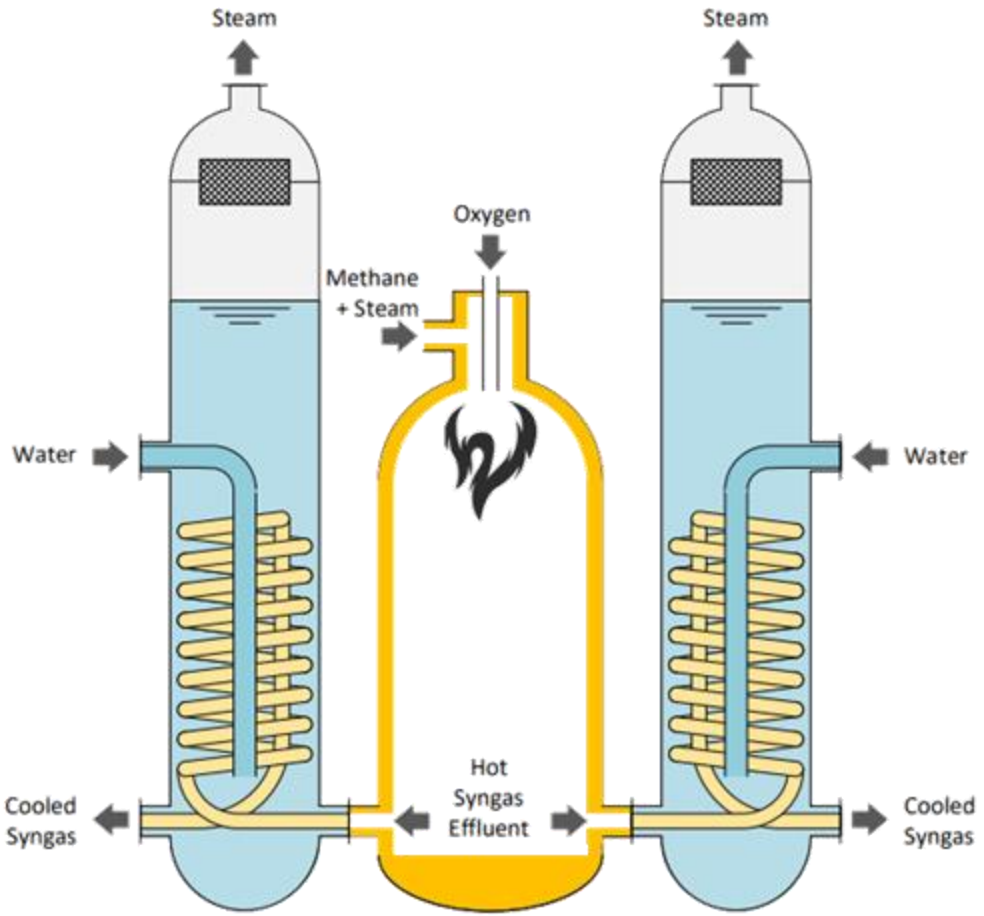


Figure 6-2: Non-Catalytic Partial Oxidation with dual syngas coolers to generate high-pressure steam (Shell)

Process	Reaction Equation	H_2/CO Ratio	ΔH (kJ/mol)
Steam reforming (SR)	(1) $CH_4+H_2O\rightarrow CO+3H_2$ (2) $CO+H_2O\rightarrow CO_2+H_2$	≥3	206 −41
Partial oxidation (POM)	(3) $CH_4+\frac{1}{2}O_2\rightarrow CO+2H_2$	2	−37
Dry reforming (DR)	(4) $CH_4+CO_2\rightarrow 2CO+2H_2$	1	247
Oxy-steam reforming (OSR)	(1) $CH_4+H_2O\rightarrow CO+3H_2$ (2) $CO+H_2O\rightarrow CO_2+H_2$ (3) $CH_4+\frac{1}{2}O_2\rightarrow CO+2H_2$ (5) $CH_4+2O_2\rightarrow CO_2+2H_2O$	It depends on the reaction mixture composition	206 −41 −37 −880

