

CZ HEP Neutrinové experimenty

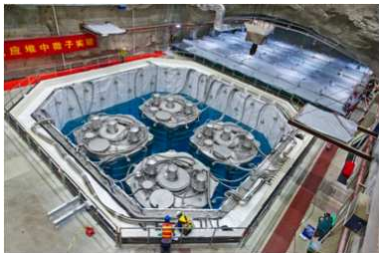
Karel Soustružník

Univerzita Karlova

12. prosinec 2017

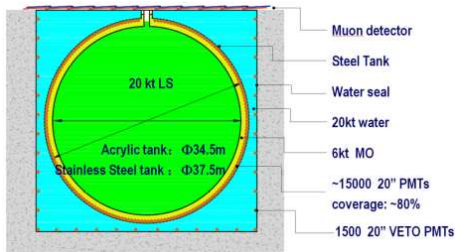
Reaktorové experimenty : Daya Bay a JUNO

Daya Bay



- 17.4 GW_{th} výkon reaktorů
- 8 detektorů, LS, PMTs
- 160 tun
- 1.5 - 1.9 km od terče
- 2011 - 2020

JUNO



- 35.7 GW_{th}
- LS, PMTs
- 20 kt
- 53 km od terče
- 2020+

Daya Bay + JUNO fyzikální program

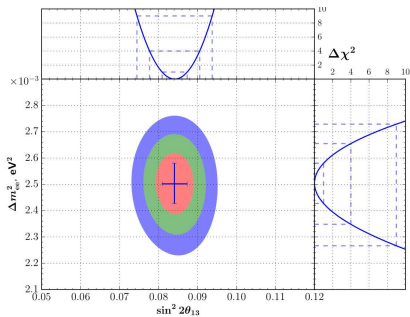
Daya Bay

- parametry oscilací θ_{13} , Δm_{ee}^2
- sterilní neutrina
- $\bar{\nu}_e$ spektrum, tok

JUNO

- parametry oscilací
- hierarchie hmot ($> 3\sigma$)
- SN ν
- geoneutrina
- atmosférická a sluneční ν
- rozpad protonu
- exotika

Daya Bay - aktuální výsledky



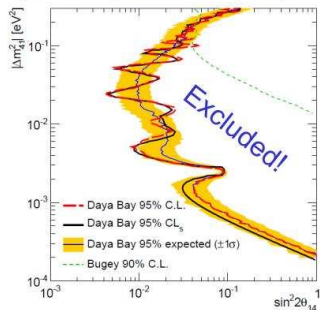
$$\sin^2 2\theta_{13} = [8.41 \pm 0.27(\text{stat}) \pm 0.19(\text{syst})] \times 10^{-2}$$
$$|\Delta m_{ee}^2| = [2.50 \pm 0.06(\text{stat}) \pm 0.06(\text{syst})] \times 10^{-3} \text{eV}^2$$

Phys. Rev. D 95, 072006 (2017)

Nejpřesnější měření θ_{13}

• Sterile neutrino(3+1)

Phys. Rev. Lett. 117, 151802(2016)



Sterilní ν
nepozorována

JUNO - stav a plány

- JUNO kolaborace ustanovena 2014, 71 institucí ze 16 zemí
- Podzemní prostory ve výstavbě
- PMT zakoupeny a zahájeny testy
- Dokončování designu detektoru, začátek instalace 2019
- Začátek nabírání dat 2020



Daya Bay

- Rupert Leitner
- Viktor Pěč
- Bedřich Roskovec
- Vít Vorobel

JUNO

- Rupert Leitner
- Tadeáš Dohnal
- Martin Dvořák
- Viktor Pěč
- Bedřich Roskovec
- Ondřej Šrámek *
- Vít Vorobel

* Katedra geofyziky, ostatní Ústav částicové a jaderné fyziky

Daya Bay, JUNO - český příspěvek

Daya Bay

- testování a instalace mionového detektoru
- vybudování testovací stanice pro RPC detektory v Praze
- analýza nestandardních interakcí



JUNO

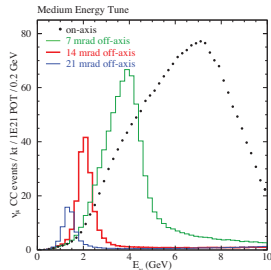
- vývoj kalibračního systému mionového detektoru
- měření nelinearity scintilátoru pomocí Comptonova rozptylu
- analýza dat
 - hierarchie hmot
 - geoneutrína
 -

NOvA - úvod a program

- svazek neutrin s $E \sim 2$ GeV
- 14mrad od osy svazku, 700 kW
- baseline 810 km
- FD 14 ktun, ND 330 tun
- kap. scintilátor (miner. olej), APD
- 2014 - 2024 ?



