

# ENERGIA PULITA E IDROGENO

EDUCARE PER L'INNOVAZIONE  
SOSTENIBILE

Relatori: Simone Angioni, Antonio Ricca



# ENERGIA PULITA E IDROGENO

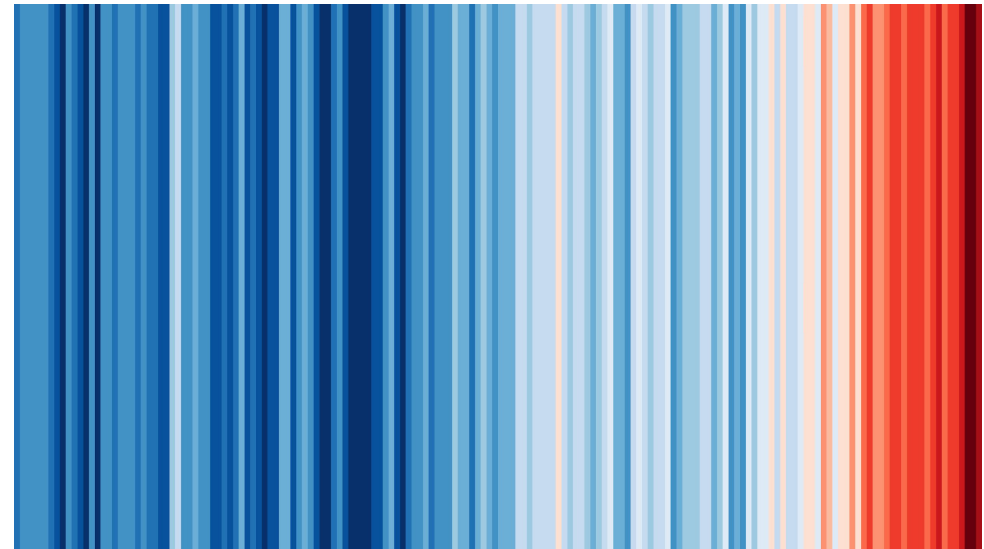
TECNOLOGIE E SFIDE NELLA  
TRANSIZIONE ENERGETICA: IL RUOLO  
STRATEGICO DELL'IDROGENO

Relatori: Simone Angioni, Antonio Ricca



# I cambiamenti climatici

I colori del cambiamento climatico  
dal 1850 al 2017



*Fonte: Ed Hawkins – Climate stripes*



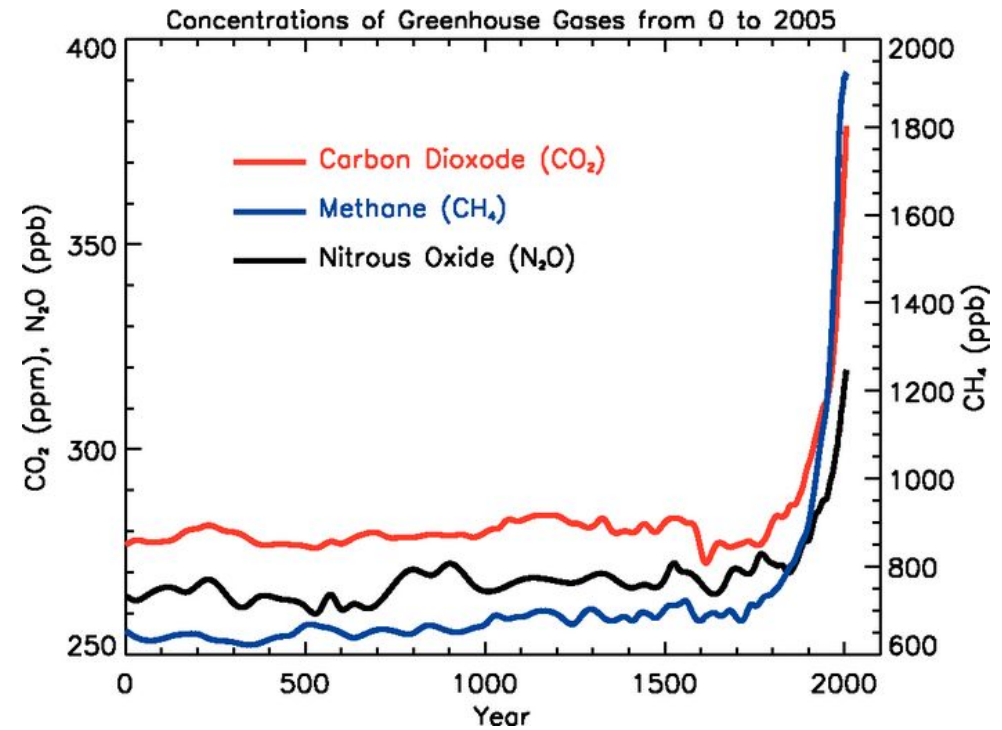
DEASCUOLA



ENEA

# I cambiamenti climatici

Il ruolo dell'uomo  
dall'anno 0 ad oggi



Fonte: IPCC – Concentrazione gas climalteranti



# La transizione energetica: un dizionario



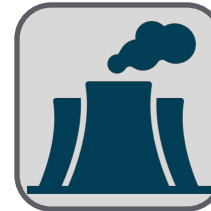
**Fonti sostenibili:** fonti di energia il cui impatto sul pianeta è trascurabile