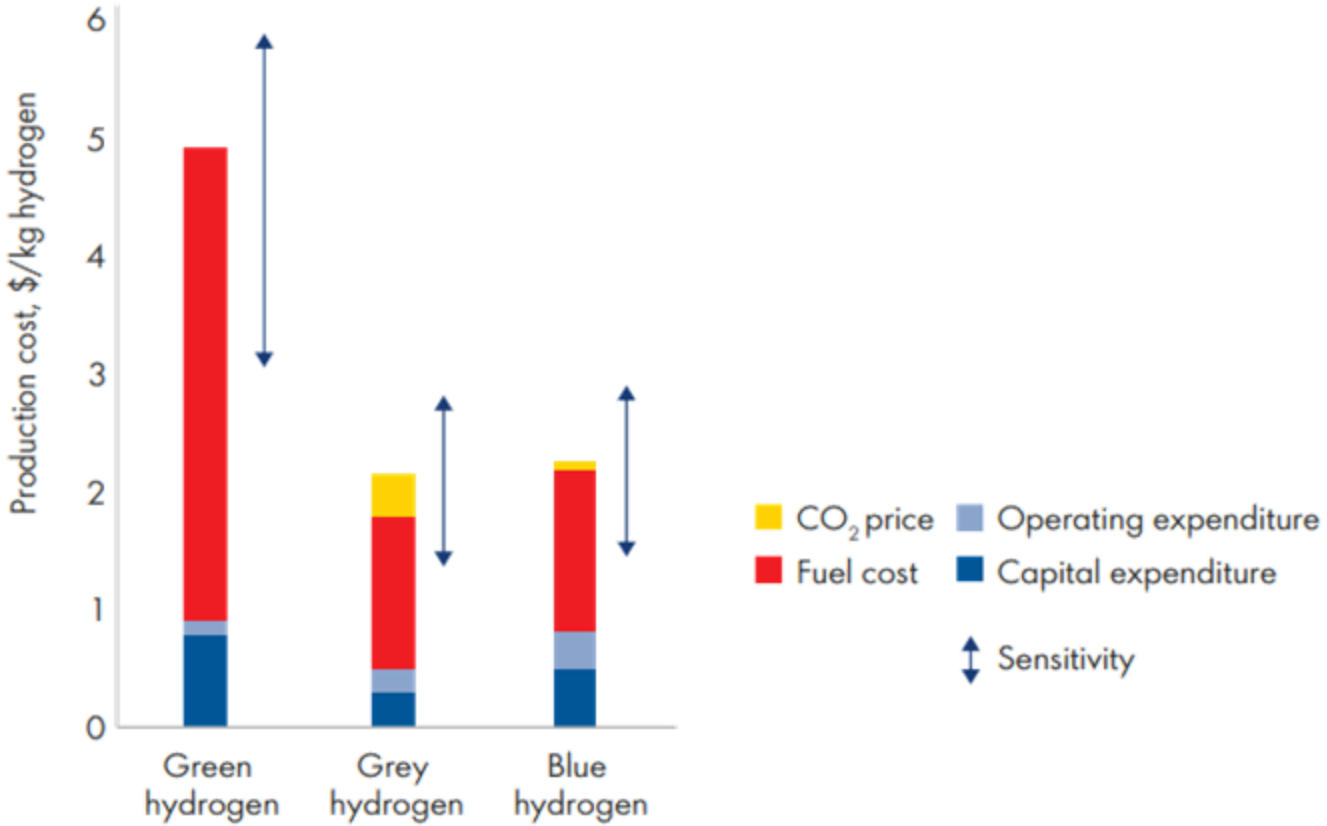
