

29/11/2019

REDTOP: un nou experiment per cercar física més enllà del Model Estàndard



El Model Estàndard és la teoria actual que descriu amb una precisió sense precedents les partícules fonamentals i les seves interaccions, però fenòmens com la matèria i l'energia fosca, que no poden ser descrites en el Model Estàndard, podrien implicar l'existència de noves interaccions i, per tant, desviacions a certes mesures experimentals molt precises pel que fa al que prediu la teoria actual. Al Fermilab (EUA) s'està dissenyant un nou experiment, REDTOP, que podria fer possible l'observació de petites desviacions respecte del Model Estàndard a partir de certes desintegracions d'una partícula anomenada mesó eta. Físics de l'IFAE, a la UAB, investiguen la precisió necessària a que ha d'arribar REDTOP perquè sigui viable observar aquestes desviacions respecte del Model Estàndard sense entrar per això en conflicte amb altres mesures de precisió que estan en bon acord amb la teoria actual.

istock/GirolamoSferrazzaPapa

Si bé el model estàndard de física de partícules (SM), l'actual teoria que descriu les partícules fonamentals i les seves interaccions a escales microscòpiques, ha estat corroborat amb èxit amb un grau de precisió sense precedents, hi ha raons convinents que suggereixen l'existència

de nova física (noves partícules i/o interaccions). Entre aquestes es troben els problemes a l'hora de descriure la dinàmica de l'univers, amb certes preguntes sense respondre com què és l'energia fosca, què és la matèria fosca, o l'asimetria actual matèria-antimatèria. Les dues últimes en particular requereixen l'existència de noves partícules i, a més, l'última d'elles requereix la violació de les simetries de C i CP, el que motiva la recerca d'efectes de nova física amb aquestes característiques.

En poques paraules, C (conjugació de càrrega) canvia partícules per antipartícules, mentre que P (paritat), connecta un procés amb la seva imatge especular. En resum, canvia el sentit de gir, i per tant l'espín de les partícules. En el SM, les interaccions febles violen tant C com P, però la seva combinació, CP, és una simetria gairebé exacta. La violació de CP ocorre solament en processos mediats per la interacció feble, com les desintegracions de kaons, on la petita violació de CP observada està en bon acord amb el SM, i qualsevol contribució addicional no podria ser més que una petita correcció, difícil de dilucidar. Per contra, els efectes de violació de CP del SM són menyspreables en partícules que es desintegren a través de les interaccions forta o electromagnètica, i la seva mesura està més enllà del nostre abast, de manera que qualsevol observació d'aquests seria un senyal inequívoc de nova física.

Això ha motivat una proposta experimental que empra a tal propòsit certes desintegracions del mesó η . L'experiment, anomenat REDTOP, aspira a produir al voltant de 10^{12} d'aquestes partícules, i motiva la següent pregunta: quina és l'estadística necessària segons la qual una observació de violació de CP en aquests processos no estaria en contradicció amb l'èxit del SM? Aquest és l'objecte principal d'aquest article, que se centra en particular en les desintegracions que contenen muons, d'entre les quals, la desintegració en μ^0 i $\bar{\mu}^0$ és la més prometedora.

En aquest cas, la simetria CP relaciona els successos en què l'espín del μ^0 està alineat amb la direcció del μ^0 amb aquells successos en els quals està antialineat. Una violació de CP implicaria que un d'aquests casos passa amb més freqüència. Amb quina freqüència pot ocórrer això sense contradir les observacions actuals i l'èxit del SM? En aquest cas, l'observable més rellevant és el moment dipolar elèctric del neutró (nEDM). Emprant tècniques de teories efectives connectem la presència de violació de CP en aquestes desintegracions amb el nEDM, experimentalment acotat per sota de 3×10^{-26} e cm . Aquesta cota implica que els efectes de violació de CP en el procés discutit anteriorment podrien succeir no més d'una de cada mil desintegracions, la qual cosa pot ser observada en REDTOP. ¿Trobarem nova física en aquests processos? Tan sols el temps ho dirà.

Pablo Sánchez-Puertas

Institut de Física d'Altes Energies
Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona
psanchez@ifae.es

Referències

P. Sanchez-Puertas. **CP violation in η muonic decays**. *JHEP*, 1901 (2019) 031.
doi:10.1007/JHEP01(2019)031

[View low-bandwidth version](#)