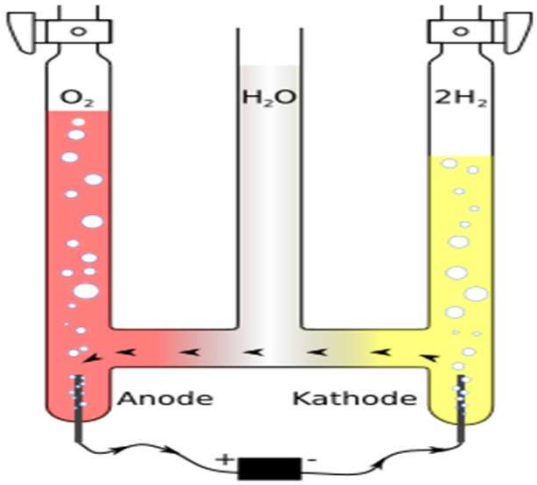
تخزين الطاقة المتجددة

1) التخزين الكيميائي
2) التخزين الميكانيكي
3) التخزين الحراري
4) التخزين الكهربائي
5) التخزين المغناطيسي

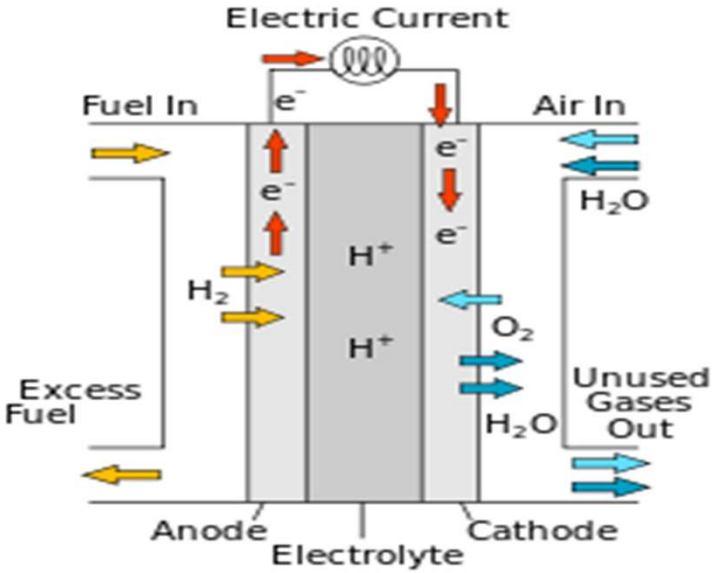
التخزين الكيميائي

التحليل الكهربي للماء

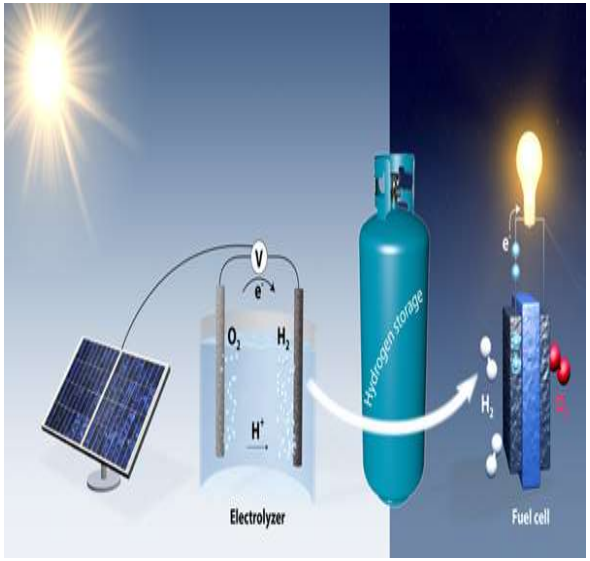


$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

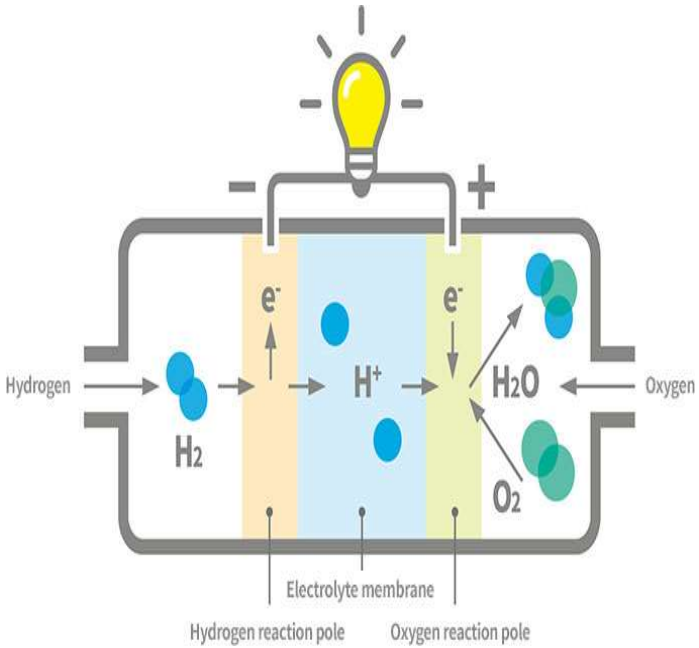
خلايا الوقود (Fuel cells)



$$2H_2O \rightleftharpoons 2H_2 + O_2$$



- اهم ما يُميّز خلايا الوقود عن البطاريات التقليدية أنَّ الأولى تعتمد في إنتاجها للكهرباء على اتحاد كلٍّ من غازي الأكسجين والهيدروجين اللذين يتم الحصول عليهما من مصادر خارجية أي لا تنتمي للخلية