

## GHIDUL PROFESORULUI

FCHgo EPDM, Octombrie – Decembrie 2019

### LINII DIRECTOARE GENERALE

Jucăriile reprezintă o țintă importantă pentru cercetarea elevilor mai în vârstă și mai maturi. Acestea permit o experiență directă cu dispozitive tehnice în care procesele fizice și chimice pot fi studiate "direct". Iată câteva jucării pe care le puteți explora:

1. Lanternă dinam
2. Mașină cu celule de combustie
3. Moara de vânt cu generator de energie
4. Mașină cu baterii solare
5. Mașină electrică

Primul și al doilea din această listă sunt detaliate în acest ghid. Se sugerează și altele pentru studii mai aprofundate ale rolului energiei în sistemele de inginerie. Toate acestea sunt utile pentru practicarea metodelor de testare, descrierea și descoperirea purtătorilor de energie și a dispozitivelor de cuplare.

#### ***[Pentru termenii utilizați în descrierea jucăriei, a se vedea Introducere în tehnologia FCH (hidrogen și pile de combustie - cum, de ce și pentru ce?)]***

Descrierea jucăriilor include atât "modul în care este construită" (părțile și conexiunile lor), precum și "cum funcționează" (modul în care funcționează în general și modul în care părțile interacționează și lucrează împreună).

Atunci când descriu elementele, elevii sunt încurajați să acorde o atenție deosebită.

În faza "cum funcționează", elevii sunt rugați să analizeze diferitele moduri în care funcționează aceste jucării (a se vedea secțiunile de mai jos pentru detalii despre primele două jucării).

Este important să subliniem în mod clar analogia dintre primele două jucării - o lanternă cu dinam și o mașină cu pile de combustie. Această analogie specială poate fi dusă destul de departe (tabelele 6 și 7 de mai jos).

Vă sugerăm să începeți cu o explorare în grupuri mici, urmată de comparații în grup și, în final, de discuții cu întreaga clasă.

Descrierea jucăriilor prezentată aici este formată din două părți: "Cum se fabrică" și "Cum funcționează". Există secțiuni corespunzătoare în fișele de jucărie ale elevilor. Există un tabel cu purtătorii de energie și conectorii/schimbătorii relevanți (rubricile potrivite pentru elevii mai mari sunt în italice), precum și diagrame de proces.

Iată o listă de purtători de energie importanți (tabelul 1), împreună cu denumirile lor uzuale (comune), potențialele sau intensitățile asociate și denumirile științifice ale acestor purtători.

Sugerăm utilizarea denumirilor de zi cu zi pentru purtătorii de energie, deoarece acestea sunt mai apropiate de limbajul și experiențele comune ale elevilor.

Tabelul 1: Transportoare de energie și tensiune

Substanță (denumire comună)	Potențial / intensitate	Denumire (denumire științifică)
Apă caldă	Temperatură	Entropie/calorii
Apă comprimată	Presiune	Lichid
Apă în mișcare	Viteză	Mișcare
Aer cald	Temperatură	Entropie/calorii
Aer comprimat	Presiune	Lichid
Aer în mișcare	Viteză	Mișcare
Căldură (Calorii)	Temperatură	Entropie/calorii
Alimente	Valoare nutrițională / calitate alimentară / potențial chimic	Substanțe chimice
Combustibil	Potențialul chimic	Substanțe chimice
Hidrogen	Potențialul chimic	Substanțe chimice
Electricitate	Potențialul electric	Sarcină electrică
Lumină	Intensitatea luminii	Lumină
Mișcare	Viteză	Impuls
Mișcare rotativă	Viteza unghiulară	Momentul impulsului
Cantitate	Greutate/Potențial gravitație	Masa gravitațională

## LANTERNĂ CU DINAM

### Cum este construită?

Elementele relevante sunt:

- Mâner/coarbă,
- Roată dințată,
- Dinam,
- Baterie,
- Bec cu led.

### Cum funcționează?

Putem înțelege mai ușor cum funcționează o lanternă dinam dacă luăm în considerare întregul proces constând din două procese consecutive - **încărcare și descărcare**. La **încărcare**, rotirea mânerului rotește dinamul, care încarcă bateria. Când se **descarcă** bateria aprinde becul LED.

