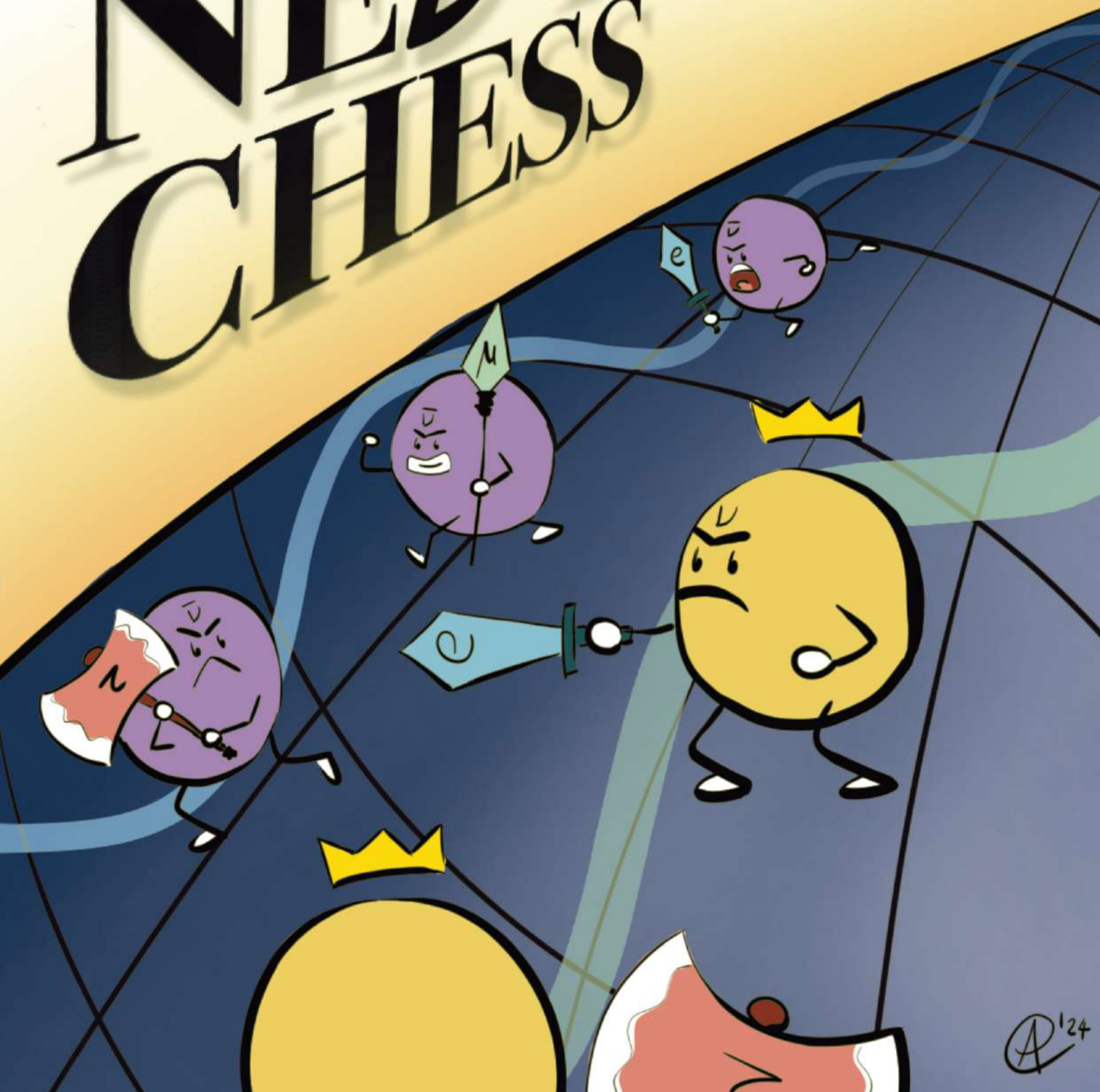


Andrea Ciarma

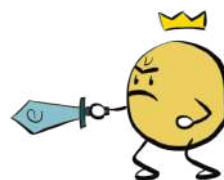


NEUTRINO CHESS





NEUTRINO CHESS



2 Giocatori - 15-30 Minuti
Idea e illustrazioni di Andrea Ciarma

Comanda la tua armata di Neutrini in una galattica sfida strategica! Ricorda che i Neutrini cambiano Sapore quando si spostano secondo il fenomeno dell'Oscillazione dei Neutrini. Pianifica attentamente le tue mosse per catturare i Pezzi avversari e proteggere i tuoi.

Scopo del gioco: dare Scacco Matto al Re Neutrino avversario, oppure catturare tutti gli altri Neutrini.

Componenti: 1 Tabellone, 1 Manuale, 10 Pezzi Neutrino, 2 Pezzi Re Neutrino

Preparazione

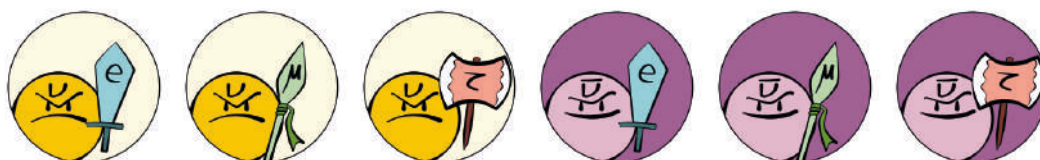
