LA DISPERSIÓN ELÁSTICA COHERENTE NEUTRINO-NÚCLEO COMO PRUEBA DEL MODELO ESTÁNDAR..

NEIDER YESITH OLIVO MARCELO

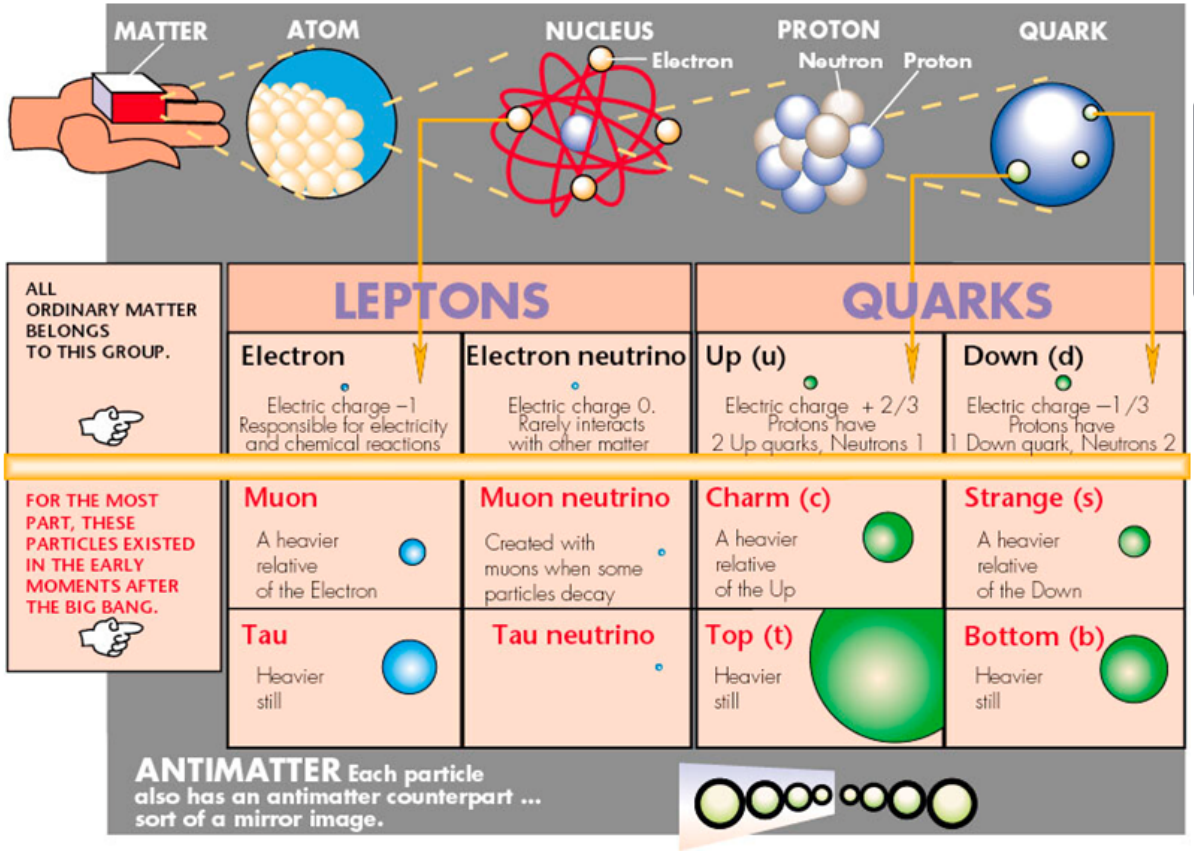
Universidad de Pamplona

28 Julio 2021

Contenido

1. Introducción
   - ¿ De qué estamos hechos?
   - Tres generaciones de la materia
2. La dispersión elástica coherente neutrino-núcleo
   - Primera medición del CEvNS: colaboración COHERENT
   - Observación de la dispersión elástica coherente neutrino-núcleo
   - MOTIVACIONES DE CEvNS
3. Planteamiento del problema
4. Objetivos
   - Objetivo general
   - Objetivos específicos
5. References

¿ De qué estamos hechos?