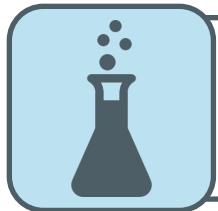
**Economia circolare:** approcci per ridurre l'uso delle risorse a favore di riciclo e riuso



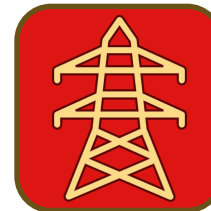
**Stoccaggio energia:** accumulo dell'energia prodotta in eccesso così da poterla utilizzare al bisogno



**Cattura del carbonio (CCS):** tecnologia per intrappolare la CO<sub>2</sub> prima dell'emissione in atmosfera



**Celle a combustibile:** tecnologia per convertire l'idrogeno in elettricità senza bruciarlo



**Elettrificazione:** processo volto a soppiantare la combustione di fonti fossili con l'elettricità



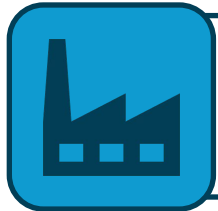
# Le emissioni di CO<sub>2</sub>



Energia per edifici 18%



Trasporti 16%



Industria 31%



Agricoltura e allevamento 18%



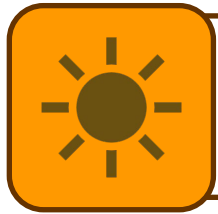
Rifiuti 3%



Altro 14%



# Le fonti sostenibili



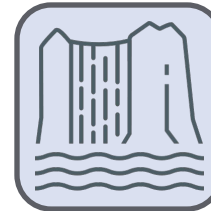
Sole



Vento



Uranio



Acqua



Geotermia



DEASCUOLA



ENEA

# Fonti primarie di energia

Sorgenti energetiche **presenti in natura** in una forma **direttamente utilizzabile dall'uomo**, senza la necessità di essere sottoposte a trasformazioni



Petrolio, Gas naturale,  
Carbone, Energia nucleare



Eolico, Solare,  
Geotermico, Onde e maree



Biomassa



# Fonti secondarie di energia

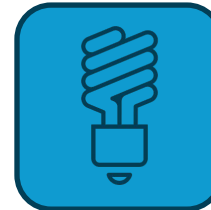
Sorgenti energetiche che derivano da una **trasformazione** delle fonti primarie attraverso processi dedicati



Carburanti liquidi, solidi e gassosi



Biocombustibili



Energia elettrica



Calore

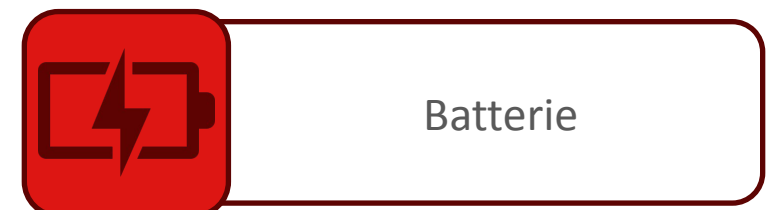
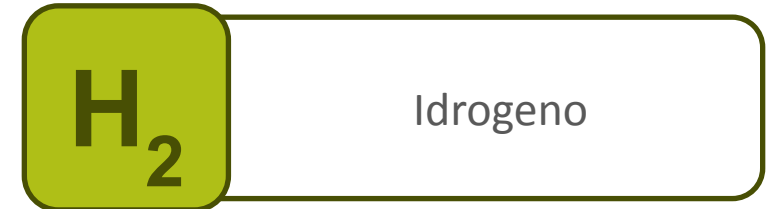
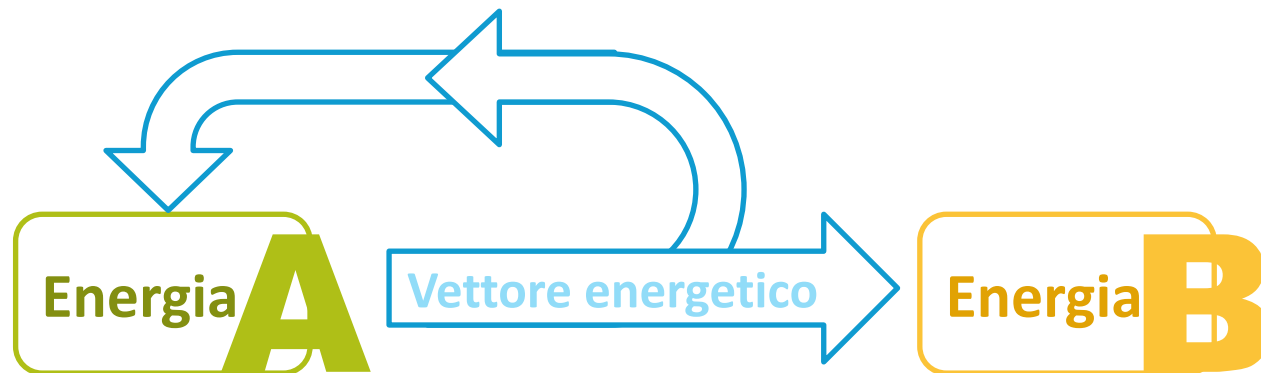


