

Produkcja: wodoru, biometanu, metanu syntetycznego

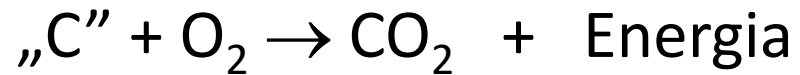
Grzegorz Rosłonek, Warszawa, 9/12/2020 – Webinarium PZITS

Agenda:

- Idea braku emisyjności
- Geneza gospodarki wodorowej i metody wytwarzania wodoru na skalę przemysłową
- Wytwarzanie biometanu
- Wytwarzanie SNG

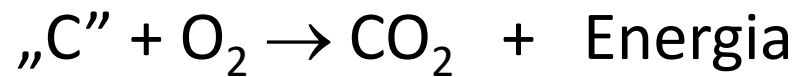
Dlaczego „Świat” poszukuje paliw „nieemisyjnych”?

Emisja CO₂ jest „dziś” zbyt duża, aby „natura” mogła sobie z tym poradzić

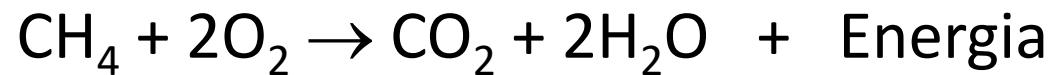


Dlaczego „Świat” poszukuje paliw „nieemisyjnych”?

Emisja CO₂ jest „dziś” zbyt duża, aby „natura” mogła sobie z tym poradzić

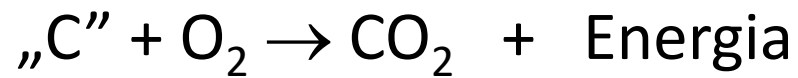


w przypadku spalania metanu:

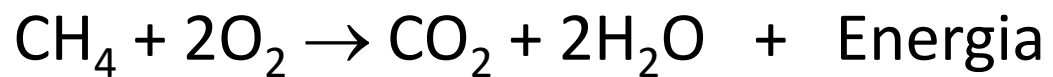


Dlaczego „Świat” poszukuje paliw „nieemisyjnych”?

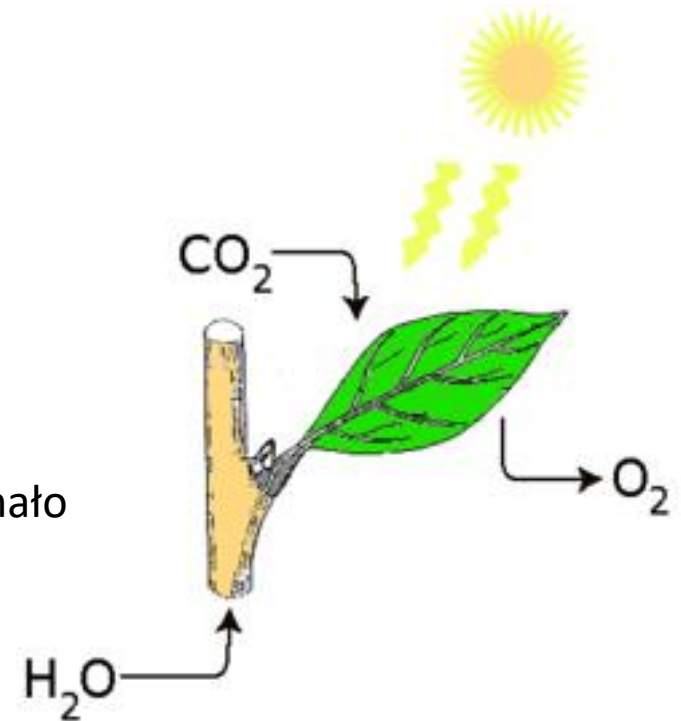
Emisja CO₂ jest „dziś” zbyt duża, aby „natura” mogła sobie z tym poradzić



w przypadku spalania metanu:



fotosynteza to za mało



W jakich obszarach poszukuje się „nowych” paliw?

W obszarach, gdzie eliminuje się lub bardzo istotnie ogranicza emisję CO₂

1. Wodór $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

2. Biogaz/biometan

3. Syntetyczne węglowodory, w tym syntetyczny metan – procesy z wykorzystaniem nadmiarowego CO₂

Wodór – nadzieja dla energetyki

- Lawrence W. Jones. [*Toward a liquid hydrogen fuel economy*](#). „University of Michigan, Engineering, Technical Report UMR2320”, 13 marca 1970.
 - W powyższym raporcie użyto po raz pierwszy sformułowania - *HYDROGEN FUEL ECONOMY* , które dziś na j. polski powszechnie tłumaczymy jako – *Ekonomika Paliwa Wodorowego*
 - Powyższy raport wynikał z dyskusji zapoczątkowanej w roku 1970 przez firmę GENERAL MOTORS, którą należy uznać jako prekursora wodoru jako paliwa.