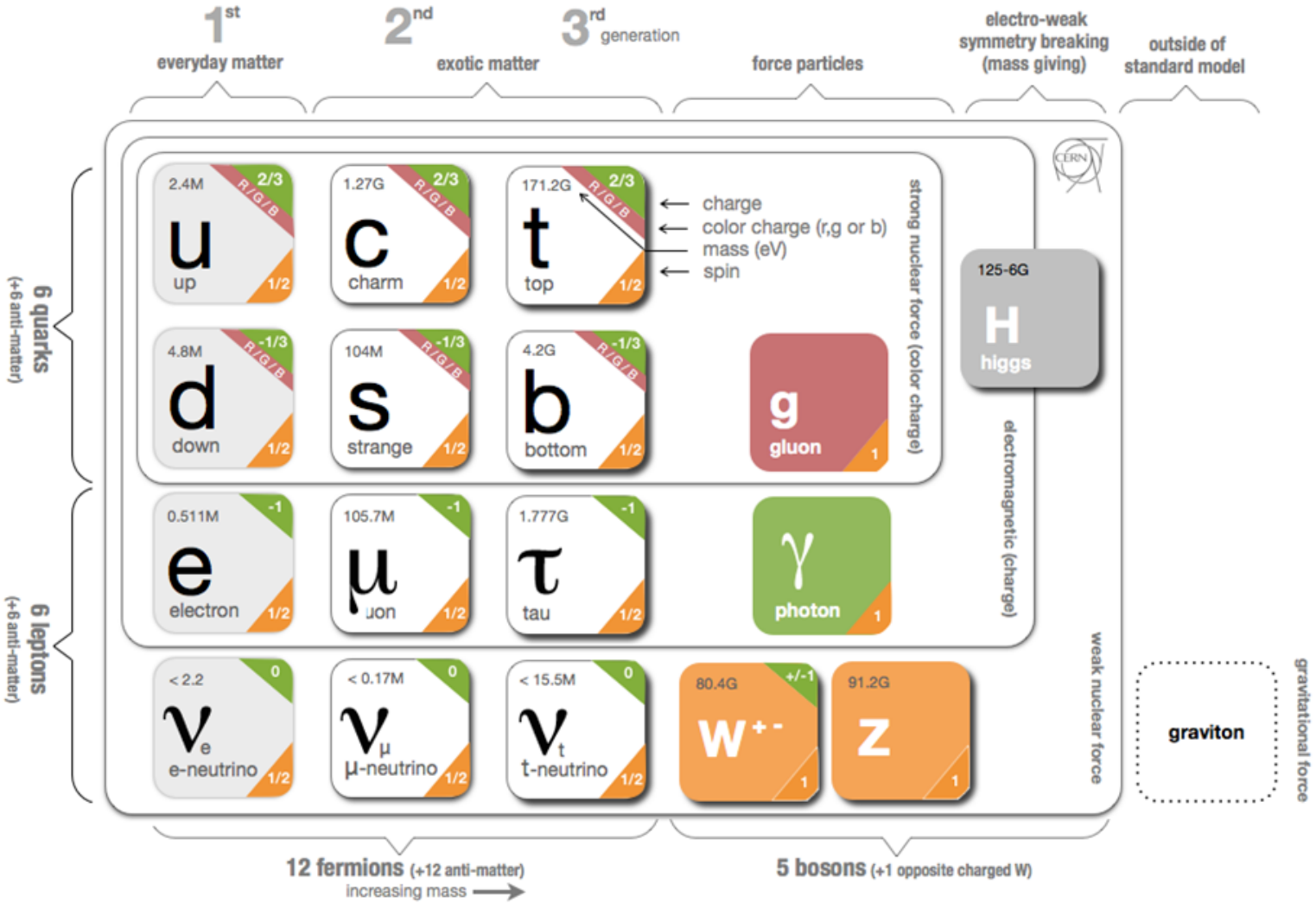
Los hadrones incluyen bariones de 3 quarks y mesones de quark antiquark con muchas variantes, pero solo el protón y el neutrón ligado son estables.

Los nucleones son protones y neutrones que forman los núcleos.

Los partones son quarks junto con los gluones que se manifiestan en nucleones de alta energía.

Original de https://www.musezzium.com/soulman/2019/9/17/on-the-computability-of-the-human-soul-beyond-the-event-horizon?hcb=1
On the Computability of the Human Soul... Beyond Event Horizons