# Vettore energetico

Sostanza o fenomeno utilizzato per trasferire energia

Un vettore energetico:

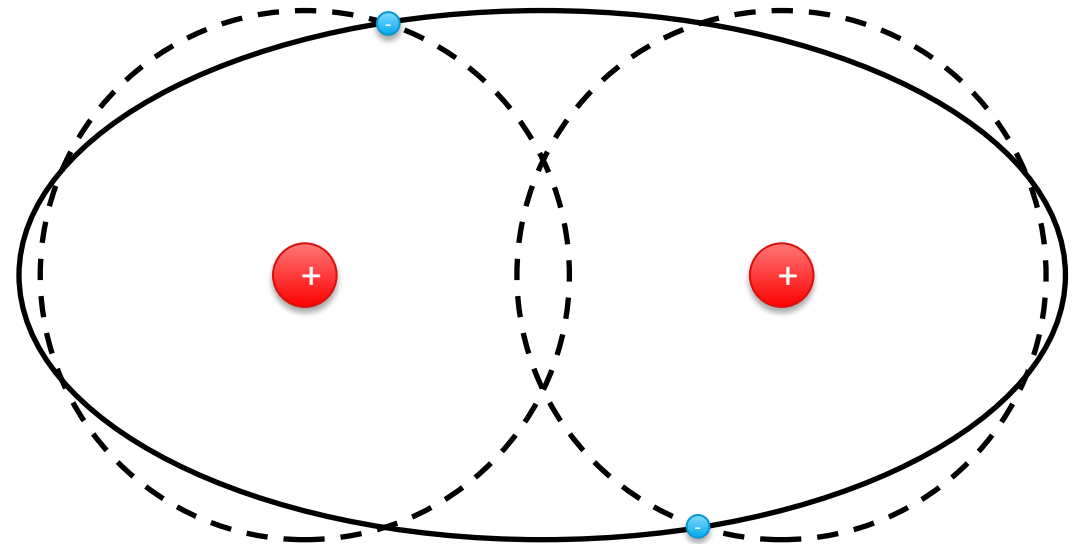
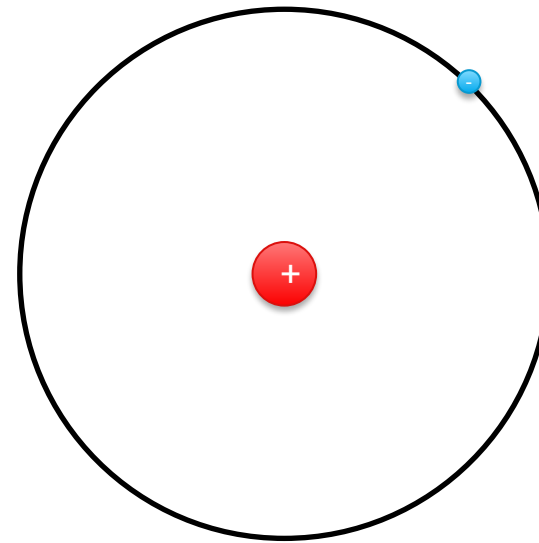
- Può **accumulare energia** per **rilasciarla** in un **secondo momento**
- Può **trasferire energia** da un luogo all'altro



H<sub>2</sub>

# L'elemento idrogeno

- Elemento più abbondante nell'universo
- Primo elemento della tavola periodica
- Struttura atomica semplice



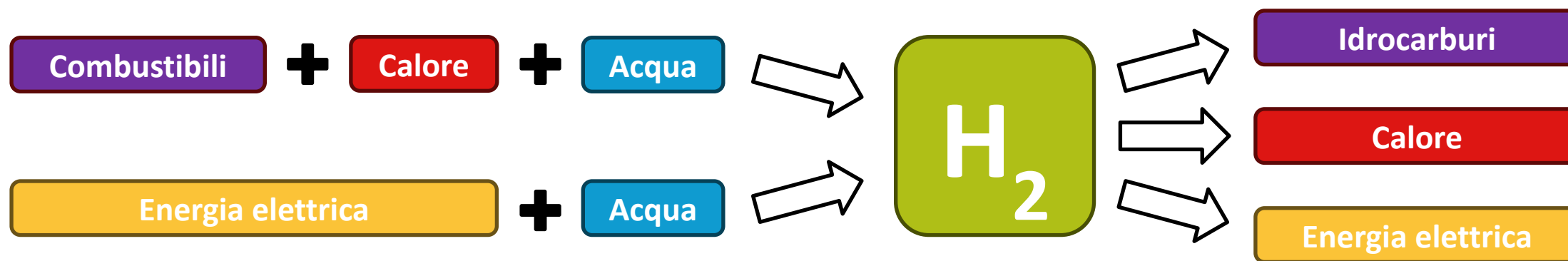
# Idrogeno come vettore energetico

Può essere prodotto da:

- Gli **idrocarburi** (o suoi derivati)
- Dalla **scissione dell'acqua**

Può generare:

