

Ogniwo Paliwowe

Prezentacja: Jak działa i czym jest Ogniwo Paliwowe. Rodzaje.

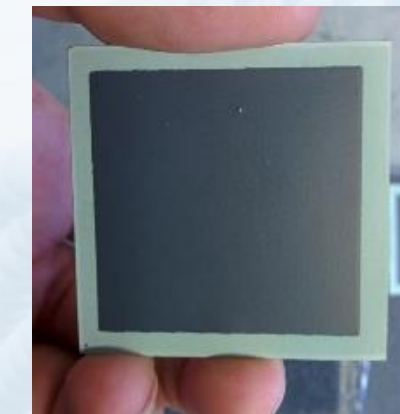
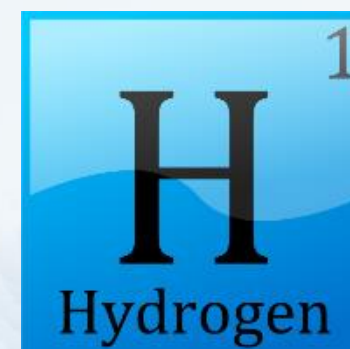
Partnerzy:

Czym jest ogniwo paliwowe?

Ogniwo paliwowe to urządzenie
do konwersji energii



Przekształca energię
chemiczną paliwa,
bezpośrednio w elektryczność



[Photo](#) by Utahraptor ostrommaysi / [CC BY](#)

[Photo](#) By LPS.1 - Own work, CC0

Co to jest ogniwo paliwowe?

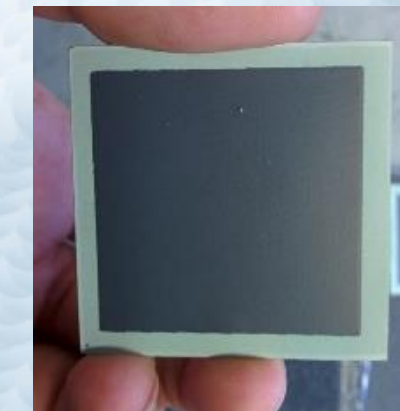
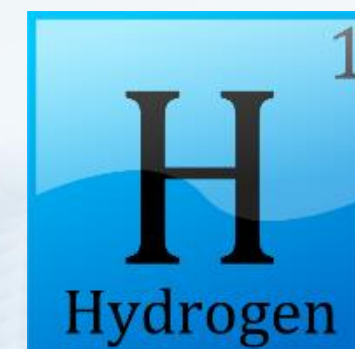
Co to dokładnie oznacza?



Oznacza to, że zamiast spalania paliwa wykorzystując ciepło w klasycznym silniku, elektryczność jest generowana do razu!

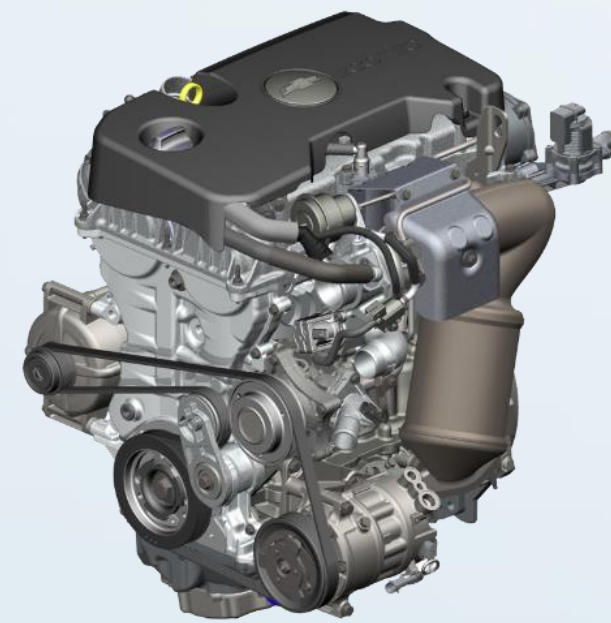


Wydajność tego procesu jest wyższa, duża część energii chemicznej pozyskana przez to paliwo jest zamieniana na elektryczność (aż do ~70%).



Co to jest ogniwo paliwowe?

Ogniwa paliwowe mają wspólne cechy z tradycyjnymi silnikami termicznymi oraz bateriami



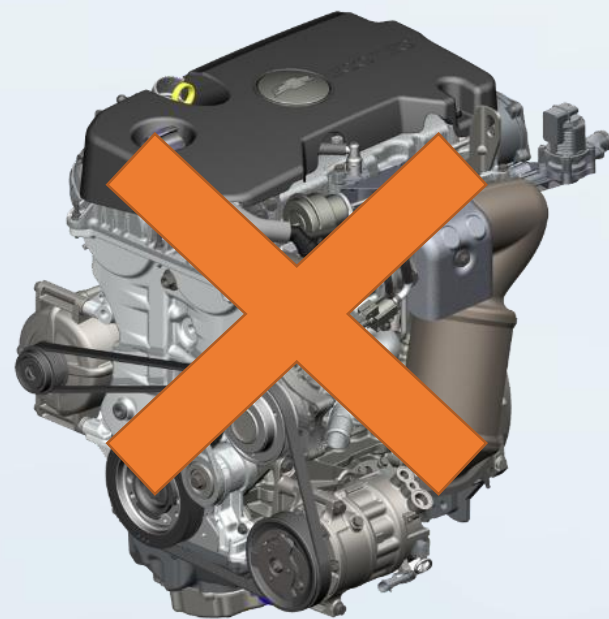
Podobnie jak silniki spalinowe, ogniwa paliwowe potrzebują ciągłego przepływu paliwa



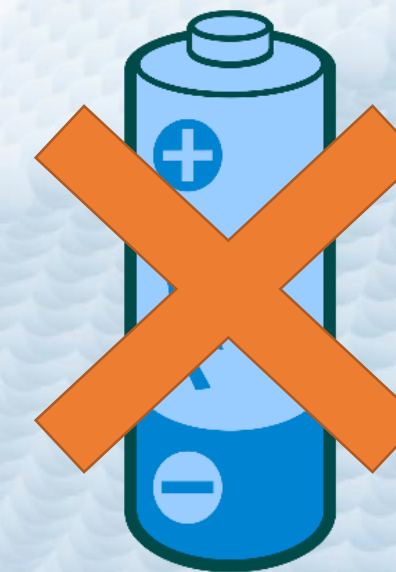
Zasada działania ogniwa paliwowego opiera się na reakcji redoksu, tak jak w przypadku akumulatora

Co to jest ogniwo paliwowe?

Są też pewne różnice między nimi a silnikami i bateriami



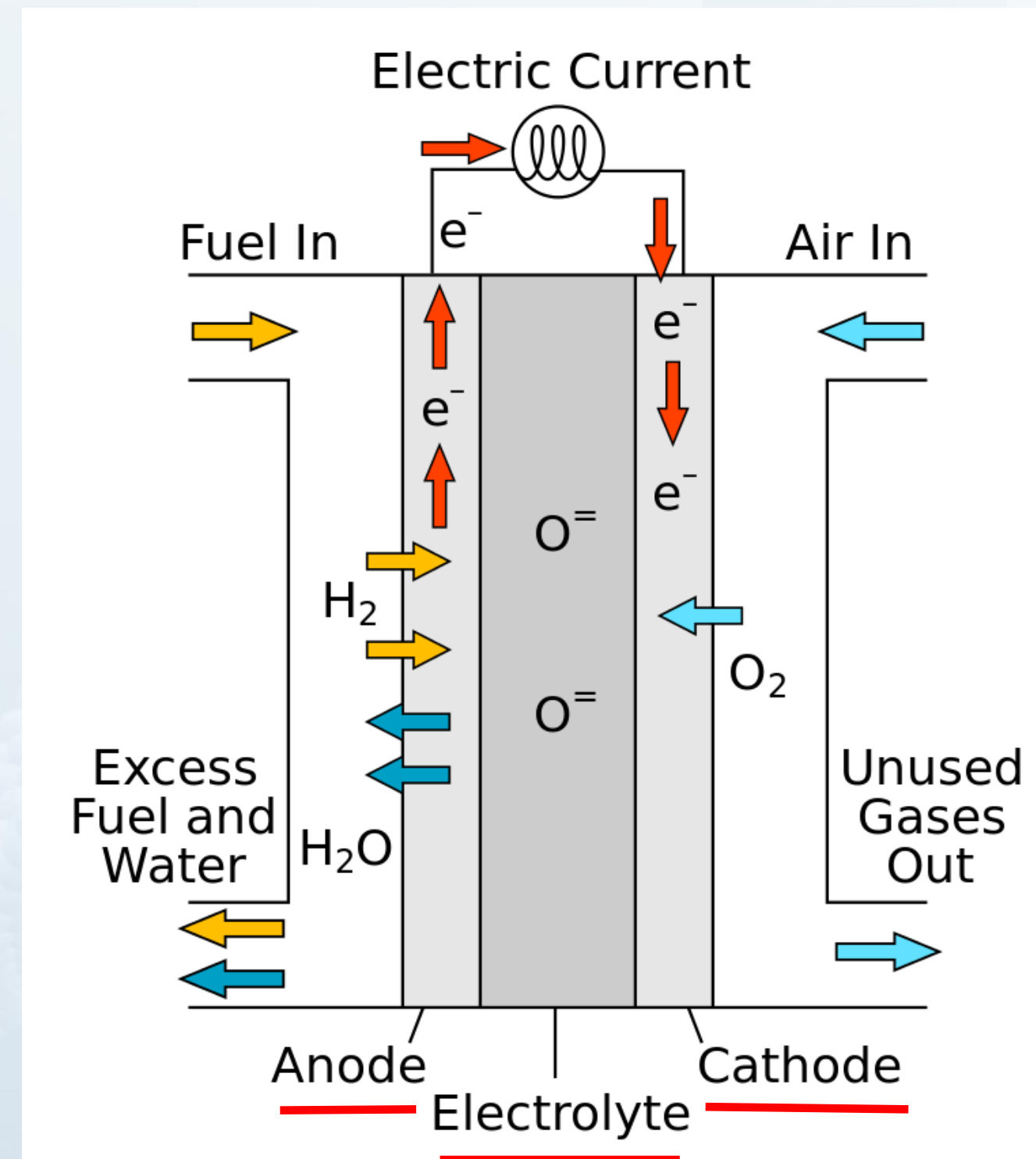
Silniki spalinowe, spalają paliwo i wykorzystują ciepło wytworzone do cyklu termodynamicznego, przez co ich efektywność jest niższa



Bateria mają ograniczoną ilość energii zachowaną w sobie i czas naładowania jest wolniejszy, ogniwa paliwowe są ograniczone jedynie przez wielkość zbiornika paliwa
Dzięki ciągłemu przepływowi paliwa mogą wytwarzać energię bez przerwy

Elementy ogniwa paliwowego

Ogniwo paliwowe zrobione jest z dwóch przepuszczających gazy **elektrod zaciśniętych** wokół **elektrolitu**

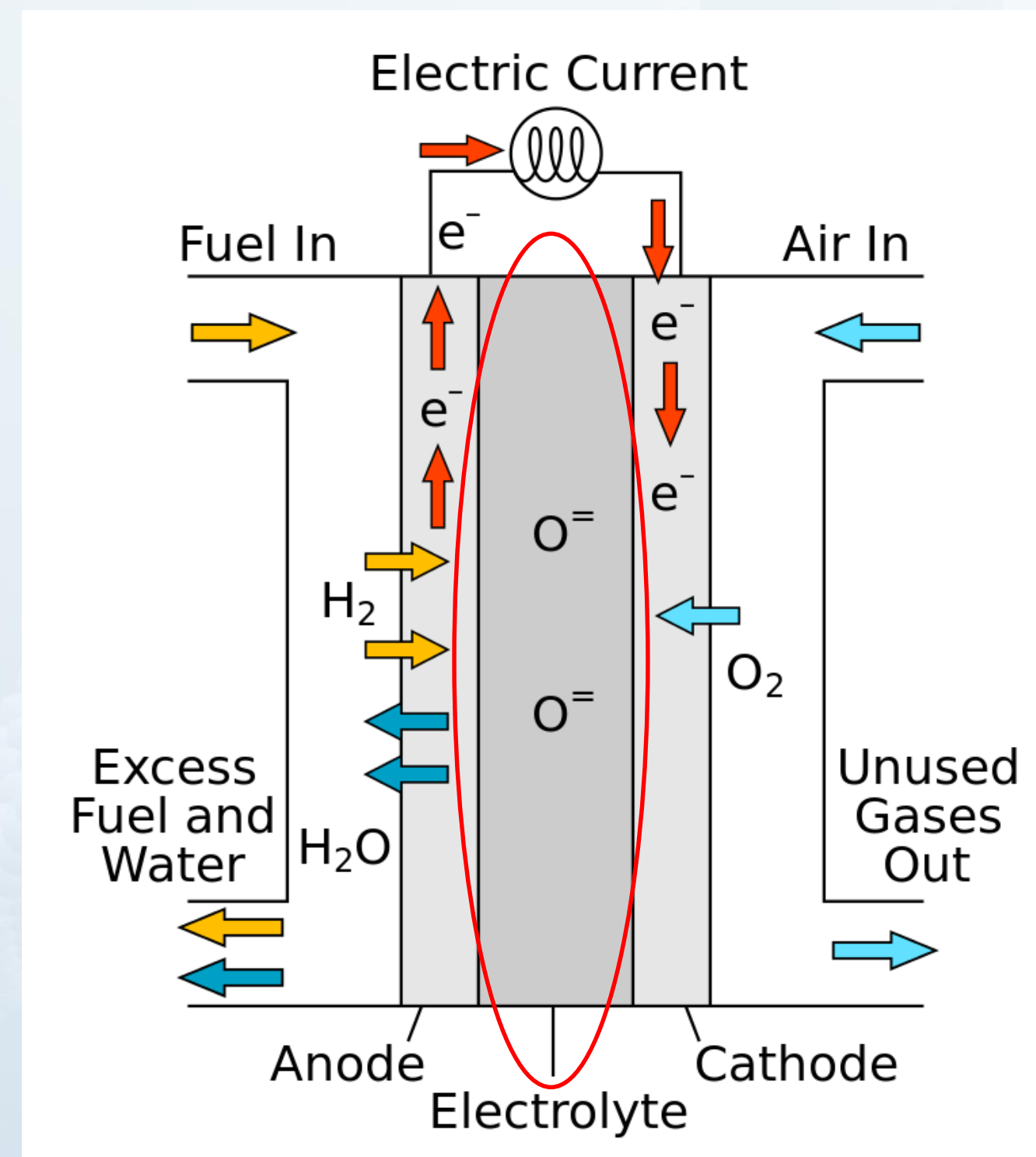


Elementy ogniwa paliwowego

Ogniwo paliwowe zrobione jest z dwóch przepuszczających gazy **elektrod** zaciśniętych wokół **elektrolitu**

Elektrolit

- Fizyczna bariera która zapobiega mieszanii się gazu oraz utleniacza (krzyżowaniu).
- Umożliwia transport ładunku jonowego między dwoma elektrodami, zamykając obwód elektryczny.

