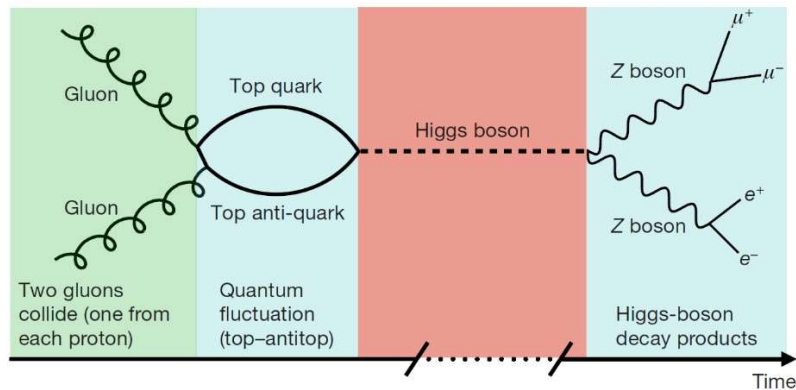
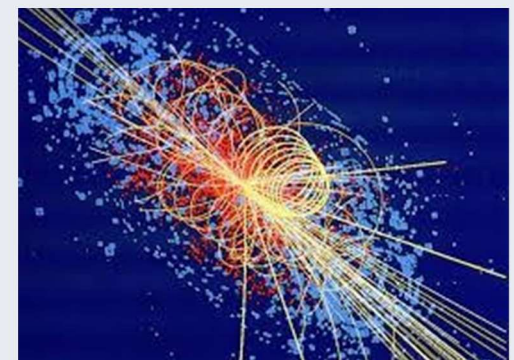
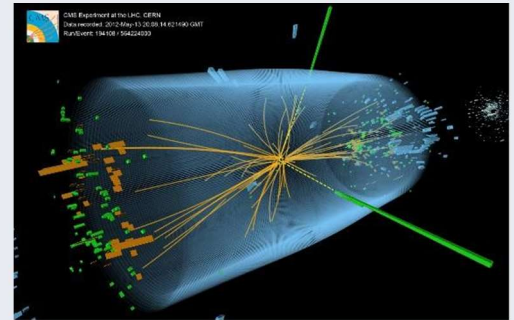
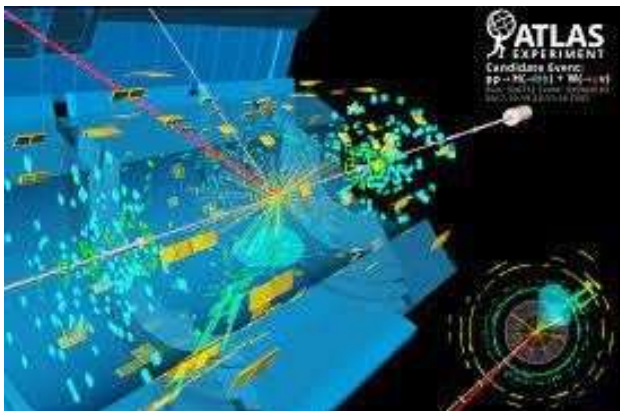


Bosonul Higgs împlinește doisprezece ani

Descoperirea și măsurătorile bosonului Higgs



Producția de boson Higgs la LHC



Rezumat

În lumea fizicii, puține descoperiri au fost atât de revoluționare sau atât de așteptate cu nerăbdare precum bosonul Higgs. Adesea denumit „particula lui Dumnezeu”, bosonul Higgs este o parte fundamentală a înțelegerii noastre despre modul în care particulele dobândesc masă. Descoperirea sa în 2012 la acceleratorul de particule Large Hadron Collider (LHC) al CERN a marcat un moment istoric în știință și a oferit o dovadă cheie pentru Modelul Standard al fizicii particulelor. Descoperirea bosonului Higgs, acum doisprezece ani, a fost o piatră de hotar care a deschis ușa către studiul unui nou sector de interacțiuni fizice fundamentale. Aici, analizăm rolul câmpului Higgs în Modelul Standard al fizicii particulelor și explicăm impactul său asupra lumii din jurul nostru. Rezumăm perspectivele asupra fizicii Higgs dezvăluite până acum de zece ani de muncă, discutăm ce rămâne de determinat și subliniem potențialele conexiuni ale sectorului Higgs cu misterele nerezolvate ale fizicii particulelor.