- **Calore**
- **Energia elettrica**
- **Idrocarburi**



DEASCUOLA



ENEA

# I colori dell'idrogeno

 Da fonti fossili

 Da fonti rinnovabili

 Da fonti fossili con CCS

 Da carbone

 Da nucleare

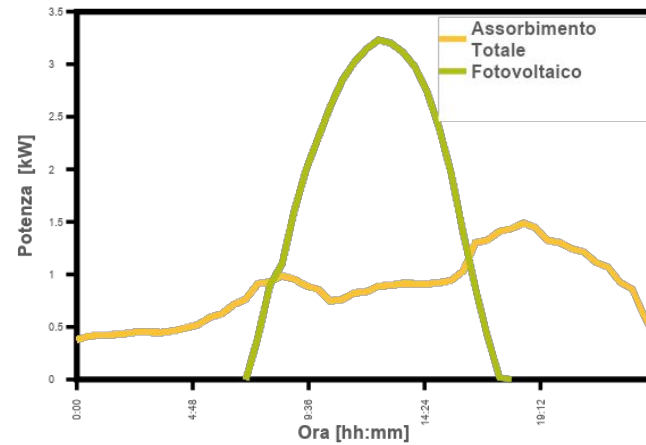
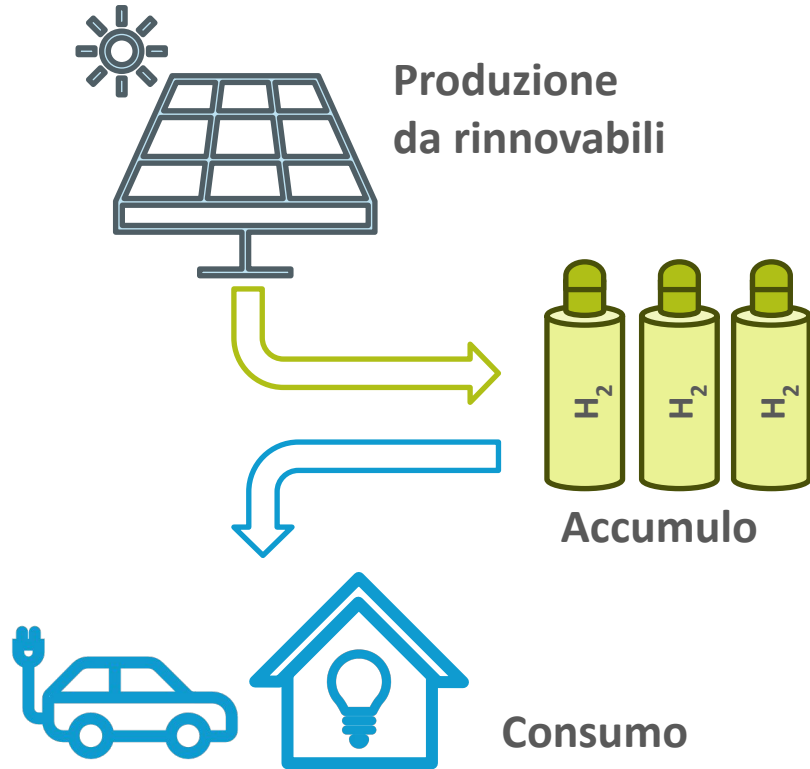


# L'utilizzo dell'idrogeno

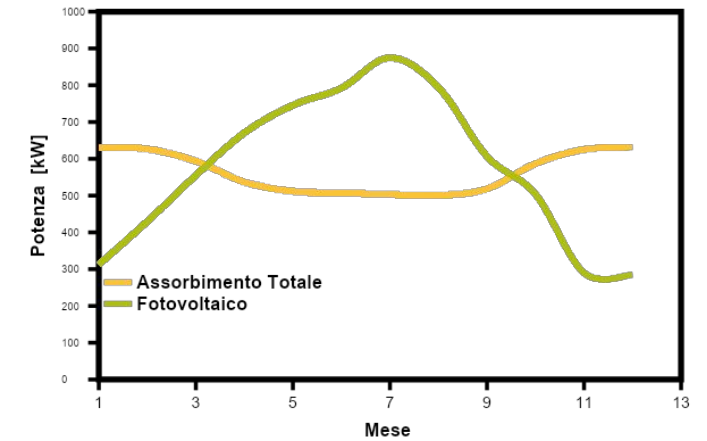
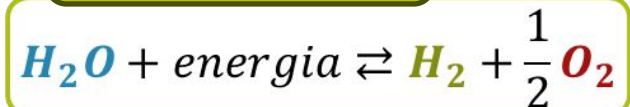
- Produzione materiali
- Produzione sostanze chimiche
- Settore petrolchimico
- **Generazione di calore**
- **Generazione di energia elettrica**



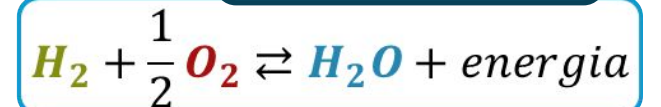
# L'idrogeno e la transizione energetica



