

# Elektricitet från havsvågor

**Författare:** Louiza Dimitriou



## Sammandrag

Syftet med det här projektet är att utnyttja den milda och förnybara energikälla som havets vågor producerar. Projektet föregås av information vars syfte är att öka studerandenas miljömedvetenhet och medvetenhet om alternativa former av energiproduktion. Fenomenet elektromagnetisk induktion tas upp och är grunden för hur experimentet i projektet är upplagt. Här finns instruktionerna för att bygga anordningen med material som finns i skolans laboratorium. Genom anordningen skapas ringar på vattenytan och elektricitet produceras, vilket får en lysdiod att lysa upp eller en kondensator att laddas.

## Introduktion

Energi i alla dess former är en väsentlig del av mänskligt liv. På grund av snabb tillväxt har behovet av energi skjutit i höjden och överdriven användning av fossila bränslen har förekommit. Tillgången till de specifika materialen är begränsad och att förbränna dem har en skadlig påverkan på Jorden och i förlängningen på människan själv. Konsekvensen av det blev ett behov av att vända sig till naturen för att få energi ur outtömliga källor som solen, vinden och havet. Energi från havsvågor kommer från en förnybar källa.

Att ta till vara energin och utnyttja den kan ha många fördelar. På så sätt deltar även havet i att producera elektricitet med hjälp av vatten. Många länder försöker utnyttja vågornas kraft och den enorma mängd mekanisk energi som färdas med dem (utan att överföra materia) för att omvandla dem till kinetisk och därefter elektrisk energi.

Studerandena ska i grupper samla in och presentera information om

- förnybara och icke-förnybara energikällor
- energin från havsvågor (ursprung, utnyttjande).

I skolans laboratorium, genom enkla instrument och grundläggande fysiska koncept, ska en experimentanordning konstrueras som konverterar energin från vågor till elektrisk energi.

## **Teoretiskt ramverk**

Fenomenet att skapa en elektrisk ström, eller mer exakt att skapa en elektromotorisk kraft från det magnetiska fältet, kallas elektromagnetisk induktion. Elektromagnetisk induktion upptäcktes 1831 av två forskare som var okända för varandra, nämligen engelsmannen Faraday och amerikanen Henry, och den upptäckten innebar betydande framsteg både för vetenskapen fysik och för mänskligheten. Produktionen av elektricitet för hushålls- och industribruk är baserad på fenomenet induktion.

Vi kommer genom ett experiment att observera fenomenet induktion och härleda lagen som styr den. (Faradays lag).

Vi sätter en magnet i rörelse i förhållande till en spole som är kopplad till en nollgalvanometer och observerar följande:

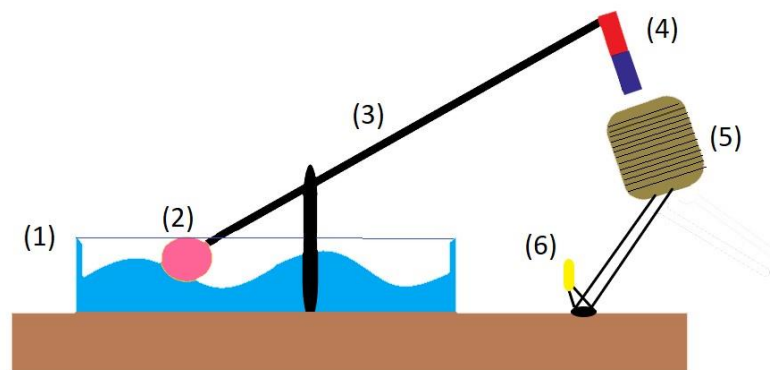
- När vi rör magneten närmare spolen upptäcker galvanometern en elektrisk ström.
- När vi rör magneten bort från spolen byter den elektriska strömmen riktning och upphör att existera när vi stannar magneten i någon position, vilken som helst.
- Ju snabbare vi rör magneten i förhållande till spolen, desto högre mätvärden ger galvanometern.
- Den inducerade spänningen blir större när antalet gånger som spolen är vriden ökar eller en starkare magnet används.

Havsvågor kan förse en magnet med den slags kinetiska energi som den behöver så att elektricitet produceras genom induktion i ett system med en magnet och en spole. De successiva vågorna som når en flytande kropp som magneten är fäst vid får den att röra sig i relation till spolen. Resultatet av det kommer att vara att elektricitet produceras kontinuerligt.