TERMENI CHEIE

Boson: Un boson este o particulă subatomică ce respectă statistica Bose-Einstein, permițând mai multor bosoni să ocupe aceeași stare cuantică. Exemple de bosoni includ fotonii, care mediază forțele electromagnetice, și bosonul Higgs, responsabil pentru conferirea masei particulelor.

CERN: Organizația Europeană pentru Cercetare Nucleară, este unul dintre cele mai mari și mai avansate centre de cercetare în fizica particulelor din lume. Aceasta operează acceleratorul de particule Large Hadron Collider (LHC), unde oamenii de știință explorează particulele fundamentale și forțele fundamentale în univers.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Introducere

Semnificația descoperirii bosonului Higgs nu a constatat doar în faptul că a fost descoperită o particulă nouă, mult așteptată, ci și în faptul că existența acestei particule oferă prima dovadă directă că în jurul nostru există un nou tip de „câmp” fundamental, cunoscut sub numele de câmpul Higgs. Câmpurile din fizică sunt familiare în viața de zi cu zi, de exemplu sub forma câmpului magnetic al Pământului și impactul său asupra acului busolei. Cea mai importantă diferență dintre câmpul Higgs și un câmp magnetic este că, dacă se îndepărtează sursa magnetică, câmpul magnetic dispare. Prin contrast, câmpul Higgs este diferit de zero peste tot, tot timpul, independent de prezența altceva în Univers. Imaginați-vă că universul este umplut de un câmp energetic invizibil, câmpul Higgs, care acționează oarecum ca un „lipici” cosmic pentru particule. Teoria este că particulele interacționează cu acest câmp într-un mod care le încetinește și le conferă masă. Unele particule experimentează multă rezistență (și câștigă mai multă masă), în timp ce altele alunecă prin ele cu puțină rezistență (și rămân aproape fără masă). Bosonul Higgs este particula asociată cu acest câmp, la fel cum un foton este particula asociată cu lumina. Descoperirea bosonului Higgs ar confirma existența câmpului Higgs în sine. **Căutarea bosonului Higgs:** Vânătoarea bosonului Higgs a fost o călătorie de decenii. Propus pentru prima dată în 1964 de fizicianul Peter Higgs și alți oameni de știință, bosonul Higgs a fost o particulă teoretică timp de aproape 50 de ani. Fizicienii erau hotărâți să-l găsească, deoarece era singura particulă din Modelul Standard al fizicii particulelor care nu fusese încă observată. Pentru a căuta bosonul Higgs, oamenii de știință au construit acceleratorul de particule Large Hadron Collider (LHC), cel mai mare și mai puternic accelerator de particule din lume. Situat la CERN, lângă Geneva, Elveția, LHC este un inel de 27 de kilometri îngropat în subteran. Acesta accelerează particulele aproape de viteza luminii și apoi le face să se ciocnească. În aceste coliziuni de înaltă energie, particulele se descompun, permițând oamenilor de știință să examineze elementele fundamentale ale materiei.