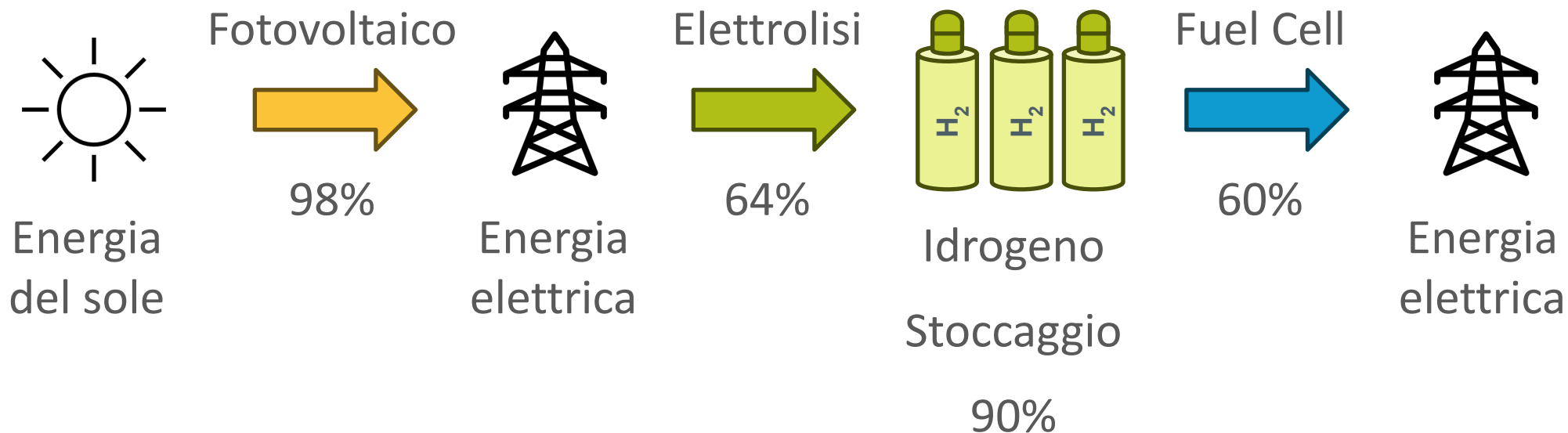
**Elettrolisi**



**Fuel Cell**



# Ciclo idrogeno: Efficienza



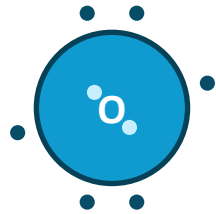
**Efficienza globale < 34%**



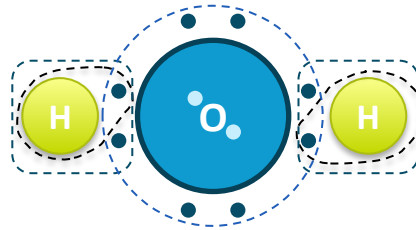
# Elettrolisi dell'acqua: la molecola H<sub>2</sub>O



Idrogeno  
1 p<sup>+</sup> - 0 n - 1 e<sup>-</sup>



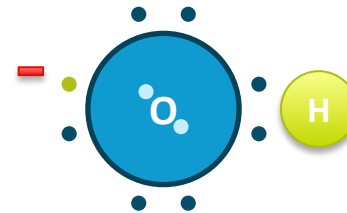
Ossigeno  
8 p<sup>+</sup> - 8 n - 8 e<sup>-</sup>



Acqua (H<sub>2</sub>O)  
10 p<sup>+</sup> - 8 n - 10 e<sup>-</sup>



H<sup>+</sup>  
1 p<sup>+</sup> - 0 n - 0 e<sup>-</sup>



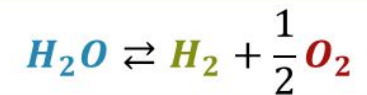
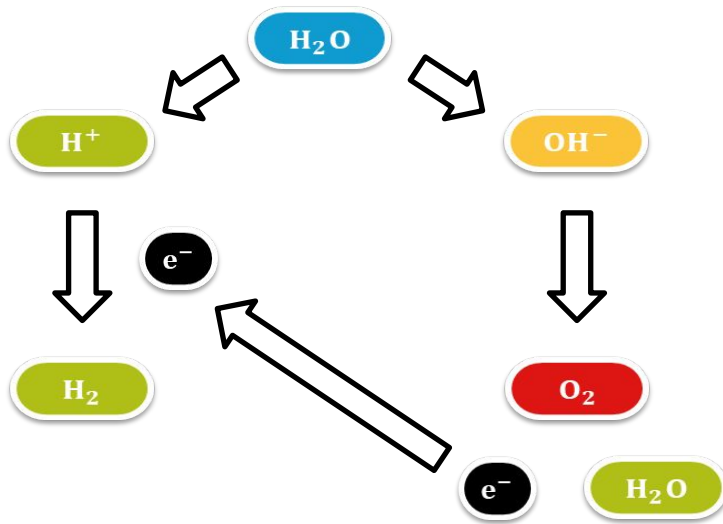
OH<sup>-</sup>  
9 p<sup>+</sup> - 8 n - 10 e<sup>-</sup>