Wodór – nadzieja dla energetyki

- Lawrence W. Jones. [*Toward a liquid hydrogen fuel economy*](#). „University of Michigan, Engineering, Technical Report UMR2320”, 13 marca 1970.
 - W powyższym raporcie użyto po raz pierwszy sformułowania - *HYDROGEN FUEL ECONOMY* , które dziś na j. polski powszechnie tłumaczymy jako – *Ekonomika Paliwa Wodorowego*
 - Powyższy raport wynikał z dyskusji zapoczątkowanej w roku 1970 przez firmę GENERAL MOTORS, którą należy uznać jako prekursora wodoru jako paliwa.

Czy idea zrodziła się w świecie przemysłu a nie w świecie nauki?

Wodór – nadzieja dla energetyki

- Światowa produkcja wodoru: > 40 mln. ton (Chiny ok. 22 mln. ton)

Wodór – nadzieja dla energetyki

- Światowa produkcja wodoru: > 40 mln. ton (Chiny ok. 22 mln. ton)

UWAGA: masa molowa H_2 wynosi ok. 2,02...g, dlatego porównania masowe produkcji wodoru z innymi paliwami muszą być bardzo ostrożne !!!!!

Wodór – nadzieja dla energetyki

- Światowa produkcja wodoru: > 40 mln. ton (Chiny ok. 22 mln. ton)

UWAGA: masa molowa H_2 wynosi ok. 2,02...g, dlatego porównania masowe produkcji wodoru z innymi paliwami muszą być bardzo ostrożne !!!!!!!

- Obecnie na świecie wodór produkowany jest głównie w procesie Reformingu Parowego:

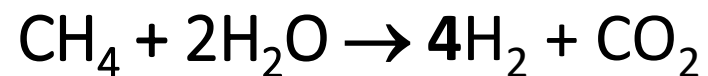


Wodór – nadzieja dla energetyki

- Światowa produkcja wodoru: > 40 mln. ton (Chiny ok. 22 mln. ton)

UWAGA: masa molowa H_2 wynosi ok. 2,02...g, dlatego porównania masowe produkcji wodoru z innymi paliwami muszą być bardzo ostrożne !!!!!!!

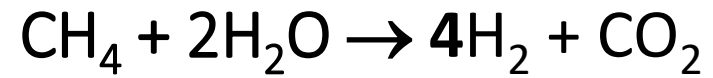
- Obecnie na świecie wodór produkowany jest głównie w procesie Reformingu Parowego:



gaz paliwowy,
konieczność zagospodarowania nadmiaru CO_2 – wytwarzanie tzw. niebieskiego wodoru

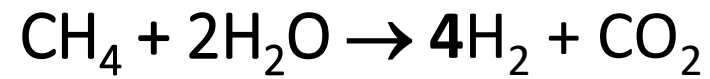
Wodór – nadzieja dla energetyki

- Bilans energetyczny



Wodór – nadzieja dla energetyki

- Bilans energetyczny



39,83 MJ/m³

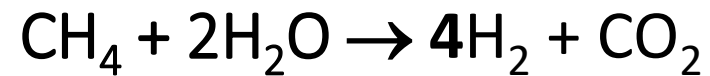
metan

12,75 MJ/m³

wodór

Wodór – nadzieja dla energetyki

- Bilans energetyczny



39,83 MJ/m³

metan

12,75 MJ/m³

wodór

Stosunek stechiometryczny jest 1:4;
bilans energetyczny „ma sens” (uwzględniając wydajności procesu spalania)

Wodór – nadzieja dla energetyki

- Inne procesy wytwarzania wodoru

- Katalityczna dehydrogenacja: $C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nH_{2n} + H_2$ (np. produkcja PP)