Med tanke på observationen att hastigheten som magneten rör sig in i och ut ur spolen i spelar en viktig roll för den elektriska ström som produceras, så är kortare perioder av vågor mer effektiva. Det här kommer att resultera i att magneten färdas kortare och därför konsekvent producerar mer elektricitet.

## Att konstruera och köra uppsättningen för experimentet

[Konstruerandet](#) av experimentanordningen som konverterar energin i havsvågor till elektrisk energi är baserad på designen i Schema 1.



**Schema 1. (1) Vattenbehållare, (2) Flytande kropp, (3) Metallstång, (4) Stavmagnet, (5) Spole, (6) Lysdiod (Fotodiod)**

Mer exakt används följande material:

- roterande mekanism i metall för att skapa vågor i vattnet
- plastbehållare med vatten
- metallstång 70 cm
- metallstång 60 cm
- plastflöte
- motvikt
- spole (24 000 vridningar)
- stavmagnet
- metallstavar anpassade till stödsocklar
- kontaktdon i metall
- metallpincett
- G-klämmor
- metallringar
- kablar med en klämma, flera klämmor och krokodilklämmor
- silikonbrygga (likriktare)
- kondensator (10 000  $\mu\text{F}$ )
- digital multimeter
- ledlampor (1,5 V; 1,8 V; 2,4 V)

## Instruktioner för konstruering

1. Fäst den 60 cm långa metallstången horisontellt mellan två vertikala metallstänger, fastsatta i socklar, med hjälp av kontaktdon och ringar så att den kan rotera fritt.
2. Fäst den 70 cm långa metallstången vinkelrätt i mitten av den 60 cm långa stången med hjälp av ett kontaktdon. Punkten där den 70 cm långa stången fästs ska vara ungefär 27–30 cm från endera änden. Fäst Plastflötet och motvikten i den änden och en magnet i den andra änden.
3. Den här uppsättningen läggs på endera sidan av plastbehållaren så att plastflötet kan flyta på vattnet.
4. Fäst silikonbryggan vid en lägre punkt på en annan metallstång med sockel, och placera spolen högre upp med hjälp av pincetten. Spolen placeras så att magneten kan röra sig in i och ut ur den när experimentuppsättningen sätts i rörelse.
5. Installera på den motsatta sidan av behållaren en mekanism som, när den roteras, skapar vågor i vattnet.
6. Använd vajrar för fästningarna som anges i uppgifterna.

Konstruktionen kan behöva flera justeringar och tester innan lektionen.

Det kan vara till stor hjälp att titta på videon av experimentet:

<https://www.youtube.com/watch?v=WHqWOB3gn9M> (på engelska)

### Uppgift 1

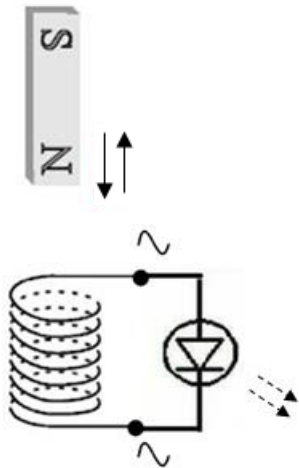
Bygg ihop uppsättningen enligt Bild 1 och 2. Genom att använda en roterande mekanism i metall skapas ringar på vattenytan manuellt. Vågorna får plastflötet att röra sig och därmed även magneten som flötet är fäst vid via metallstången. När magneten rör sig in i och ut ur spolen skapas induktionsspänning och lysdioden, som är kopplad till spolen genom en sluten krets, lyser upp och slocknar i och med att växlande elektrisk ström flödar. (Schema 2)



**Bild 1**



**Bild 2**



Schema 2. Kretsen magnet–spole, lysdiod.

### Uppgift 2

Upprepa föregående uppgift där en silikonbrygga kopplas till spolen för full AC-likriktning, enligt Schema 3. Koppla en eller två parallella kondensatorer till bryggan, sedan sätter vi igång anordningen. Spänningen vid kondensatorernas ändrar mäts med en digital voltmeter (Bild 3 och 4) och i förlängningen lagras elektrisk energi i dem (energi som tagits från ringarna på vattnet).