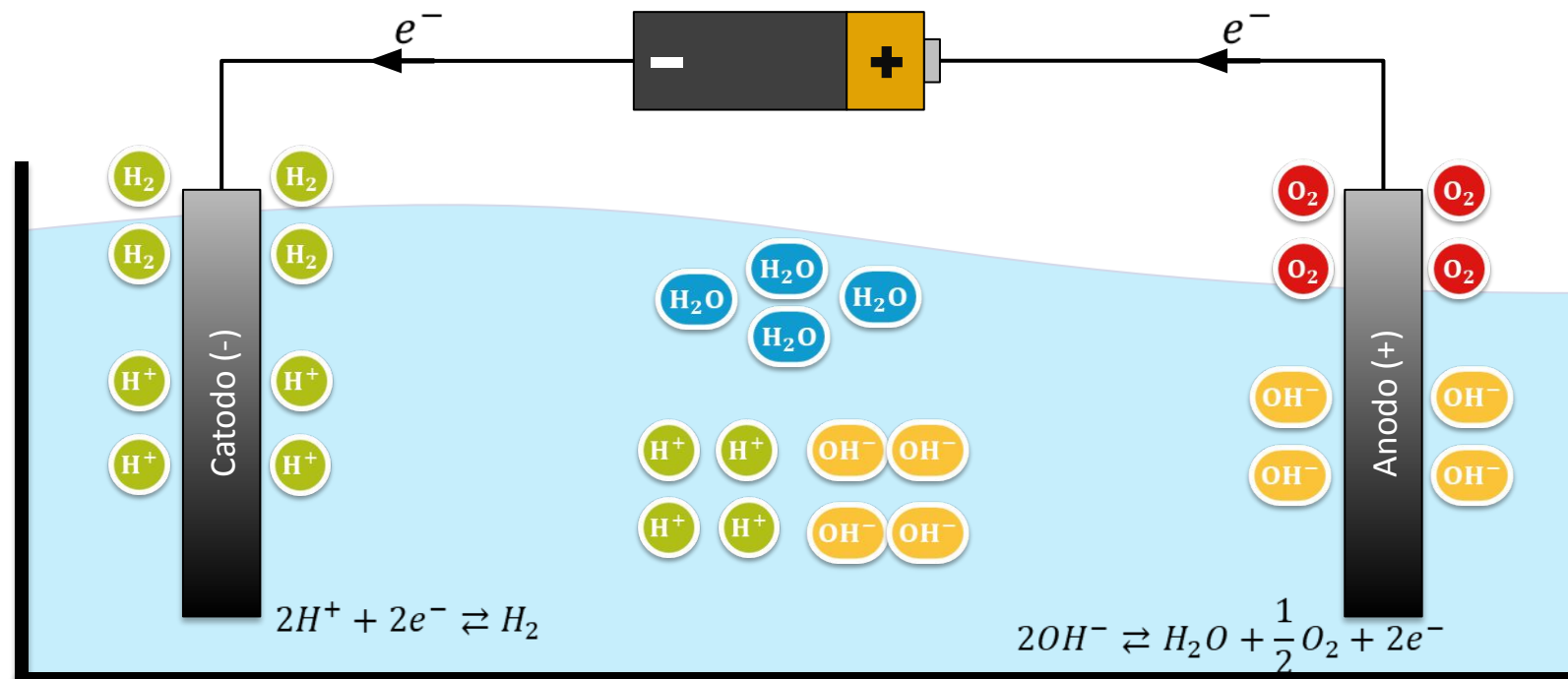
DEASCUOLA



# Elettrolisi dell'acqua



# Il bagno elettrolitico



# Stoccaggio dell'idrogeno

L'idrogeno è in fase gassosa  
Rispetta la Legge dei gas

Il **volume** che occupa dipende dalla  
sua **temperatura** e dalla sua **pressione**

**1 kg** di idrogeno occupa circa **12 m<sup>3</sup>**

$$p \cdot V = \frac{m \cdot R \cdot T}{pM} \Rightarrow V = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot pM}$$

- $p$  = pressione del gas [bar]
- $V$  = volume occupato del bar [m<sup>3</sup>]
- $m$  = massa del gas [g]
- $T$  = temperatura [K = °C + 273]
- $pM$  = massa molare [g/mol]
- $R$  = costante dei gas = **8.314 \* 10<sup>-5</sup> bar m<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**



# Metodi di stoccaggio dell'idrogeno

	Principio	Vantaggi	Svantaggi
<b>Compressione</b>	Elevate pressioni di stoccaggio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Riduzione del volume occupato</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Costi compressione e del materiale</li><li>• Massa del recipiente</li><li>• Sicurezza</li></ul>
<b>Liquefazione</b>	Raffreddamento a - 253°C	<ul style="list-style-type: none"><li>• Riduzione del volume (fino a 1/1000)</li><li>• Basse pressioni</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alti costi</li><li>• Perdite per evaporazione</li><li>• Sicurezza</li></ul>
<b>Idruri metallici</b>	Legame chimico con leghe metalliche	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maggiore capacità</li><li>• Elevata sicurezza</li><li>• Basse pressioni</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gestione termica</li><li>• Alti costi di acquisto</li><li>• Ciclo di vita</li></ul>