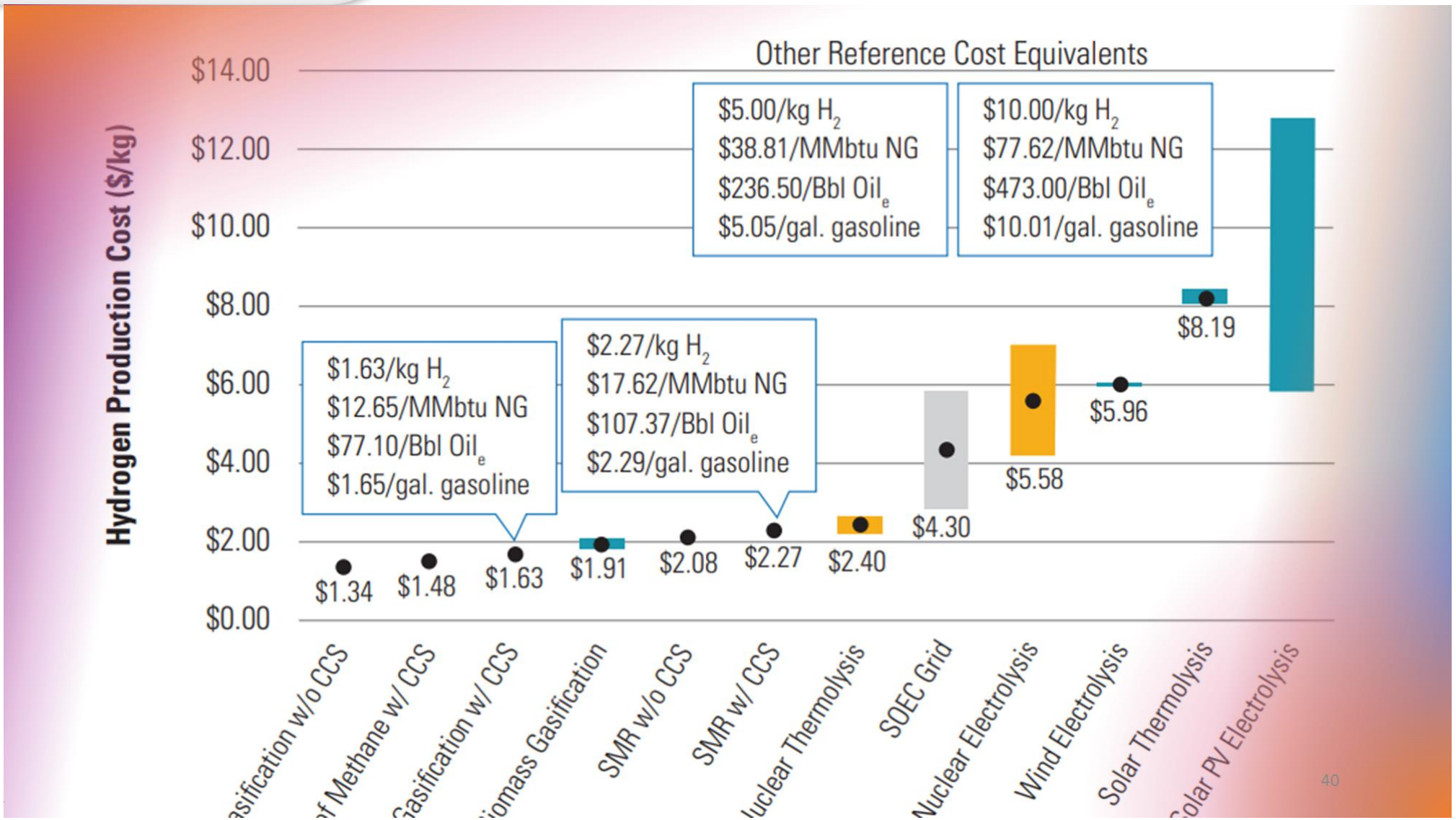