نفسها، بينما في البطاريات التقليديّة يحدث تفاعل كيميائي بين مكونات البطارية نفسها فتنتج طاقة تنتهي بمجرّد انتهاء المواد الكيميائيّة الموجودة فيها إلى أن تتمّ إعادة شحنها مرّة أخرى، على العكس من خلايا الوقود والتي لا تنتهي أو يتوقّف إنتاجها للكهرباء؛ لأنّ عناصرها تأتي من مصادر خارجية و لا تصدر عنها أيّ ملوثات؛ بل تكوّن كهرباء ومياه صالحة للشرب أيضاً، فتعتبر مصدراً نظيفاً للطاقة.



- **معادلات خلايا الوقود:**

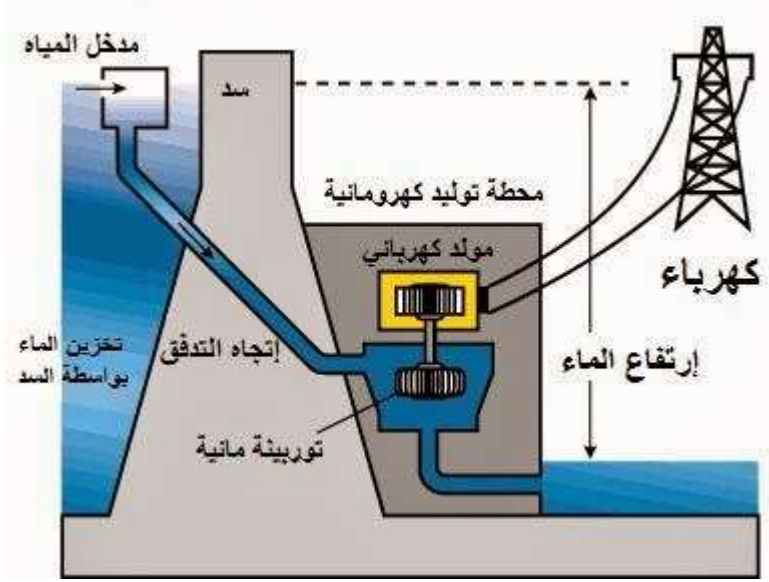
- *عند المصعد* $2H_2 + 2O^{2-} \rightarrow 2H_2O + 4e^-$
- *عند المهبط* $O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$
- *التفاعل الكلي* $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