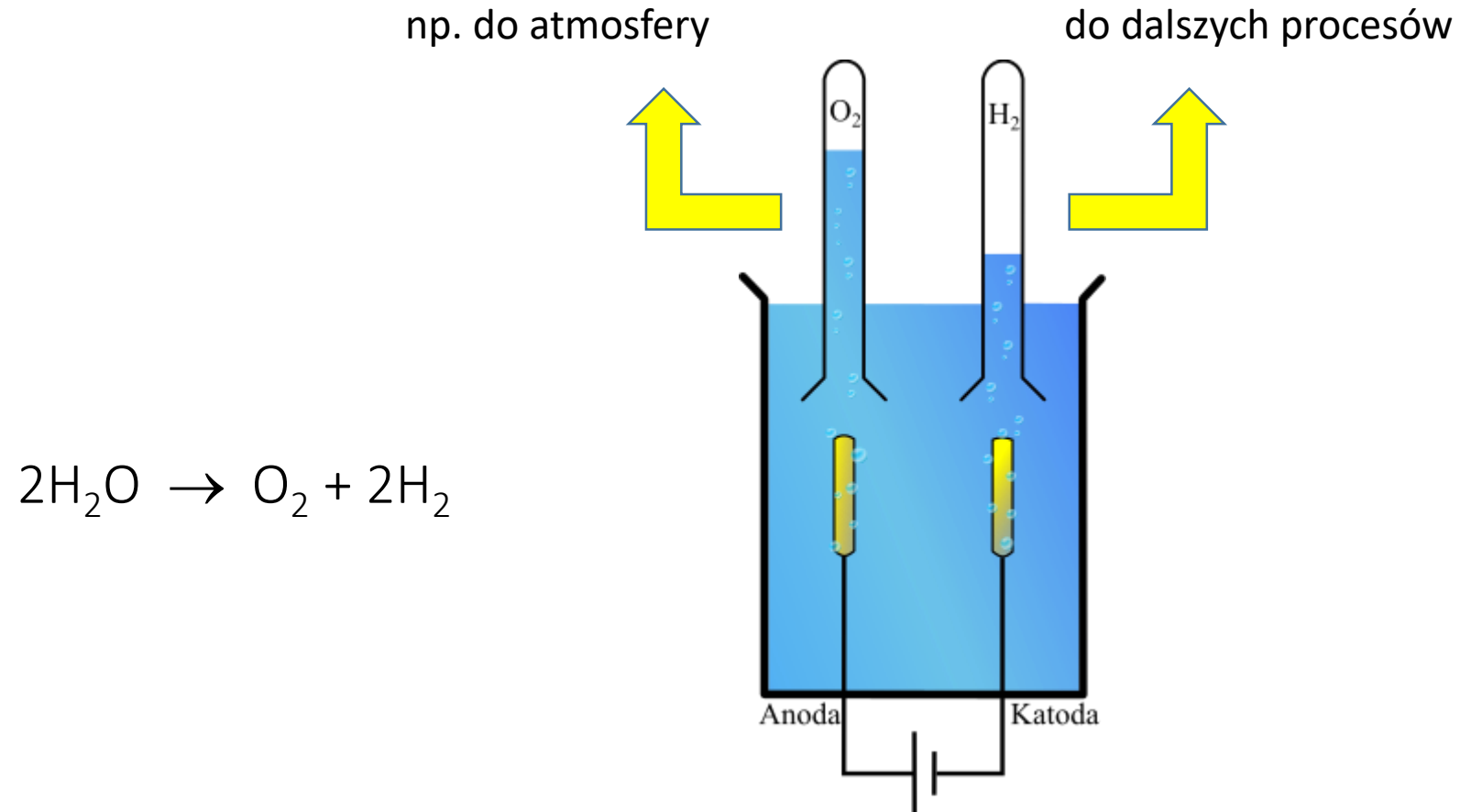
- Piroliza: $2C_xH_yR_z \rightarrow 2xC + yH_2 + „z'R'”$
($CH_4 \rightarrow C + 2H_2$)

- Procesy: fotokatalityczne, biokatalityczne, reaktory plazmowe, reaktory membranowe