Figure 1: Hydrogen production costs in 2030.

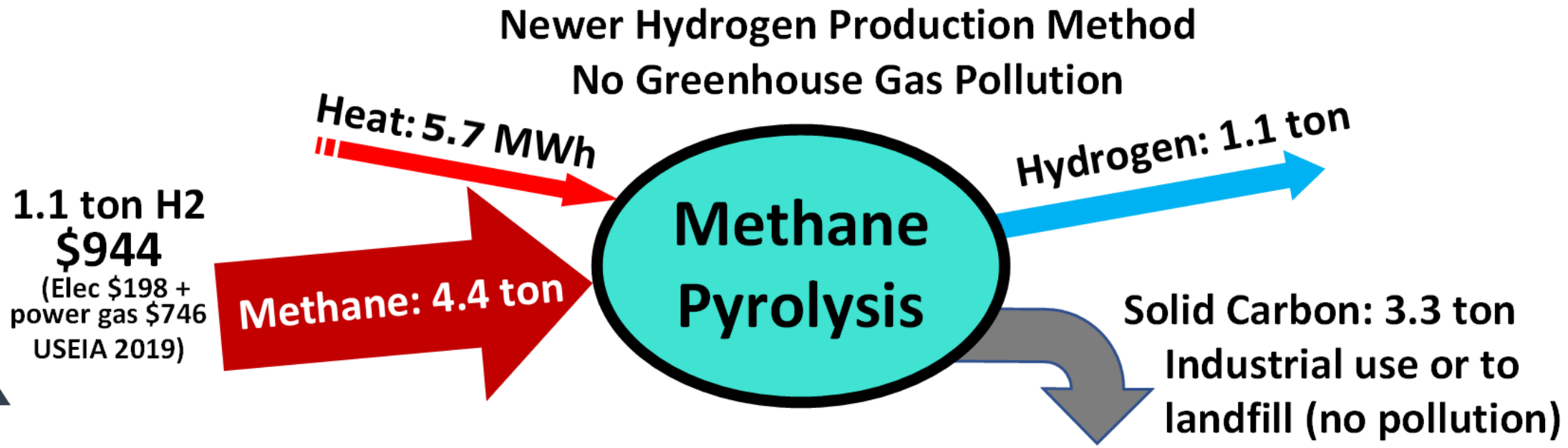


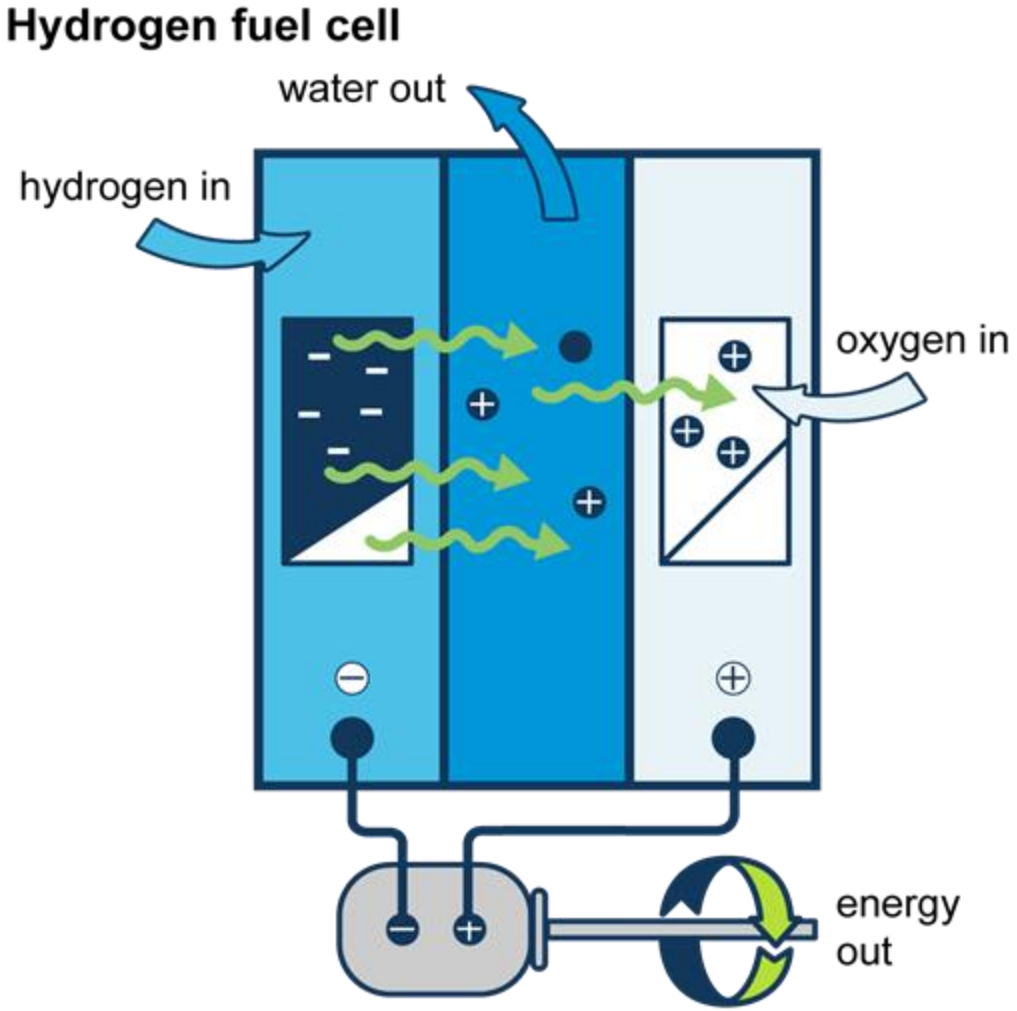
شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

