

# CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

por Energy Observer



## I COMBUSTÃO DE DIIDROGÊNIO

### 1 · ENERGIA QUÍMICA

Moléculas de dióxigênio e dihidrogênio estão ligadas por ligações O=O e H-H. Essas ligações retêm muita energia chamada energia química.

### 2 · PRODUZINDO ÁGUA

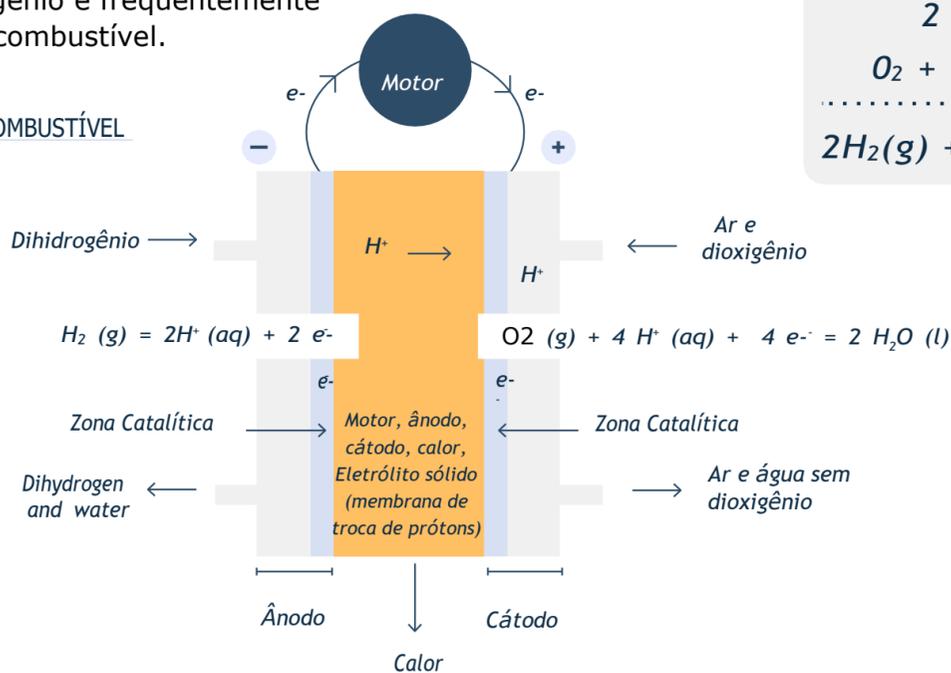
#### A. EQUAÇÃO DA REAÇÃO

O dióxigênio e o dihidrogênio reagem espontaneamente sem a necessidade de entrada de energia. O dióxigênio é um oxidante no par redox O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O; e o dihidrogênio é um redutor do par redox H<sub>2</sub>O/H<sub>2</sub>.

A reação de oxirredução entre o dióxigênio e o dihidrogênio em sua forma gasosa é chamada de combustão do dihidrogênio.

O di-hidrogênio é, portanto, o combustível nesta reação: a célula de combustão de hidrogênio é frequentemente chamada de célula de combustível.

#### B. DIAGRAMA DA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL DE HIDROGÊNIO



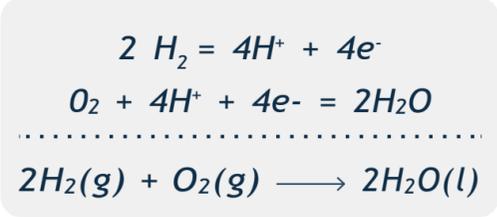
**ÂNODO**  
Oxidação do dihidrogênio H<sub>2</sub> em íons H<sup>+</sup>

**CÁTODO**  
Redução de dióxigênio O<sub>2</sub> na água H<sub>2</sub>O

Energia Elétrica

Dihidrogênio e dióxigênio  
Energia Química

ÁGUA  
Energia Química



### 3. ENERGIA QUÍMICA DO DIIDROGÊNIO

A molécula de dihidrogênio H<sub>2</sub> possui energia química contida na ligação H-H. O mesmo se aplica à ligação O=O da molécula de dióxigênio O<sub>2</sub>.

A recombinação dos átomos de oxigênio e hidrogênio contidos nas moléculas de dióxigênio O<sub>2</sub> e dihidrogênio H<sub>2</sub> resultou na criação da molécula de água H<sub>2</sub>O e na liberação de energia elétrica.

### 2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética R de uma célula a combustível de hidrogênio é igual à razão entre a energia elétrica gerada e a energia química fornecida pelo hidrogênio.

Ligações	Energia de dissociação de ligação (kJ/mol)
H-H	435
O-H	460
O=O	497

Energia Elétrica E<sub>2</sub>

Dihidrogênio e dióxigênio  
Energia Química

ÁGUA  
Energia Química

$$R = \frac{E_2}{E_1} \times 100$$

## II DESENVOLVIMENTOS E DESEMPENHOS TECNOLÓGICOS

A Toyota desenvolveu uma célula de combustível especificamente para as necessidades do Energy Observer, o primeiro navio movido a hidrogênio.

Na França, a primeira célula de combustível "marítima" movida a hidrogênio foi instalada a bordo do Energy Observer em 2017, permitindo que o navio navegasse com total autonomia energética pela França, depois pela Europa e até o Círculo Polar Ártico em 2019. Para esta primeira viagem entre 2017 e 2019, o navio utilizou uma célula de combustível projetada em colaboração com a CEA (Comissão Francesa de Energia Atômica e Alternativa). Esta célula de combustível feita sob medida poderia gerar uma potência de 30 kW. Esta primeira unidade tecnológica fez maravilhas durante os primeiros dois anos das expedições do Energy Observer, no entanto, as necessidades energéticas do navio aumentaram à medida que mais tecnologias foram instaladas e testadas durante as navegações, exigindo também uma atualização da célula de combustível.

Reconhecendo esta necessidade, o Energy Observer contactou o fabricante japonês Toyota e sugeriu uma modificação das suas novas células de combustível - mais eficientes, mais potentes e mais compactas - para utilização no mar.

Engenheiros da Toyota e da EODev (subsidiária industrial da Energy Observer) colaboraram para criar o novíssimo REXH<sub>2</sub> (Range Extender Hydrogen), para permitir uma maior autonomia energética dos navios. O REXH<sub>2</sub> pode ser usado para propulsão ou para alimentar os sistemas de bordo, ou ambos.

O primeiro protótipo REXH<sub>2</sub> foi testado durante muitos meses pela Toyota na Bélgica, antes de ser instalado no navio.