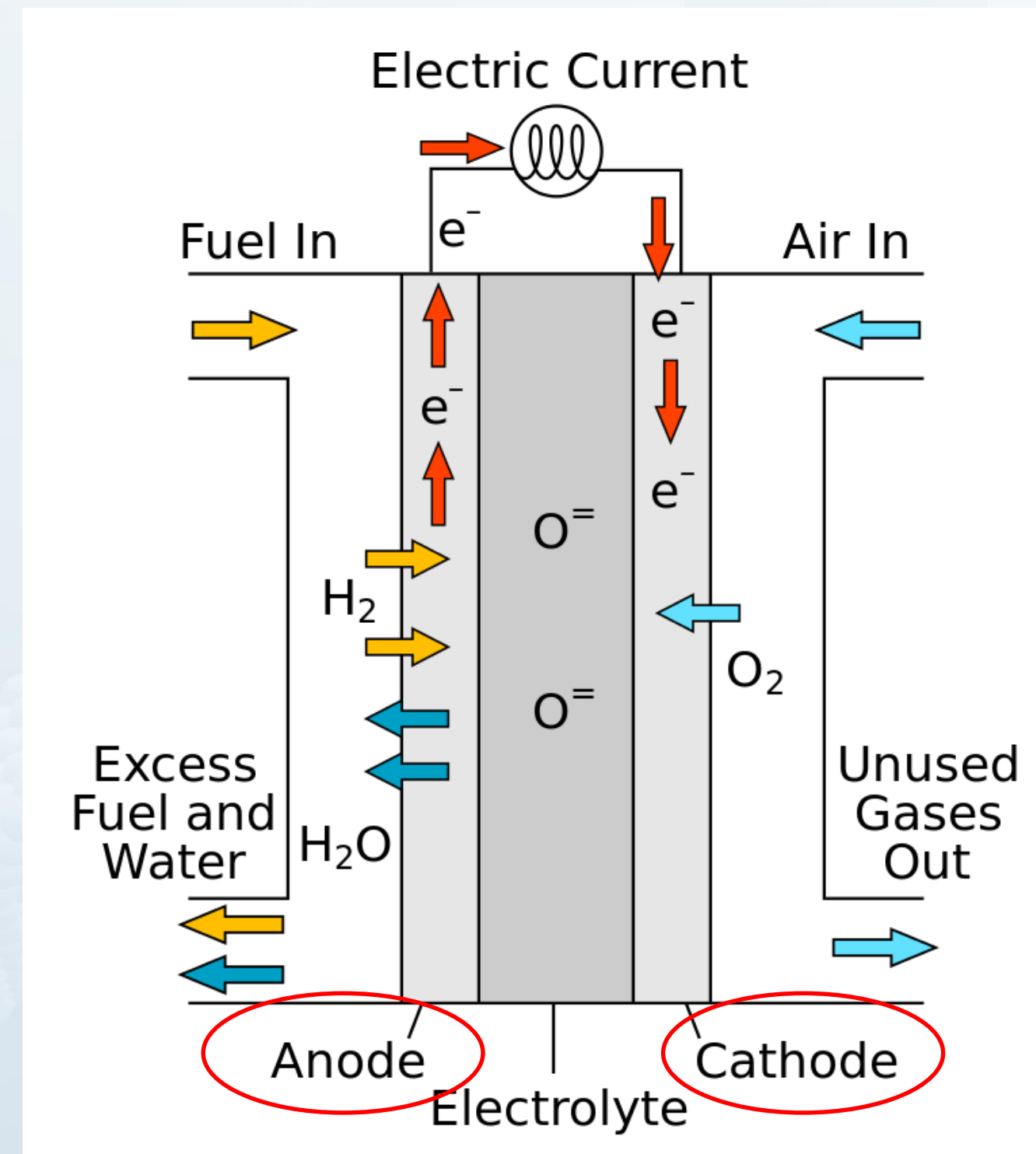


Elementy ogniwa paliwowego

Ogniwo paliwowe zrobione jest z dwóch przepuszczających gazy **elektrod** zaciśniętych wokół **elektrolitu**

Elektroda

- Warstwa przepuszczająca gazy, zapewniająca dyfuzję aktywnych garunków
- Czynna powierzchnia gdzie zachodzi reakcja redoksu
- Umożliwiają przewodzenie jonów i elektronów wytwarzanych w reakcji redoksu

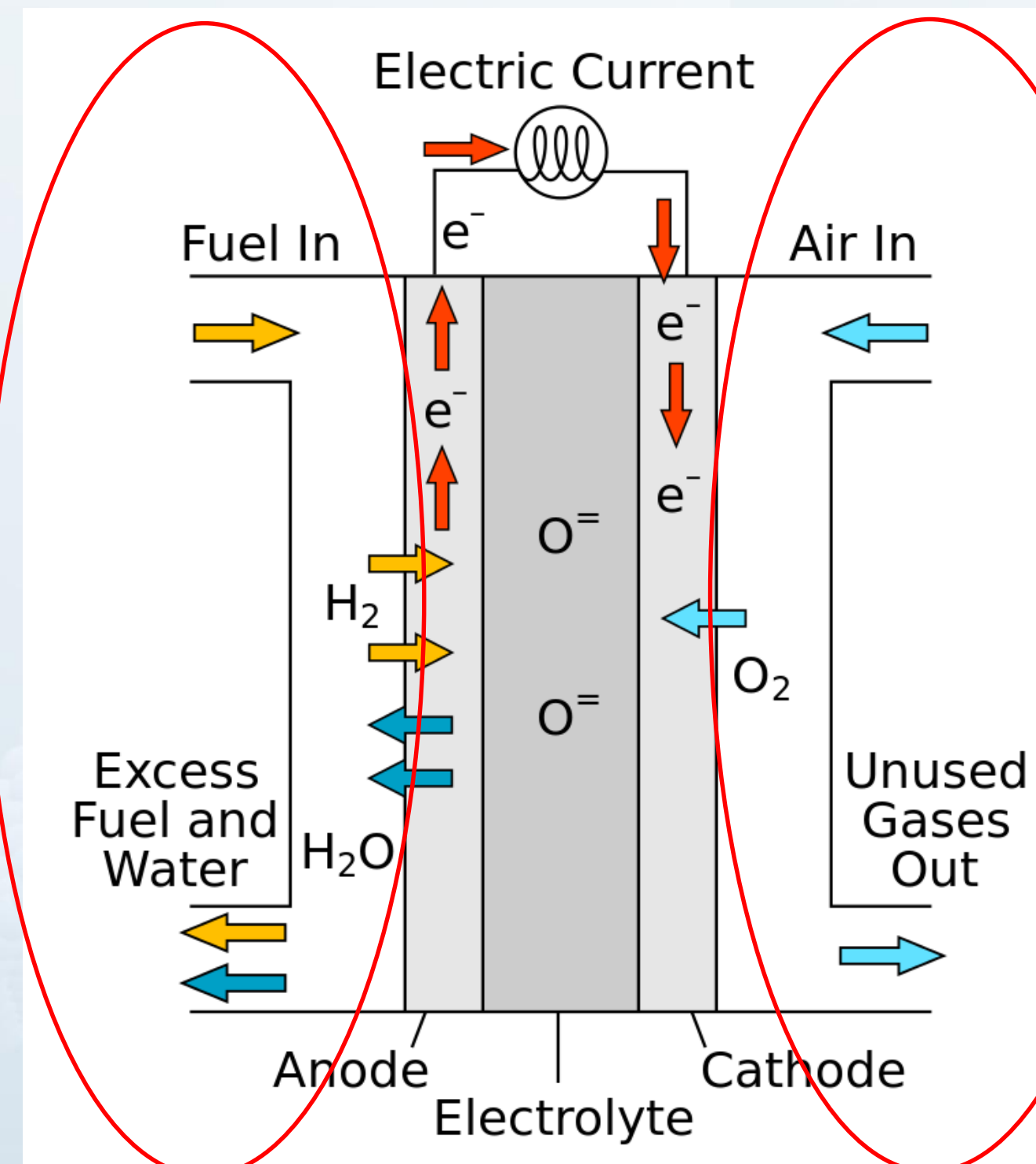


Elementy ogniwa paliwowego

Ogniwo paliwowe zrobione jest z dwóch przepuszczających gazy **elektrod** zaciśniętych wokół **elektrolitu**

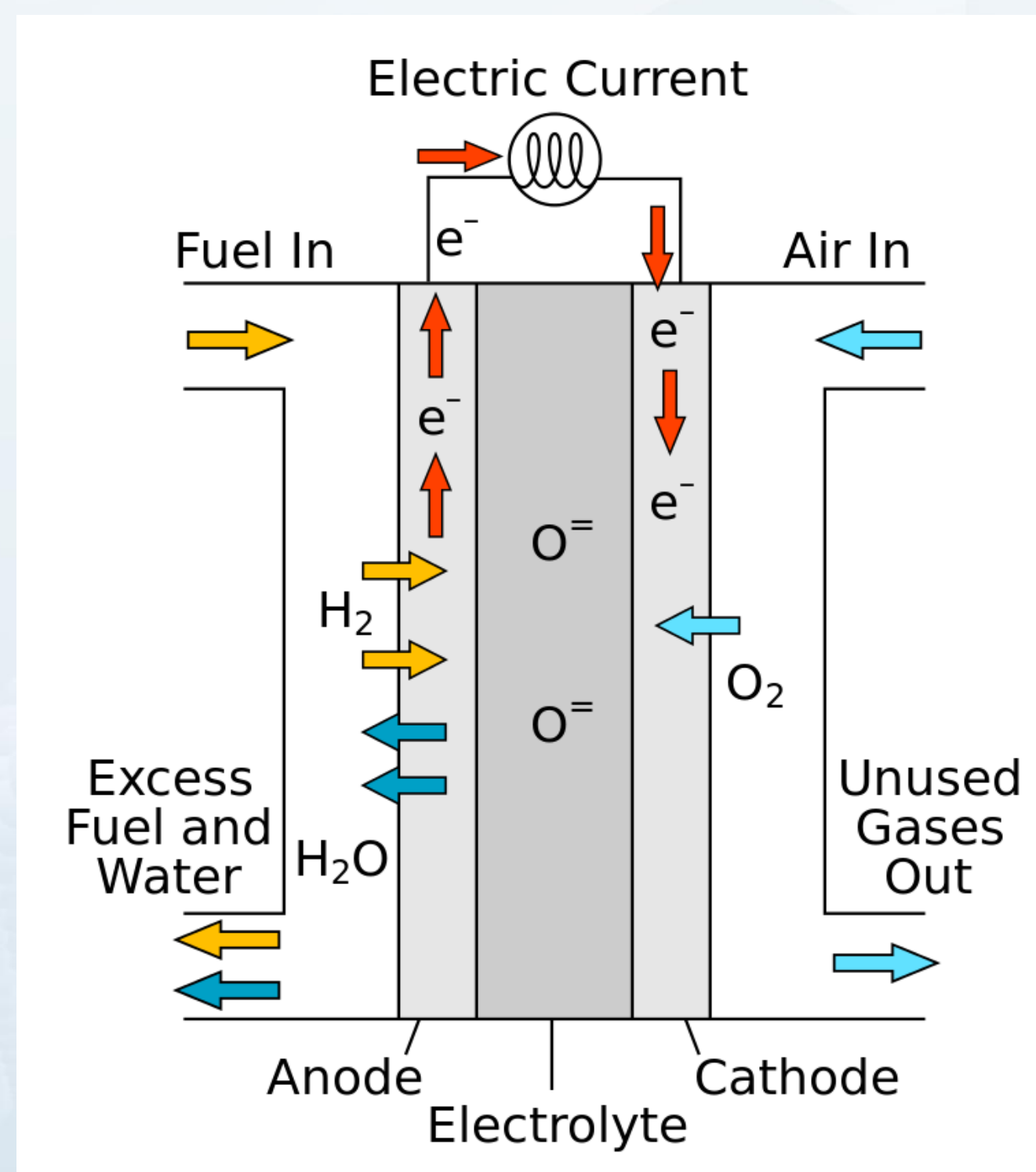
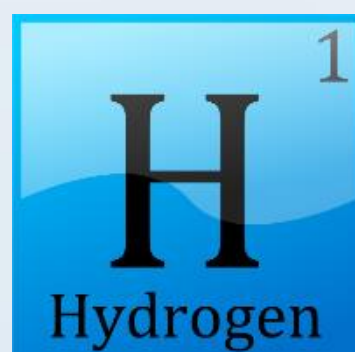
Elektrody

- **Anoda** jest również nazywana “Paliwem Elektrody” założyliśmy, że ma ujemną biegunowość
- **Katoda** jest również nazywana “Powietrzem Elektrody” i jest zaprojektowany jako elektroda dodatnia

