

## DIVERSE EXPERIMENTE DE DEMONSTRARE A LEGII LUI AMPERE

**Mihail POPA**, conf. univ., dr.  
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

**Abstract:** *This article shows various demonstration experiments (traditional and alternative) which can be used to demonstrate the Ampere force.*

**Termeni-cheie:** *forță electromagnetică, câmp magnetic, inducția magnetică, regula mîinii stîngi.*

### 1. Introducere

Experimentul constă în provocarea intenționată a unui fenomen în scopul studierii lui. Cele mai întâlnite forme ale experimentului sunt:

1. *Experimentul cu caracter demonstrativ* este realizat de profesor, în fața clasei, în următoarea succesiune de etape: actualizarea cunoștințele teoretice care vor fi utilizate pe parcursul activității experimentale sau la prelucrarea datelor și stabilirea concluziilor; cunoașterea aparaturii de către elevi: sunt descrise trusele, aparatele, instalațiile experimentale; executarea lucrării experimentale de către profesor, cu explicarea demersurilor efectuate și asigurarea unei atitudini active din partea elevilor; elaborarea concluziilor, prin antrenarea elevilor.

2. *Experimentul cu caracter de cercetare* se aseamănă cel mai mult cu experimentul ca metodă de cercetare și parcurge aproximativ etapele unei investigații experimentale autentice: delimitarea unei probleme; emiterea de ipoteze; organizarea unor situații experimentale; desfășurarea propriu-zisă a experimentului, cu folosirea aparaturii de laborator; prelucrarea și interpretarea datelor; confirmarea sau infirmarea ipotezei.

3. *Experimentul cu caracter aplicativ* urmărește confirmarea experimentală a unor cunoștințe științifice dobândite anterior. Se parcurg următoarele etape: prezentarea sau actualizarea cunoștințelor teoretice; prezentarea sarcinilor de lucru; organizarea activității elevilor: gruparea lor, repartizarea truselor; executarea activității experimentale de către elevi sub îndrumarea cadrului didactic; consemnarea rezultatelor; comentarea rezultatelor și stabilirea concluziilor.

Utilizarea metodei experimentului este condiționată de existența unui spațiu școlar adecvat (laborator școlar) și a unor mijloace de învățământ corespunzătoare (aparatură de laborator, truse, montaje etc.).

În cazul experimentului cu caracter de cercetare și al celui aplicativ activitatea elevilor se poate organiza fie pe grupe, fie individual.

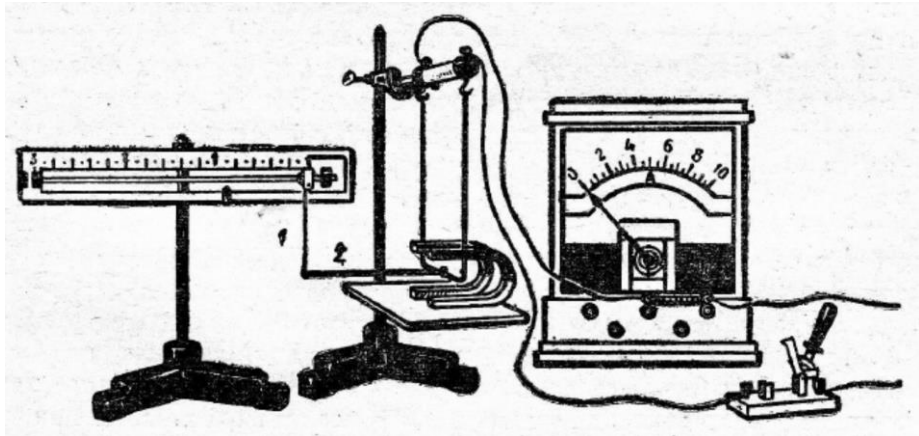
Ca și observarea sistematică, experimentul dispune de importante valențe formative, stimulând activitatea de investigație personală și independența, favorizând dezvoltarea intereselor cognitive.

Lucrarea de față îți pune scopul de a prezenta experimentele demonstrative (tradiționale și cele de alternativă) folosite la demonstrarea forței Ampere.

## 2. Experimentul demonstrativ la legea lui Ampere

Acțiunea câmpului magnetic asupra unui conductor parcurs de curent se poate demonstra cu ajutorul instalației, reprezentate în Fig. 1. Un conductor liber suspendat se află în câmpul unui magnet permanent în formă de potcoavă. Câmpul magnetului este

concentrat, în fond, între polii lui, de aceea forța magnetică acționează practic numai asupra unei porțiuni de conductor cu lungimea  $\Delta l$ , situată nemijlocit între poli. Forța se măsoară cu ajutorul unei balanțe speciale, legate cu conductorul prin intermediul a două bare 1 și 2. Ea este orientată orizontal și este perpendiculară pe conductor și pe liniile inducției magnetice.



