



Ciemna materia: lekka czy ciężka?

Leszek Roszkowski

Grupa Teorii Cząstek

<https://www.ncbj.gov.pl/grupa-teorii-czastek>

- **Prof. dr hab. Leszek Roszkowski**

Adiunkci:

- **Dr Andrzej Hryczuk**
- **Dr Kamila Kowalska**
- **Dr Enrico Maria Sessolo**
- **Dr Sebastian Trojanowski**

Postdocy:

- **Dr Luc Darmer (2016-19)**
- **Dr Dimitrios Karamitros (2018-21)**
(zastąpił S. Rao (2016-18))
- **Dr Yasuhiro Yamamoto (2018-21)**
- **Doktorant: mgr Krzysztof Jodłowski (2018-22)**

Zmiany w 2018:

- **AH: powrót z U. Oslo (3 lata)**
- **ST: powrót z UC Irvine (grant MNiSW), wyjazd do U. Sheffield (2 lata)**

Granty:

- **KK: Sonata Bis (2018-23):**
 - 2 postdoków (1. od stycznia '19)
 - 2 doktorantów
- **ES: Sonata (2018-23):**
 - 1 postdok (YY)
- **LR: Maestro (2016-22):**
 - Postdocy LD, DK
 - Doktorant KJ

Główna dziedzina badań: ``nowa fizyka'', supersymetryczne i inne podejścia poza Modelem Standardowym

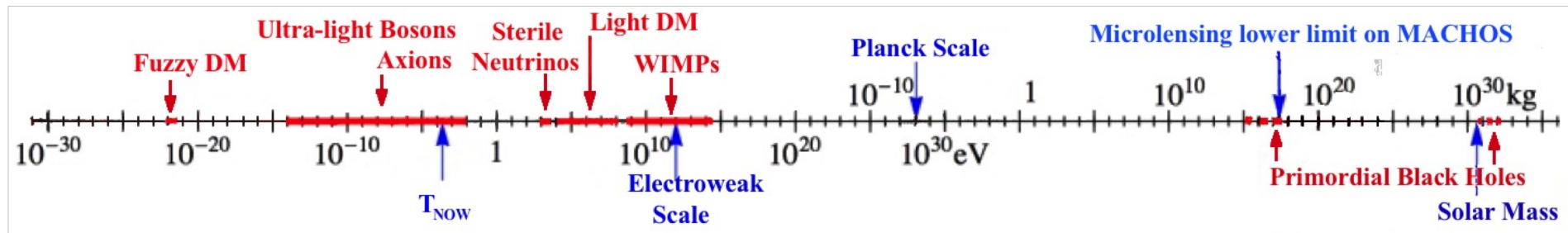
Obszary:

- **Fenomenologia: bozon(y) Higgsa, fizyka zapachu, nowe cząstki (LHC, ...)**
- **Astrofizyka cząstek: ciemna materia (cząstki, własności i detekcja)**
- **Kosmologia cząstek: fizyka wczesnego Wszechświata**
- **Elementy budowy modeli ``nowej fizyki''**

Ciemna materia

- (zapewne) masywna, słabo-oddziałująca (kwazi-)stabilna cząstka (WIMP)
- Ani masa ani oddziaływanie nie są zbyt dobrze ograniczone

(Gelmini)



- Od kilku dekad: paradygmat: aksjon lub WIMP z masa ~ GeV -- TeV
- Brak sygnału → wykwit innych podejść...

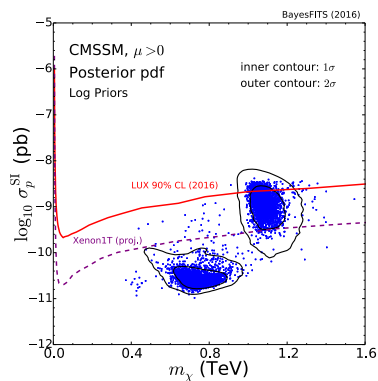
...szczególnie o masie ~ MeV do sub-GeV

Ciemna materia: lekka czy ciężka?