Mettete il Tabellone sul tavolo. Un Giocatore guiderà i **Neutrini** ν (colore giallo) e l'altro guiderà gli **Anti-Neutrini** $\bar{\nu}$ (colore viola). Lanciate una moneta per decidere il **Primo Giocatore**.

Per le prime partite ogni Giocatore segue la **configurazione iniziale** suggerita in figura. Per partite tra Giocatori esperti, i Giocatori possono alternarsi nel mettere una pedina a scelta nella propria zona di schieramento, facendo attenzione a posizionare il Re Neutrino nella Cella Re.

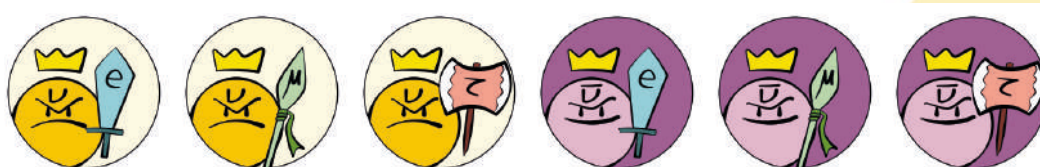


Definizioni

Pezzi Neutrino - rappresentano le due armate di Neutrini ν e Anti-neutrini $\bar{\nu}$. Ogni Pezzo Neutrino può esistere in 3 **Sapori**: elettronico e , muonico μ e tauonico τ .