- Elektroliza – w tym dążenie do wykorzystywania energii z OZE

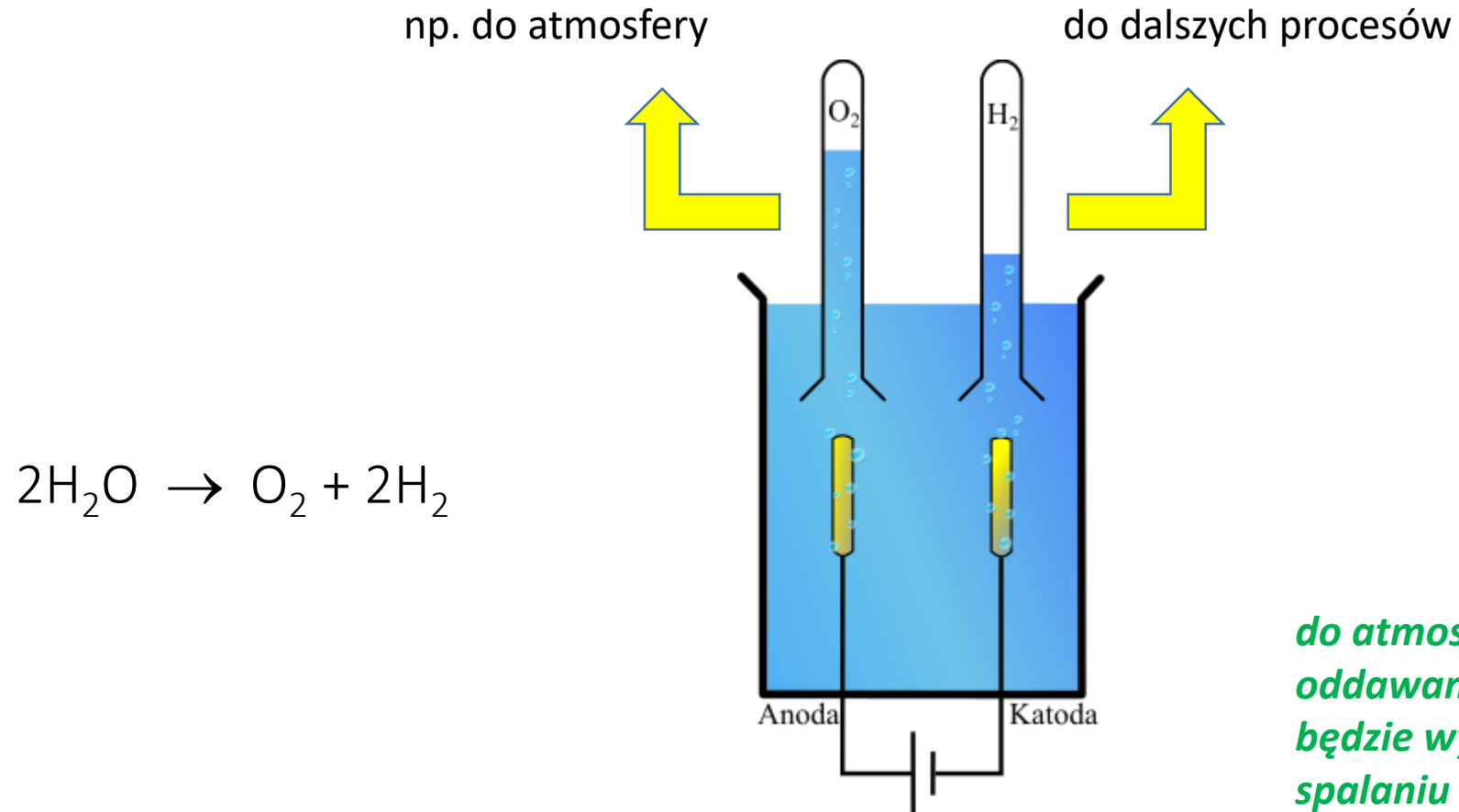
Wodór – nadzieja dla energetyki

- Proces elektrolizy



Wodór – nadzieja dla energetyki

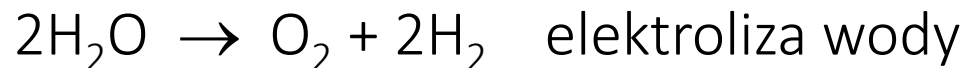
- Proces elektrolizy



do atmosfery może być oddawany tlen, który później będzie wykorzystany przy spalaniu wodoru jako paliwa