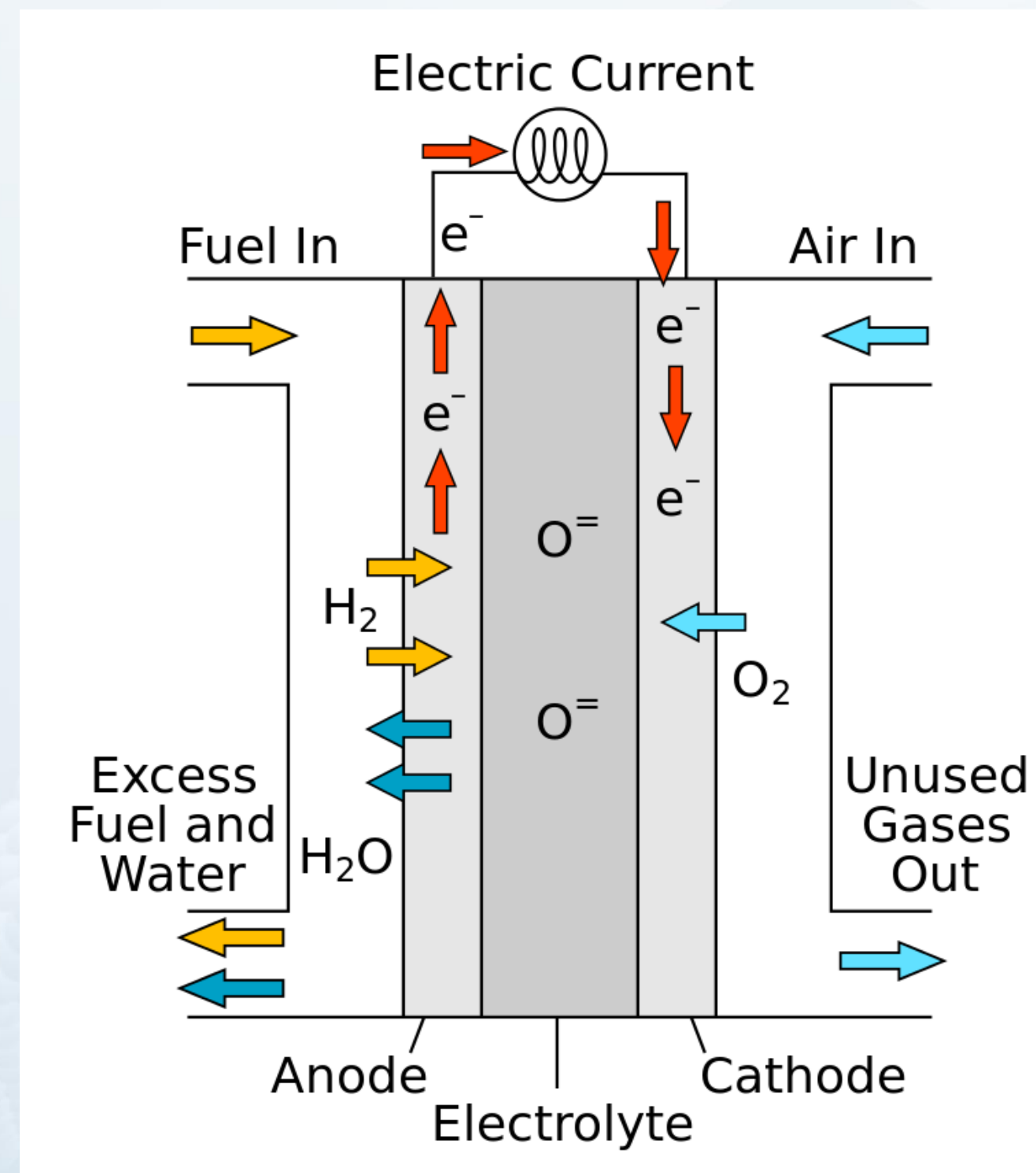


Działanie ogniwa paliwowego

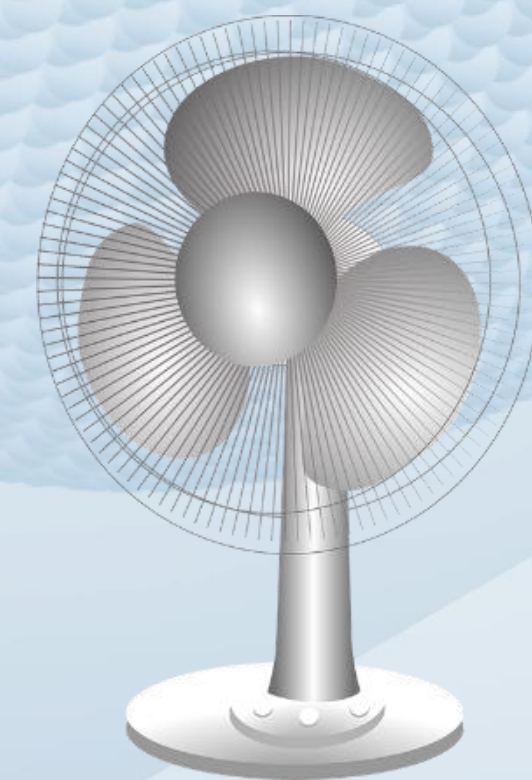
Paliwo jest podawane w sposób ciągły po stronie anody ogniwa



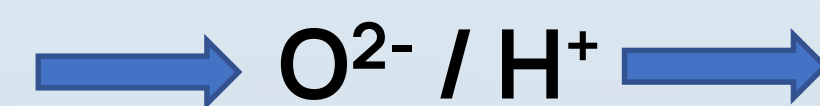
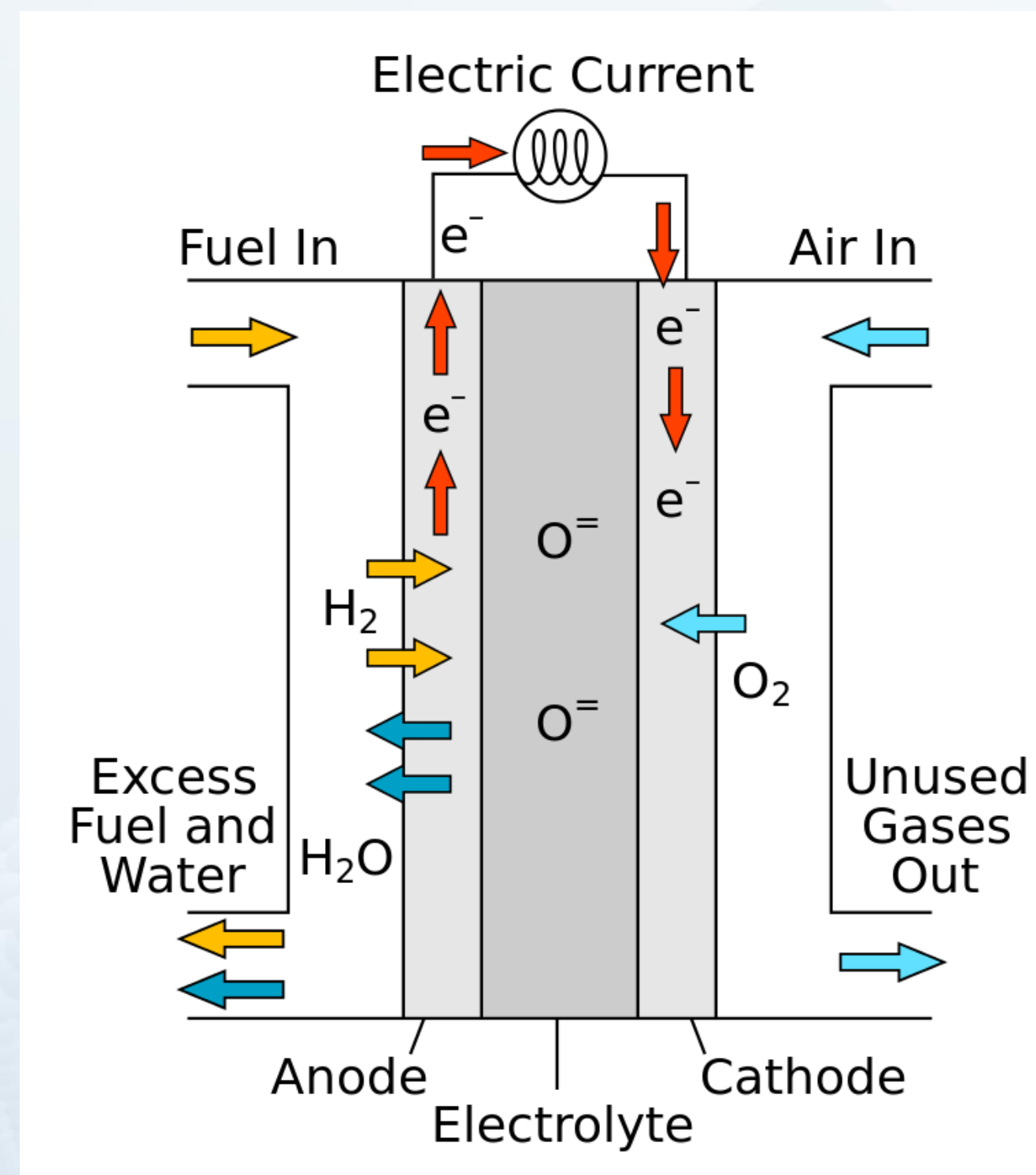
Działanie ogniwa paliwowego



Powietrze lub tlen są doprowadzane po stronie Katody ogniwa w sposób ciągły



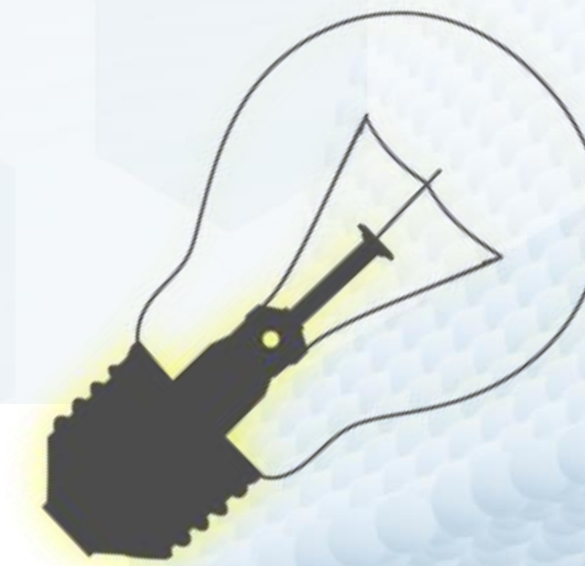
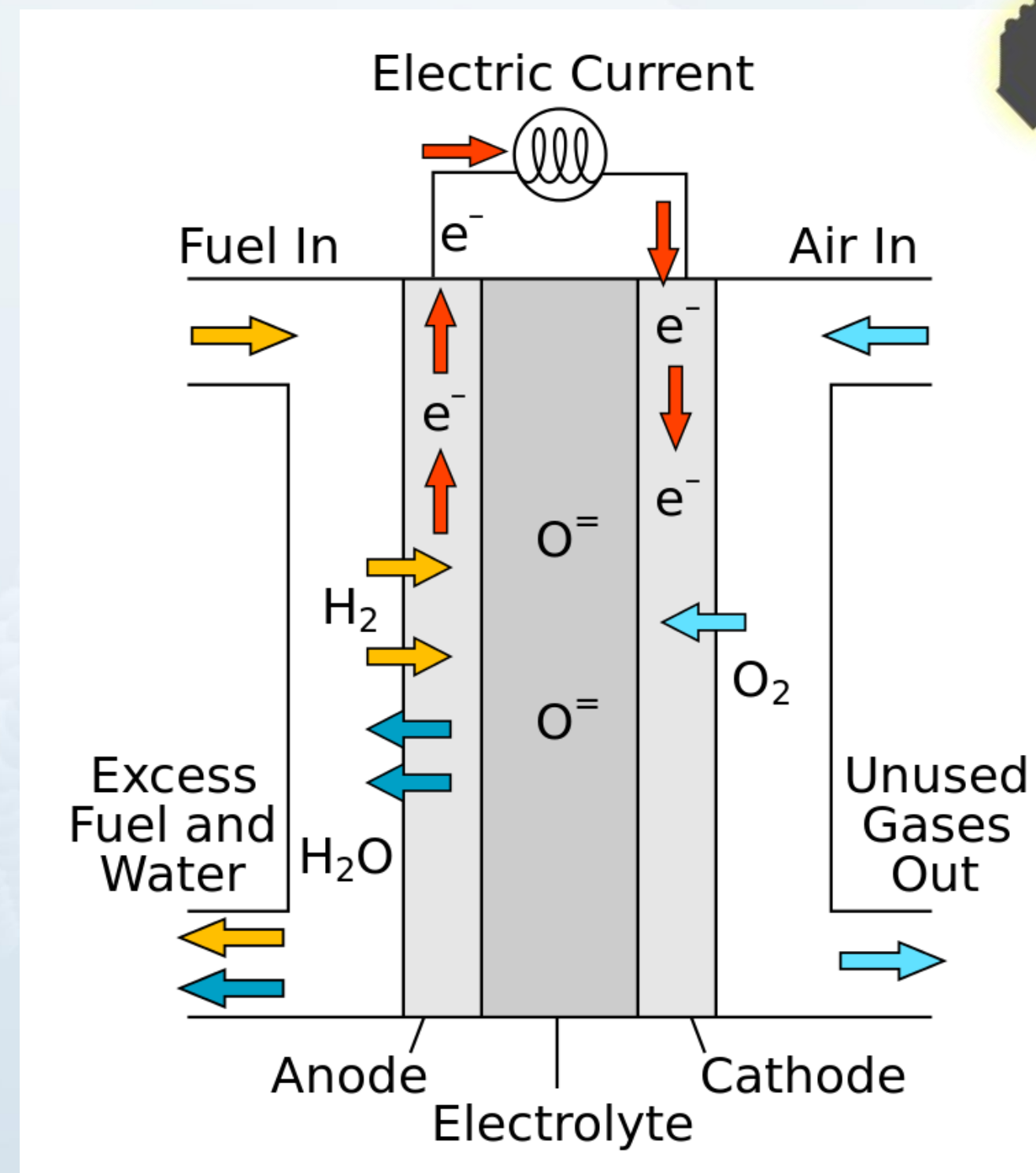
Działanie ogniwa paliwowego