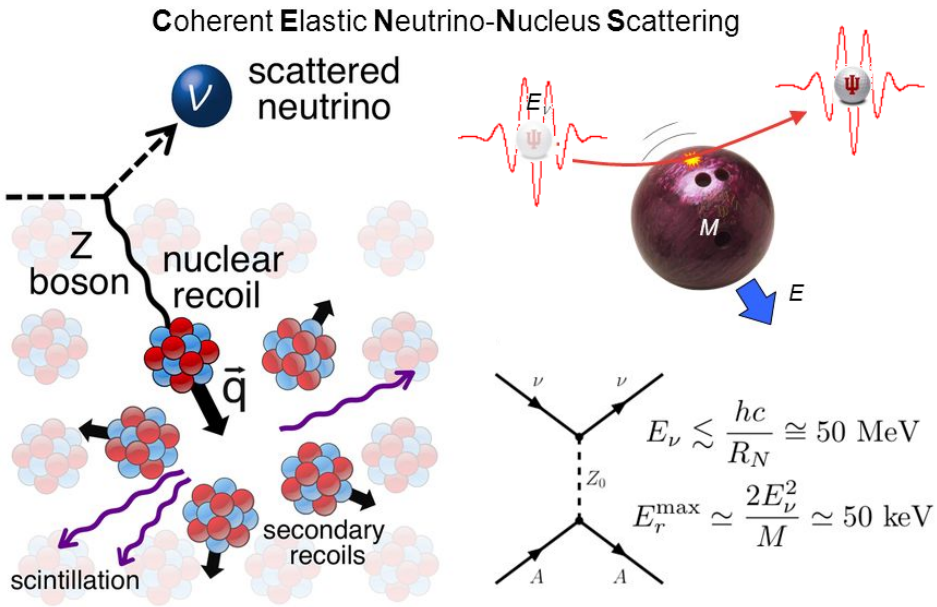
Tres generaciones de la materia

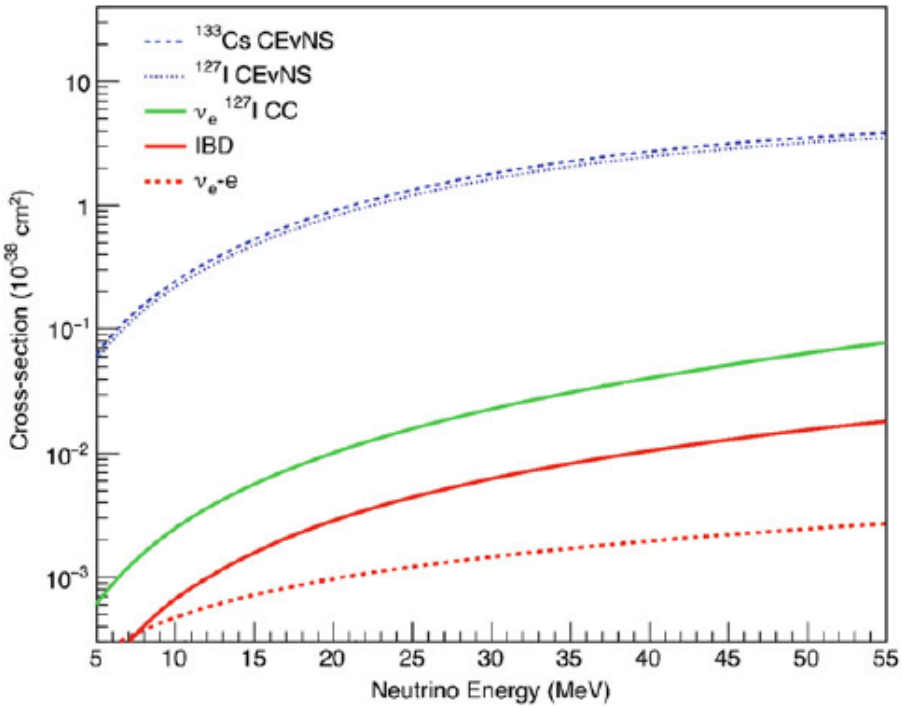


Original de https://www.musezzium.com/soulman/2019/9/17/on-the-computability-of-the-human-soul-beyond-the-event-horizon?hcb=1

On the Computability of the Human Soul... Beyond Event Horizons

La dispersión elástica coherente neutrino-núcleo (CEvNS)





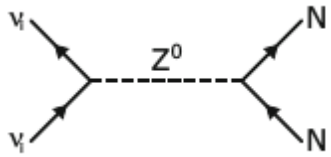
Tamaño de la sección transversal en comparación con otras interacciones Neutrino-materia.

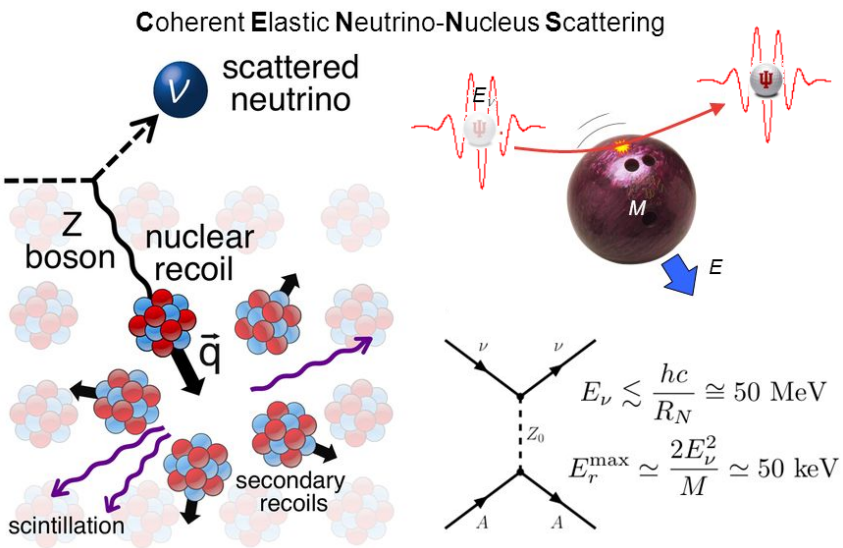
La dispersión elástica coherente neutrino-núcleo (CEvNS)