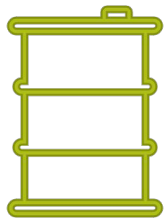


# Stoccaggio dell'idrogeno: Confronto

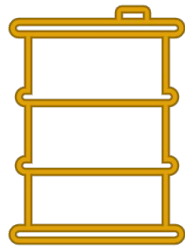
4 kg H<sub>2</sub>

560 MJ<sub>therm</sub>

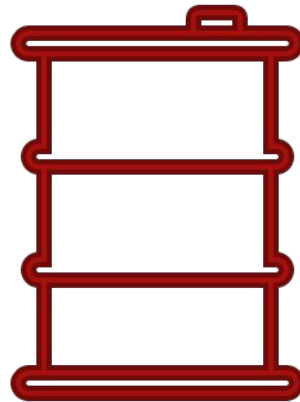
72 kWh<sub>e</sub>



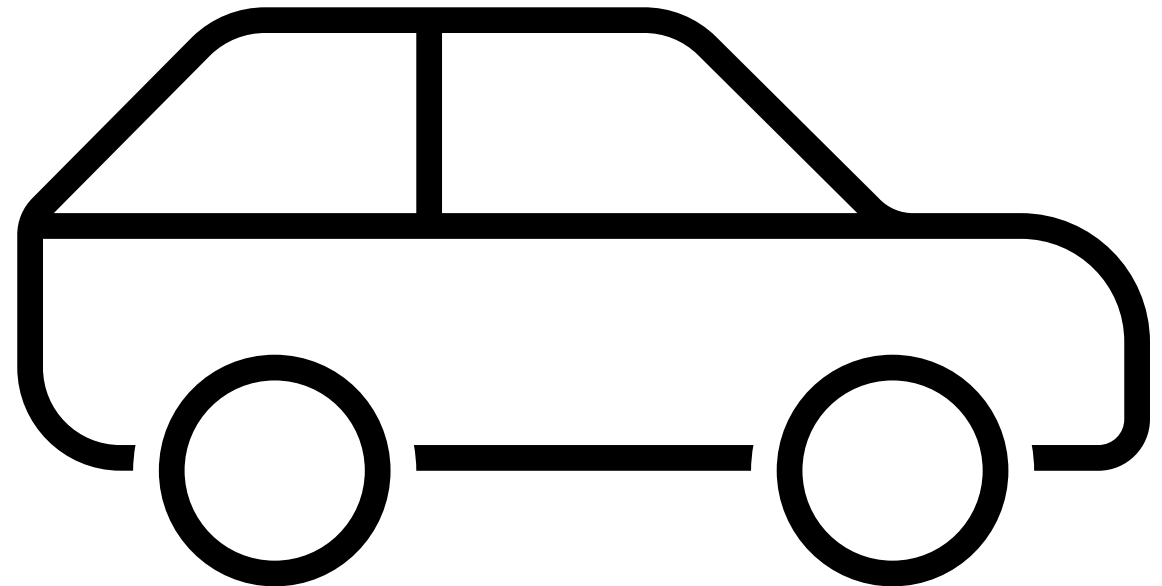
Idruri metallici  
A<sub>2</sub>BH



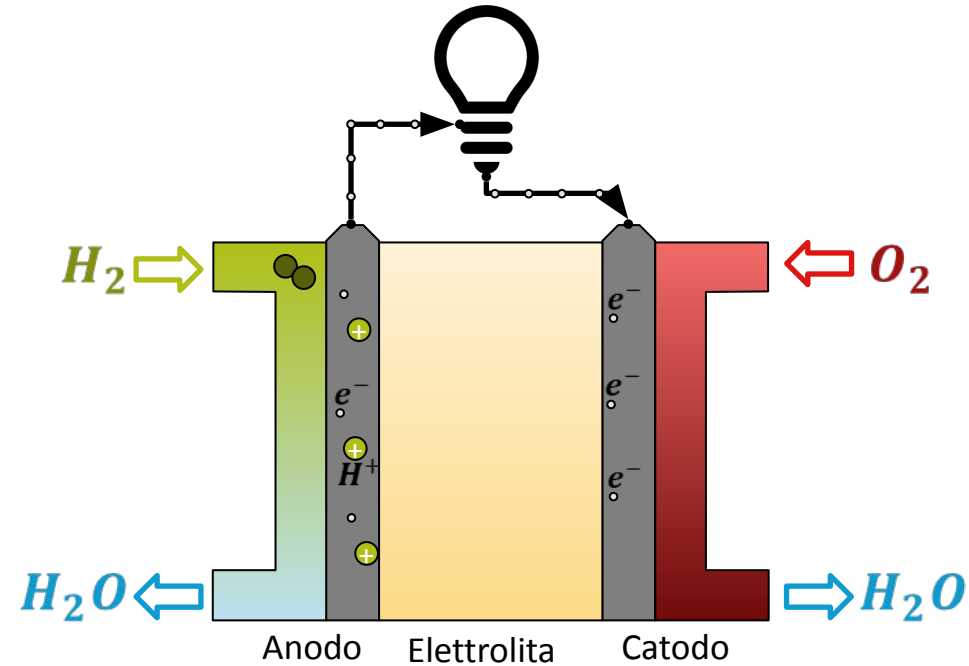
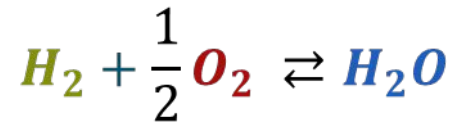
Liquefazione  
-253°C