**Fig. 1.** *Instalație pentru demonstrarea acțiunii câmpului magnetic asupra unui conductor*  
[1, pag. 73]

Mărind intensitatea curentului de două ori, putem observa, că și forța care acționează asupra conductorului se mărește de asemenea de două ori. Adăugînd încă un magnet, mărim aproximativ de două ori lungimea porțiunii active a conductorului, asupra căruia acționează câmpul magnetic. În acest caz intensitatea curentului de asemenea se mărește aproximativ de două ori. Și, în sfîrșit, forța Ampere depinde de unghiul, format de vectorul  $\vec{B}$  cu conductorul. Ne putem convinge de aceasta, modificînd unghiul de înclinare a suportului, pe care se află magnetii, astfel încît să se schimbe unghiul dintre conductor și liniile de inducție magnetică. Forța atinge valoarea maximă  $F_m^{max}$  atunci, cînd inducția magnetică este perpendiculară pe conductor.

Așadar, forța maximă, ce acționează asupra unei porțiuni de conductor cu lungimea  $\Delta l$ , prin care circulă un curent, este proporțională cu produsul intensității curentului  $I$  prin lungimea porțiunii  $\Delta l$ :  $F_m^{max} \sim I \Delta l$ .

Acest fapt experimental poate fi utilizat pentru a determina modulul forței inducției magnetice. Dacă  $F_m^{max} \sim I \Delta l$ , atunci raportul  $\frac{F_m^{max}}{I l}$  nu va depinde nici de intensitatea curentului electric în conductor, nici de lungimea porțiunii conductorului. Anume din aceasta cauză raportul dat poate fi luat drept caracteristică a câmpului magnetic în locul unde este situată porțiunea de conductor.

Inducția magnetică este mărimea fizică egală raportul dintre forța maximă, ce acționează din partea câmpului magnetic asupra unei porțiuni de conductor, parcursă de curent, și produsul intensității curentului prin lungimea acestei porțiuni:

$$B = \frac{F_m^{max}}{I l} \quad (1)$$

Astfel, câmpul magnetic se caracterizează complet prin vectorul inducției magnetice  $\vec{B}$ . Unitatea de măsură a inducției magnetice este denumită Tesla, în onoarea savantului croat Nicola Tesla (1856-1943), considerat fondatorul industriei electrotehnice moderne:  $1T = 1N/(A \cdot m)$ .

S-a stabilit, că sensul forței electromagnetice se determină cel mai frecvent folosind regula mâinii stângi: dacă așezăm mâna stângă astfel încât liniile de inducție magnetică să între perpendicular în palmă, iar cele patru degete întinse să indice sensul curentului electric, atunci degetul mare întins lateral sub un unghi drept indică sensul forței electromagnetice (Fig. 2).

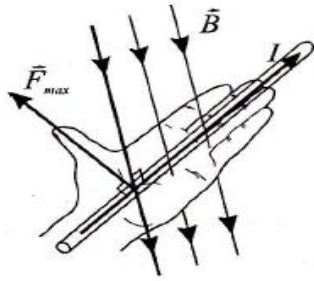


Fig. 2. Demonstrarea regulii  
mîinii sîngi [2, pag. 115]

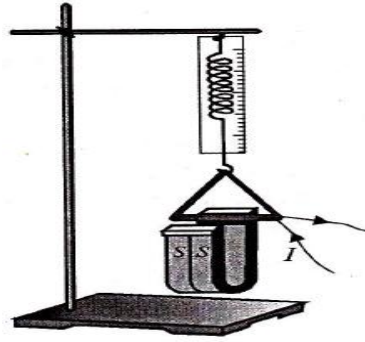


Fig. 3. Dispozitiv pentru verificarea  
legii lui Ampere [2, pag. 115]

În cazul în care inducția magnetică  $\vec{B}$  nu este perpendiculară pe conductor, formînd cu el un unghi arbitrar  $\alpha$ , obținem expresia generală a forței electromagnetice (a legii lui Ampere) :

$$F_m = BIL \sin \alpha \quad (2)$$

Expresia (2) a forței electromagnetice poate fi verificată în experimentul următor. De un dinamometru sensibil este suspendat un cadru de forma unui triunghi isoscel format din mai multe spire conductoare, izolate între ele. Latura inferioară a cadrului se află între polii unor magneți permanenți în formă de potcoavă (Fig. 3). Dinamometrul indică greutatea cadrului. Se montează circuitul format din cadru, sursa de curent, ampermetrul și reostatul. Dacă intensitatea curentului printr-o spirală este egală cu  $I$ , intensitatea lui prin latura cadrului este egală cu  $NI$ , unde  $N$  este numărul de spire. Majorarea numărului de spire este însoțită de amplificarea acțiunii magnetice asupra curentului din latura cadrului, făcînd-o mai vizibilă.