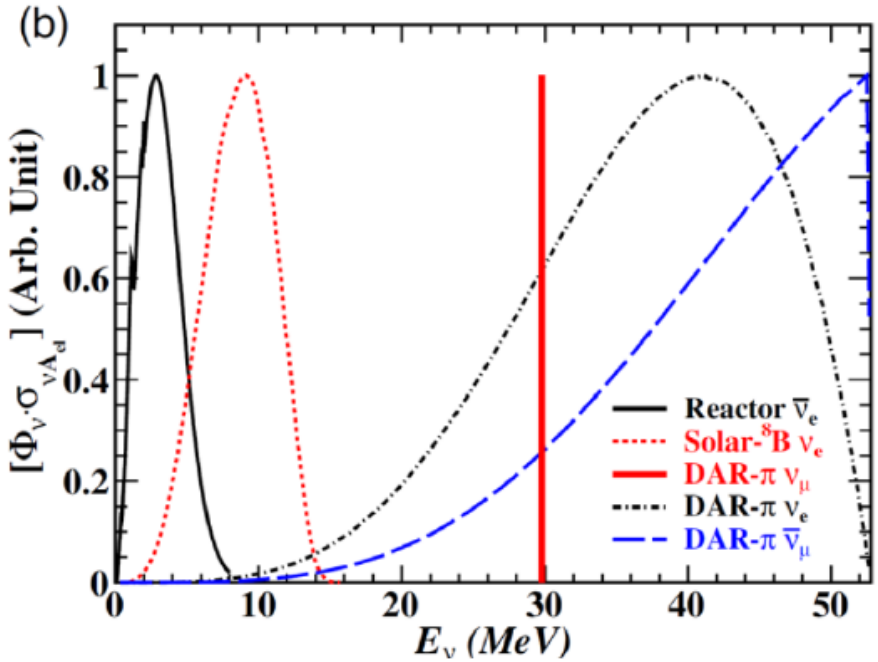
PHYSICAL REVIEW D VOLUME 9, NUMBER 5 1 MARCH 1974

Coherent effects of a weak neutral current

Daniel Z. Freedman†
National Accelerator Laboratory, Batavia, Illinois 60510
and Institute for Theoretical Physics, State University of New York, Stony Brook, New York 11790
(Received 15 October 1973; revised manuscript received 19 November 1973)