Modelul Standard

Modelul Standard este o teorie fundamentală în fizică care descrie elementele constitutive de bază ale materiei și forțele care le guvernează. Descrie modul în care particulele fundamentale interacționează prin intermediul a trei dintre cele patru forțe cunoscute: forțe electromagnetice, forțe slabe și forțe tari. Particulele sunt clasificate în fermioni, care alcătuiesc materia, și bosoni, care mediază forțele. Fermionii sunt împărțiți în quarci și leptoni; quarcii se combină pentru a forma protoni și neutroni, în timp ce leptonii includ electroni și neutrini. Forțele sunt transmise de bosoni, cum ar fi fotonii pentru electromagnetism și gluonii pentru forța tare. Aceste interacțiuni sunt guvernate de reguli specifice, permițând fizicienilor să prezică comportamentul particulelor în coliziuni de înaltă energie, cum ar fi cele din acceleratoarele de particule precum acceleratorul de particule Large Hadron Collider. În ciuda limitărilor sale, Modelul Standard este un cadru teoretic care explică cu succes o gamă largă de fenomene fizice, inclusiv interacțiunile dintre particule și comportamentul particulelor fundamentale. Cu toate acestea, nu include gravitația sau materia întunecată. În cadrul Modelului Standard, câmpul Higgs este esențial pentru a descrie lumea așa cum o știm.

Femeile în STEM - Informații despre autoare.

Giulia Zanderighi - Prof. Giulia Zanderighi s-a născut la Milano, Italia, în 1974. După ce a studiat fizica la Universitatea din Milano, și-a obținut doctoratul la Universitatea din Pavia. Și-a continuat cariera academică ca postdoctorandă la Institutul pentru Fenomenologie în Fizica Particulelor din Durham (Marea Britanie) și la Fermilab din Batavia (SUA). În 2005, a devenit cercetătoare în departamentul teoretic de la CERN, urmată de un post de lector la Universitatea din Oxford și de cercetătoare la Wadham College în 2007. Din 2010, a fost profesor de fizică la Universitatea din Oxford. În 2014, a luat un concediu din această funcție, ocupând un post de personal la CERN timp de cinci ani. Din 1 ianuarie 2019, Giulia Zanderighi este directoare la Institutul Max Planck pentru Fizică și conduce departamentul „Metode Computaționale Noi în Fizica Particulelor”. Este prima femeie directoare la Institutul Max Planck pentru Fizică. De asemenea, deține o catedră Liesel Beckmann la Universitatea Tehnică din München. Cercetările sale se concentrează pe fizica particulelor acceleratoarelor.

Descoperirea bosonului Higgs

În iulie 2012, după ani de analiză a datelor provenite de la miliarde de coliziuni de particule, Fabiola Gianotti, în calitate de reprezentant al oamenilor de știință de la ATLAS, a anunțat o descoperire: au observat o particulă cu proprietăți compatibile cu bosonul Higgs. Vestea a rezonat la nivel mondial, iar Peter Higgs, împreună cu fizicianul François Englert, care a contribuit și el la teorie, au primit Premiul Nobel pentru Fizică în 2013. Descoperirea bosonului Higgs a fost doar începutul. După ce l-au găsit, oamenii de știință au dorit să-i măsoare proprietățile pentru a afla mai multe despre modul în care interacționează cu alte particule. Aceste măsurători ajută la confirmarea faptului dacă bosonul Higgs se comportă așa cum prezice Modelul Standard sau dacă ar putea exista și alte surprize ascunse în interacțiunile sale. Una dintre proprietățile cheie de măsurat este masa bosonului Higgs. Oamenii de știință au stabilit că bosonul Higgs are o masă de aproximativ 125 de giga-electronvolt (GeV), ceea ce este de aproximativ 133 de ori mai mare decât masa unui proton. Această măsurătoare este crucială deoarece masa bosonului Higgs afectează stabilitatea universului în sine în modelele teoretice. Înțelegerea masei sale exacte îi ajută pe oamenii de știință să exploreze întrebări precum dacă universul se află într-o stare stabilă sau dacă s-ar putea schimba într-un fel.