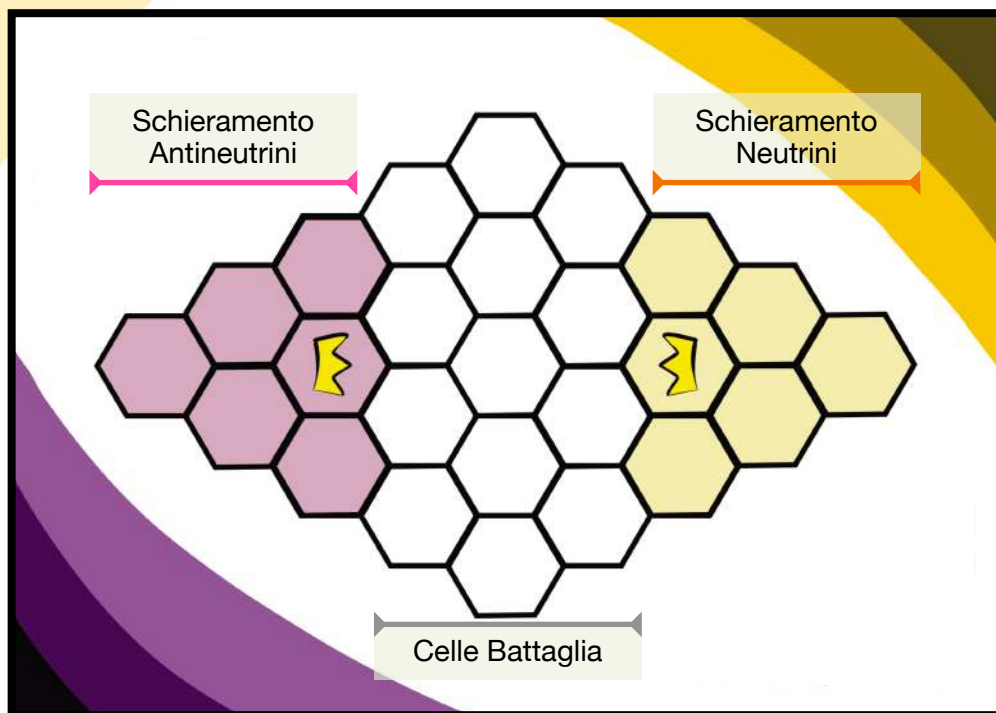


Pezzi Re Neutrino - sono i comandanti delle due armate, i Pezzi più importanti! Si riconoscono dalla Corona . Come i Pezzi Neutrino, esistono in 3 Sapori diversi.



Celle - Il Tabellone e' composto da 3 tipi di Celle:

Celle Re  , Cella Schieramento   e Cella Battaglia .

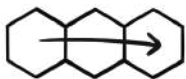


Come Giocare

Neutrino Chess è un gioco a turni. Cominciando dal Primo Giocatore, ogni Giocatore può fare una delle seguenti Azioni: **Muovere** oppure **Schierare un Pezzo Catturato**.

Muovere - puoi muovere uno dei tuoi Pezzi di **1 o 2 Celle** sul Tabellone. A causa del fenomeno dell'Oscillazione, il tuo Pezzo Neutrino **cambierà Sapore** a seconda della distanza percorsa:

1 Cella (Corto Raggio)   

2 Celle (Lungo Raggio)   *a scelta

Per cambiare Sapore, gira il Pezzo Neutrino per mostrare la corretta faccia.

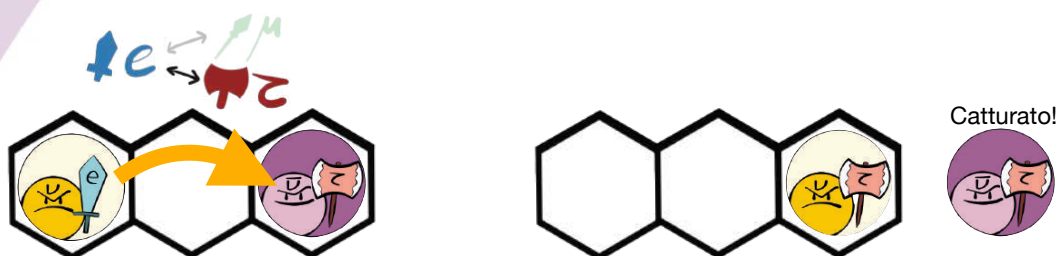
- Un Pezzo in una Cella Re o Cella Posizionamento può essere mosso solo in avanti, e da una Cella Battaglia non può muovere verso una Cella Re o Schieramento.



- Per il movimento di 2 Celle, non importa se la cella di mezzo e' occupata o no.