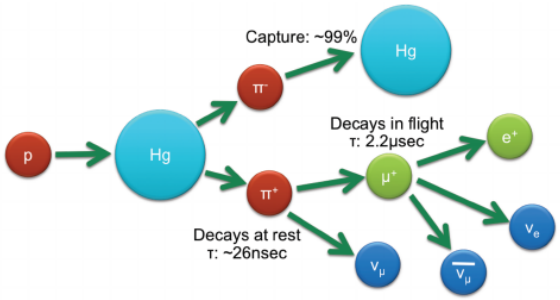


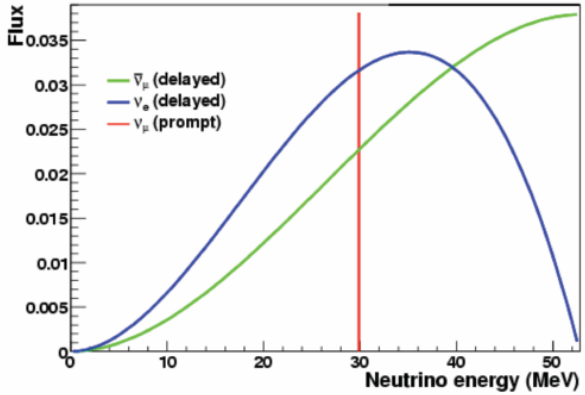


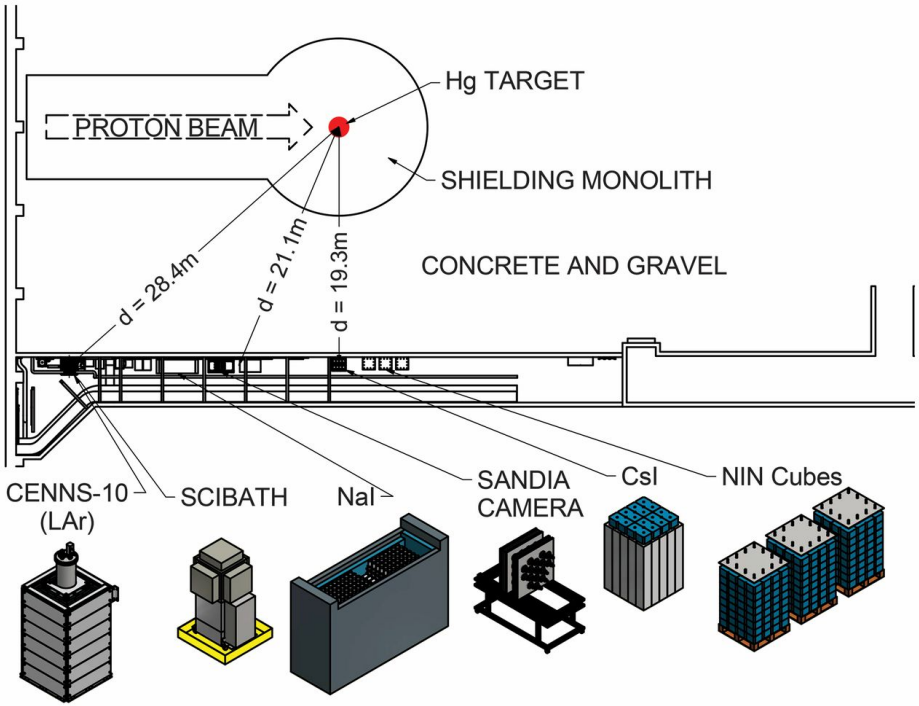


Primera medición del CEvNS: colaboración COHERENT

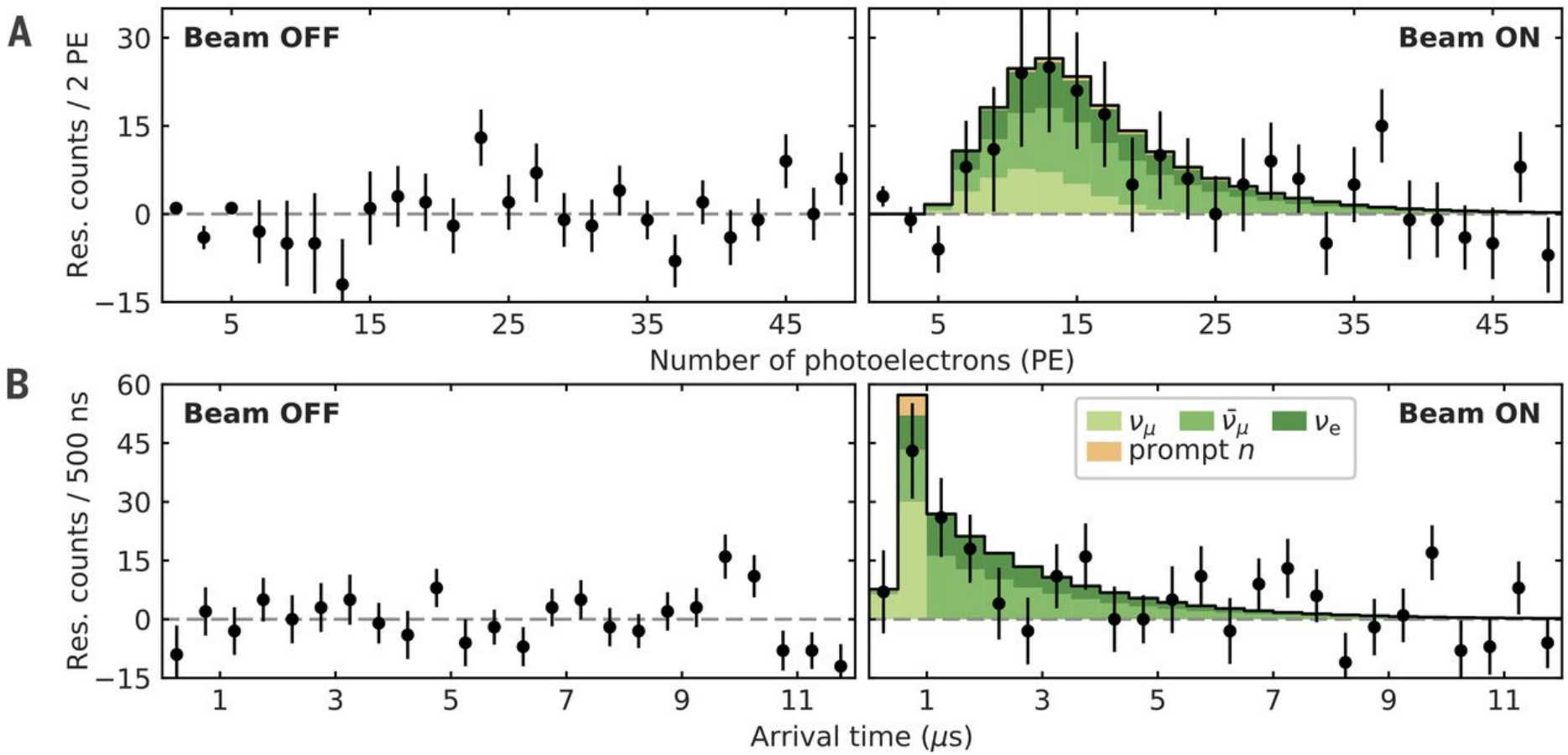
Oak Ridge National Laboratory Spallation Neutron Source (SNS)