Un alt aspect important este modul în care bosonul Higgs interacționează cu alte particule Higgs, sau descompunerea acestora, în alte particule. Aceste modele de dezintegrare a bosonului Higgs se cuplează cu diferite particule, confirmând sau rafinând înțelegerea oamenilor

de fizică asupra Modelului Standard. Intensitatea interacțiunii dintre orice particulă și câmpul Higgs afectează direct o proprietate fundamentală a acelei particule: masa sa. Ca atare, aceasta determină în cele din urmă dimensiunea atomilor, stabilizează protonul și stabilește scara de timp a dezintegrărilor radioactive (β), care, de exemplu, au impact asupra duratei de viață a stelelor (Tabelul 1). Totuși, în viața de zi cu zi, nu observăm că câmpul Higgs este peste tot în jurul nostru. Singura modalitate pe care o avem de a dezvălui câmpul Higgs este să-l perturbăm, cam ca și cum am arunca o piatră în apă și am vedea ondulațiile. Particula cunoscută sub numele de boson Higgs este manifestarea unei astfel de perturbații.

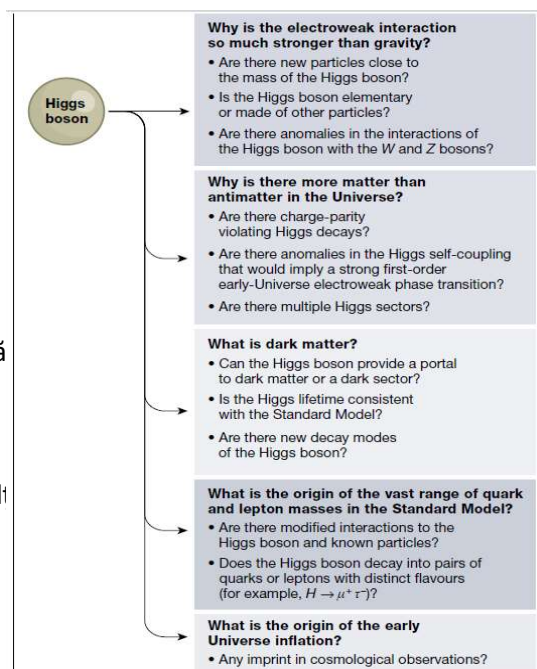


Fig. 4 | Possible connections of Higgs physics with major open questions of particle physics and cosmology. There are several major open questions in particle physics that are motivated by experimental observations or theoretical arguments. The Higgs boson could be the key to unravelling some of these problems.

de fizică asupra Modelului Standard.

Femeile în STEM - Informații despre autoare.

Fabiola Gianotti - Fabiola Gianotti este o fiziciană italiană specializată în fizica particulelor și prima femeie care a deținut funcția de director general la CERN, Organizația Europeană pentru Cercetare Nucleară. Născută în 1960, a fost o figură importantă în fizica particulelor și este renumită pentru contribuțiile sale la descoperirea bosonului Higgs în 2012. Gianotti are o pregătire în fizică și muzică, studiind pianul profesional înainte de a se dedica pe deplin științei. Munca sa la CERN a avut un impact major asupra înțelegerii noastre a particulelor și forțelor fundamentale. Sub conducerea sa, CERN a impulsionat cercetări semnificative în fizica energiilor înalte, în special cu acceleratorul de particule Large Hadron Collider (LHC). Gianotti pledează pentru colaborarea internațională în știință și includerea femeilor în domeniile STEM. Realizările sale i-au adus numeroase premii și doctorate onorifice la nivel mondial, ceea ce o face una dintre cele mai influente persoane de știință ale generației sale.

Table 1 | Ways in which the Higgs boson affects the world around us

Particle whose mass is set by the interaction with the Higgs field	Role of the particle masses	Impact on everyday life	Has the Higgs-particle interaction been experimentally confirmed?
Up quark ($m_{\text{up}} \approx 2.2 \text{ MeV } c^{-2}$) Down quark ($m_{\text{down}} \approx 4.7 \text{ MeV } c^{-2}$)	Affects the mass of the proton and neutron	Differences in quark masses ($m_{\text{up}} < m_{\text{down}}$) contribute to protons (made of two up and one down quarks) being lighter than neutrons (made of one up and two down quarks). As a result, protons are stable, as required for the existence of hydrogen.	No
Electron	Atomic radius $\propto 1/m_e$	A different value of the electron mass would modify the energy levels and chemical reactions of all known elements.	No
W boson	Radioactive beta decay rate $\propto 1/m_W^4$	Many radioactive decays, and the fusion reactions that power the Sun, involve the W boson. The W mass affects the rate of all of these reactions.	Yes

Three examples of how particle masses⁶⁴ play a crucial role in determining the physical nature of the world in which we live.