Tabelul 2: Rolul dinamului în timpul procesului de **încărcare**:

<i>Sursă de intrare de energie</i>	<i>Persoana care rotește mânerul</i>
<i>Purtător de energie de intrare</i>	<i>Rotiri</i>
<i>Potențial de intrare ridicat al purtătorului de intrare</i>	<i>Viteză mare de rotație</i>
<i>Low potential of input carrier</i>	<i>Viteză de rotație redusă</i>
<i>Comutator (schimbător de energie)</i>	<i>Dinam</i>
<i>Transportor de energie de ieșire</i>	<i>Electricitate</i>
<i>Potențial purtător de ieșire scăzut</i>	<i>Potențial electric scăzut</i>
<i>Potențial purtător de ieșire ridicat</i>	<i>Potențial electric ridicat</i>
<i>Element de stocare a energiei</i>	<i>Acumulator</i>

Tabelul 3: Rolul LED-ului ca întrerupător în timpul procesului de **descărcare**:

<i>Element de stocare a energiei (sursă de energie)</i>	<i>Baterii electrice</i>
<i>Purtător de energie de intrare</i>	<i>Electricitate</i>
<i>Potențial de intrare ridicat al purtătorului de intrare</i>	<i>Potențial ridicat de energie electrică</i>
<i>Potențial purtător de intrare scăzut</i>	<i>Potențial scăzut de energie electrică</i>
<i>Comutator (schimbător de energie)</i>	<i>Diodă LED</i>
<i>Transportor de energie de ieșire</i>	<i>Lumină</i>
<i>Potențial purtător de ieșire scăzut</i>	<i>Lumină de intensitate scăzută</i>
<i>Potențial purtător de ieșire ridicat</i>	<i>Lumină de mare intensitate</i>

## Diagrama energetică

## MAȘINĂ CU CELULE DE COMBUSTIE PE HIDROGEN

### Cum este construită?

Elementele relevante sunt:

- Panou fotovoltaic,
- Pile de combustie cu hidrogen (HFC),
- Rezervoare de hidrogen și oxigen,
- Recipient pentru apă,
- Motor electric,
- Roți.

Celula de hidrogen este conectată prin furtunuri la rezervoarele de hidrogen și oxigen și la rezervorul de apă. Pila de combustie cu hidrogen va fi conectată la panoul fotovoltaic prin două fire electrice; de asemenea, va fi conectată la motorul electric prin două fire electrice.

### Cum funcționează?

Putem înțelege mai ușor cum funcționează o mașină cu pile de combustie dacă luăm în considerare întregul proces constând din două procese consecutive - **încărcare și descărcare**. Celula de hidrogen este implicată în ambele etape!

**Încărcare.** *Atunci când pila de combustie este conectată la panoul solar, aceasta separă apa în hidrogen și oxigen (electroliza apei) și încarcă "bateria chimică" (două rezervoare care conțin hidrogen și, respectiv, oxigen).*

*Mai exact, un panou fotovoltaic ridică potențialul electric al electricității și determină trecerea curentului. Atunci când energia electrică trece de la un nivel electric superior la unul inferior în HFC, celula de combustie produce hidrogen și oxigen din apă. Acest lucru crește potențialul chimic al substanței.*

**Descărcare.** Când celula de combustie este conectată la motor, "bateria chimică" se descarcă, hidrogenul și oxigenul se combină din nou pentru a forma apă, iar energia electrică circulă. La rândul său, energia electrică acționează motorul electric care pune în mișcare mașina.

Mai exact, atunci când hidrogenul și oxigenul intră în celula de combustibil și se combină cu apa, potențialul chimic al substanței este redus. Acest lucru mărește potențialul electric al electricității (producând o tensiune electrică) și determină trecerea curentului; acesta, la rândul său, permite pornirea motorului. Cu alte cuvinte, o celulă de combustie cu hidrogen utilizează o scădere a potențialului chimic pentru a crea o diferență de potențial electric (o tensiune electrică!).

Tabelul 4: Rolul HFC ca întrerupător în timpul procesului de **încărcare**:

<i>Sursă de intrare de energie</i>	<i>Panou fotovoltaic*</i>
<i>Purtător de energie de intrare</i>	<i>Electricitate</i>
<i>Potențial de intrare ridicat al purtătorului de intrare</i>	<i>Potențial electric ridicat</i>
<i>Potențial purtător de intrare scăzut</i>	<i>Potențial electric scăzut</i>
<i>Comutator (schimbător de energie)</i>	<i>Pile de combustie cu hidrogen</i>
<i>Transportor de energie de ieșire</i>	<i>Substanță chimică</i>
<i>Potențial purtător de ieșire scăzut</i>	<i>Potențial chimic scăzut: apă (oxigen și hidrogen combinate)</i>
<i>Potențial purtător de ieșire ridicat</i>	<i>Potențial chimic ridicat: oxigen și hidrogen separate</i>
<i>Element de stocare a energiei</i>	<i>Recipiente separate pentru hidrogen și oxigen</i>

\* Panoul fotovoltaic este un cuplaj (schimbător), cu lumină ca purtător de intrare și electricitate ca purtător de ieșire.

