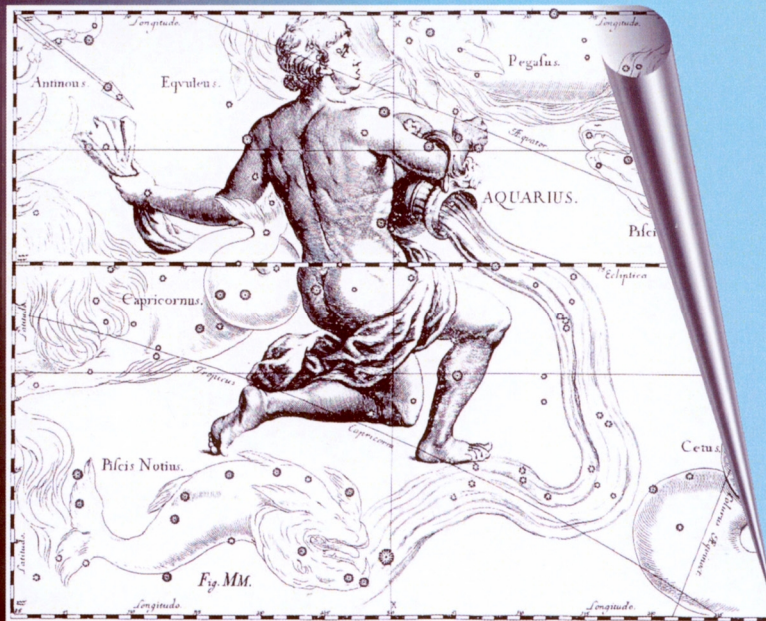


2011



Częstochowski Kalendarz Astronomiczny

Pod redakcją Bogdana Wszółka

Rycina znaku Wodnika zaczerpnięta z atlasu nieba opracowanego przez Jana Heweliusza (1611–1687)
w dziele *PRODROMUS ASTRONOMIAE CUM CATALOGO FIXARUM ET FIRMAMENTUM SOBIESCIANUM...*, Gdańsk 1690

Częstochowski
Kalendarz Astronomiczny

2011

Rok VII

Redaktor naukowy

Bogdan Wszolek

Wersja elektroniczna kalendarza jest dostępna na stronie

www.ptma.ajd.czyst.pl

Częstochocki Kalendarz Astronomiczny 2011

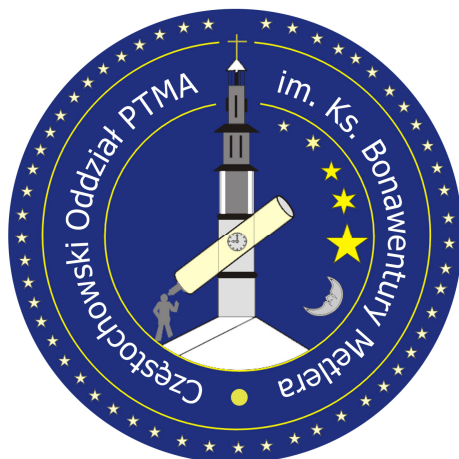
Redakcja naukowa

Bogdan Wszolek

Autorzy przyczynków:

Iwan L. Andronow
Karolina Bąkowska
Blanka Cecota
Bożena Czerny
Czinarowa
Agnieszka Debudej
Marek Jamrozy
Joanna Kozakiewicz
Sylwia Kusiak
Agnieszka Kuźmicz

Artur Leśniczek
Grzegorz Madej
Katarzyna Marciniak
Marek Morawski
Michał Silarski
Jacek Szabelski
Natalia Wirnina
Bogdan Wszolek
Waldemar Zwierzchlejski



Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Oddział im. Ks. Bonawentury Metlera w Częstochowie

oraz

Instytut Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie

Częstochowa 2011

Recenzent

Prof. dr hab. Krzysztof Maślanka

Redaktor

Bogdan Wszolek

Korektorzy

Magdalena Wszolek i Agnieszka Kuźmicz

Redakcja techniczna

Bogdan Wszolek

Projekt okładki

Bogdan Wszolek

Strona 1 okładki

Rycina znaku Wodnika zaczerpnięta z atlasu nieba opracowanego przez Jana Heweliusza (1611-1687) w dziele *Prodromus astronomiae cum catalogofixarum et firmamentum Sobiescianum...* Gdańsk 1690