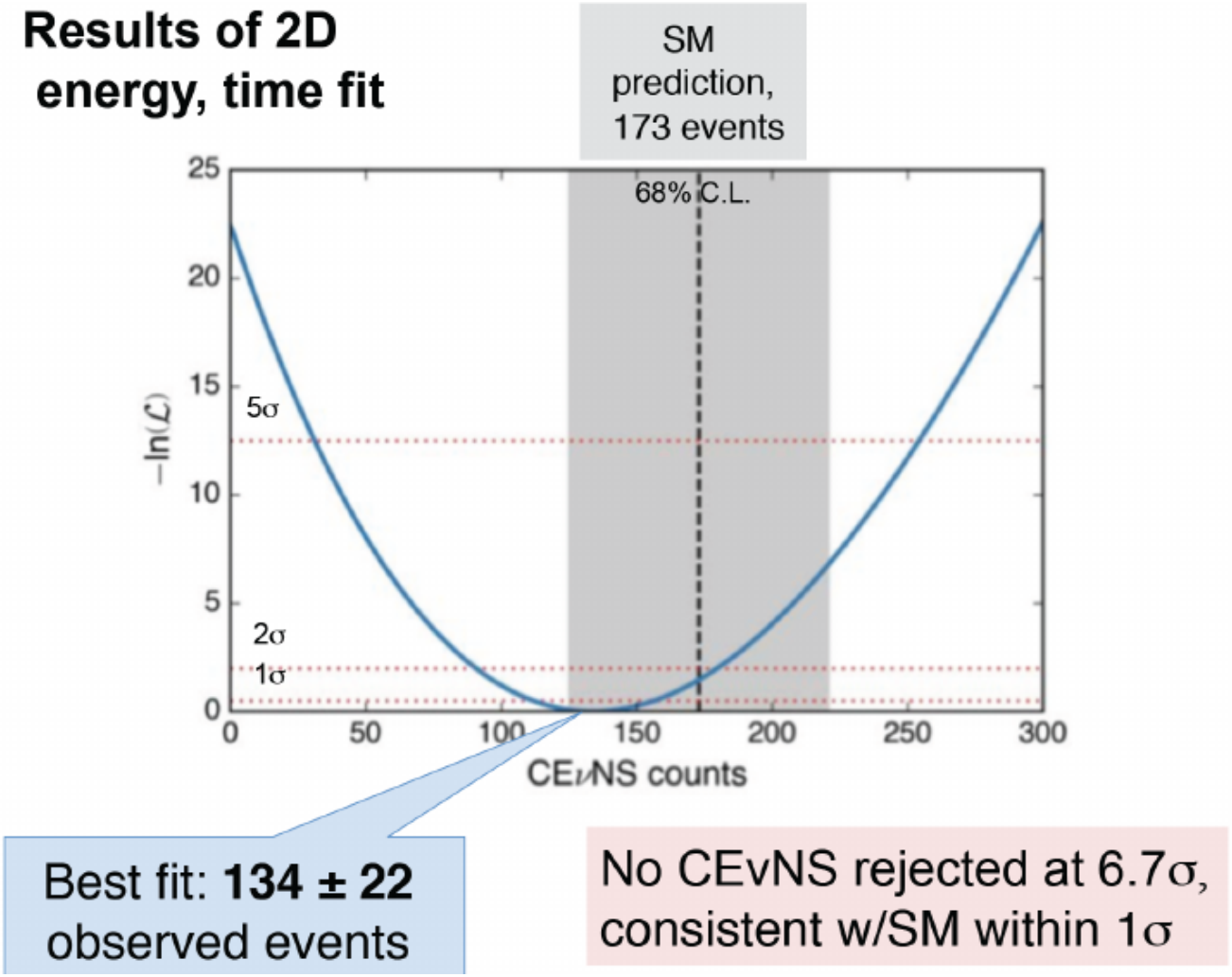


Observación de la dispersión elástica coherente neutrino-núcleo



https://science.sciencemag.org/content/357/6356/1123

Observación de la dispersión elástica coherente neutrino-núcleo



K. Scholberg, Fermilab Wine Cheese, 2017

Observation of coherent elastic neutrino-nucleus scattering

D. Akimov[1,2], J. B. Albert[3], P. An[4], C. Awe[4,5], P. S. Barbeau[4,5], B. Becker[6], V. Belov[1,2], A. Brown[4,7], A. Bolozdynya[2], B. Ca...
+ See all authors and affiliations

Science 15 Sep 2017:
Vol. 357, Issue 6356, pp. 1123-1126
DOI: 10.1126/science.aao0990

(COHERENT collaboration)
Dated: September, 2017.

First Detection of Coherent Elastic Neutrino-Nucleus Scattering on Argon

D. Akimov,[1,2] J.B. Albert,[3] P. An,[4,5] C. Awe,[4,5] P.S. Barbeau,[4,5] B. Becker,[6] V. Belov,[1,2] M.A. Blackston,[7] L. Blokland,[6] A. Bolozdynya,[2] B. Cabrera-Palmer,[8] N. Chen,[9] D. Chernyak,[10] E. Conley,[4] R.L. Cooper,[11,12] J. Daughhetee,[6] M. del Valle Coello,[3] J.A. Detwiler,[9] M.R. Durand,[9] Y. Efremenko,[6,7] S.R. Elliott,[12] L. Fabris,[7] M. Febbraro,[7] W. Fox,[3] A. Galindo-Uribarri,[6,7] M.P. Green,[5,7,13] K.S. Hansen,[9] M.R. Heath,[7] S. Hedges,[4,5] M. Hughes,[3] T. Johnson,[4,5] M. Kaemingk,[11] L.J. Kaufman,[3,*] A. Khromov,[2] A. Konovalov,[1,2] E. Kozlova,[1,2] A. Kumpan,[2] L. Li,[4,5] J.T. Librande,[9] J.M. Link,[14] J. Liu,[10] K. Mann,[5,7] D.M. Markoff,[5,15] O. McGoldrick,[9] H. Moreno,[11] P.E. Mueller,[7] J. Newby,[7] D.S. Parno,[16] S. Penttila,[7] D. Pershey,[4] D. Radford,[7] R. Rapp,[16] H. Ray,[17] J. Raybern,[4] O. Razuvaeva,[1,2] D. Reyna,[8] G.C. Rich,[18] D. Rudik,[1,2] J. Runge,[4,5] D.J. Salvat,[3] K. Scholberg,[4] A. Shakirov,[2] G. Simakov,[1,2,19] G. Sinev,[4] W.M. Snow,[3] V. Sosnovtsev,[2] B. Suh,[3] R. Tayloe,[3] K. Tellez-Giron-Flores,[14] R.T. Thornton,[3,12] I. Tolstukhin,[3,†] J. Vanderwerp,[3] R.L. Varner,[7] C.J. Virtue,[20] G. Visser,[3] C. Wiseman,[9] T. Wongjirad,[21] J. Yang,[21] Y.-R. Yen,[16] J. Yoo,[22,23] C.-H. Yu,[7] and J. Zettlemoyer[3]
(COHERENT collaboration)