În prezența curentului electric asupra porțiunii de cadru, aflată între polii magnetici, acționează forța electromagnetă  $F_m$ , indicația dinamometrului se mărește sau se micșorează în funcție de sensul curentului în cadru. Calcul în diferența indicațiilor dinamometrului, se determină valoarea forței electromagnetice.

Variind intensitatea curentului  $I$  cu ajutorul reostatului, stabilim  $F_m \sim I$ . Pentru a modifica lungimea  $l$  a porțiunii de conductor, aflată în cîmp magnetic, se folosesc

numere diferite de magneți de același fel. Se constată că în cazul a doi magneți forța electromagnetică este de două ori mai mare decât în cazul numai a unuia din ei, stabilindu-se astfel că  $F_m \sim \ell$ . Rotind magneții în jurul axei verticale modificăm unghiul  $\alpha$  dintre conductorul parcurs de curent și vectorul inducției magnetice B. Se observă, că micșorarea acestui unghi este însoțită de micșorarea forței electromagnetice. Astfel, rezultatele experimentului dat confirmă expresia (2) pentru forța electromagnetică.

În acest experiment se poate verifica regula mîinii stîngi și se demonstrează că schimbarea sensului curentului electric prin conductor sau a sensului inducției magnetice B este însoțită de schimbarea sensului forței electromagnetice în opus.

### 3. Partea practică a lucrării

În partea practică a lucrării am realizat un dispozitiv experimental pentru demonstrarea forței electromagnetice. Pentru aceasta am fixat două șine metalice în poziție orizontală, pe care se așează un cilindru ușor din aluminiu (Fig. 4). Șinele se conectează printr-un întrerupător dublu la o sursă de curent continuu. Mai jos de nivelul barelor orizontale se fixează în stativ o măsuță, pe care se așează 2 magneți în formă de potcoavă, astfel încît cilindrul care lunecă pe bare să se poată deplasa liber în interiorul magneților.



Fig. 4. Demonstrarea fortei Ampere (cilindrul este deviat în stînga)

La închiderea circuitului asupra cilindrului ușor din aluminiu acționează forța Ampere, care îl deplasează în exteriorul magneților (în stînga) (Fig. 4) sau în interiorul magneților (în dreapta) (Fig. 5).



Fig. 5. *Demonstrarea forței Ampere (cilindrul este deviat în dreapta)*

Tot cu acest dispozitiv putem demonstra dependența forței Ampere de inducția câmpului magnetic, de intensitatea curentului electric și de lungimea conductorului. Mărind intensitatea curentului de două ori, putem observa, că și forța care acționează asupra conductorului se mărește de asemenea de două ori. Dacă modificăm numărul de magneți observăm că odată cu creșterea numărului de magneți crește inducția magnetică și de același număr de ori crește și valoarea forței Ampere. Dacă crește lungimea porțiunii active a conductorului de același număr de ori crește și forța electromagnetică. Și, în sfîrșit, forța Ampere depinde de unghiul, format de vectorul  $\vec{B}$  cu conductorul. Ne putem convinge de aceasta, modificînd unghiul de înclinare a suportului, pe care se află magneții, astfel încît să se schimbe unghiul dintre conductor și liniile de inducție magnetică.

#### **4. Concluzii**

În procesul de predare a fizicii în învățământul preuniversitar se folosește pe larg un experiment diversificat de studiu. Chiar cea mai bună expunere a unei teme nu poate fi considerată satisfăcătoare, dacă nu se efectuează la lecție experimentele necesare și obligatorii, indicate în programă.

Dintre diversele variante ale unei anumite experiențe trebuie aleasă cea mai simplă după utilaj, dar și să corespundă cerințelor metodice moderne. Este imposibil să delimităm strict experiențele destinate elevilor din clasele VI – IX, de cele destinate elevilor din clasele de liceu. Există experiențe care pot fi demonstrate cu același succes la ambele trepte de studiu, profunzimea tratării lor fiind diferită.

Materialul respectiv poate prezenta interes pentru elevi, studenți și cadre didactice.

### **Bibliografie**

1.БУРОВ, В.А., ЗВОРЫКИН, Б.С., КУЗЬМИН, А.П., ПОКРОВСКИЙ, А. А., РУМЯНЦЕВ, И.М, *Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы*, том II, Электричество. Оптика. Физика атома, под ред. А. А. Покровского, Москва : Просвещение, 1972, 448 с.

2.MARINCIUC M., *Fizică - manual pentru clasa a 11-a*, Chișinău, Univers Pedagogic, 2011, 274p.

3.ХОРОШОВАТИН, С.А., *Демонстрационный эксперимент по физике. Электродинамика*, Москва, :Просвещение, 2008, 236 с.

4.ШАХМАЕВ, Н.М., ШИЛОВ, В.Ф.,*Физический эксперимент в средней школе: Механика, Молекулярная физика, Электродинамика*, Москва: «Просвещение», 1989, 345 с.