+202 261 102 99 01148686466 www.ainelbeeah.org info@ainelbeeah.org @ainelbeeah

TURQUOISE HYDROGEN





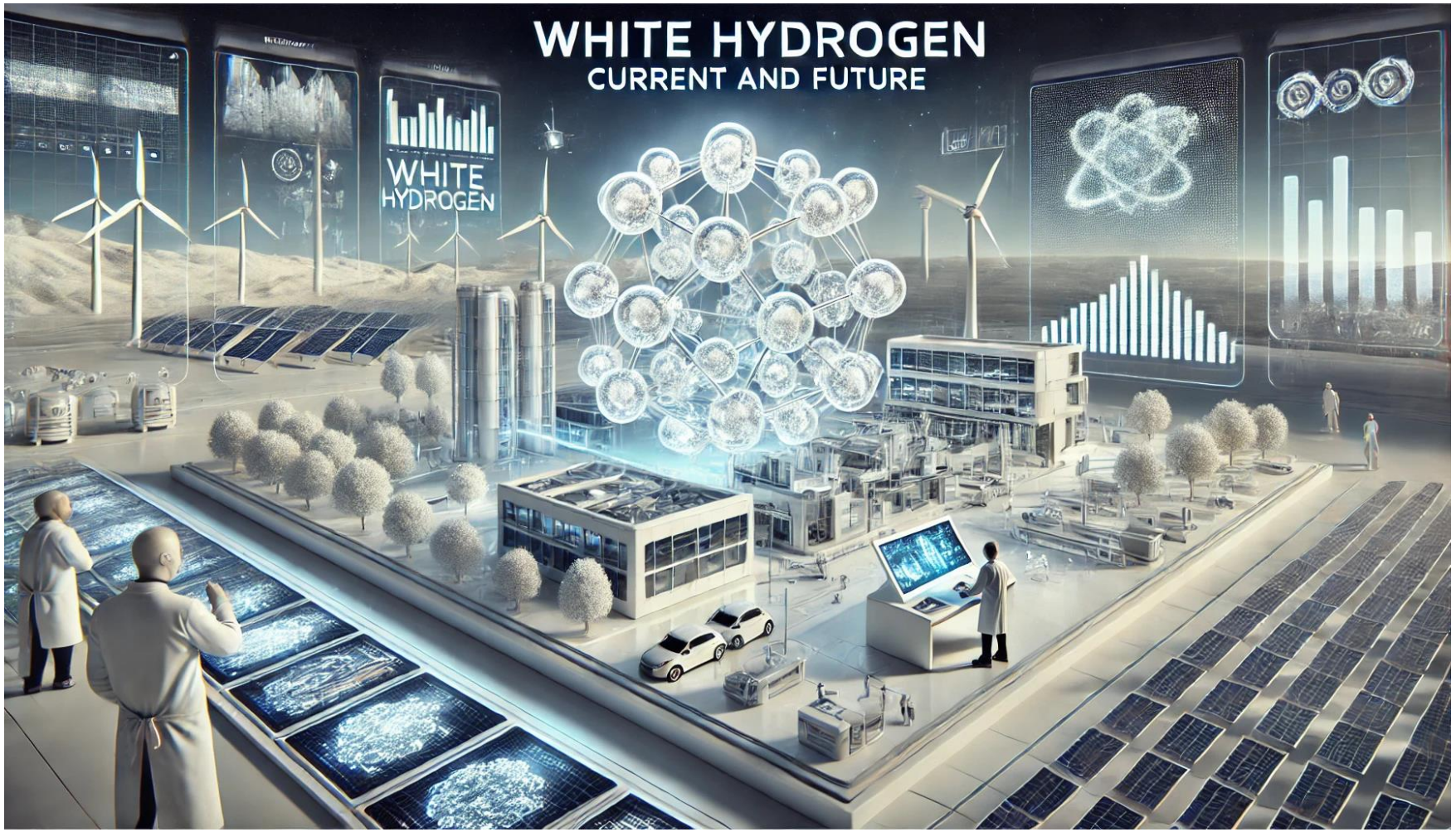
تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء



تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من 01 يوليو حتى 30 أكتوبر 2024

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

+202 261 102 99 | 01148686466 | www.ainelbeeah.org | info@ainelbeeah.org | @ainelbeeah

شكرا لكم
و لحسن استماعكم