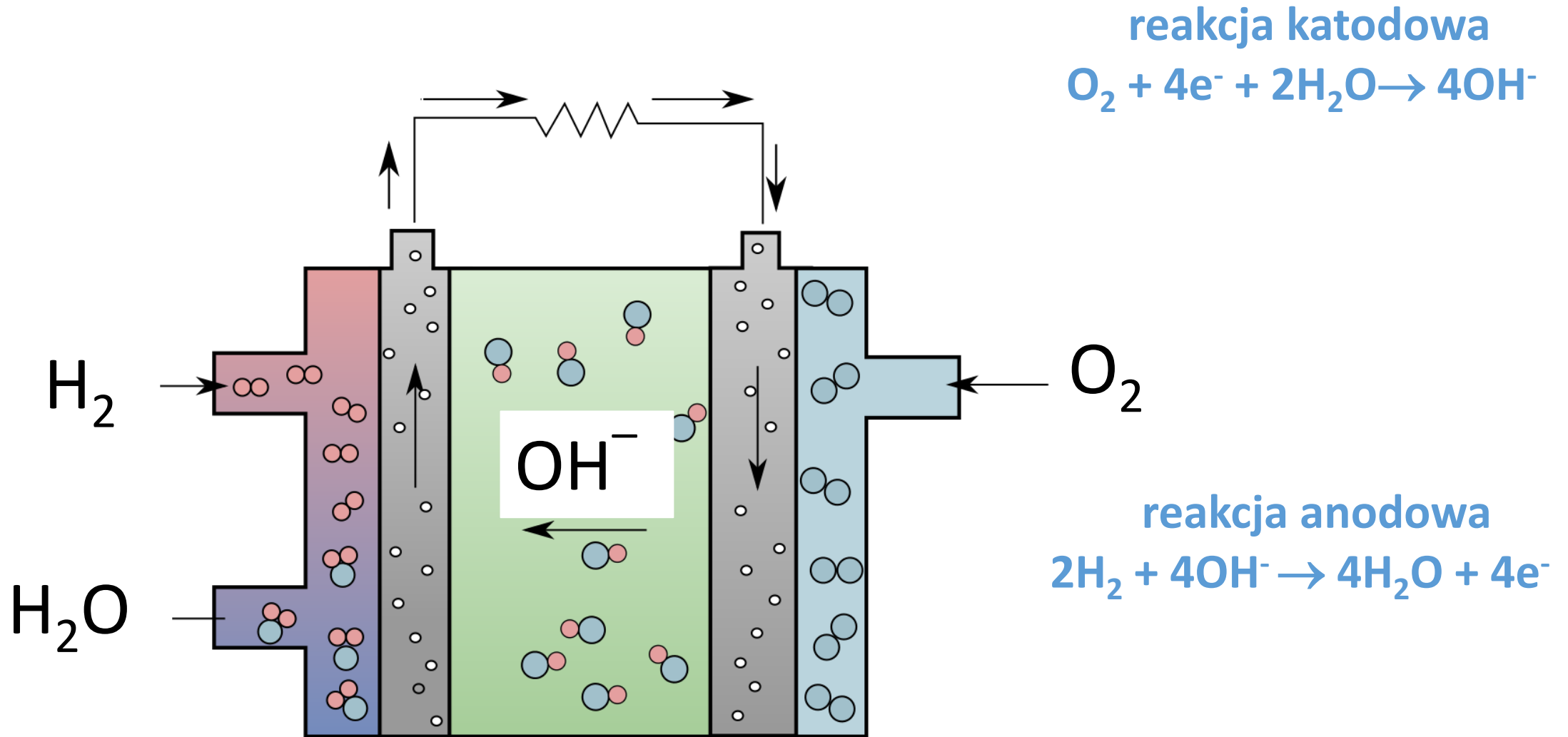
Wodór – nadzieja dla energetyki

- Ogniwa paliwowe – proces elektrolizy wody dał podstawy do wykorzystania wodoru (i tlenu) w ogniwach paliwowych – wytworzenie energii w reakcji odwrotnej do procesu elektrolizy wody – czyli do procesu spalania wodoru (w tlenie)

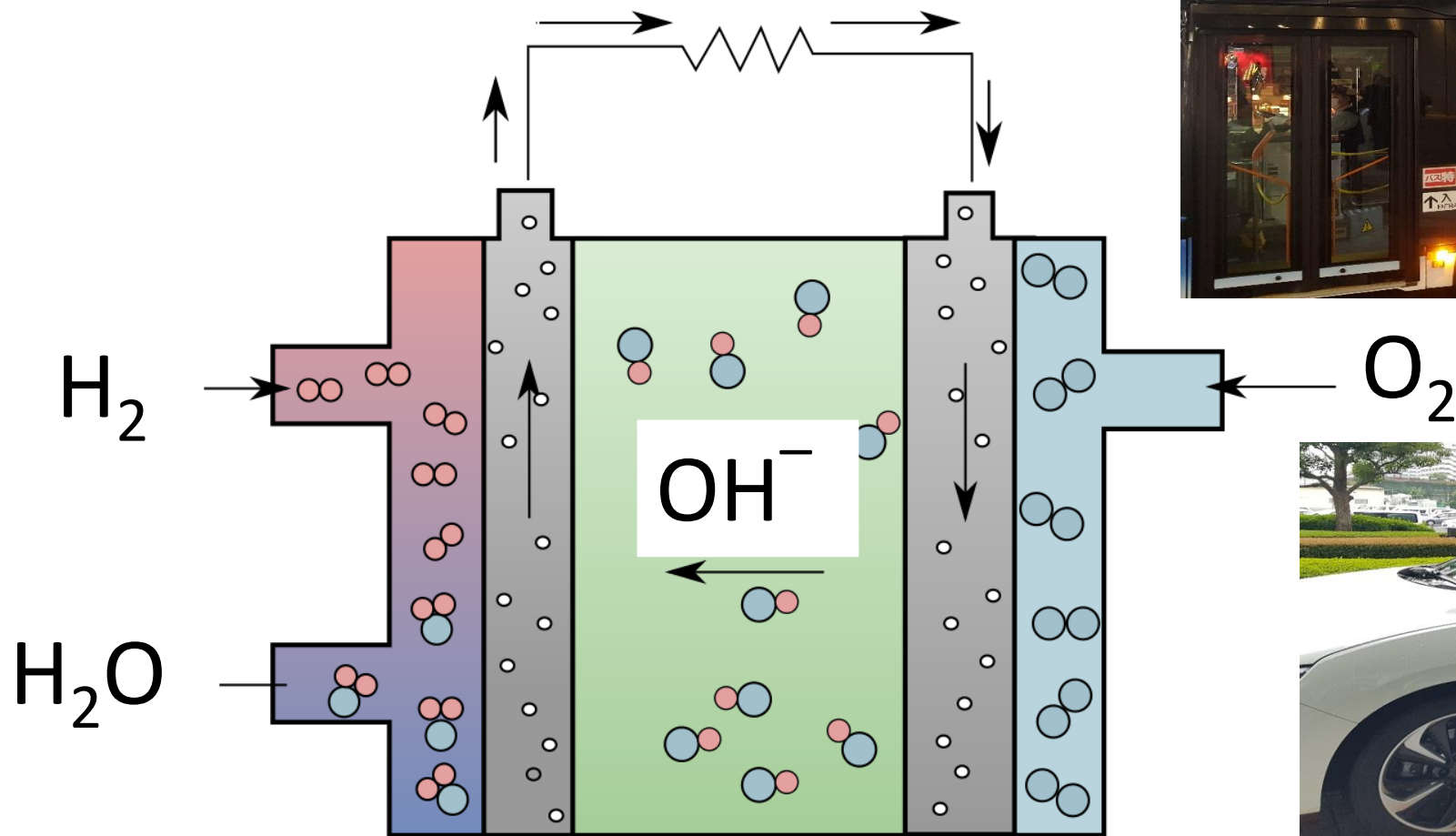


W ogniwie paliwowym wykorzystuje się nadmiar tlenu z atmosfery (z procesu elektrolizy)

