

O segredo para medir a energia de um antineutrino

Não é segredo que os neutrinos mudam de sabor, ou oscilam, à medida que viajam de um lugar para outro, e que a intensidade da mudança depende do tempo disponível que é diretamente relacionado à distância que o percorrida e à energia do neutrino. É fácil medir a distância. O mais difícil é medir a energia do neutrino.

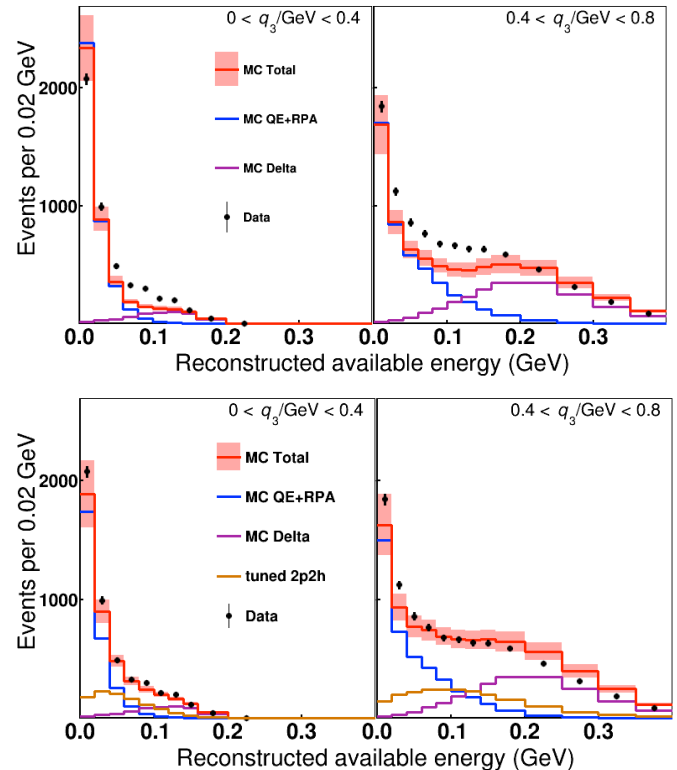
Experimentos fazem isso medindo as energias das partículas produzidas pelo neutrino quando de sua interação nos detectores. Mas o que acontece se uma das partículas produzidas, por exemplo um nêutron, deposita quase nenhuma energia no detector?

Os experimentos de oscilação têm que prever quanto de energia é perdida e, então, fazer as correções apropriadas. Essas previsões dependem de modelos precisos que descrevam como os neutrinos interagem, e esses modelos devem estar corretos não somente para neutrinos mas também para antineutrinos, que são particularmente bons em produzir nêutrons.

A colaboração MINERvA analisou os dados de interações de antineutrinos em que múons positivos são produzidos. Os cientistas analisaram o momentum e a energia transferidos para o núcleo durante as interações. Concentrando-se na região cinemática em que apenas um nêutron é produzido, eles analisaram a situação correspondente ao pior caso: quando a maior parte da energia hadrônica é perdida. Desta forma, os cientistas mediram diretamente os efeitos de um modelo imperfeito para perda de energia.

Para apreciar por que essa nova análise é excitante, você precisa saber que, há mais de um ano, MINERvA publicou (<https://arxiv.org/abs/1511.05944>) uma medida similar para interações de neutrinos produzindo múons negativos, onde um próton é muito mais provável de ser produzido do que um nêutron. A energia de um próton é mais fácil de medir do que a de um nêutron em um detector como o MINERvA e essa análise mostrou que, para interações de neutrinos com um par próton-nêutron (em vez de apenas com uma dessas partículas), observa-se um número muito maior de eventos do que os previstos pelos modelos de última geração. Os entusiastas da seção de choque do neutrino nunca são surpreendidos quando os modelos não descrevem os dados. Os cientistas usaram, então, os resultados de neutrinos para modificar o modelo de antineutrinos de forma a prever os dados de antineutrinos descritos acima e, surpreendentemente, funcionou. A melhora pode ser vista nos gráficos aqui apresentados.

Isso é interessante, por fornecer uma nova informação sobre como os modelos funcionam e onde deixam a desejar. A procura por violação de CP, ou “o que torna a matéria especial em relação à antimatéria”, depende da comparação entre amostras de neutrinos e de antineutrinos e da procura por diferenças. Diferenças grandes e desconhecidas entre as taxas de reação de neutrinos e antineutrinos esconderiam a presença ou ausência de assinaturas de CP. Nós estamos convergindo para melhores modelos que descrevam tanto os dados de neutrinos quanto os de antineutrinos.



Esses gráficos mostram a energia transferida disponível reconstruída para duas regiões diferentes de momentum transferido para dados de antineutrinos no MINERvA, juntamente com previsões sem (acima) e com (abaixo) um modelo ajustado com dados de neutrinos. Para a maioria dos eventos os dados de antineutrinos parecem concordar melhor com a previsão baseada em dados de neutrinos.

Esses resultados foram divulgados essa semana (<https://arxiv.org/abs/1803.09377>) Você pode assistir o seminário onde os resultados foram apresentados. (<http://vms.fnal.gov/asset/detail?recid=1951285>)

Miranda Elkins e Rik Gran, Universidade de Minnesota-Duluth, foram dois dos cientistas que analisaram esse resultado.

Versão portuguesa: Vitor Cunha (CBPF)



Miranda Elkins (esquerda) trabalhou nessa análise com Rik Gran (direita) enquanto era mestrande na Universidade de Minnesota-Duluth. Ela agora é doutoranda na Universidade Estadual de Iowa.