Jony przepływają przez elektrolity

Działanie ogniwa paliwowego

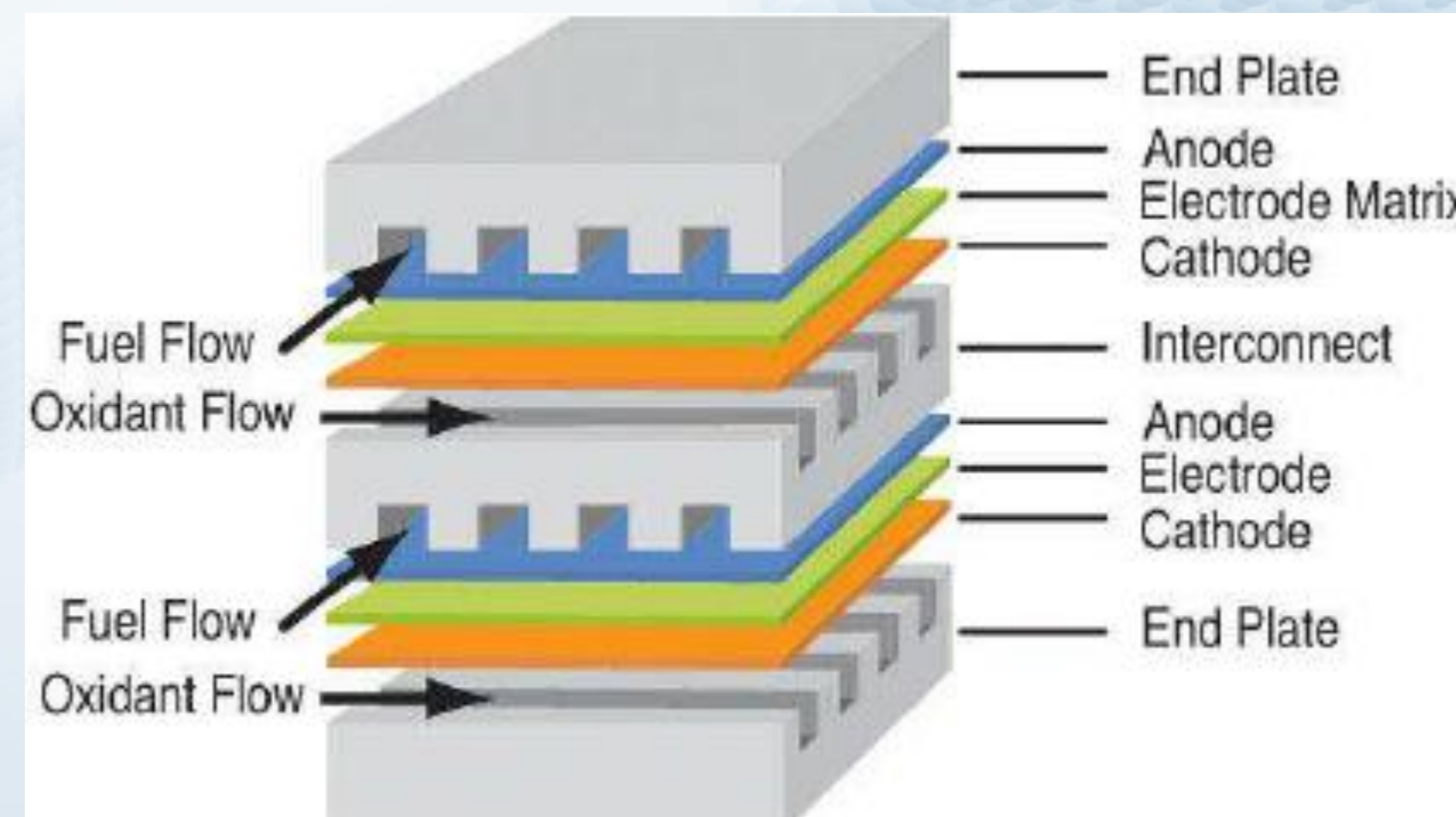
Elektrony przepływają przez obwód zewnętrzny, zasilając urządzenia.



Stos ogniw paliwowych

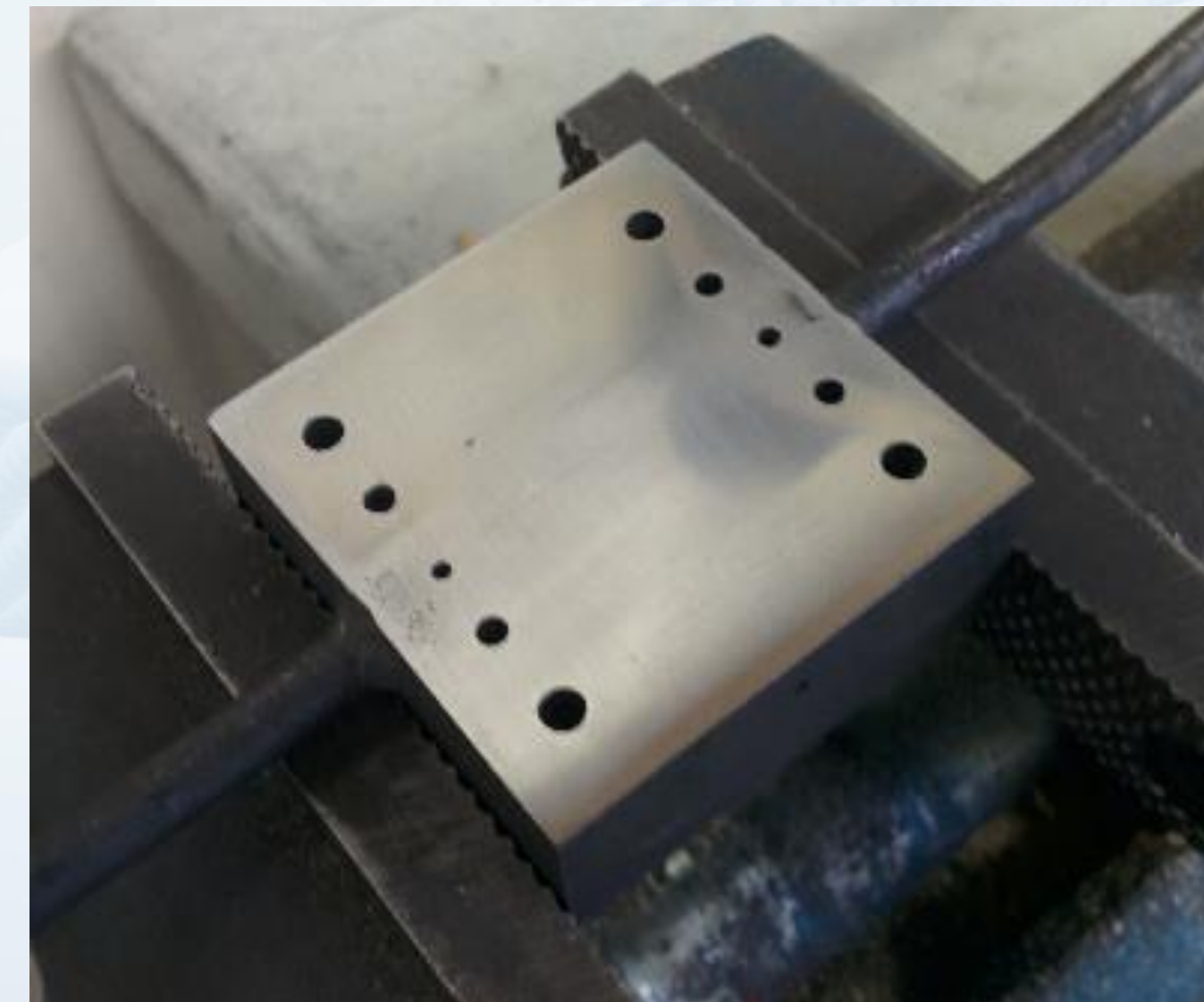
Pojedyncze ogniwo paliwowe produkuje małe napięcie ($\sim 1V$). Aby otrzymać napięcie nadające się do praktycznych rozwiązań, pojedyncze ogniwo podłączone jest szeregowo do innych tworząc stos.

Stos ogniw paliwowych składa się z kilku elementów, które stwarzają odpowiednie warunki pracy dla ogniw i pozwalają na efektywne gromadzenie wyprodukowanej energii.



Stos ognisk paliwowych: płyty bipolarne

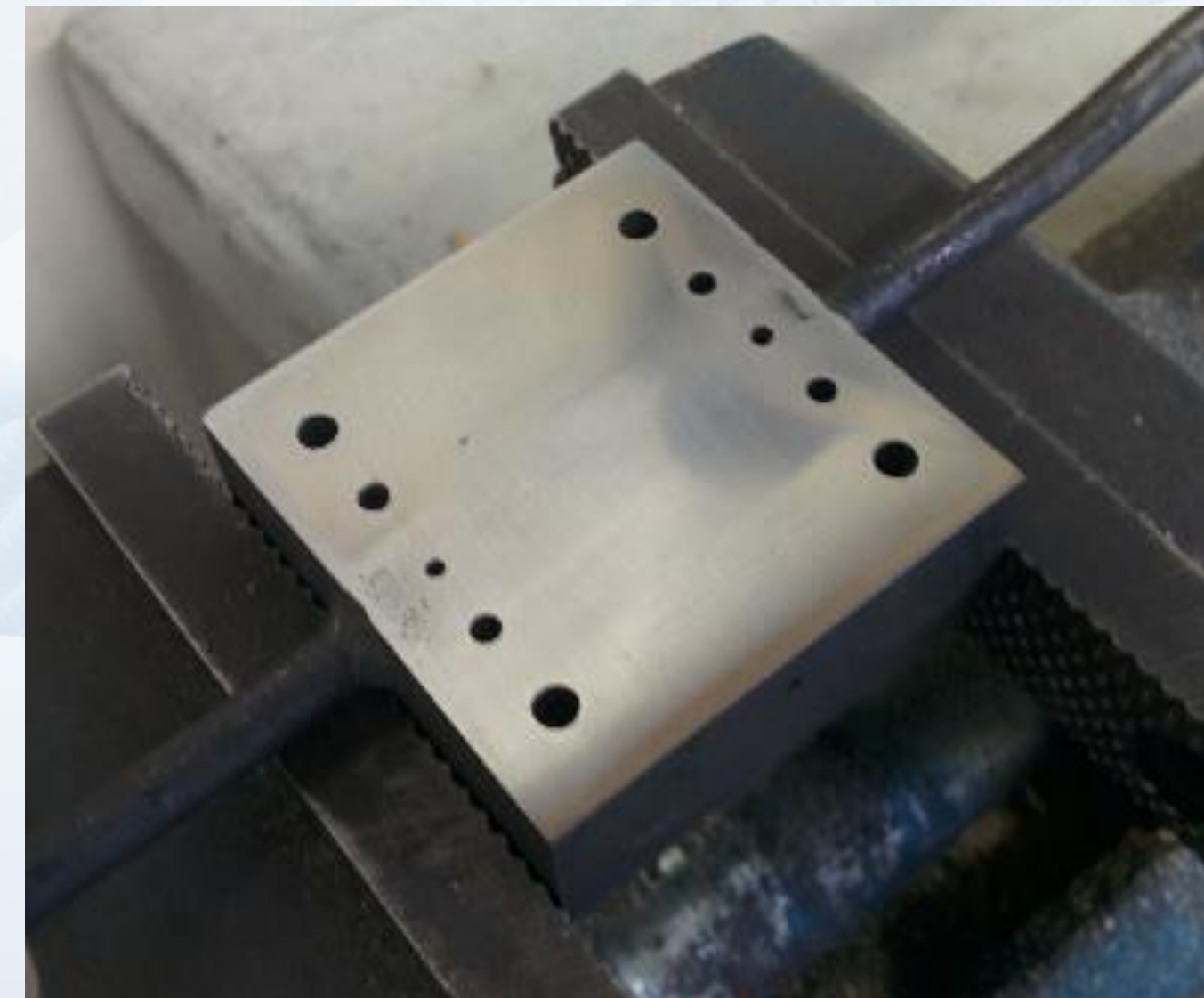
Płyty dwubiegunowe są elementem przewodzącym prąd, zazwyczaj jest to metalowa płytki, która zapewnia mechaniczne podparcie ogniwa. Jest obrabiana mechanicznie w celu uzyskania objętości, w których gazy mogą swobodnie przez nią przepływać. Każda komórka gazowa musi zostać odizolowana od pozostałych. Dodawany jest także materiał uszczelniający aby uniknąć przenikania gazów.