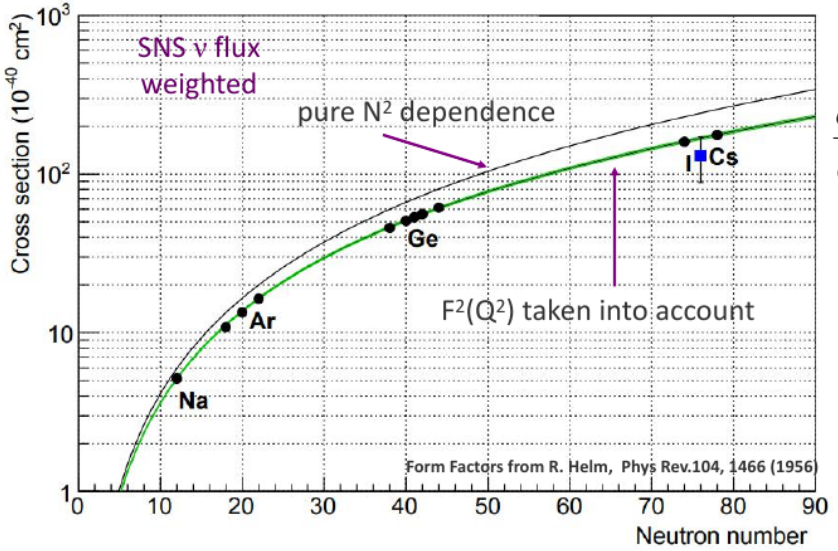
Dated: August 13, 2020.

The COHERENT Experimental Program

To unambiguously measure the coherent neutrino-nucleus cross section in multiple nuclei.
Development of precision measurements.

Nuclear Target	Technology	Mass (kg)	Distance from source (m)	Recoil threshold (keVr)	Data-taking start date	Future
CsI[Na]	Scintillating crystal	14.6	20	6.5	9/2015	Finish data-taking
Ge	HPGe PPC	6	22	5	2019	~2.5-kg detectors
LAr	Single-phase	22	29	20	12/2016, upgraded summer 2017	Expansion to **~1 ton scale**
NaI[Tl]	Scintillating crystal	185*/ 2000	28	13	*high-threshold deployment summer 2016	Expansion to **2.5 ton**, up to 9 tons

Under development: D_2O based neutrino flux calibration measurement.... and much more!



$$\frac{d\sigma}{dT} \propto (N-(1-4\sin^2\theta_W)Z)^2 F^2(Q^2)$$

Multiple detectors also provide neutrino flux comparisons.
In addition, developing D_2O target system for flux measurement.

K. Patton et al., PRC 86, 024216 (2012)

MOTIVACIONES DE CEvNS

Dentro del modelo estándar

- Verificar la dependencia cuadrática del número de neutrones de la sección eficaz de CEvNS.
- El ángulo de mezcla débil en el régimen de bajas energías
- El radio de carga del neutron

Más allá del modelo estándar

- Búsqueda de neutrinos estériles
- Propiedades electromagnéticas del neutrino
- Interacciones no estándares mediadas por nuevas partículas

Planteamiento del problema

→ En esta propuesta de investigación se estudiará CEvNS, considerando propuestas experimentales que planean detectar CEvNS, utilizando antineutrinos de reactor como fuente, las cuales se encuentran actualmente en desarrollo.

→ Restringiremos parámetros fundamentales del SM, tales como el ángulo de mezcla débil a bajas energías (del orden de MeV) y obtendremos medidas más precisa, las cuales sean competitivas con los valores medidos a la escala de GeV.

Objetivos

Objetivo general

→ Estudiar la dispersión elástica coherente neutrino-núcleo, verificando las restricciones a bajas energías para parámetros en el Modelo estándar.

Objetivos

Objetivos específicos

- → Estudiar el sector electrodébil del SM.
- → Derivar analíticamente la sección eficaz de CEvNS a partir de las reglas de Feynman.
- → Calcular numéricamente el número esperado de eventos medido por un determinado detector, considerando diferentes propuestas experimentales que se encuentran actualmente en desarrollo. En particular nos enfocaremos en experimentos futuros que planean detectar CEvNS, utilizando antineutrinos de reactor como fuente.
- → Investigar las propiedades de CEvNS por medio de análisis estadísticos, considerando las propuestas experimentales mencionadas en el objetivo anterior.

¡Gracias!