- **كفاءة خلايا الوقود:**

$$\gamma = \frac{\Delta G}{\Delta H}$$

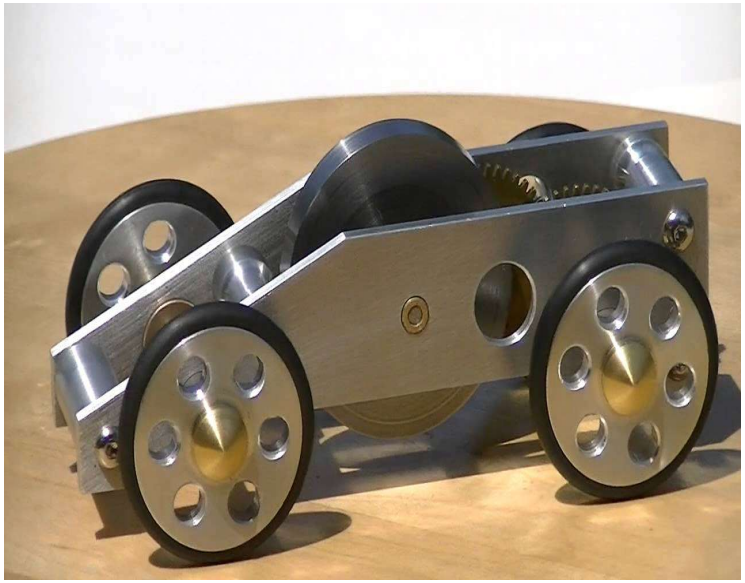
التخزين الميكانيكي

التخزين المائي (السدود والخزانات)

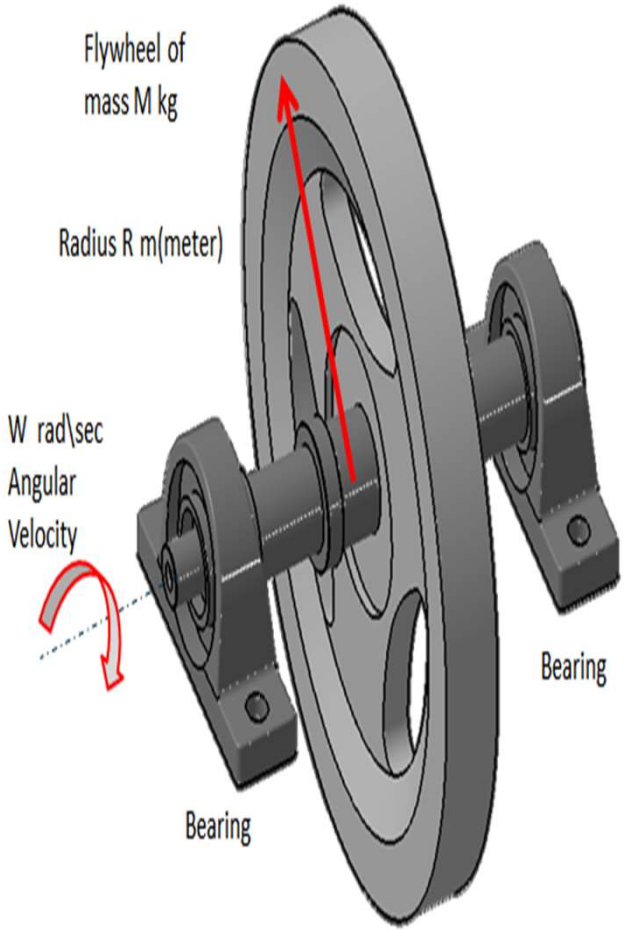


التخزين الميكانيكي (الحدافة Flywheel)

- الحدافة هي أحد صور التخزين الميكانيكي الذي تعتمد على استخدام طاقة الوضع وهي عبارة عن قرص ثقيل الوزن يستخدم كأداة ميكانيكية لها عزم قصور ذاتي كبير تستخدم كمُخزِّن للطاقة الدورانية، حيث تقاوم الحدافة التغيرات الناشئة في السرعة الدورانية، والتي تساعد على استقرار عمود الدوران عند التذبذب نتيجة عزم الدوران الناشئ عليها بسبب القوة المتولدة من المحرك، تستخدم أيضا الحدافة كمصدر للطاقة كنبضات في التجارب، يستطيع محرك صغير ان يزيد من تسارع الحدافة بين النبضات الحادثة، وتستخدم الحدافة بالطبع كمخزن للطاقة في السيارات.