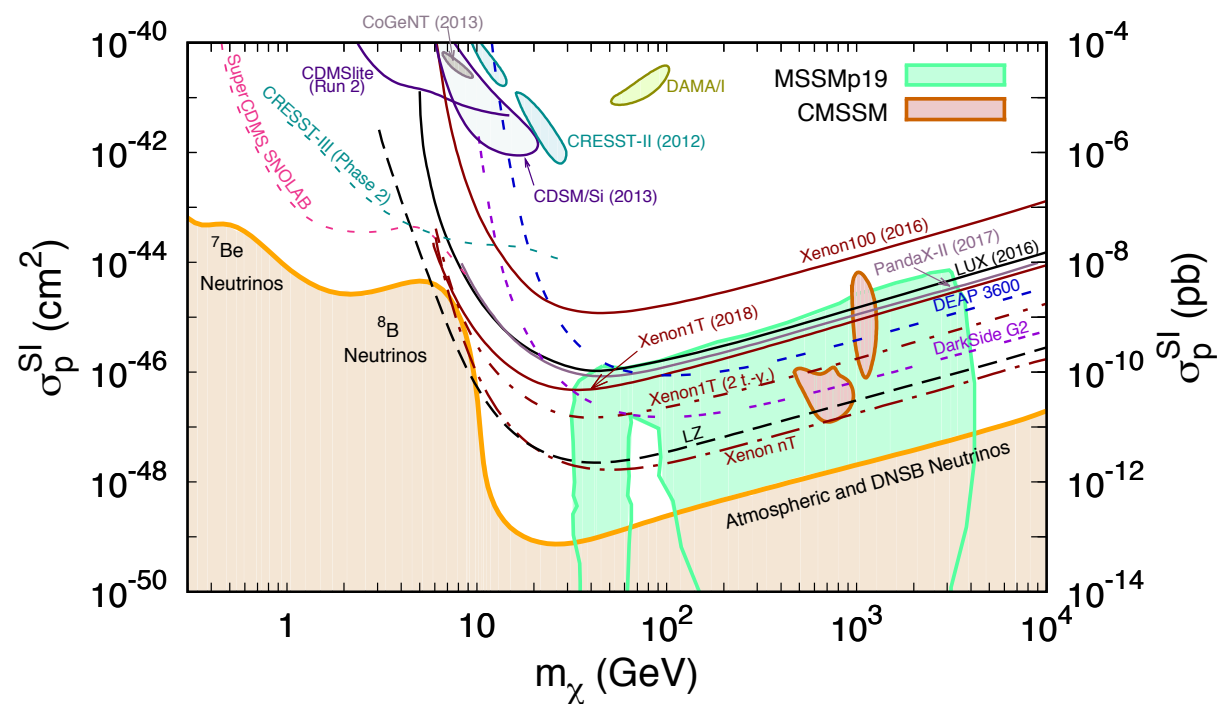
Ciężki WIMP: ciemna materia i SUSY

Jedna z naszych głównych tez

➤ w modelach SUSY + unifikacja: Masa (~ 125 GeV) i inne własności odkrytego bozonu Higgsa \rightarrow cząstka ciemnej materii ma (z dużym prawdopodobieństwem) dobrze określoną masę ~ 1 TeV



1405.4289
(update of 1302.5956)



➤ **Artykuł przeglądowy nt. (głównie) ciężkiej CM:**

“WIMP dark matter candidates and searches - current status and future prospects”,

Roszkowski, Sessolo, Trojanowski,

Reports on Progress in Physics 81 (2018) no 6, 066201 (Impact Factor 14.257)

-- już 41 cytowań

Lekka ciemna materia: ~MeV

Dość duża aktywność w ostatnich latach
Wiele scenariuszy, modeli, etc

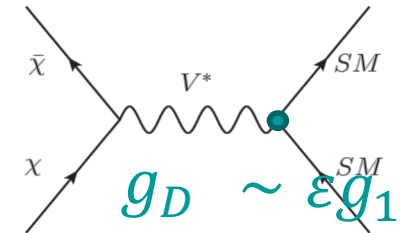
Nasze podejście:

- Ciemny foton + ciemny bozon Higgsa (masy ~MeV)

$$\mathcal{L}_{A'} = -\frac{1}{4}F'^{\mu\nu}F'_{\mu\nu} - \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{\cos\theta_w} B_{\mu\nu}F'^{\mu\nu} + (D^\mu S)^*(D_\mu S) + \mu_S^2 |S|^2 - \frac{\lambda_S}{2} |S|^4$$