Referencias

- D.Z. Freedman, Coherent effects of a weak neutral current. Phys. Rev. D 9(5), 1389 (1974).
- D. Akimov et al. (COHERENT). Science 357, 1123 (2017).
- B. Cañas, E. Garcés, O. Miranda, and A. Parada, Physics Letters B 784, 159–162 (2018).
- B. Cañas, E. Garcés, O. Miranda, M. Tórtola and J. Valle. Physics Letters B 761, 450-455 (2016).

Restricciones no estándar en las interacciones neutrino-quark

.

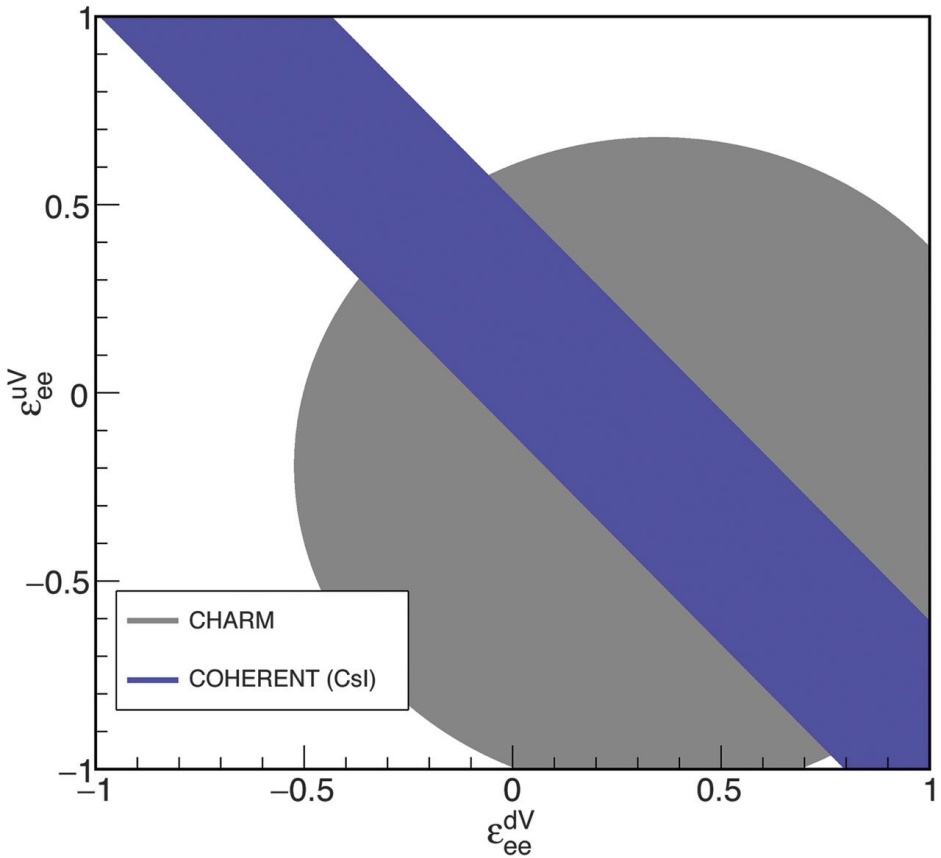


Figura 1: La región azul representa los valores permitidos por nuestro conjunto de datos en 90 % nivel de confianza ($\chi^2_{min} < 4{,}6$) en $\varepsilon_{ee}^{uV}, \varepsilon_{ee}^{dV}$ espacio. La región gris muestra las restricciones existentes en el experimento CHARM.

sección transversal

En el límite de bajas energías la sección eficaz diferencial en el marco de laboratorio está dada por:

$$\left(\frac{d\sigma}{dT}\right)_{SM}^{coh} = \frac{G_F^2 M}{2\pi}\left[1 - \frac{MT}{E_v^2} + \left(1 - \frac{T}{E_v}\right)^2\right] x \left[Z g_v^p F_Z(q^2) + N g_v^n F_N(q^2)\right]^2 \quad (1)$$

Las constantes de acoplamiento $g_v^{p,n}$ estan definidas por:

$$g_v^p = \frac{1}{2} - 2sin^2\theta_W 1 \quad (2)$$

$$g_v^p = -\frac{1}{2} \quad (3)$$

Análisis estadístico:

El número total de eventos esperados en un detector está dado por:

$$N_{events}^{SM} = t\phi_0 \frac{M_{detector}}{M} \int_{E_{vmin}}^{E_{vmax}} \lambda(E_v) dE_v \int_{T_{min}}^{T_{max}(E_v)} \left(\frac{d\sigma}{dT}\right)_{SM}^{coh} dT \quad (4)$$

$$\lambda(E_v) = \sum_l f_l \lambda_l(E_v) = \sum_l f_l exp\left[\sum_{k=1}^{6} \alpha_{kl} E_v^{k-1}\right] \quad (5)$$

Ahora:

$$T_{max}(E_v) = \frac{2E_v}{M + 2E_v} \quad (6)$$

Finalmente para el análisis estadístico χ^2

$$\chi^2 = \frac{\left(N_{events}^{SM} - N^{th}\right)^2}{\sigma_{stat}^2 + \sigma_{syst}^2} \tag{7}$$