Räkna ut den potentiella energin  $U$  i den laddade kondensatorn med hjälp av formeln:

$$U = \frac{1}{2} C V^2$$

där  $U$  är den potentiella energin i kondensatorn,  $C$  är spänningen i kondensatorn och  $V$  är den potentiella differensen mellan ändarna.

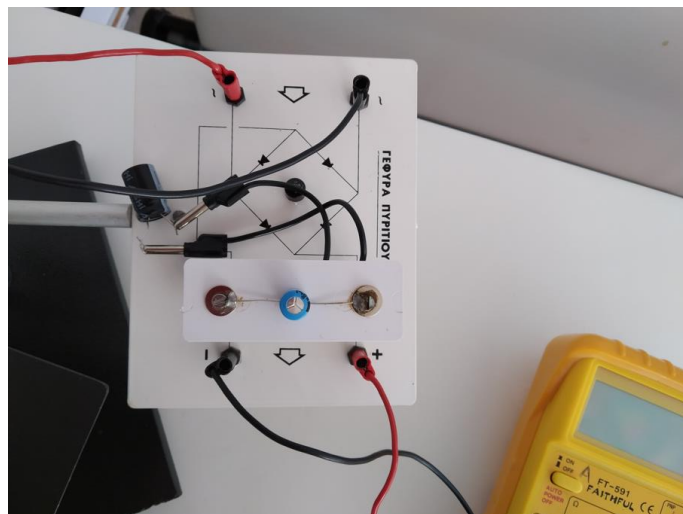


Bild 3

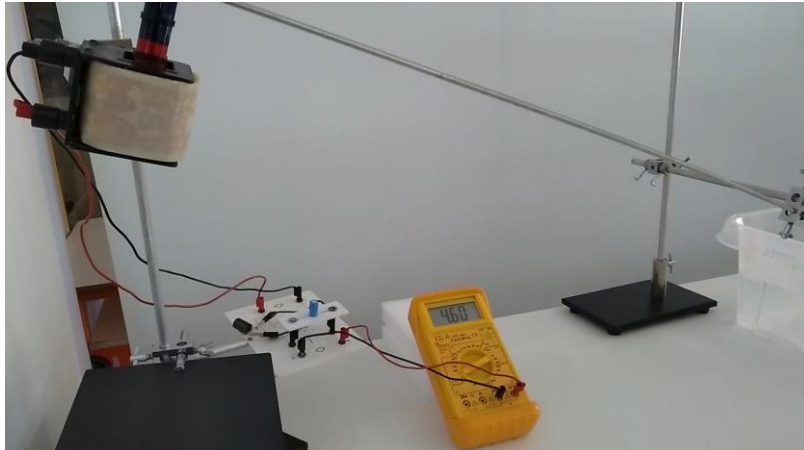
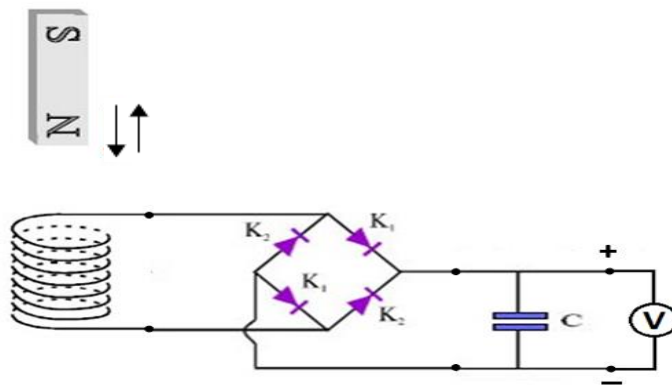


Bild 4



Schema 3. Kretsen magnet-spole, silikonbrygga, kondensator, voltmeter.

### Uppgift 3

Koppla därefter, enligt Schema 4, olika lysdioder till kondensatorändarna i kretsen, som läcker direkt ström på grund av likriktningen. Mät samtidigt spänningen i deras ändarna med en digital multimeter. (Bild 5, 6). Observera att lysdioderna börjar lysa upp när spänningen överstiger vissa värden, som är olika för olika lysdioder.