In all three cases, the Standard Model suggests that the corresponding particle masses arise from interactions of those particles with the Higgs field. The last column indicates whether or not we have clear experimental indications that confirm that hypothesis.

De ce contează bosonul Higgs

În Modelul Standard, pe lângă bosonul Higgs, există două tipuri de particule. Există fermioni, cum ar fi quarcii up și down și electronul, care alcătuiesc materia obișnuită. Aceste particule specifice (împreună cu unul dintre cei trei neutrini) sunt numite fermioni de primă generație. Alte două seturi de fermioni (a doua și a treia generație) implică particule mai grele, care nu sunt prezente în mod normal în lumea din jurul nostru. În plus, există purtătorii de forță: fotonul, bosonii W și Z și gluonul, numiți colectiv bosoni vectoriali. Când aceștia sunt schimbați între doi fermioni, ei creează o forță atractivă sau respingătoare între acei fermioni: fotonii poartă forța electromagnetică, bosonii W și Z forța slabă, iar gluonii forța tare. În anii 1960, pe măsură ce fizicienii făceau primii pași către asamblarea acestei imagini, rămânea neclar dacă se putea construi o teorie autoconsistentă care să includă purtători de forță masivi. Cercetătorii au descoperit că o astfel de teorie era în cele din urmă posibilă dacă se introducea o interacțiune a purtătorilor de forță cu un câmp „Higgs” și dacă se putea, de asemenea, concepe o valoare diferită de zero pentru acel câmp. Pe măsură ce partea electrolabă a Modelului Standard era în curs de dezvoltare, interacțiunile particulelor cu un câmp Higgs urmau să devină o parte centrală a formulării sale, în special pentru a genera mase pentru bosonii W și Z, așa cum era necesar pentru consecvența cu observațiile experimentale, în timp ce fotonii și gluonii rămăneau fără masă.

În mod remarcabil, interacțiunile cu câmpul Higgs au oferit și un mecanism teoretic consistent pentru producerea masei fermionilor: fiecare fermion interacționează cu câmpul Higgs cu o intensitate (sau „cuplare”) diferită, iar cu cât interacțiunea este mai puternică, cu atât masa rezultată pentru particulă este mai mare. În cadrul Modelului Standard, interacțiunea este cunoscută sub numele de interacțiune „Yukawa”. Astfel, orice întrebare despre originea maselor fermionilor se reduce la o întrebare despre originea interacțiunilor fermionilor cu câmpul Higgs. Pe lângă faptul că oferă o modalitate puternică de testare a mecanismului Higgs, interacțiunea bosonului Higgs cu alte particule este interesantă deoarece implică existența unei „a cincea forțe”, mediată de schimbul de bosoni Higgs. Faptul că o astfel de forță este mai puternică pentru particulele mai grele o face calitativ diferită de toate celelalte interacțiuni din Modelul Standard, ale căror intensități de interacțiune sunt exprimate în multipli ai unei unități de bază de sarcină, cum ar fi sarcina electronului pentru forța electrică. Modelul este, dacă e să spunem așa, mai degrabă asemănător cu