Stos ognisk paliwowych: płyty bipolarne

Wymagania płyt dwubiegunowych:

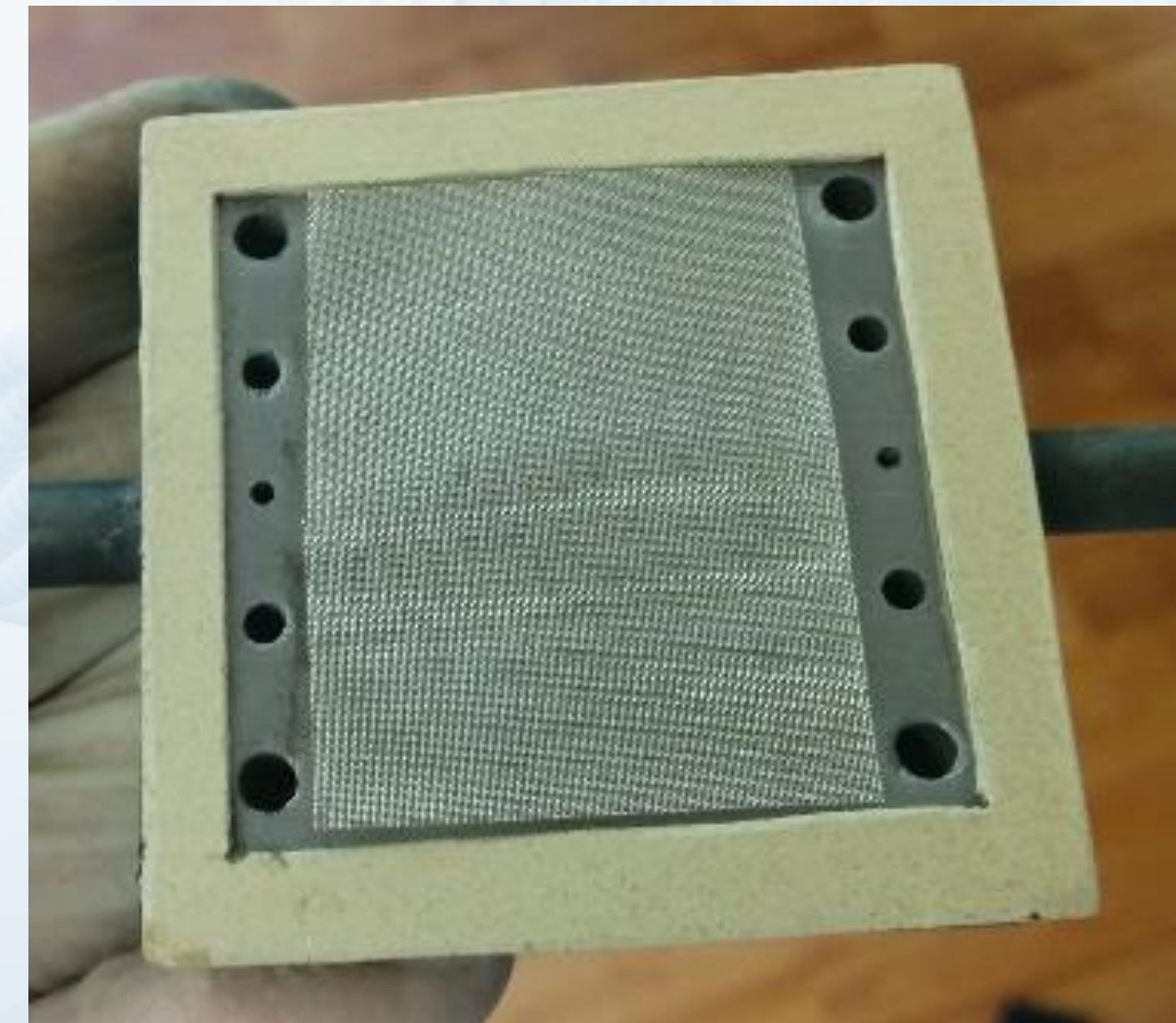
- Wysoka przewodność elektryczna
- Chemiczna kompatybilność z ogniwem paliwowym oraz z zastosowanym paliwem/utleniaczem
- Stabilność przy wysokich temperaturach (strukturalnie i chemicznie)



Stos ogniw paliwowych: uszczelnianie

By uniknąć wycieku gazu wprowadzanego do stosu oraz krzyżowania się paliwa oraz z powietrzem z jednego kolektora do drugiego, gaz podawany jest szczelinowo w różnych miejscach każdej warstwy stosu

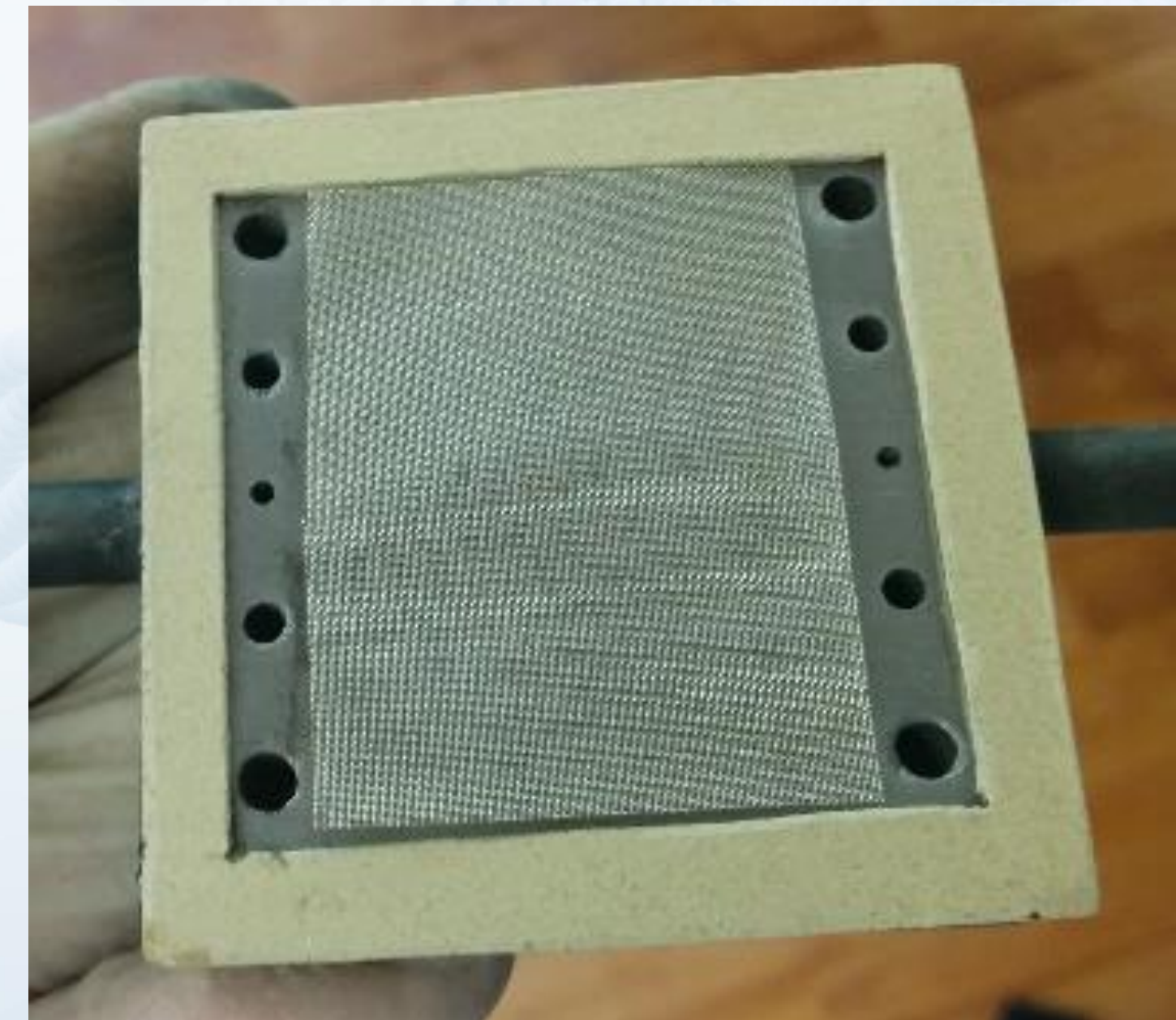
- Najważniejsze materiały użyte do uszczelnienia są 3:
 - Minerał (na bazie miki)
 - Szklana ceramika
 - Lutowanie metalu



Stos ogniw paliwowych: uszczelnianie

Charakterystyka uszczelniania materiału:

- Chemiczna i mechaniczna stabilność w ogniwach paliwowych w środowisku pracy
- Izolator elektryczny (silny dielektryk)
- Nie porowaty
- Współczynnik rozszerzalności cieplnej (CTE) zgodny ze standardami



Stosy ogniw paliwowych: kolektor

Prąd elektryczny generowany przez ogniwo musi zostać przeniesiony na płytkę dwubiegunową poprzez utworzenie połączenia elektrycznego w kilku punktach na powierzchni ogniwa.

Kolektor prądu spełnia to zadanie, a jego geometria jest zoptymalizowana, aby w sposób ciągły zbierać przepływ elektronów generowany przez ogniwo i umożliwiać swobodny dopływ gazu do elektrod.



Ogniwa paliwowe: kolektor prądu

Cechy kolektora prądu:

- Chemiczna oraz mechaniczna stabilność w otoczeniu ogniwa paliwowego
- Doskonały przewod elektryczny
- Porowata/siatkowa struktura umożliwiająca przepływ gazu do ogniwa
- Geometria gwarantująca jednolitą dystrybucję gazu na powierzchni ogniwa



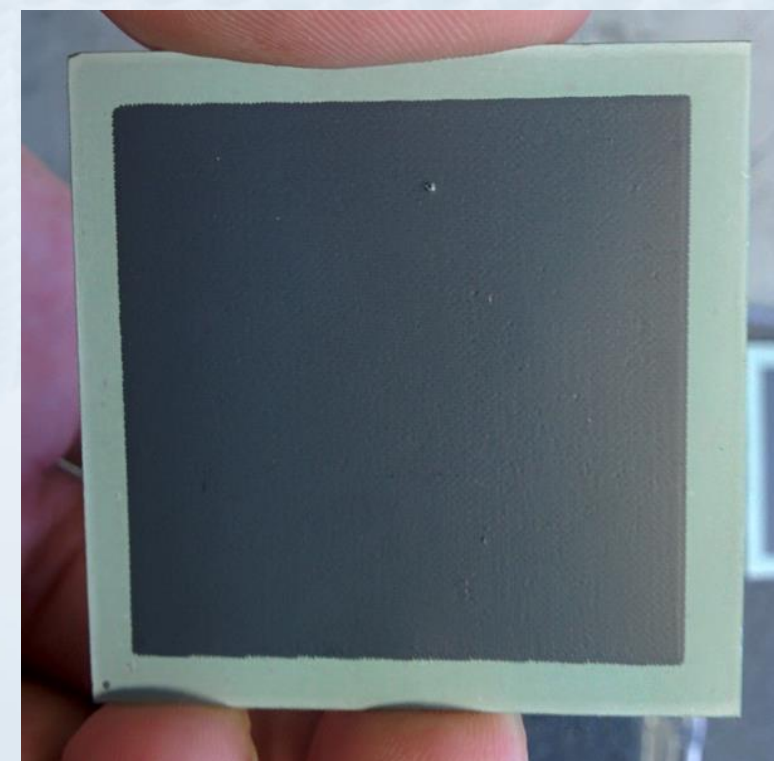
Wysokotemperaturowe Ogniwa Paliwowe

Obie technologie operują w wysokich temperaturach (600-900°C). To pozwala na użycie innych paliw niż H_2 . Wysoka temperatura robocza daje możliwość wykorzystania nadmiaru ciepła do celów przemysłowych lub domowych (kogeneracja) lub do produkcji energii elektrycznej w klasycznym cyklu termodynamicznym.

Materiały zastosowane w SOFC i MCFC oraz reakcje elektrochemiczne zachodzące w nich są różne.

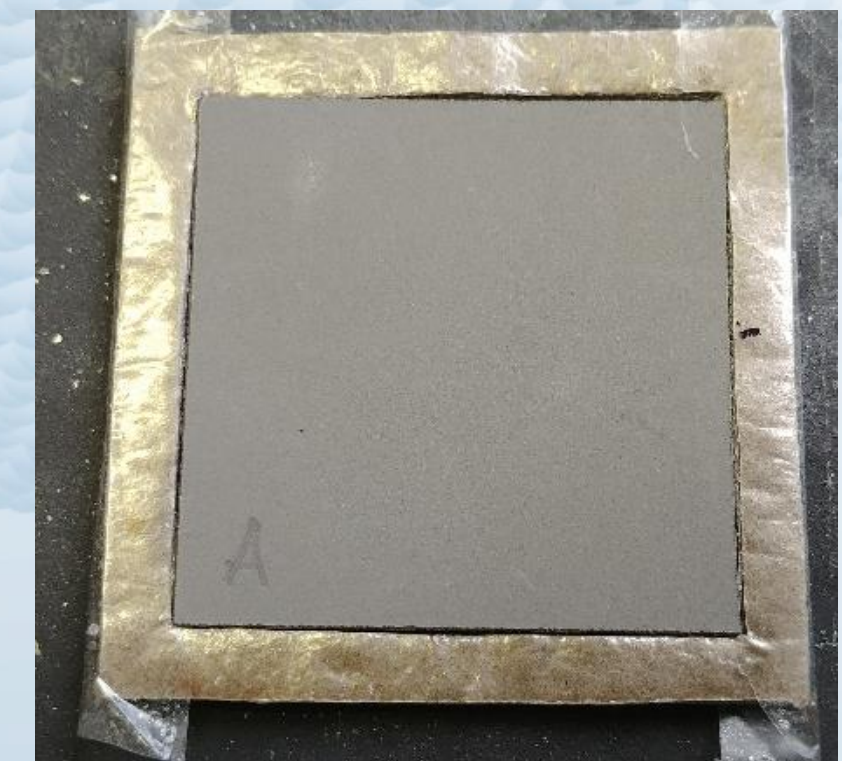
SOFC

Ogniwa Paliwowe ze Stałym Tlenkiem



MCFC

Ogniwa paliwowe ze stopionym węglanem



Wysokotemperaturowe ogniwa paliwowe: paliwa

Dlaczego wysokotemperaturowe ogniwa paliwowe pozwalają na stosowanie paliw alternatywnych od H₂?



Reforming

Reforming to klasa reakcji termochemicznych, w których paliwo jest przekształcane, zwykle w mieszaninę gazów palnych zwanych gazami syntezowymi (gaz syntetyczny).

Reforming lekkich węglowodanów (metan, metanol, etanol itp.) oraz innych molekułów zawierających H₂, odbywa się w wysokiej temperaturze oraz z użyciem zwykłych materiałów jako katalizatorów (Fe, Ni, Cu).