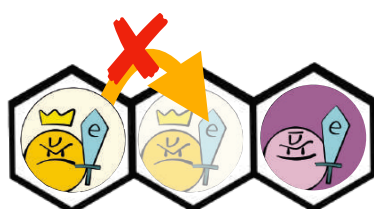
- Puoi muovere solo verso una Cella vuota o una Cella occupata da un Pezzo avversario dello stesso Sapore che avrebbe il tuo Pezzo alla fine del movimento. In questo secondo caso **Catturi** il Pezzo avversario. Rimuovilo dal Tabellone e mettilo vicino al tuo lato del Tabellone (vedi Posizionare un Pezzo Catturato).



- Se dopo una mossa un Re Neutrino potrebbe essere Catturato, si dice **Sotto Scacco** e deve essere mosso in un posto sicuro oppure rimossa la minaccia. Attenzione: i Re Neutrino non possono Catturare i Pezzi Neutrino! I Re Neutrino possono essere messi sotto scacco **anche quando si trovano sulla Cella Re**. Se non c'è modo di salvare il Re allora si dice **Scacco Matto** e la partita finisce (vedi Fine Gioco).

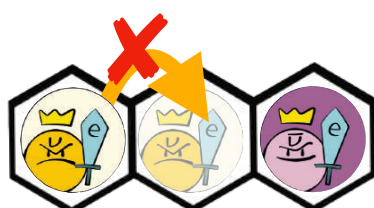


Muovere il proprio Re Neutrino in una cella nella quale sarebbe sotto scacco è una **mossa illegale**.



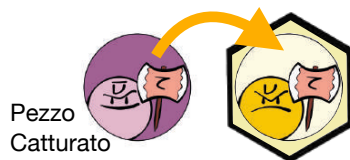
Il Re non può muovere verso una Cella in cui sarebbe sotto scacco!

I Re Neutrino possono "catturare" solo l'altro Re Neutrino. Ciò significa che muovere il proprio Re Neutrino in una Cella dove potrebbe essere catturato dal Re Neutrino avversario è una **mossa illegale**.



Anche qui il Re non può muoversi in una Cella in cui sarebbe sotto scacco.

Schierare un Pezzo Catturato - Metti un Pezzo che hai Catturato in una qualsiasi delle tue Celle Schieramento sotto il tuo controllo (cambiandone il tipo ν o $\bar{\nu}$ a seconda della tua squadra). Non puoi cambiare il Sapore del Pezzo prima di Schierarlo. Da adesso in poi trattalo come uno qualsiasi dei tuoi Pezzi.



Fine del Gioco

Il gioco finisce se un Giocatore da Scacco Matto all'altro (il Re Neutrino avversario si trova sotto Scacco, non può essere mosso in una cella sicura, o il pezzo che da scacco non può essere catturato al prossimo turno), oppure se un Giocatore rimane con soltanto il suo Re Neutrino.

I Neutrini e l'oscillazione di sapore

I neutrini sono **particelle fondamentali** come gli elettroni, i fotoni o i quark, cioè non possono essere divise in parti più piccole. Già dal nome capiamo che queste particelle sono leggerissime, anzi sono **le più leggere** (in realtà non sappiamo ancora quanto pesano di preciso!) e hanno **carica neutra**.

I neutrini interagiscono veramente poco con la materia, tanto da poter attraversare l'intero pianeta senza problemi! Questo li rende **molto difficili da osservare**: per poterne vedere qualcuno abbiamo bisogno di costruire rivelatori di grandissime dimensioni che “guardano” sorgenti di neutrini molto intense.

I primi neutrini che abbiamo scoperto sono i “**neutrini elettronici**”, prodotti tipicamente da decadimenti radioattivi o processi nucleari. Si chiamano così perché prendono il nome dall'**elettone**, la particella carica con cui interagiscono più spesso. Esistono anche altri due tipi di neutrino: i “**neutrini muonici**” e i “**neutrini tauonici**” che prendono il nome dai due cugini più pesanti dell'elettone, il **muone** e il **tau**. Chiamiamo questi tipi “**sapori**” (anche se nessuno ha mai assaggiato un neutrino!).