Compressione  
250 bar



# Celle a combustibile



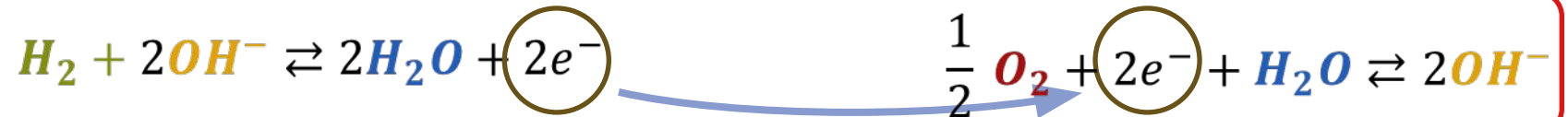
Ossidazione

Riduzione

Celle PEM

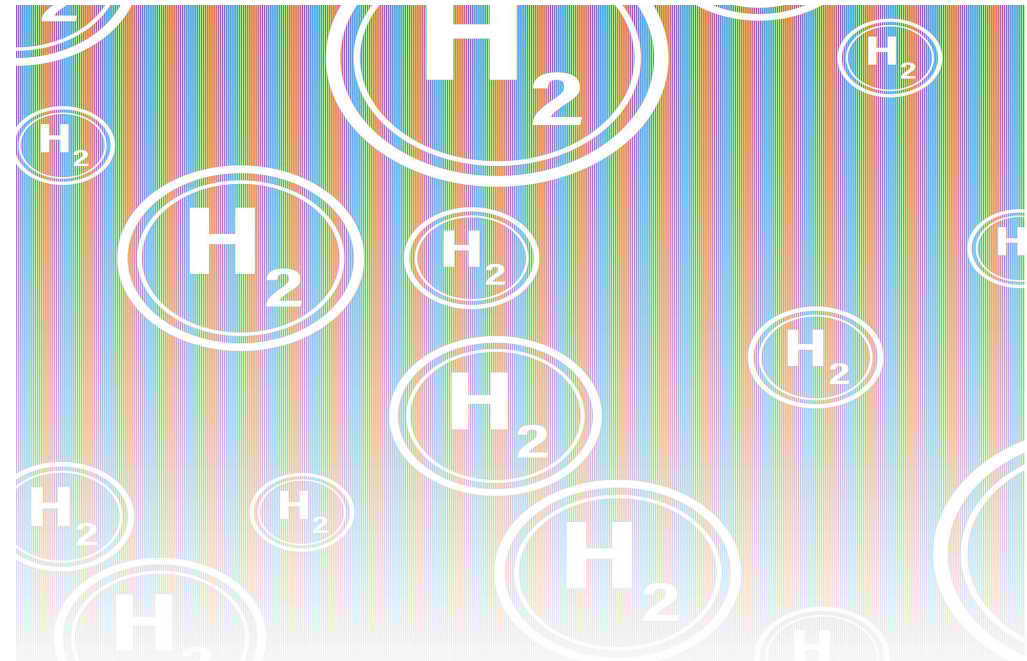


Celle Alcaline



# Tiriamo le somme

- L'idrogeno è un vettore promettente per il futuro, ma ha dei limiti con cui dobbiamo fare i conti
- Per produrre idrogeno sostenibile serve elettricità. La sfida maggiore nel prossimo futuro sarà aumentare la produzione di elettricità diminuendo l'uso di fonti fossili
- L'economia dell'idrogeno è trasversale su diversi ambiti del sapere. La chimica è forse il più scontato, ma serviranno competenze in ambito ingegneristico, fisico, matematico ed economico



# ENEA - Laboratorio di Smart Grid e Reti Energetiche (SGRE)

- Attività di studio, analisi, ricerca e sviluppo di tecnologie, metodologie e dispositivi per le applicazioni nelle reti intelligenti
- Particolare attenzione all'integrazione delle fonti rinnovabili
- Il laboratorio SGRE annovera competenze di alto profilo tecnico-scientifico tra cui: Ingegneri elettrici, elettronici, energetici, chimici, informatici e tecnici specializzati in informatica e micro-elettronica



DEASCUOLA



ENEA



# Attività in classe: la transizione energetica

**Formato:** Video

**Durata:** 90 secondi

**Stile:** Divulgativo

**Target:** compagni/famiglia

**Obiettivo:** comunicare l'importanza della transizione energetica sostenibile

**Spunti:**

- Transizione significa cambiamento. Ogni cambiamento genera resistenza. E' bene comunicare non solo la necessità di cambiare, ma anche il vantaggio nel farlo.
- La teoria è bella, ma è fondamentale dare elementi pratici. Servono indicazioni chiare e concrete.
- Focus su un singolo aspetto. Meglio un messaggio chiaro che dieci tutti confusi insieme.
- Esempi pratici con ricadute quotidiane per rendere il messaggio più concreto.



DEASCUOLA



ENEA

# Grazie

# Spazio alle domande

# Attività in classe: la transizione energetica

<https://formazione.deascuola.it/energia-pulita-e-idrogeno/>

Webinar

ENERGIA PULITA E IDROGENO

**Il futuro dell'energia:  
idrogeno nelle smart grid**

23 Gennaio 2025, 17:00

con: Maria Valenti



Webinar

ENERGIA PULITA E IDROGENO

**L'intelligenza artificiale  
applicata alle reti  
energetiche**

20 Febbraio 2025, 17:00

con: Amedeo Buonanno



Webinar

ENERGIA PULITA E IDROGENO

**Il ruolo della ricerca per  
affrontare la transizione  
energetica**

15 Maggio 2025, 17:00

con: Viviana Cigolotti

