

Componenta 9 Suport pentru sectorul privat, cercetare, dezvoltare și inovare

Investiția 10 „Înființarea și susținerea financiară a unei rețele naționale de opt centre regionale de orientare în carieră ca parte a ERA TALENT PLATFORM”

Apel de proiecte: PNRR-III-C9-2022-I10

Proiect: „Centrul de consiliere și orientare în cariera de cercetător - regiunea de Vest”

Cod proiect: 6/16.11.2022

Beneficiar: UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA

Construirea și interpretarea graficelor în cadrul unui proiect de cercetare

Introducere

Într-un proiect de cercetare în fizică, graficul nu este doar o imagine care însoțește textul, ci un instrument de analiză. Printr-un grafic se pot observa tendințe, regimuri fizice, abateri de la model, valori critice sau relații între mărimi care nu sunt evidente dintr-un tabel de date.

Un grafic construit corect ajută la formularea concluziilor și la verificarea ipotezelor de lucru. În schimb, un grafic prost ales poate ascunde informația relevantă, poate exagera un efect sau poate conduce la interpretări greșite. De aceea, construirea și interpretarea graficelor trebuie tratate ca parte a metodei de cercetare.

Rolul graficelor în cercetarea în fizică

În fizică, graficele sunt folosite pentru a lega datele de model. Ele permit vizualizarea unei dependențe funcționale, compararea rezultatelor experimentale cu o predicție teoretică și identificarea domeniului în care un model este valabil.

Un grafic bun trebuie să răspundă unei întrebări precise. Nu se reprezintă date doar pentru că ele există, ci pentru că reprezentarea lor ajută la înțelegerea unui fenomen fizic.

Alegerea mărimilor de pe axe

Primul pas este alegerea corectă a mărimilor reprezentate. Axa orizontală conține de obicei variabila controlată sau parametrul independent, iar axa verticală conține mărimea măsurată, calculată sau derivată.

Înainte de realizarea graficului trebuie clarificat:

- ce mărime fizică se dorește analizată;
- care este parametrul variat;
- ce unități se folosesc;

Componenta 9 Suport pentru sectorul privat, cercetare, dezvoltare și inovare

Investiția 10 „Înființarea și susținerea financiară a unei rețele naționale de opt centre regionale de orientare în carieră ca parte a ERA TALENT PLATFORM”

Apel de proiecte: PNRR-III-C9-2022-I10

Proiect: „Centrul de consiliere și orientare în cariera de cercetător - regiunea de Vest”

Cod proiect: 6/16.11.2022

Beneficiar: UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA

- dacă mărimile trebuie reprezentate direct sau normalizat;
- ce domeniu de valori este relevant pentru fenomenul studiat.

Alegerea axelor influențează direct interpretarea. De exemplu, o relație neliniară poate deveni mai clară dacă se reprezintă o mărime transformată sau o combinație adimensională.

Scalare, normalizare și unități

Scara graficului trebuie aleasă astfel încât să evidențieze informația fizică fără a deforma vizual rezultatul. În unele cazuri este potrivită o scară liniară, iar în altele o scară logaritmică, mai ales atunci când valorile se întind pe mai multe ordine de mărime.

Normalizarea este utilă atunci când se compară mai multe curbe sau când se dorește evidențierea unei forme universale. Totuși, trebuie precizat clar față de ce se normalizează și ce informație dimensională se pierde.

Compararea datelor cu modelul

Un grafic devine cu adevărat util atunci când permite compararea între date și predicția unui model. Într-un proiect de fizică, această comparație poate arăta dacă modelul reproduce tendința generală, dacă există abateri sistematice sau dacă este necesară includerea unor efecte suplimentare.

Este important ca modelul să fie reprezentat în același sistem de unități și în același regim de parametri ca datele. O suprapunere aparent bună nu este suficientă dacă nu sunt discutate incertitudinile, domeniul de valabilitate și sensul fizic al parametrilor utilizați.