Medan lysdioderna lyser kommer voltmeteren att visa ett nästan konstant värde. När lysdioderna kopplas ur och anordningen sätts igång igen kommer spänningen att öka kontinuerligt. Lysdiodens energiförbrukning när den lyser och när den är fränkopplad, energin från vattnets vågor lagras i kondensatorn.

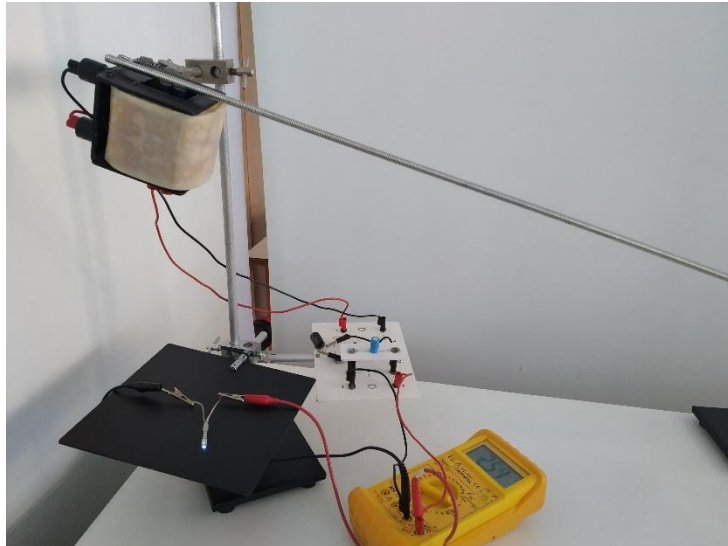


Bild 5

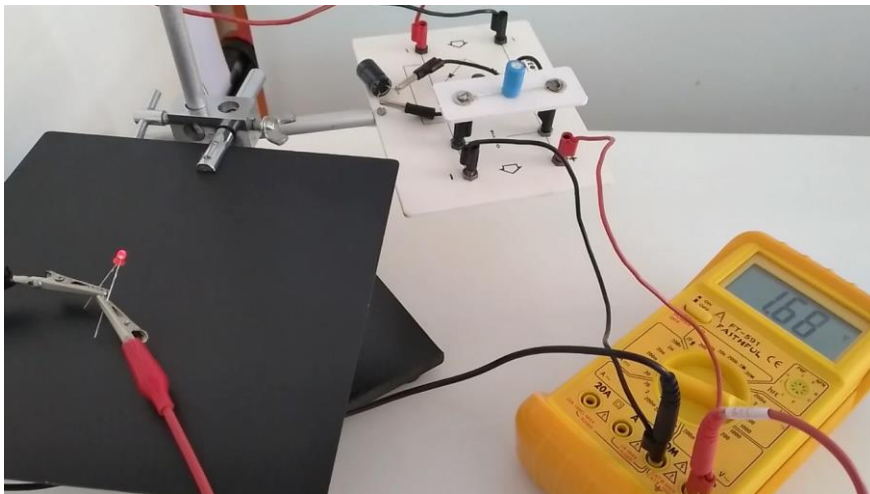
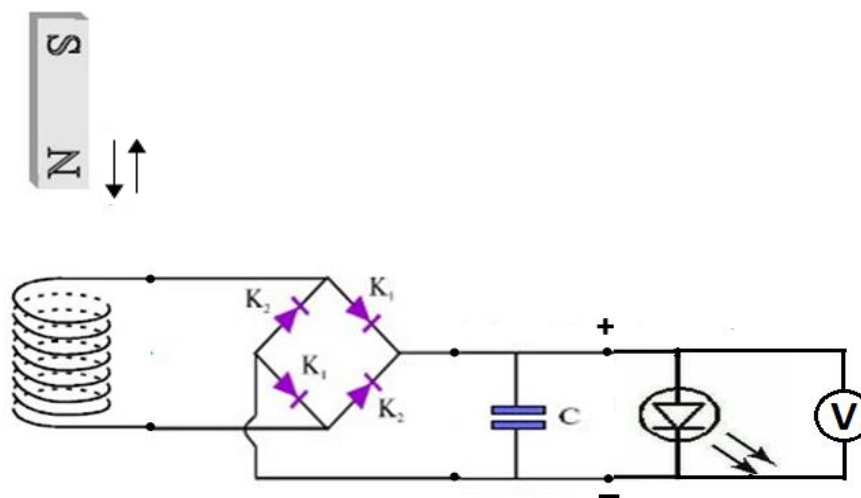


Bild 6



Schema 4. Kretsen magnet-spole, silikonbrygga, kondensator, lysdiod, voltmeter.