مثال(1): حدافة قطرها 20 متر تدور بسرعة 50 لفة في الثانية وكتلتها 100 طن احسبي الطاقة التي يمكن ان تحتفظ بها على شكل طاقة حركه دورانية



$R=10\ m$ نصف القطر

$\omega=2\pi n$ السرعة الدورانية

n عدد الدورات

$\omega=2\pi \times 50 = 314\ rad/s$

$0.5 \times M \times R^2 \times \omega^2$ = طاقة الحركة الدورانية

$0.5 \times 100 \times 10^3 \times 10^2 \times (314)^2$ = طاقة الحركة الدورانية

$Kinetic\ energy = 4.9 \times 10^{11}\ J$

التخزين الحراري

الحرارة الكامنة

هي الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل المادة من حالة إلى أخرى لكل واحد كيلو جرام من المادة، وتعتبر من الخصائص المميزة للمادة، (أي من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة أو إلى الحالة الغازية) وهذه الطاقة لا تظهر فرقا في درجة حرارة المادة وتستهلك في تغير طور المادة ويمكن استعادة استخلاص الحرارة المختزنة عند الحاجة بعكس تفاعل تحلل بعض الأملاح المائية مثل ملح جلوبر

$$Na_2So_4{:}10\,H_2O \rightleftharpoons Na_2So_4 + 10\,H_2O$$

الحرارة المحسوسة

هي كمية الطاقة الحرارية التي تحدث فرقا في درجة حرارة المادة وهي مصطلح وضع للتمييز بينها وبين الحرارة الكامنة فالحرارة التي تحدث تغييرا في درجة حرارة المادة فهي حرارة محسوسة. وهذا النوع من التخزين يعتمد على الانتشار الحراري D_h و كثافة المادة ρ والحرارة النوعية C

و k هي التوصيلية الحرارية

$$D_h = \frac{k}{\rho\, c}$$

➢ **جدول (12-1) قدرة بعض المواد المستخدمة في التخزين الحراري**

المادة	ρ gm/cm^3	c $cal/gm.^oC$	k $Cal/cm.^oC.s$	D_h cm^2/s
الماء	1	1	0.0014	0.0014
الحديد	7.6	0.11	0.0112	0.0134
أكسيد الحديد	5.2	0.18	0.0074	0.0079
الجرانيت	2.7	0.19	0.0065	0.0127
الحصى	2.7	0.21	0.0055	0.0097
أكسيد الألومنيوم	4	0.2	0.006	0.0075
الطوب الأحمر	1.7	0.2	0.0015	0.0044

التخزين الكهربي

❑ البطاريات الحمضية Lead acid battery

بطاريات تخزن الطاقة الكهربائية على شكل طاقة كيميائية. تتكون من خلية، او عدد من الخلايا الكهروكيميائية. هي باختصار بطارية السيارة وهذه الخلايا تتكون من قطبين مختلفين في الشحنات الكهربائية (قطب سالب والاخر موجب)، هذان القطبين يكونا مع منحل كهربائي(Electrolyte سائل او صلب). لإعادة شحن هذا النوع من البطاريات، يحتاج الى جهد كهربائي.

❑ البطاريات الليثيوم الأيونية Lithiom ion batteries

تعتبر ثورة البطاريات في هذا القرن وهذا النوع من البطاريات يتميز بارتفاع معدل كثافة الطاقة المختزنة. تخزن الطاقة هنا على شكل طاقة كهر وكيميائية عن طريق تفاعل الأكسدة (Redox). ويمكن تعريف الأكسدة على انها "عملية فقدان للإلكترونات من قبل الذرات أو الجزيئات أو الأيونات ينتج عنها زيادة في الشحنة الموجبة أو نقصان في الشحنة السالبة." القطب الموجب يتكون من عنصر الليثيوم (Li) او عنصر معدني مطلي بالليثيوم، بينما القطب السالب يكون مصنوع من مادة الكربون.

التخزين المغناطيسي

- يعتمد هذا النوع من التخزين على استخدام ملفات مغناطيسية فائقة التوصيل مصنوعة من مواد تكون مقاومتها صغيرة عند درجات الحرارة المنخفضة. وبهذه الطريقة يمر التيار الكهربائي المرتفع على الملف الذي يعمل على حفظ الطاقة بشكل مغناطيسي ويحولها إلى طاقة كهربائية عند الحاجة.