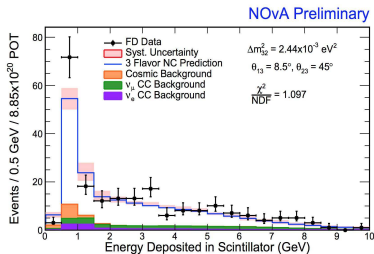
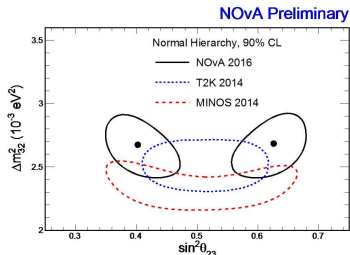
Courtesy of Fermilab



Program

- hierarchie hmot
- oktant θ_{23}
- CP narušení, δ_{CP}
- účinné průřezy
- exotika - sterilní ν , SN ν ,
monopóly, temná hmota ...

NOvA aktuální výsledky



$$|\Delta m_{32}^2| = 2.67 \pm 0.11 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$$

$$\sin^2 \theta_{23} = 0.40_{-0.02}^{+0.03} (0.63_{-0.03}^{+0.02})$$

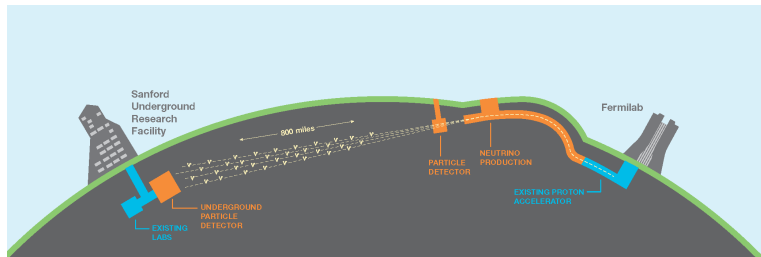
Pozorováno 78 ν_μ případů v FD,
očekáváno 473 ± 30 bez oscilací

PRL 118, 151802 (2017)

Pozorováno $191 \pm 14(\text{stat}) \pm 22(\text{syst})$
NC případů v FD, očekáváno 214

PRD 96, 072006 (2017)

DUNE - úvod + program



- 40 ktun detektor, LAr
- baseline 1300 km
- 1.5 km pod zemí
- detektor v ose svazku, 1.2 MW
- začátek sběru dat 2026 ?
- přesná měření parametrů oscilací
- hierarchie hmot, CP narušení (δ_{CP})
- rozpad protonu
- SN neutrina, exotika

DUNE - aktuální stav, plány

- 2016 - CDR
- 2017 - začátek hloubení tunelů a komor na far site
- 2018 - 2 ProtoDUNE detektory (SP a DP) v provozu v CERN
- 2019 - TDR pro DOE a zahraniční organizace
- 2021 - začátek instalace 1. modulu FD (SP)
- 2023 - instalace 2. modulu FD
- 2024 - 20 ktun provozuschopných
- 2026 - 1.2 MW svazek 120 GeV protonů

NOvA + DUNE - český tým

FZU AVČR

- Miloš Lokajíček*
- Jiří Kvasnička
- Ivo Polák
- Jaroslav Zálešák*
- Vlastimil Zamazal
- Josef Zuklín*

UI AVČR

- František Hakl
- Marcel Jiřina

ÚČJF MFF UK

- Karel Soustružník*
- Zuzana Jelínková
- Jiří Palacký
- Tomáš Nosek
- Petr Tas

FJFI ČVUT

- Jan Smolík*
- Kamil Augsten
- Petr Bouř*
- Ota Čapek
- Filip Jediný
- Václav Kůs*
- Vladimír Linhart
- Petr Vokáč*
- Tomáš Vrba*

* DUNE, finanční podpora : INGO 2015-2017, VI Fermilab-CZ 2016-2019 (do 2022?)

NOvA - český příspěvek

- instalace, montáž detektorů
 - nátěr modulů
 - testy těsnosti modulů
 - plnění minerálním olejem
 - výroba zařízení na testování APD
 - dlouhodobé měření vlastností APD
- run koordinátor, správa DAQ softwaru
 - J. Zálešák 2 roky run koordinátorem
 - správa DAQ softwaru, vytváření oficiálních verzí DAQ softwaru
- tvorba DAQ softwaru
 - software na rychlé ověření stavu dílů před jejich montáží
 - nástroj na ukládání dat o problémech DAQ se sběrem dat do databáze
 - software shromažďující informace o alarmech
- analýza dat
 - analýza systematických chyb spojených s nehomogenitou detektoru
 - hledání lehké temné hmoty
 - kalibrace blízkého detektoru pomocí “rock” mionů

DUNE - český příspěvek

- měření vlastností detektorů světla
- dodávky menších dílů a testovacích zařízení
- dodávky výpočetních a úložných kapacit
- účast na instalaci a testování single-phase prototypu detektoru ProtoDUNE-SP v CERN
- analýza testbeam dat
- účast na instalaci FD detektoru
- analýza experimentálních dat