## Slutsats – Kommentarer

Genom att konstruera och studera den här avhandlingen och följa stegen i metoden som förklaras, får studerandena:

- mer information om existerande naturliga fenomen som kan förse oss med milda former av energi som kan utnyttjas och som gör det möjligt att lösa energiproblemen som Jorden står inför på ett ekologiskt sätt
- undersöka havsvågor som en förnybar energikälla som kan omvandlas till användbar elektricitet
- lära sig att förstå fysiska koncept och kvantiteter och dessutom lagarna som sammankopplar dem
- bygga ihop och använda material och instrument som finns i skolans laboratorium för att utföra experimentet för att dra slutsatser och bekanta sig med experimentprocessen
- använda det här experimentet som grund för fördjupningar inom andra områden, som exempelvis att utnyttja producerad<sup>1</sup> elektricitet för framställning av väte från havsvatten och använda det som bränsle, eller koppla anordningen till en dator som, med ett lämpligt program, kommer att följa mer omfattande dataprocessning.

<sup>1</sup> Vi vet att elektrisk energi, precis som vilken form av energi som helst, inte produceras utan överförs från en kropp (ett system av kroppar) till en annan och byter form.

## Källor

- Experiment om induktion och Faradays lagar, i ett virtuellt laboratorium:  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-electromagnetic-lab/latest/faradays-electromagnetic-lab\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-electromagnetic-lab/latest/faradays-electromagnetic-lab_all.html)
- Se på en illustrerad animering om generationen av havsvågor och hur de kan användas för att producera elektricitet:  
[https://www.youtube.com/watch?v=8miWW2QyN\\_4](https://www.youtube.com/watch?v=8miWW2QyN_4)

## Författare

Louiza Dimitriou har en examen från institutionen för fysik på Athens universitet (the National Kapodistrian University of Athens) och har en magisterexamen med specialisering i specialundervisning. Hon arbetar med gymnasieundervisning och sedan 2022 samarbetar hon med laboratoriecentret för fysik i Aigáleo (the Laboratory Centre of Physical Sciences of Egaleo). Inom undervisning är hon mest intresserad av att integrera laboriemetoder i fysikundervisningen i skolorna.

## Arbetsblad

1. I Uppgift 1 blinkar lysdioden till när den inducerade elektriska strömmen passerar genom den. Varför gör den det?

2. Hur skulle du koppla ihop två lysdioder till änden av spolen och parallellt med varandra så att de:

A. lyser upp och slocknar samtidigt?

B. lyser upp och slocknar i tur och ordning?

Testa kretsen som du föreslog.

3. Vilka energitransformationer sker när anordningen körs?

Fyll i tomrummen i följande mening:

I experimentuppsättningen konverteras den ..... energin i vågorna till ..... energi i systemet (kropp – metallstång – magnet), som sedan konverteras till ..... energi i spolen.

4. Ladda kondensatorn genom att skapa vågor i vattnet i Uppgift 2 tills den potentiella differensen mellan plattorna är  $V = 4\text{V}$ . Hur mycket energi finns lagrad i kondensatorn om kapacitansen är  $C = 10,000 \mu\text{F}$ ?

5. Fyll i tabellen:

Lysdiod	Utströmmande spänning (Volt)
1. Lysdiod (röd)	
2. Lysdiod (gul)	
3. Lysdiod (grön)	
4. Lysdiod (vit)	
5. Lysdiod	
6. Lysdiod	

6. Medan lysdioden lyser visar voltmeteren nästan konstant ström mellan polerna som kondensatorn och lysdioden delar. När lysdioden tas bort börjar strömmen som mäts att öka. Kan du förklara varför det händer?

”Electricity from sea waves”, länk till en video från Youtubekanalen *Science on Stage Festival*:

<https://youtube.com/watch?v=WHqWOB3gn9M&si=m9Rybw7haF3kBX>

Projektet ”Electricity from sea waves” presenterades och fick pris under Science on Stage i Grekland (den 3–4 november 2023). Det presenterades också under Science on Stage Europe i Åbo (12–15 augusti 2024).