Ogniwo paliwowe



Ogniwo paliwowe



Układ Napędowy Pojazdu



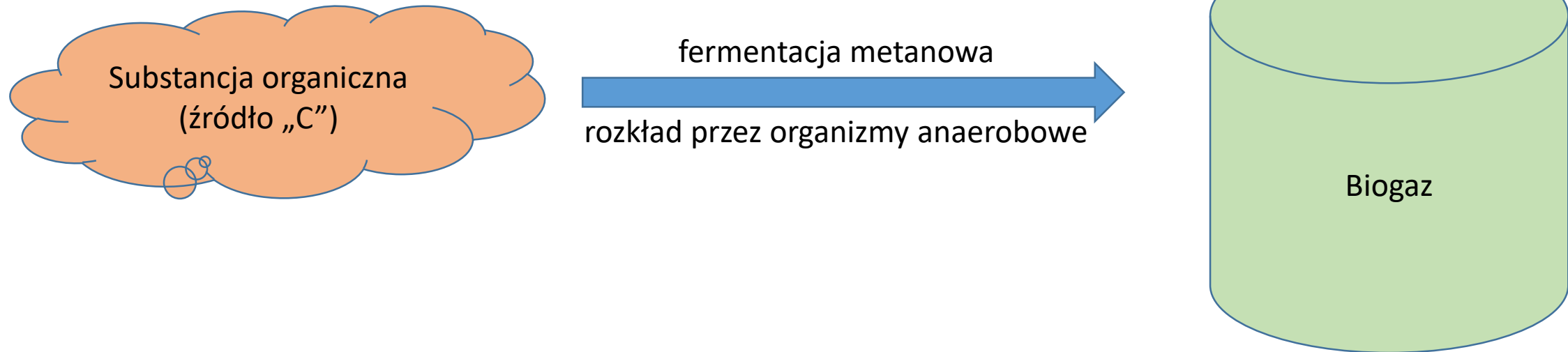
Czy każdy metan wnosi ślad węglowy?

Biogaz – mieszanina gazów będących paliwem gazowym, powstająca w wyniku beztlenowego rozkładu substancji organicznej (chemia węgla) –

najstarsze paliwo gazowe

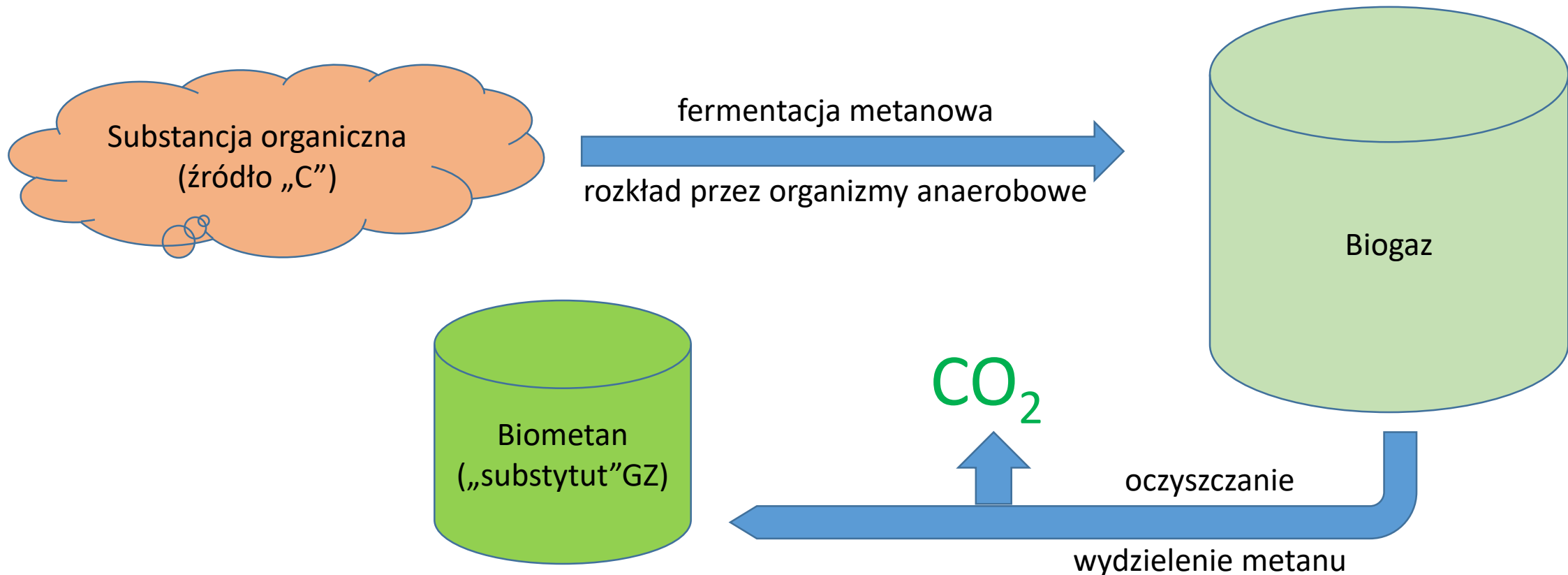
Czy każdy metan wnosi ślad węglowy?