Tabelul 5: Rolul HFC ca întrerupător în timpul procesului de **descărcare**:

<i>Element de stocare a energiei</i>	<i>Recipiente separate pentru hidrogen și oxigen</i>
<i>Purtător de energie de intrare</i>	<i>Substanță chimică</i>
<i>Potențial de intrare ridicat al purtătorului de intrare</i>	<i>Potențial chimic ridicat: oxigen și hidrogen separate</i>
<i>Potențial purtător de intrare scăzut</i>	<i>Potențial chimic scăzut: apă (oxigen și hidrogen combinate)</i>
<i>Comutator (schimbător de energie)</i>	<i>Pile de combustie cu hidrogen</i>
<i>Transportor de energie de ieșire</i>	<i>Electricitate</i>
<i>Potențial purtător de ieșire scăzut</i>	<i>Potențial electric scăzut</i>
<i>Potențial purtător de ieșire ridicat</i>	<i>Potențial electric ridicat</i>
<i>Utilizator de energie de ieșire*</i>	<i>Motor electric*</i>

\* Motor electric fotovoltaic este un cuplaj (schimbător), cu lumină ca purtător de intrare și mișcarea de rotație ca purtător de ieșire.

## Diagrama energetică

## ANALOGII ÎNTRE O LANTERNĂ CU DINAM ȘI O MAȘINĂ PE BAZĂ DE HIDROGEN

Lanternă cu dinam și mașina cu celule de hidrogen prezintă o analogie strictă, care ar trebui subliniată. În italic sunt indicate intrările mai avansate; acestea pot fi introduse mai târziu pentru elevii mai mari.

Tabelul 6: Procesul de încărcare:

Element	Lanternă cu dinam	Mașină cu celule de combustie pe hidrogen
<i>Sursă de intrare de energie</i>	<i>Rotirea manuală a mânerului</i>	<i>Soare</i>
<i>Purtător de energie de intrare</i>	<i>Mișcare rotativă</i>	<i>Lumină</i>
<i>Potențial de intrare ridicat al purtătorului de intrare</i>	<i>Viteză mare de rotație</i>	<i>Intensitate luminoasă ridicată</i>
<i>Potențial purtător de intrare scăzut</i>	<i>Viteză de rotație redusă</i>	<i>Intensitate luminoasă scăzută</i>
<i>Schimbător #1</i>	<i>Dinam</i>	<i>Panou fotovoltaic</i>
<i>Purtător de energie</i>	<i>Electricitate</i>	<i>Electricitate</i>
<i>Potențial purtător scăzut</i>	<i>Potențial electric scăzut</i>	<i>Potențial chimic scăzut</i>
<i>Potențial purtător ridicat</i>	<i>Potențial electric ridicat</i>	<i>Potențial chimic ridicat</i>
<i>Schimbător #2</i>	<i>Baterie electrică</i>	<i>Pile de combustie cu hidrogen</i>
<i>Purtător de ieșire</i>	<i>Substanță chimică</i>	<i>Substanță chimică</i>
<i>Potențial purtător de ieșire scăzut</i>	<i>Potențial chimic scăzut: substanțe chimice combinate</i>	<i>Potențial chimic scăzut: apă (oxigen și hidrogen combinate)</i>
<i>Potențial purtător de ieșire ridicat</i>	<i>Potențial chimic ridicat: Produse chimice separate</i>	<i>Potențial chimic ridicat: oxigen și hidrogen separate</i>
<i>Element de stocare a energiei</i>	<i>Celule de baterii</i>	<i>Hidrogen și oxigen în rezervoare separate</i>

Tabelul 7: Procesul de descărcare:

Element	Lanternă cu dinam	Mașină cu celule de combustie pe hidrogen
<i>Element de stocare a energiei</i>	<i>Celule de baterii</i>	<i>Hidrogen și oxigen în rezervoare separate</i>
<i>Purtător de energie de intrare</i>	<i>Substanță chimică</i>	<i>Substanță chimică</i>
<i>Potențial de intrare ridicat al purtătorului de intrare</i>	<i>Potențial chimic ridicat: substanțe chimice combinate</i>	<i>Potențial chimic ridicat: oxigen și hidrogen separate</i>
<i>Potențial purtător de intrare scăzut</i>	<i>Potențial chimic scăzut: Produse chimice separate</i>	<i>Potențial chimic scăzut: apă (oxigen și hidrogen combinate)</i>
<i>Schimbător</i>	<i>Baterie electrică</i>	<i>Pile de combustie cu hidrogen</i>
<i>Transportor de energie de ieșire</i>	<i>Electricitate</i>	<i>Electricitate</i>
<i>Potențial purtător de ieșire scăzut</i>	<i>Potențial electric scăzut</i>	<i>Potențial electric scăzut</i>
<i>Potențial purtător de ieșire ridicat</i>	<i>Potențial electric ridicat</i>	<i>Potențial electric ridicat</i>
<i>Utilizator de energie de ieșire*</i>	<i>Bec LED</i>	<i>Motor auto electric</i>