Reprezentarea incertitudinilor

În graficele științifice, incertitudinile nu sunt elemente decorative. Barele de eroare, intervalele de încredere sau dispersia punctelor arată cât de sigur este rezultatul și cât de puternică este concluzia extrasă.

Componenta 9 Suport pentru sectorul privat, cercetare, dezvoltare și inovare

Investiția 10 „Înființarea și susținerea financiară a unei rețele naționale de opt centre regionale de orientare în carieră ca parte a ERA TALENT PLATFORM”

Apel de proiecte: PNRR-III-C9-2022-I10

Proiect: „Centrul de consiliere și orientare în cariera de cercetător - regiunea de Vest”

Cod proiect: 6/16.11.2022

Beneficiar: UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA

Atunci când incertitudinile sunt importante, graficul trebuie să indice dacă ele provin din erori statistice, erori sistematice, propagarea incertitudinilor sau variații numerice. Fără această informație, comparația dintre date și model poate fi înșelătoare.

Greșeli frecvente

Printre cele mai frecvente erori în construirea și interpretarea graficelor se numără:

- axe fără unități sau etichete insuficient de clare;
- alegerea unei scări care exagerează vizual un efect;
- compararea unor curbe normalizate diferit;
- ignorarea incertitudinilor;
- interpretarea unei corelații ca relație cauzală;
- trasarea unei linii de fit fără justificarea modelului.

Aceste greșeli pot schimba semnificația rezultatului. Un grafic trebuie să fie nu doar estetic, ci corect din punct de vedere fizic și metodologic.

Interpretarea graficului

Interpretarea unui grafic începe prin identificarea tendinței principale, dar nu se oprește acolo. Trebuie analizate pantele, pragurile, maximele, minimele, regiunile de saturație, abaterile de la comportamentul așteptat și sensul fizic al fiecărui element vizibil.

Într-un raport de cercetare, graficul trebuie însoțit de o explicație care arată ce se observă, de ce este relevant și ce concluzie poate fi susținută. Un grafic bun nu înlocuiește interpretarea, ci o susține.

Așadar, construirea și interpretarea graficelor reprezintă o competență esențială în cercetarea în fizică. Un grafic bine realizat poate clarifica relația dintre model și date, poate evidenția limitele unei metode și poate susține o concluzie științifică. Din acest motiv, graficele trebuie construite cu aceeași rigoare cu care sunt formulate ipotezele, alese modelele și analizate rezultatele.

Componenta 9 Suport pentru sectorul privat, cercetare, dezvoltare și inovare

Investiția 10 „Înființarea și susținerea financiară a unei rețele naționale de opt centre regionale de orientare în carieră ca parte a ERA TALENT PLATFORM”

Apel de proiecte: PNRR-III-C9-2022-I10

Proiect: „Centrul de consiliere și orientare în cariera de cercetător - regiunea de Vest”

Cod proiect: 6/16.11.2022

Beneficiar: UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA

Resurse bibliografice consultate:

[1] Graphical Presentation of Data (Washington University, Department of Physics)

https://web.physics.wustl.edu/classinfo/360/Pdf/Graphing_Data.pdf

[2] Introduction to Error and Uncertainty (Columbia University, Department of Physics)

<https://www.physics.columbia.edu/sites/default/files/content/Lab%20Resources/Lab%20Guide%201%20Introduction%20to%20Error%20and%20Uncertainty.pdf>

[3] Studio Measurement and Uncertainty Analysis (University of North Carolina, Department of Physics)

<https://users.physics.unc.edu/~deardorf/uncertainty/UNCguide.pdf>

[4] An Introduction to Experimental Uncertainties and Error Analysis (Harvey Mudd College, Department of Physics)

https://www.physics.hmc.edu/courses/p053/manual/2008/intro_to_uncert_v4.pdf

[5] Designing Science Graphs for Data Analysis and Presentation (Science & Technical Publishing Guide)

<https://www.doc.govt.nz/documents/science-and-technical/docts32entire.pdf>