de gravitație, dar cu diferențe importante. Una este că forța mediată de bosonul Higgs este activă doar la distanțe foarte scurte, în timp ce gravitația lui Einstein acționează pe toate scalele de distanță. O alta este că bosonul Higgs se cuplează direct doar la particulele elementare ale Modelului Standard. Prin contrast, gravitația se cuplează la masa totală. O enigmă majoră este că interacțiunile slabe și Higgs sunt mult mai puternice, cu un factor de aproximativ 10^{32} , decât interacțiunea gravitațională. În ultimele decenii, dorința de a explica originea acestei mari diferențe, așa-numita „problemă a ierarhiei”, a motivat o serie de propuneri teoretice. O posibilitate este ca bosonul Higgs să nu fie o particulă elementară, ci mai degrabă un obiect compozit format din alte particule încă nedescoperite. Exemple de alte propuneri bine studiate sunt noile simetrii (aproximative) spațiu-timp și noile dimensiuni spațiale. Mai recent, unele idei mai speculative au sugerat posibile conexiuni între scara slabă și evoluția cosmologică sau cantitatea de energie întunecată din Univers.

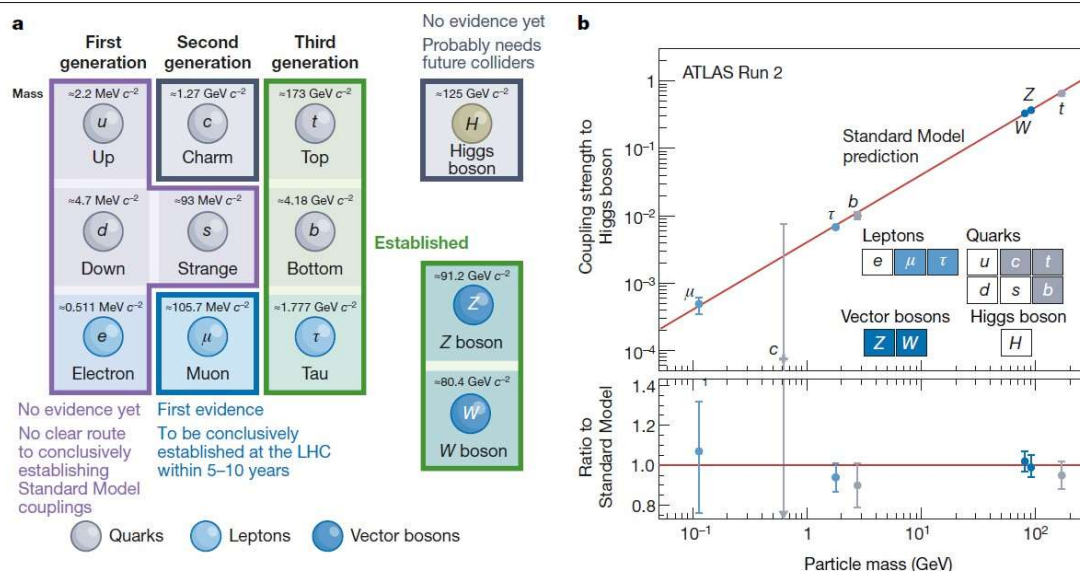


Fig. 3 | Status of our knowledge of Higgs interactions with known particles. **a**, Summary of which Higgs interactions have been conclusively established and future prospects. Photons and gluons are omitted because they are massless and do not interact directly with the Higgs field. Neutrinos are also omitted: their masses are very small relative to those of the other leptons shown, and not individually known. **b**, Plot of measured strength of interaction

of particles with the Higgs boson versus particle mass, as determined by the ATLAS Collaboration (adapted from ref. ⁹⁶). The straight line shows the expected Standard Model behaviour, in which the interaction strength is proportional to the mass of the fermions (squared mass for W and Z bosons). The CMS Collaboration has similar results⁹⁷.

Concluzii

Descoperirea bosonului Higgs la LHC a marcat începutul unei noi ere în fizica particulelor. În cei doisprezece ani de atunci, explorarea sectorului Higgs a progresat mult peste așteptările inițiale, datorită progreselor ingenioase atât experimentale, cât și teoretice. Fiecare măsurătoare legată de bosonul Higgs de până acum a fost în concordanță cu Modelul Standard, cel mai simplu dintre toate modelele actuale de fizică a particulelor: o victorie remarcabilă pentru briciul lui Occam. Astăzi, este clar că mecanismul Higgs, propus pentru prima dată în anii 1960, este responsabil nu numai pentru masele bosonilor W și Z , ci și pentru cele ale celor mai grei trei fermioni. Acest lucru implică direct existența unei a cincea forțe, mediată de bosonul Higgs. Totuși, mai sunt multe de investigat.

