

Encontrando as peças que faltam no quebra-cabeça da energia do antineutrino

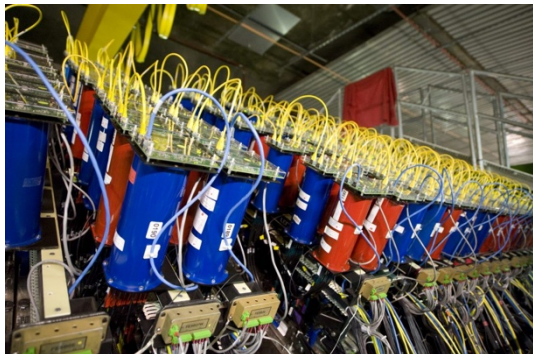
16 de setembro de 2019 | Andrew Olivier

Partículas carregadas, como prótons e elétrons, podem ser caracterizadas pelas trilhas de átomos que estas partículas ionizam. Por outro lado, neutrinos e suas antipartículas parceiras quase nunca ionizam átomos e suas interações têm que ser observadas pela forma como eles quebram os núcleos.

Entretanto, quando a quebra de um núcleo produz um nêutron ele pode levar consigo, de forma silenciosa, uma informação crítica: parte da energia do antineutrino.

A colaboração MINERvA do Fermilab publicou recentemente um [artigo](#) para quantificar os nêutrons produzidos por antineutrinos que interagem com um alvo de plástico.

A maneira como os antineutrinos oscilam entre seus vários tipos pode ajudar a explicar por que o universo atualmente é dominado pela matéria. O modelo mais promissor de como este comportamento relaciona partículas e antipartículas depende da energia do antineutrino. Nêutrons podem deixar espaços vazios no quebra-cabeças da identidade do antineutrino porque eles levam consigo energia e são produzidos em quantidades diferentes por neutrinos e por antineutrinos. Este resultado do MINERvA visa melhorar as previsões de como os nêutrons podem afetar os experimentos de neutrinos em curso e futuros, como o experimento internacional DUNE, a ser hospedado no Fermilab.

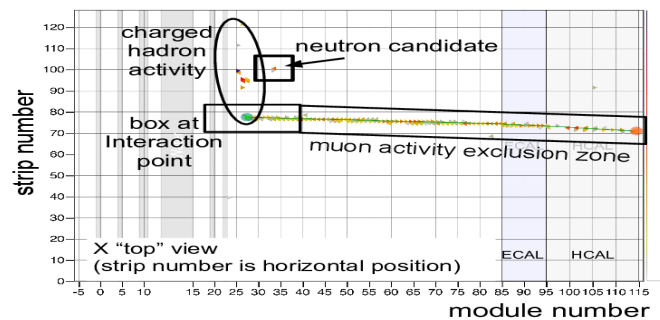


O detector MINERvA do Fermilab ajuda os cientistas a analisar as interações de neutrinos com núcleos atômicos. Foto: Reidar Hahn.

Neste estudo, o MINERvA procurou interações de antineutrinos que produzem nêutrons. As interações de antineutrinos estudadas pelo MINERvA parecem uma ou mais trilhas de átomos ionizados, todas apontando para um único núcleo. Ao contrário das partículas carregadas, os nêutrons podem viajar muitas dezenas de centímetros a partir do ponto de interação antes de serem detectados. A colaboração MINERvA caracterizou a atividade nêutrons como bolsões de átomos ionizados isolados espacialmente

tanto das trilhas de partículas carregadas quanto do ponto de interação.

A interação de um antineutrino pode produzir outros tipos de partículas neutras, que podem forjar a interação de um nêutron, e partículas carregadas, que podem confundir a contagem de nêutrons por ejetarem elas mesmas nêutrons de núcleos. Além disso, quando têm baixo momentum, estas partículas carregadas podem produzir uma região ionizada muito próxima do ponto de interação, impossibilitando a contagem separada das partículas, o que também mascara a evidência de partículas neutras. Os nêutrons podem ser contados com mais precisão em interações de antineutrinos que produzem um número menor de partículas adicionais. Os cientistas do MINERvA usaram cálculos de conservação de momentum para evitar as interações que produzem muitas partículas carregadas.



Este gráfico ilustra uma interação de neutrino no detector do MINERvA. A área retangular destaca o ponto onde um neutrino interagiu no detector. A área quadrada logo acima dela destaca o aparecimento de um nêutron resultante da interação do neutrino. Imagem: MINERvA

Outros experimentos que observam nêutrons oriundos de antineutrinos aguardam que cada nêutron perca a maior parte de sua energia antes de serem contados. No MINERvA, entretanto, os nêutrons oriundos de antineutrinos têm energia suficiente para arrancar outros nêutrons dos núcleos com que venham a colidir. Esta reação em cadeia altera tanto a energia dos nêutrons originais quanto o número de nêutrons detectados. Este resultado do MINERvA foca-se em sinais de nêutrons que ocorram em um intervalo da ordem de dezenas de nanossegundos da interação de um antineutrino.

O entendimento da produção de nêutrons em conjunto com a caracterização que o experimento MINERvA obtém das interações de antineutrinos em muitos núcleos, possibilita que estudos futuros de oscilação possam quantificar como os nêutrons não detectados podem afetar as conclusões acerca das diferenças entre neutrinos e antineutrinos.

Andrew Olivier é físico da Universidade de Rochester e membro da colaboração MINERvA.

Versão portuguesa: Hélio da Motta (CBPF)