Produktem tych reakcji jest gaz syntezowy bogaty w H₂ i CO, który jest idealną mieszanką gazową do zasilania ogniw SOFC i MCFC.

Tutaj, jako przykład, jest równanie dotyczące reformingu metanu za pomocą pary wodnej:

Parowy reforming metanu



High T ogniwa paliwowe: zalety

- Wysoka skuteczność w konwersji energii chemicznej na elektryczną (do ~70%).
- Możliwość wykorzystania różnych rodzajów paliw.
- Niskie emisje: no NO_x , związki siarki, sadza lub węglowodory cykliczne; emisje CO_2 są niższe niż w przypadku systemów konwencjonalnych ze względu na wyższą wydajność. W przypadku użytkowania czystego wodoru jako paliwa są zerowe.
- Nadmiar ciepła wytwarzany przez system można wykorzystać do celów grzewczych.
- Brak ruchomych części zapewnia niski poziom hałasu.
- Wysoka sprawność niezależna od wielkości systemu: idealne do rozproszonego wytwarzania energii i tworzenia mikrosieci.

Wysokotemperaturowe ogniwa paliwowe: wady

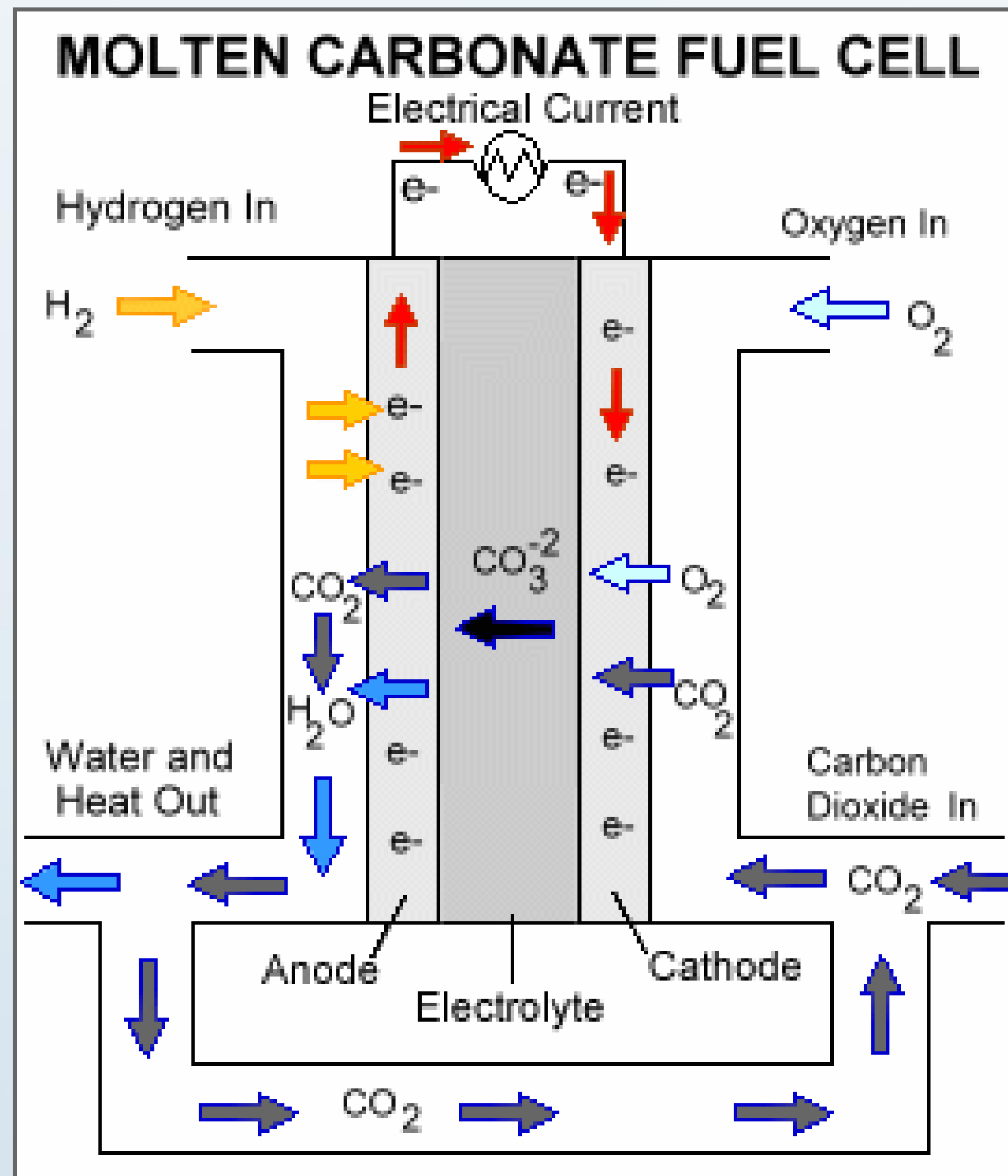
- Wysoki koszt: ze względu na fakt, że jest to nowa technologia, ceny spadną w momencie osiągnięcia masowej produkcji.
- Długość działania systemów musi się poprawić: niezbędne jest osiągnięcie odpowiedniej liczby godzin pracy, utrzymując degradację systemu na minimalnym poziomie.
- Należy poprawić stabilność systemu w przypadku paliw zawierających węgiel.

MCFC

Ogniwa paliwowe ze stopionym węglanem



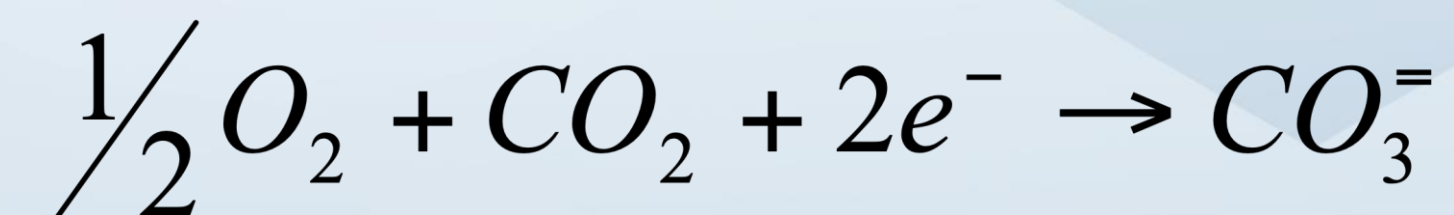
Ogniwa paliwowe ze stopionym węglanem



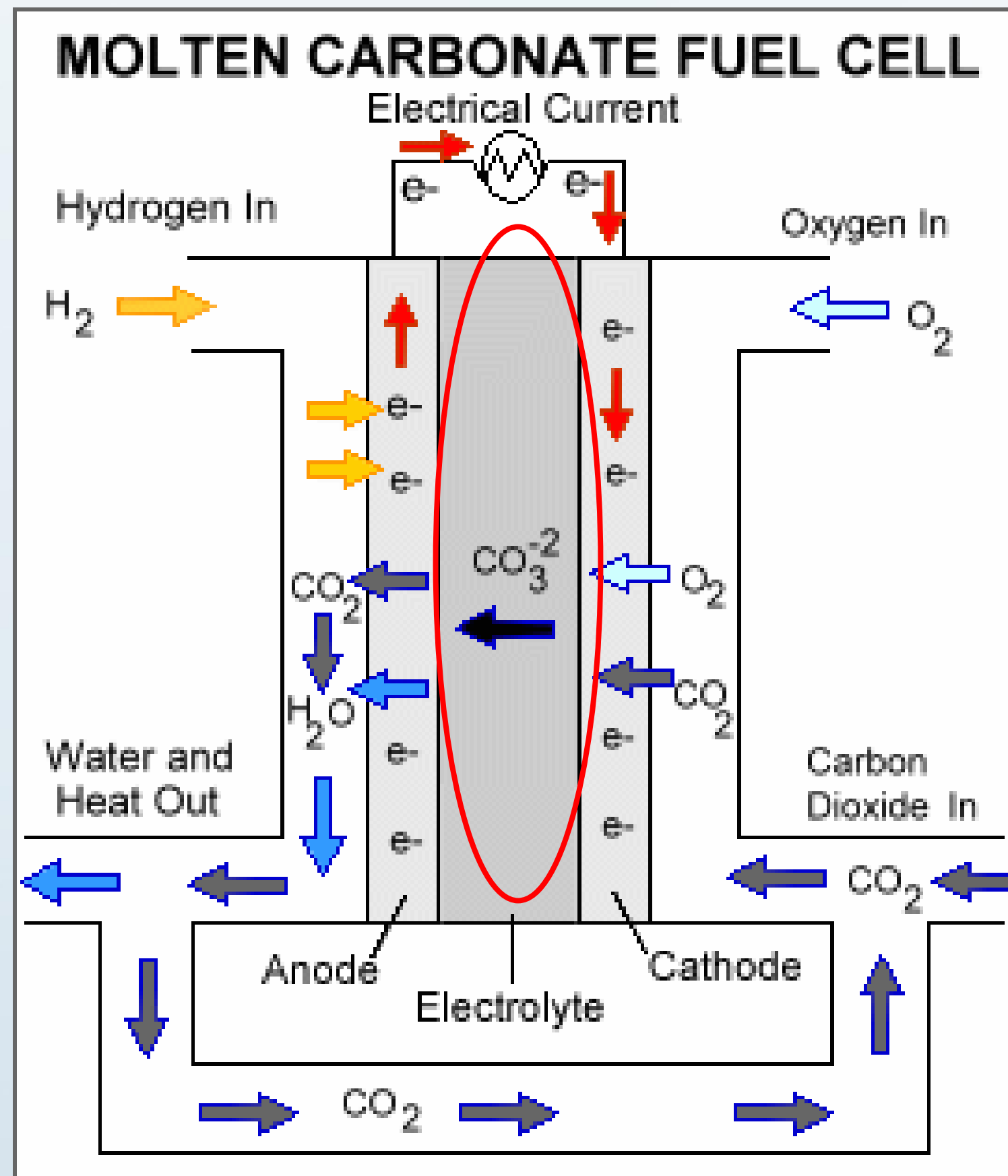
Anoda reakcja :



Katoda reakcja:



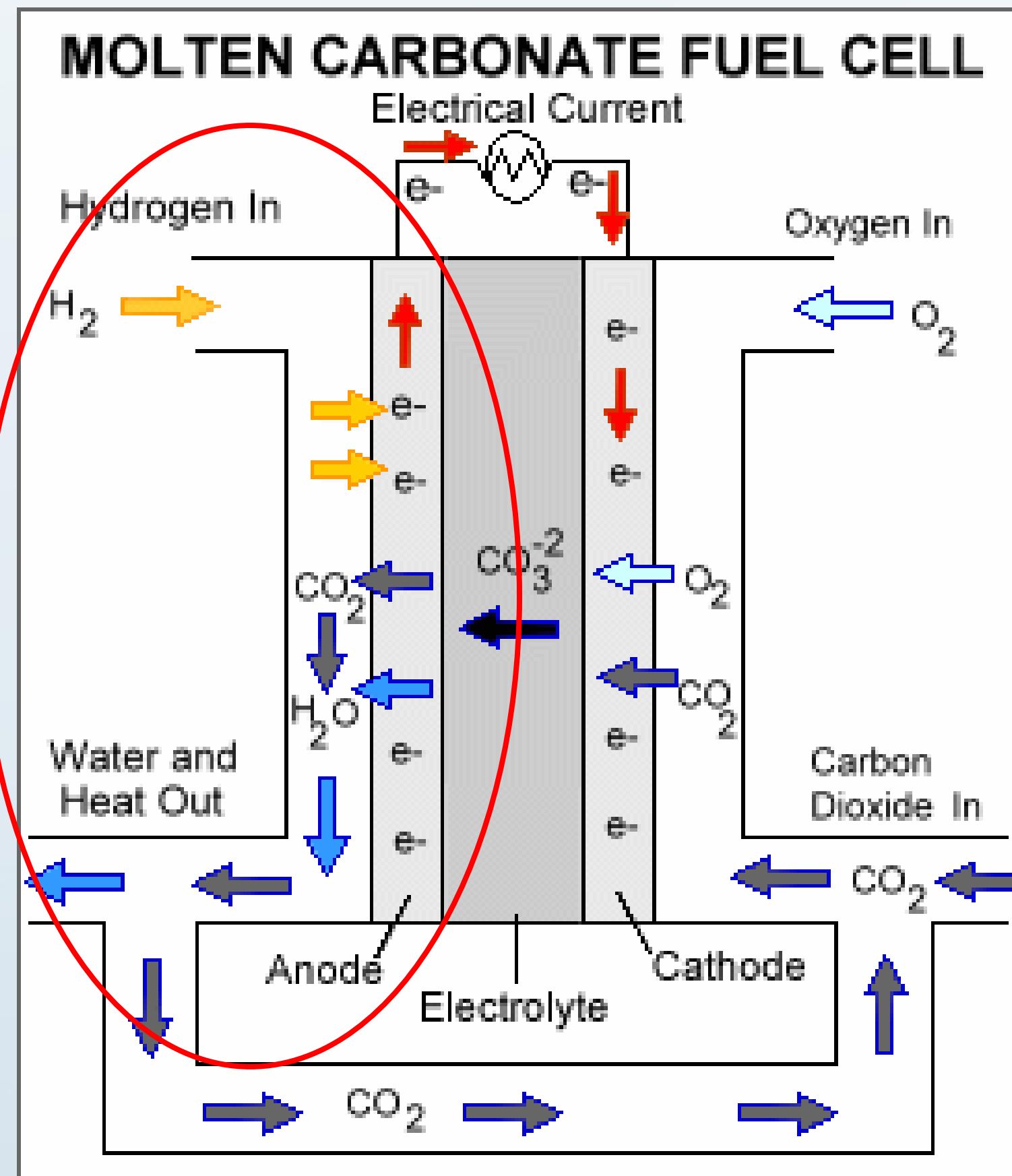
Ogniwa paliwowe ze stopionym węglanem



Electrolit

- Elektrolit jest zwykle połączeniem węglanów alkalicznych (Na oraz K), który są trzymane w ceramicznej matrycy LiAlO_2
- Ogniwo paliwowe operuje w temperaturach od 600°C do 700°C , gdzie węglany metali alkalicznych tworzą stopioną sól o wysokiej przewodności, a jony węglanowe zapewniają przewodnictwo jonowe. Jon który przepływa przez elektrolit to CO_3^{2-} , dlatego wymagany jest przepływ CO_2 na katodzie