Biogaz – mieszanina gazów będących paliwem gazowym, powstająca w wyniku beztlenowego rozkładu substancji organicznej (chemia węgla)



Czy każdy metan wnosi ślad węglowy?

Biogaz – mieszanina gazów będących paliwem gazowym, powstająca w wyniku beztlenowego rozkładu substancji organicznej (chemia węgla)



Czy każdy metan wnosi ślad węglowy?

Biogaz

- metan (50-75%)
- CO₂ (25-50%)
- azot (0-10%)
- wodór (0-1%)
- siarkowodór (0-3%)
- tlen (0-1%)
- składniki śladowe
- para wodna

Biometan

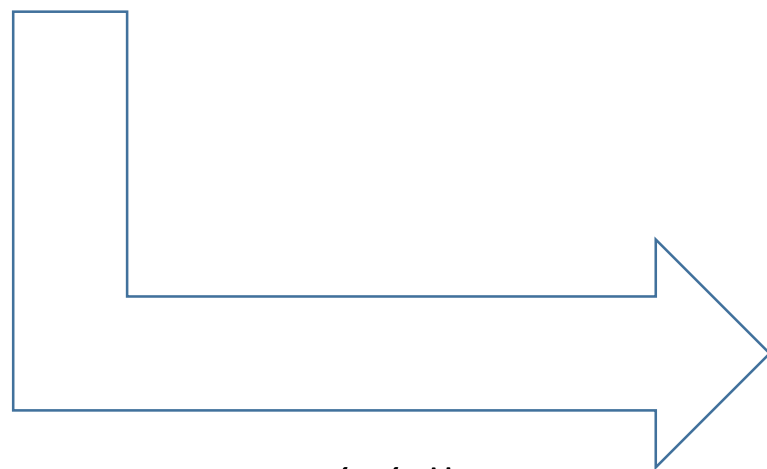
- metan (do 98%)
- CO₂ (do 2%)
- azot (do 1%)
- tlen (do 0,5%)
- wodór (śladowy)
- siarkowodór (śladowy)
- (składniki śladowe)

Biofermentacja może iść dalej:

SUBSTRAT  METAN  WODÓR

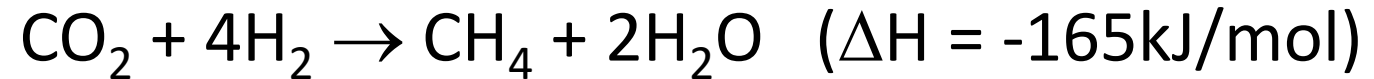
Biofermentacja może iść dalej:

SUBSTRAT → METAN → WODÓR



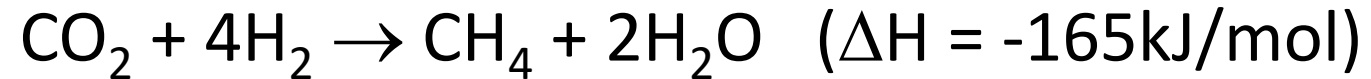
Czy metan może być paliwem odnawialnym?

- **SNG** – *Synthetic Natural Gas (B+R)*



Czy metan może być paliwem odnawialnym?

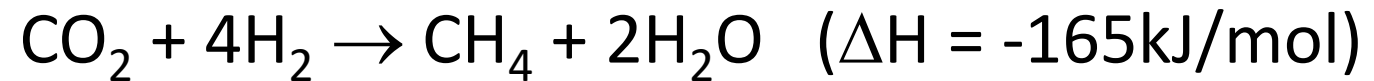
- **SNG** – *Synthetic Natural Gas (B+R)*



Na tę reakcję zwrócił jako pierwszy uwagę
Paul Sabatier (fr., prof. Uniw. Tuluza) (1854-1941),
laureat Nagrody Nobla 1912

Czy metan może być paliwem odnawialnym?

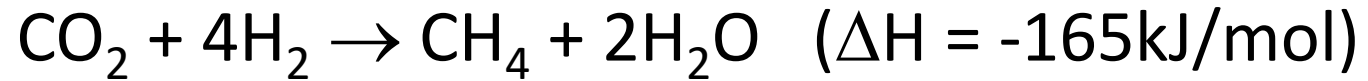
- **SNG** – *Synthetic Natural Gas (B+R)*



Czy SNG może być paliwem odnawialnym?

Czy metan może być paliwem odnawialnym?