Resurse :

<https://home.cern/resources/video/cern/cern-and-rise-standard-model>

1. ATLAS Collaboration et al. *Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC*. Phys. Lett. B **716**, 1–29 (2012).
2. CMS Collaboration et al. *Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC*. Phys. Lett. B **716**, 30–61 (2012).
3. Higgs, P. W. *Broken symmetries, massless particles and gauge fields*. Phys. Lett. **12**, 132–133 (1964).
4. Higgs, P. W. *Broken symmetries and the masses of gauge bosons*. Phys. Rev. Lett. **13**, 508–509 (1964).
5. ATLAS Collaboration. *Observation of Higgs boson production in association with a top quark pair at the LHC with the ATLAS detector*. Phys. Lett. B **784**, 173–191 (2018).
6. ATLAS Collaboration et al. *Measurements of WH and ZH production in the $H \rightarrow \beta\beta$ decay channel in pp collisions at 13 TeV with the ATLAS detector*. Eur. Phys. J. C **81**, 178 (2021).
7. CMS Collaboration et al. *Observation of Higgs boson decay to bottom quarks*. Phys. Rev. Lett. **121**, 121801 (2018).
8. ATLAS Collaboration et al. *Measurements of Higgs boson production cross-sections in the $H \rightarrow \tau^+\tau^-$ decay channel in pp collisions at $s=13\text{TeV}$ with the ATLAS detector*. Preprint at <https://arxiv.org/abs/2201.08269> (2022)
9. CMS Collaboration et al. *Measurement of the inclusive and differential Higgs boson production cross sections in the decay mode to a pair of τ leptons in pp collisions at $s=13\text{TeV}$* . Phys. Rev. Lett. **128**, 081805 (2022).
10. CMS Collaboration. *CMS technical design report, volume II: physics performance*. J. Phys. G **34**, 995–1579 (2007).
11. Guest, D., Cranmer, K. & Whiteson, D. *Deep learning and its application to LHC physics*. Ann. Rev. Nucl. Part. Sci. **68**, 161–181 (2018).
12. Gao, J., Harland-Lang, L. & Rojo, J. *The structure of the proton in the LHC precision era*. Phys. Rep. **742**, 1–121 (2018).
13. Anastasiou, C., Duhr, C., Dulat, F., Herzog, F. & Mistlberger, B. *Higgs boson gluon-fusion production in QCD at three loops*. Phys. Rev. Lett. **114**, 212001 (2015).

Întrebări cu variante multiple de răspuns

1. În ce an a fost anunțată oficial descoperirea bosonului Higgs?

- A) 2008
- B) 2012 ☒
- C) 2015
- D) 2020

2. Care este rolul principal al bosonului Higgs în Modelul Standard al fizicii particulelor?

- A) Acesta poartă forță electromagnetică
- B) Oferă masă particulelor fundamentale ☒
- C) Stabilizează nucleele atomice
- D) Transformă energia în materie

3. La ce este folosit în principal acceleratorul de particule Large Hadron Collider (LHC)?

- A) Generează energie nucleară
- B) Studierea formării găurilor negre
- C) Accelerarea și coliziunea particulelor pentru studierea fizicii fundamentale ☒
- D) Observarea galaxiilor îndepărtate

4. Unde se află CERN, centrul de cercetare care a descoperit bosonul Higgs?

- A) Statele Unite
- B) Elveția și Franța ☒
- C) Regatul Unit
- D) Germania

Titlul planului de lecție: 12 ani de la descoperirea bosonului Higgs

Această lecție oferă elevilor o introducere interactivă și captivantă în fizica modernă a particulelor, conectând descoperirile științifice reale cu marile întrebări despre univers.