Però ci siamo resi conto di un comportamento strano di queste particelle: infatti un neutrino “nasce” con un dato sapore, ma quando viaggia non rimane sempre uguale...

I Primi Indizi: Homestake e Kamiokande

Negli anni '70, l'esperimento Homestake negli Stati Uniti ha osservato i **neutrini elettronici** provenienti dal reattore nucleare più grande che abbiamo: **il Sole!** Ogni secondo qui sulla Terra arrivano circa 10'000'000'000 di neutrini dal Sole per ogni cm². Il rivelatore consisteva in una grande tanica piena di 380 mila litri di *tetracloroetilene* (del comune sapone per lavaggio a secco!) in grado di osservare i neutrini elettronici. Ma i risultati erano sconcertanti: arrivava **solo il 30%** dei neutrini elettronici previsti! Sembrava che qualcosa non andasse con le teorie o con l'esperimento stesso.

La soluzione a questo problema fu proposta da Bruno Pontecorvo: i neutrini elettronici prodotti nel Sole **possono cambiare il loro sapore mentre viaggiano** nello spazio verso la Terra. In altre parole, i neutrini elettronici partivano dal Sole, ma durante il viaggio **si trasformavano in neutrini muonici o tauonici**, che Homestake non poteva rilevare. Qualche anno dopo l'esperimento SNO, che era in grado di osservare tutti e tre i sapori ha confermato i valori attesi dalla teoria!

Oscillazioni a Corto e Lungo Raggio

L'oscillazione dei neutrini può avvenire sia su distanze brevi che lunghe, a seconda dell'energia dei neutrini e della loro distanza dal punto in cui vengono prodotti:

- **Oscillazioni a corto raggio:** Queste oscillazioni avvengono in esperimenti che producono neutrini in laboratorio e li osservano dopo pochi chilometri. Un esempio è l'esperimento OPERA ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso che osservava i neutrini muonici prodotti da un acceleratore al CERN di Ginevra cercando di vedere quelli che diventavano neutrini tauonici.

- **Oscillazioni a lungo raggio:** Queste sono le oscillazioni che avvengono su distanze cosmiche, come tra il Sole e la Terra o nei raggi cosmici che colpiscono l'atmosfera. Gli esperimenti come Super-Kamiokande, SNO in Canada e Km3NET nel mar Mediterraneo studiano questo fenomeno.

Nel gioco, il cambio di sapore dei Pezzi Neutrino in base alle caselle percorse vuole proprio ricordare questo fenomeno! Il modo in cui i nostri pezzi cambiano sul tabellone infatti non è scelto a caso, ma rispecchia la probabilità di oscillazione di un dato tipo di neutrino in natura.

Come funziona?

Il fenomeno dell'oscillazione dei neutrini è legato a una strana caratteristica della fisica quantistica.

Abbiamo visto che i neutrini esistono in tre “sapori”: elettronico, muonico e tauonico. Quando vengono prodotti (ad esempio nel Sole o in una centrale nucleare), partono con uno di questi sapori.

Ma qui le cose si complicano: i neutrini non viaggiano come stati di sapore! Durante il loro viaggio attraverso lo spazio, si comportano come “**stati di massa**”, chiamati generalmente ν_1 , ν_2 , e ν_3 . Questi stati **si propagano nello spazio come onde**, ognuna con una frequenza leggermente diversa dalle altre. Dopo un po' di viaggio **la combinazione di questi tre stati di massa sarà cambiata, corrispondendo ad uno stato di sapore diverso da quello iniziale**. In altre parole, un neutrino che parte come elettronico può trasformarsi in muonico o tauonico durante il suo tragitto e viceversa, con un comportamento oscillatorio.

Scoprire che i neutrini oscillano è stato rivoluzionario: ci ha dimostrato che i neutrini hanno una massa (anche se piccolissima) e ci ha aiutato a capire meglio l'universo. Quindi, anche se sembrano invisibili e misteriosi, i neutrini ci raccontano storie affascinanti sull'infinitamente piccolo!