- SNG – *Synthetic Natural Gas (B+R)*



TAK, gdy:

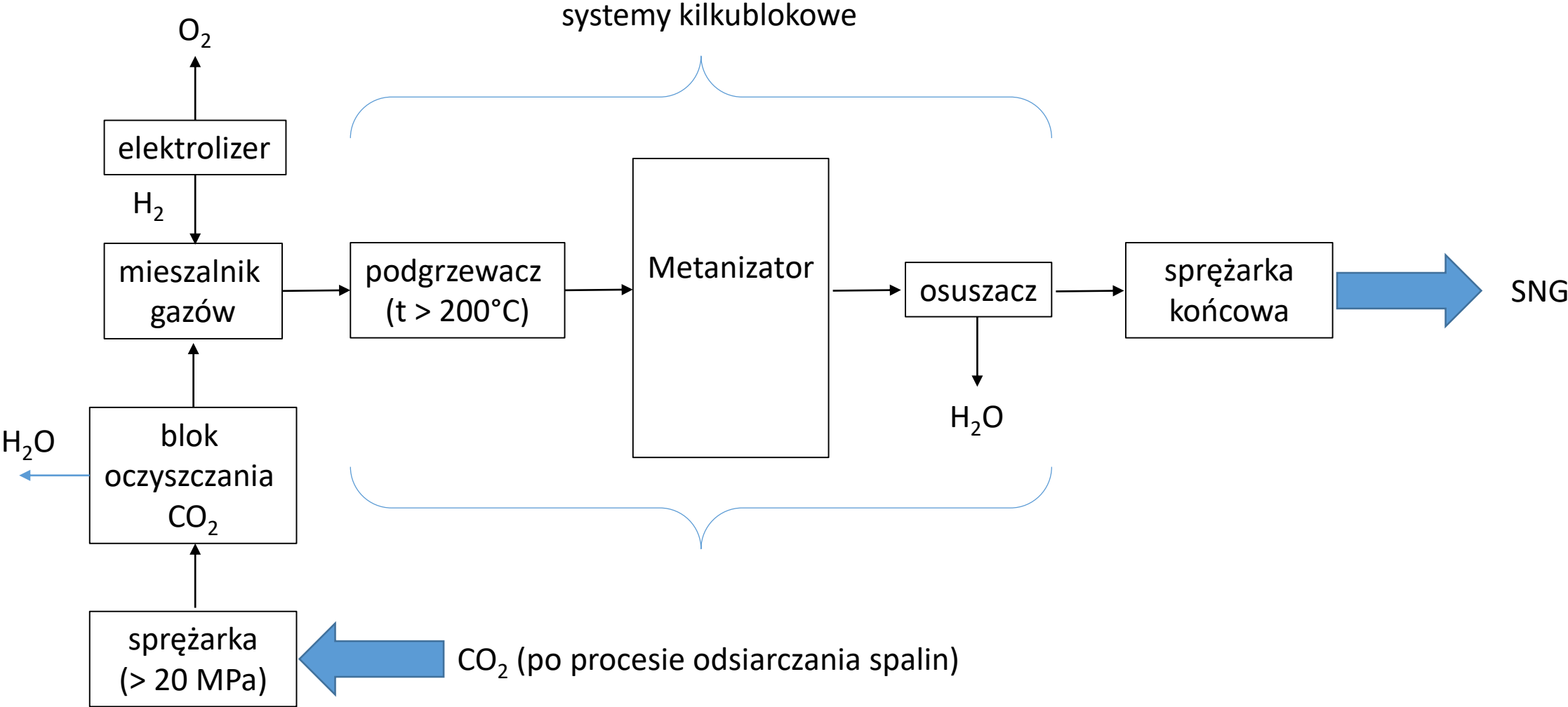
wychwyt z emisji CO₂
lub bezpośrednio z biogazu

np. z procesów P2G
(elektroliza wody)

metan syntetyczny,
(Czy jest odnawialny?)

Energia potrzebna do procesu jest ze źródeł OZE

Schemat wytwarzania SNG



Literatura (porządek alfabetyczny):

1. D.Dzirba, G.Rośłonek, *Przyszłość to technologie wodorowe*, Przegląd Gazowniczy, 2018, nr 4 (60), str. 54-55.
2. G.Rośłonek, *Wodór – teraźniejszość i przyszłość*, Przegląd Gazowniczy, 2019, nr 4(64), str. 25-27.
3. M.Chaczykowski, A.Osiadacz, *Technologie Power-to-Gas*, Przegląd Gazowniczy, nr 1 (49), str. 40-44.
4. T.Chmielniak, S.Lepszy, P.Mońka, *Polityka energetyczna – Energy Policy Journal*, 2017, Tom 20, zeszyt 3, str. 55-66.
5. S.Dobras, L.Więćław-Solny, A.Wik, A.Tatarczuk, *Metan z Procesów Power-to Gas – ekologiczne paliwo do zasilania silników spalinowych*, Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN, 2018, nr 104, str. 79-106.
6. Wikipedia

Dziękuję za uwagę

Grzegorz Rosłonek