Człon mieszania z fotonem

Potencjał ciemnego bozonu Higgsa



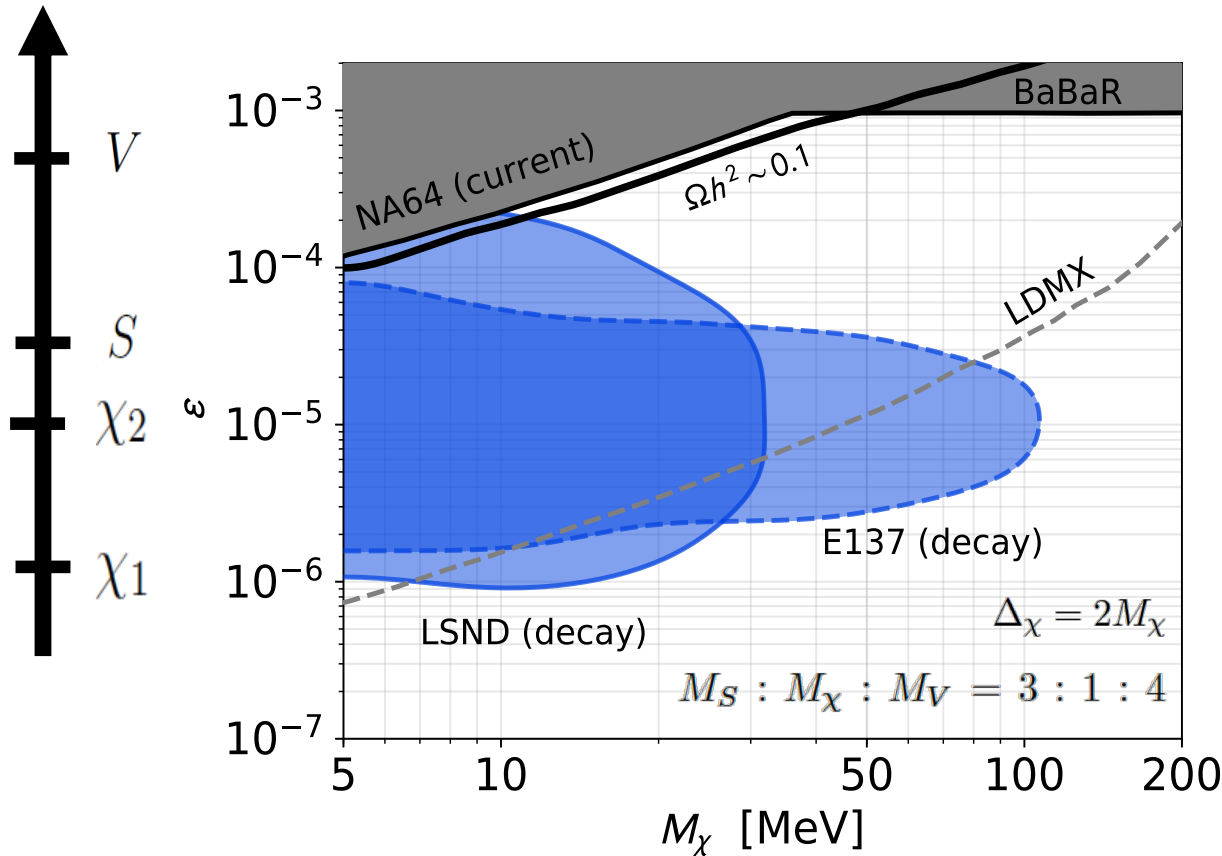
- Po złamaniu ``ciemnej'' symetrii U(1): **masywny ciemny foton oraz ciemny bozon Higgsa o podobnej masie (~MeV)**
- Ciemna materia: fermion lub scalar (szereg opcji...)
- (meta)stabilna
- Ograniczenia z danych: CMB, gęstość relikтовая, beam-dump,...

Publikacje Darme, Rao, LR:

- ``Light dark Higgs boson in minimal sub-GeV dark matter scenarios'', JHEP 03 (2018) 084
- ``Signatures of dark Higgs boson in light fermionic dark matter scenarios'', JHEP (w druku)
- Plus kilka referatów na konferencjach (LD: Moriond, DESY) i seminariach

Lekka ciemna materia: przykład

Gęstość reliktowa: p-wave process $\chi\chi \rightarrow e^+e^-$



Główne sygnatury:

- **Missing energy**
- **Rozpad $\chi_2 \rightarrow \chi_1 e^+ e^-$**

Jeśli masy $\chi_2 - \chi_1$ nie są zbliżone: $c\tau_\chi < 1 m$

- **Eksperymenty typu "long-baseline" (np. E137) nie są czułe na dużą część przestrzeni parametrów**
- **Dużo lepsze perspektywy dla MAGIX, SeaQuest,...**

"Signatures of dark Higgs boson in light fermionic dark matter scenarios",
[arXiv:1807.10314](https://arxiv.org/abs/1807.10314) → JHEP (w druku)