Obiectiv

Până la sfârșitul lecției, elevii ar trebui să fie capabili să:

1. Explică ce este bosonul Higgs și de ce descoperirea sa a fost importantă.
2. Înțelege rolul bosonului Higgs în Modelul Standard al Fizicii Particulelor.
3. Descrie funcția acceleratorului de particule Large Hadron Collider (LHC) și legătura sa cu descoperirea.
4. Explică rolul CERN în cercetarea fizicii fundamentale.
5. Reflectă asupra impactului descoperirii bosonului Higgs asupra fizicii moderne.

Introduction (10 min)

1. Implicați elevii: Întrebați clasa:

- o „De ce au obiectele masă?”
- o „Ce știți despre bosonul Higgs?”
- o „Ați auzit de CERN sau de LHC?”

2. Arătați un scurt videoclip (3-4 minute)

o Redați un videoclip introductiv despre bosonul Higgs (de exemplu, de la CERN sau de la o platformă educațională precum SciShow sau Veritasium).

3. Context istoric

- o Explicați că în 2012, oamenii de știință de la CERN au descoperit bosonul Higgs, confirmând predicțiile din anii 1960.
- o Menționați că anul 2024 a marcat a 12-a aniversare a acestei descoperiri.

Materiale necesare

- Proiector sau tablă inteligentă
- Clip video scurt (de exemplu, de la CERN sau YouTube)
- Diagramă standard tipărită
- Fișe de lucru cu întrebări cu variante multiple de răspuns și pentru discuții
- Markere și hârtie mare pentru lucrul în grup

Metode (15 min - Explicații și discuții)

1. Modelul standard și bosonul Higgs

- Prezentați Modelul standard ca structură a particulelor fundamentale cunoscute.
- Arătați o diagramă a Modelului standard și evidențiați locul în care se încadrează bosonul Higgs.
- Explicați că câmpul Higgs este responsabil pentru conferirea de masă particulelor.

2. Acceleratorul de particule Large Hadron Collider (LHC) și CERN

- Explicați cum funcționează LHC: un accelerator masiv de particule care ciocnește protoni la viteze apropiate de cele ale luminii.
- Descrieți CERN, centrul de top din lume pentru cercetarea fizicii particulelor, cu sediul în Elveția și Franța.

3. Semnificația descoperirii bosonului Higgs

- A confirmat existența câmpului Higgs, ceea ce explică de ce particulele au masă.
- A finalizat Modelul Standard, susținând decenii de predicții teoretice.
- A deschis noi întrebări în fizică, cum ar fi materia întunecată și fizica dincolo de Modelul Standard.

Activitate de grup (15 min)

Provocarea „Proiectarea unui accelerator de particule”

- Obiectiv: În grupuri de 3-4, elevii vor proiecta un nou experiment pentru a studia o particulă necunoscută, la fel cum oamenii de știință au proiectat LHC-ul pentru a găsi bosonul Higgs.
- Instrucțiuni:
 1. Alegeți o particulă misterioasă (de exemplu, materie întunecată, gravitoni).
 2. Decideți cum să o detectați folosind un accelerator de particule.
 3. Schițați și prezentați ideea voastră clasei în 2 minute per grup.

Discuții și reflecții (10 min)

- Ce s-ar fi întâmplat dacă bosonul Higgs nu ar fi fost descoperit?
 - o Discutați ce s-ar fi întâmplat dacă CERN nu ar fi descoperit bosonul Higgs.
 - o Am avea nevoie de o nouă teorie a fizicii?
- Viitorul fizicii:
 - o Care cred elevii că va fi următoarea mare descoperire în fizică?

Evaluare și teme

- Recapitulare în clasă:
 - o Test rapid (3-4 întrebări cu variante multiple de răspuns).
 - o Scurte reflecții ale elevilor: „Ce te-a surprins cel mai mult la lecția de astăzi?”
- Temă:
 - o Cercetați o întrebare fără răspuns din fizică și scrieți o explicație de un paragraf despre importanța acesteia.