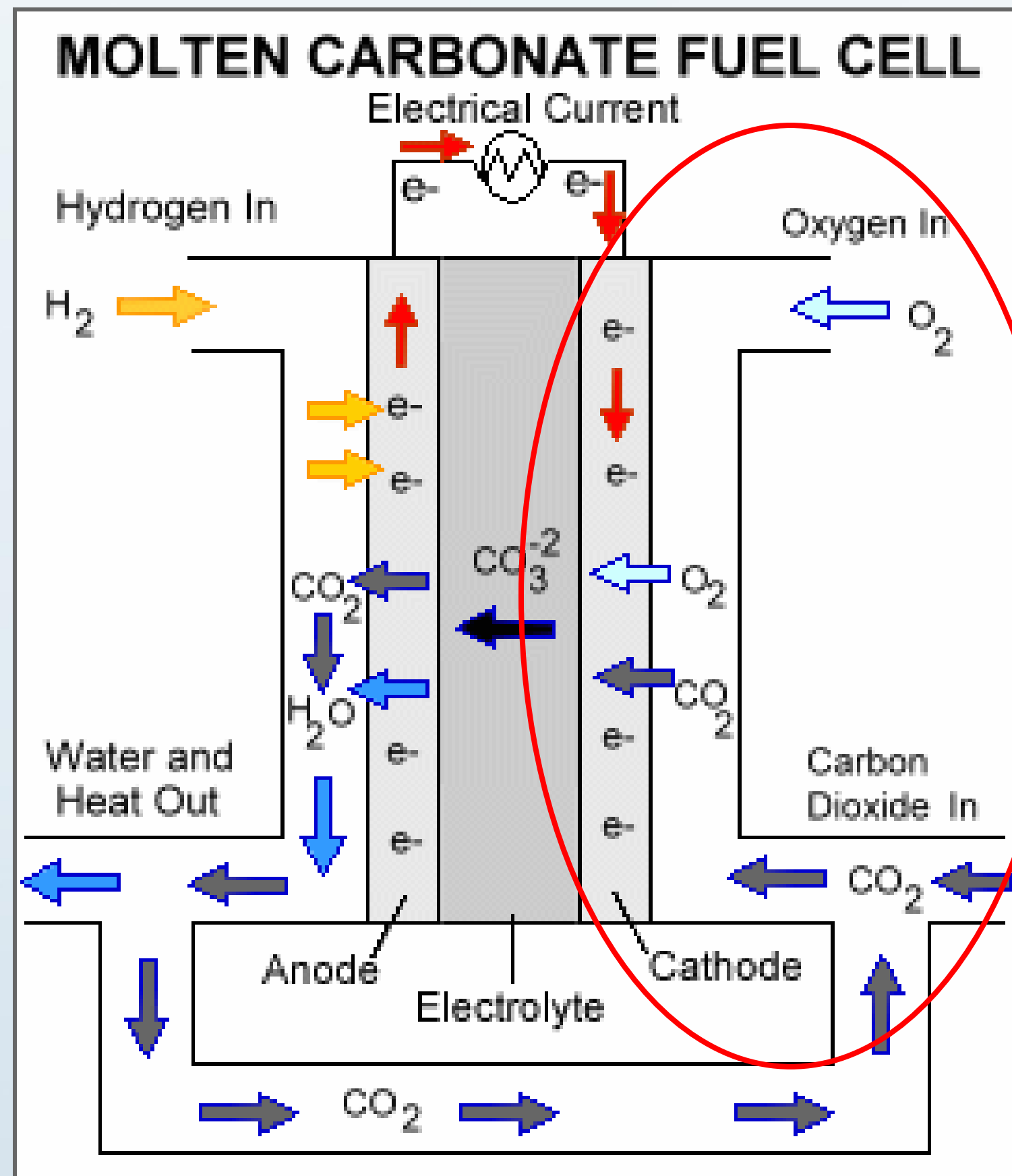
Ogniwa paliwowe ze stopionym węglanem



Anoda

- Ze względu na wysokie temperatury pracy nie są wymagane katalizatory szlachetne
- Elektroda składa się z porowatego metalu niklu
- Separację i sekwestrację / ponowne wykorzystanie CO_2 można łatwo przeprowadzić przez kondensację wody

Ogniwa paliwowe ze stopionym węglanem



Katoda

- Porowata elektroda jest zwykle wykonana z tlenku niklu (NiO).
- Do katody podawana jest mieszanina powietrza i CO_2

Zastosowanie CO_2 obecnego w strumieniu gazu sprawia, że MCFC idealnie się nadaje do wychwytywania dwutlenku węgla z gazów spalinowych bogatych w CO_2

Konstrukcje MCFC

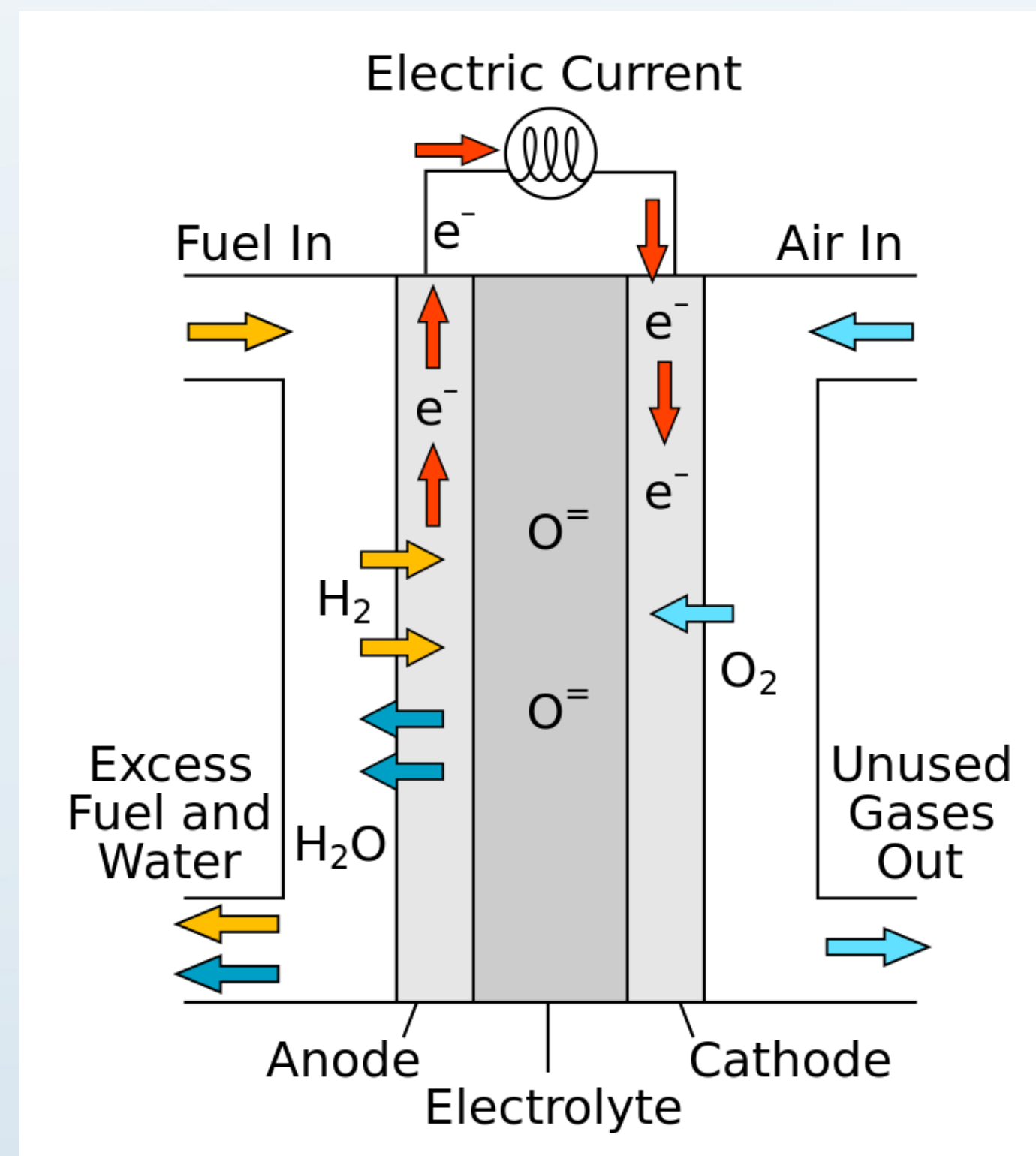
- Konstrukcja ogniwa MCFC jest planarna.
- Ogniwa MCFC wytwarzają mniejszą ilość prądu w porównaniu z innymi typami ogniw paliwowych. Przez niską gęstość mocy, wymagane są większe ogniwa, które bardziej nadają się do stacjonarnej produkcji energii.
- Matryca jest elastyczna i odporna na naprężenia mechaniczne, co pozwala na produkcję ogniw o dużej powierzchni.
- Oprócz H_2 , można zastosować inne paliwa (CH_4 , CO , CH_3OH).

SOFC

Ogniwo Paliwowe ze Stałym Tlenkiem



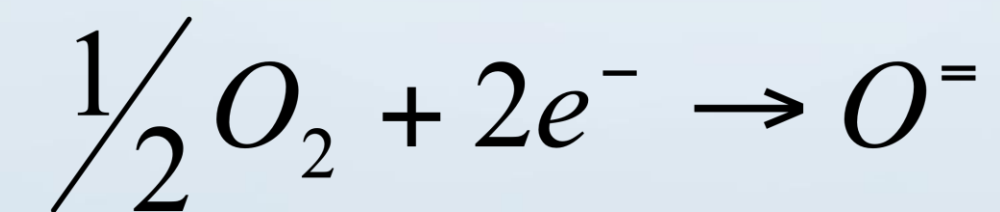
Ogniwo paliwowe ze stałym tlenkiem



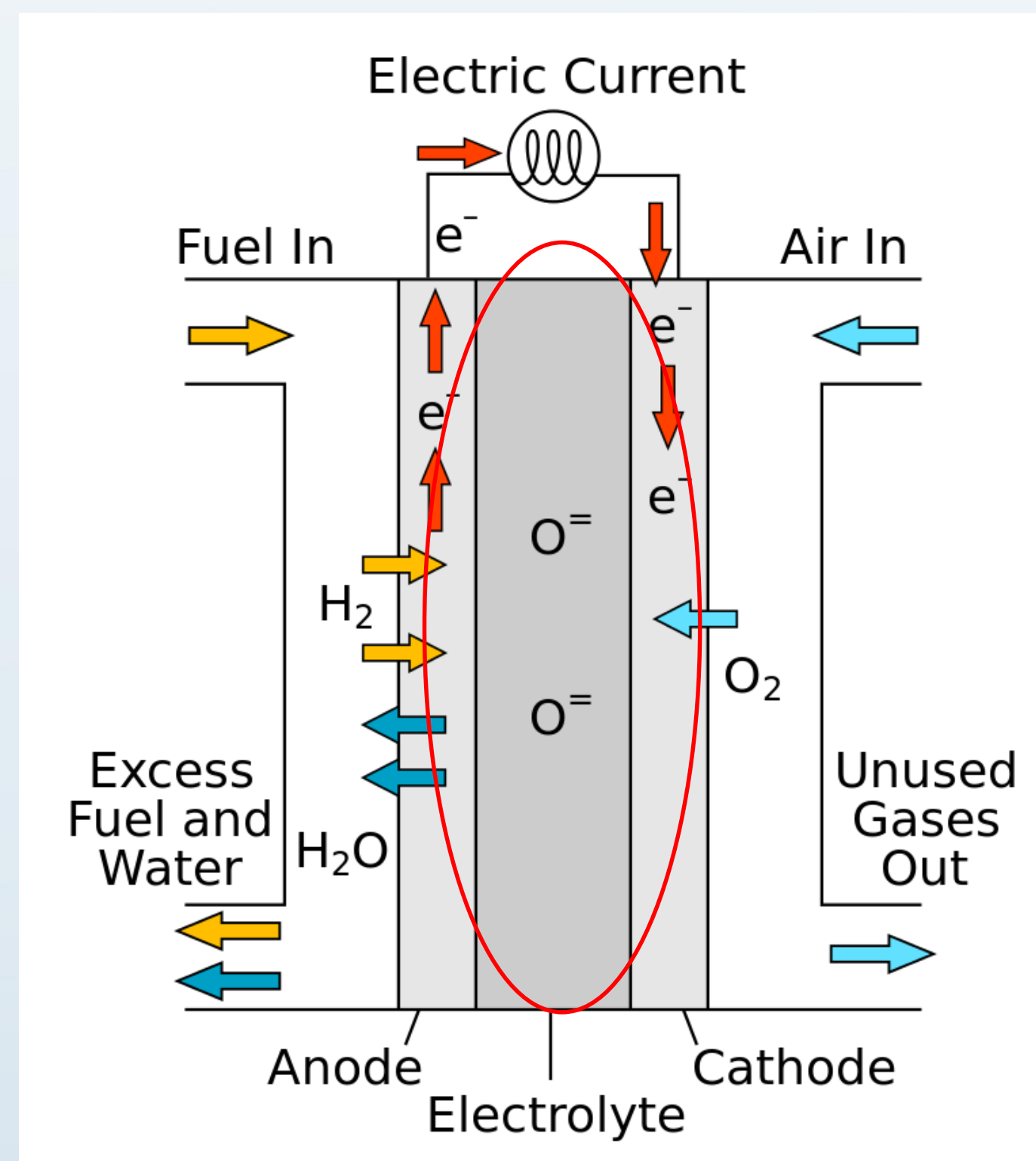
Anoda reakcja:



Katoda reakcja:



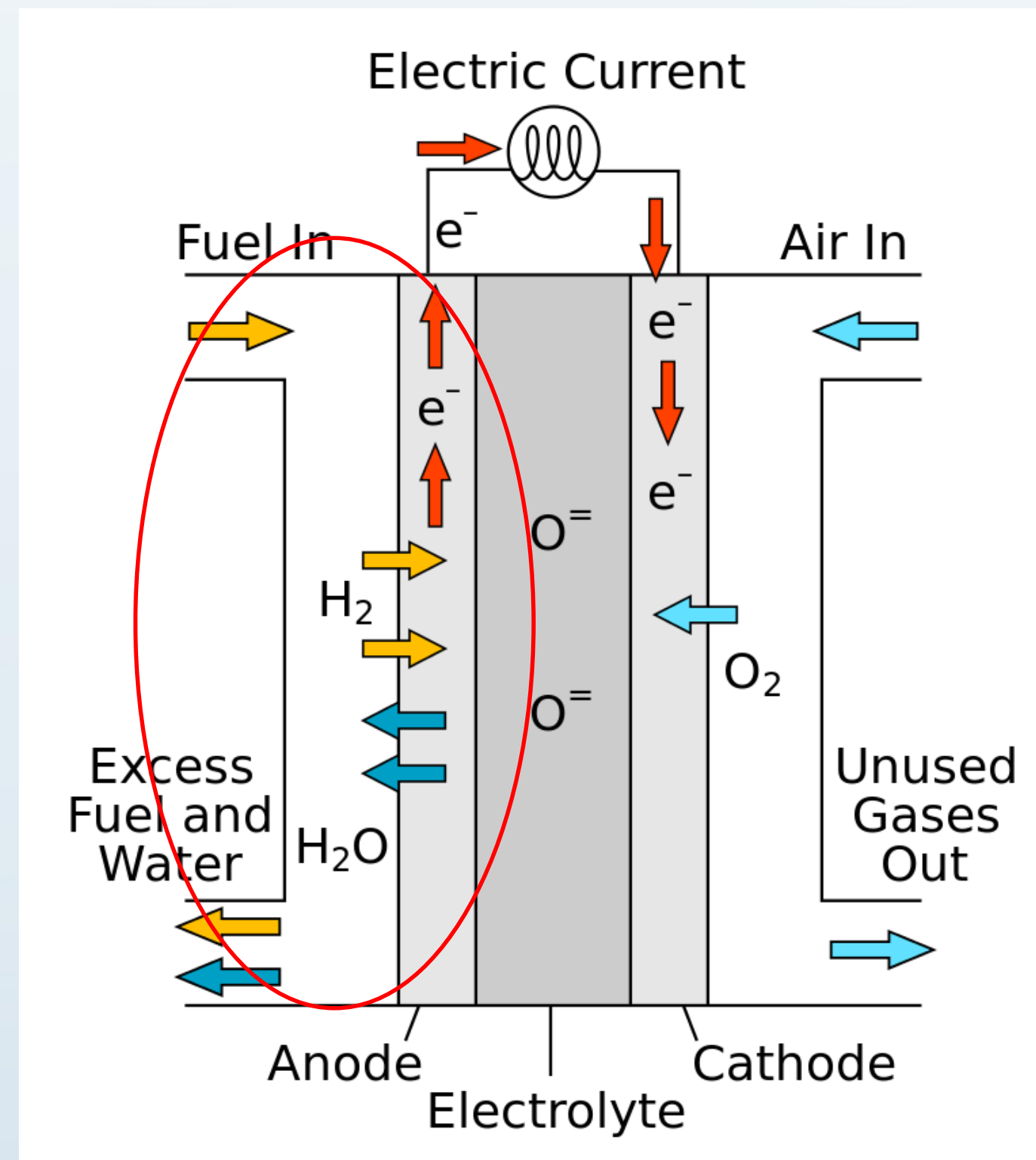
Ogniwo paliwowe ze stałym tlenkiem



Elektrolit

- Elektrolit to gęsta ceramika, zwykle YSZ (Yttria Stabilized Zirconia) lub GDC (Gadolinia doped Ceria). Brak porów pozwala uniknąć problemów związanych z krzyżowaniem
- Ogniwo operuje w temperaturach 600°C do 900°C, Wysokie temperatury są niezbędne, aby uzyskać wysoką przewodność jonową i zmniejszyć straty energii, które są spowodowane przewodnictwem jonowym
- Jony przepływające przez elektrolit to O^{2-} , w komorze gazu anodowego powstaje woda

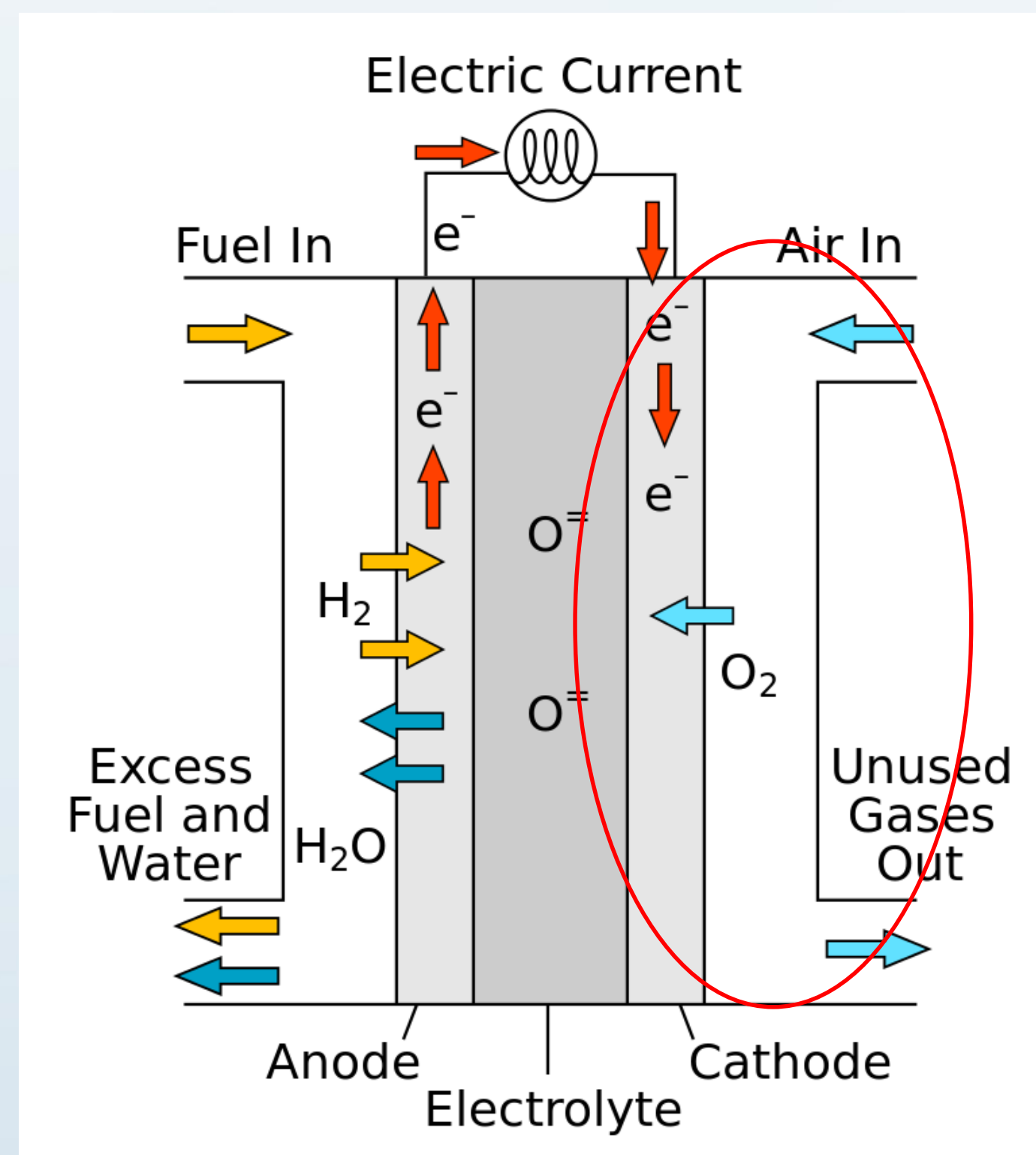
Ogniwo paliwowe ze stałym tlenkiem



Anoda

- Ze względu na wysoką temperature pracy nie są wymagane katalizatory szlachetne.
- Anoda to zwykle porowaty cermetal (mieszanina ceramiki i metalu), a mianowicie Ni + YSZ (nikiel + ZrO_2)

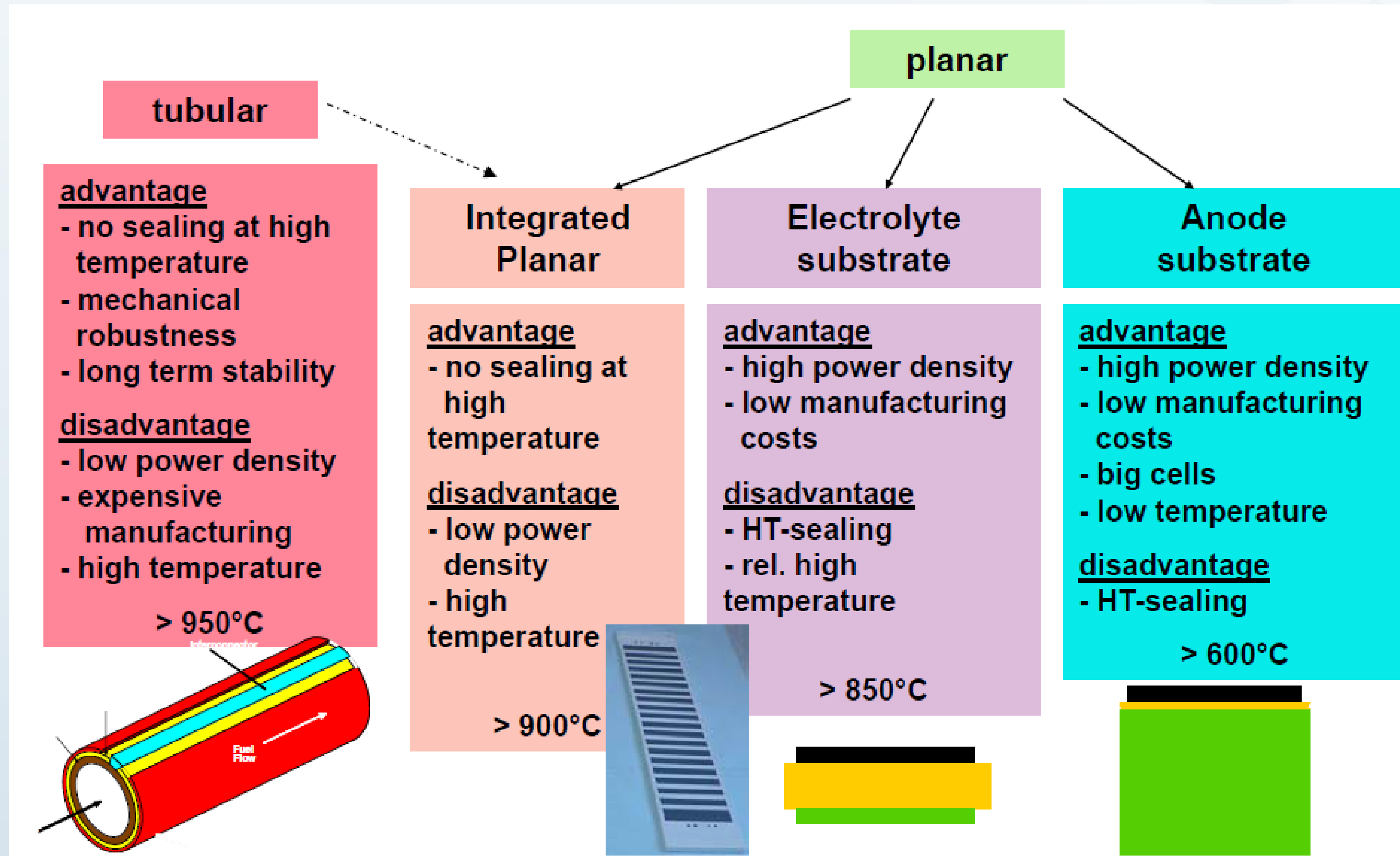
Ogniwo paliwowe ze stałym tlenkiem



Katoda

- Materiał katody to mieszanina tlenków o krystalicznej strukturze i składzie, dzięki czemu są dobrymi przewodnikami elektronicznymi..
- Dwa najczęściej używane materiały to LSM (Lantanum-Strontium Manganite) i LSCF (Lantanum-Strontium Cobalt Ferrite)
- Żadne metale szlachetne nie są wymagane, ale do tej pory nie można było uniknąć stosowania pierwiastków ziem rzadkich do katalizowania reakcji tlenu.

Konstrukcje SOFC



Konstrukcje SOFC

- W najnowocześniejszych stosach ogniwa SOFC są bardzo cienkie (0,3-1 mm) i płaskie.
- Preferowana konfiguracja to ASC (ogniwa obsługiwane przez anody). Zastosowanie grubej anody jako podparcia mechanicznego pozwala na zastosowanie cienkiego elektrolitu, który minimalizuje straty energii.
- Ogniwa SOFC wytwarzają prąd o wyższym napięciu niż MCFC, gęstość mocy jest wysoka, więc istnieje możliwość użytkowania kompaktowych stosów.
- Właściwości mechaniczne ogniw oraz konieczność wytwarzania bardzo cienkich warstw utrudniają wytwarzanie wielkogabarytowych SOFC.
- Można stosować inne paliwa niż H_2 np. CH_4 , CO , CH_3OH , NH_3 .