Strona 4 okładki

Antena radiowa o średnicy 9 metrów na swoim pierwotnym stanowisku w Psarach. Zainstalowana w roku 2000, rozebrana w 2010 z zamiarem ponownego uruchomienia w Rzepienniku Biskupim. (fot. B. Wszolek)

© Copyright by Bogdan Wszolek i Wydawnictwo AJD w Częstochowie

ISSN 1895-0787

Wydawnictwo AJD im. Stanisława Podobińskiego w Częstochowie

Spis treści

Słowo wstępne (<i>B. Wszolek</i>)	7
Część pierwsza (tabelaryczna)	
Kalendarz na rok 2011 (<i>A. Kuźmich</i>)	9
W roku 2011 (<i>A. Kuźmich, B. Wszolek</i>)	21
III Konferencja Naukowa Młodych „Astrophisica Nova”	22
Konkurs URANIA	23
I Konkurs Artystyczny „Ars Astronomica”	25
Tabele astronomiczne (<i>B. Wszolek</i>)	27
<i>Wschody, górowania i zachody Słońca w Częstochowie</i>	27
<i>Świty i zmierny w Częstochowie</i>	33
<i>Wschody, górowania i zachody Księżycy w Częstochowie</i>	39
<i>Czas gwiazdowy</i>	45
Część druga (dydaktyczno-informacyjna)	
Częstochowska aktywność astronomiczna 2010 (<i>B. Wszolek</i>)	51
Księżyc w Częstochowie (<i>W. Zwierzchlejski</i>)	69
Astronomicznie na Ukrainie (<i>B. Wszolek</i>)	71
Gwiazdnym szlakiem z Częstochowy do Lourdes i na Pic du Midi (<i>B. Wszolek</i>)	77
Letnia szkoła obserwacyjna w Hiszpanii (<i>A. Kuźmich</i>)	81
Wizja utworzenia Jurajskiego Parku Nauki (<i>B. Wszolek</i>)	83
Część trzecia (artykuły popularnonaukowe)	
Siedem anten radiowych z Psar (<i>B. Wszolek</i>)	87
Roje meteorów w 2011 roku (<i>A. Leśniczek</i>)	91
Trenażer dla obserwatorów gwiazd zmiennych (<i>I.L. Andronow</i>)	95
Tajemnica Gwiazdy Betlejmskiej (<i>B. Wszolek</i>)	103
Program kosmiczny Izraela (<i>W. Zwierzchlejski</i>)	107
Część czwarta (przyczynki naukowe)	
Gwiazdy typu AM Herkulesa (<i>I.L. Andronow</i>)	113
Gwiazdy podwójne i ich ewolucja (<i>L.L. Czararowa</i>)	117
Układy podwójne gwiazd z akrecją materii typu „Direct Impact” (<i>N.A. Wirnina</i>)	125
Gwiazdy kataklizmiczne-rezultaty dla V1113 Cygni (<i>K. Bąkowska</i>)	131
Ewolucja aktywnych jąder galaktyk (<i>B. Czerny</i>)	135
Optyczna zmienność kwazarów (<i>A. Kuźmich</i>)	151
Poszukiwanie cząstek ciemnej materii w zderzeniach elektron-tarcza (<i>M. Silarski</i>) ...	153
Najmniejsze i największe cząstki w CERNie, a Wszechświat (<i>B. Cecota, J. Szabelski</i>)	159
Najciekawsze jest to, czego nie widać – złoty wiek radioastronomii (<i>M. Jamrozy</i>)	163
Spektroskopowa charakterystyka środowiska międzygwiazdowego w kierunku ω Ori (<i>A. Debudej, B. Wszolek</i>)	169
Spektroskopowa charakterystyka środowiska międzygwiazdowego w kierunku ϵ Ori (<i>S. Kusiak, B. Wszolek</i>)	171
Problem ilości międzygwiazdowych pasm rozmytych (<i>A. Kuźmich, B. Wszolek</i>)	173
Obraz Oriona w podczerwieni (<i>K. Marciniak, B. Wszolek</i>)	175
Człowiek i Kosmos-poglądowa prezentacja planetaryjna (<i>G. Madej, B. Wszolek</i>)	177
Badanie spektroskopowe wybranych linii międzygwiazdowych (<i>M. Morawski, B. Wszolek</i>)	179
Rezonanse Schumanna na Marsie (<i>J. Kozakiewicz</i>)	185
Zodiak z Dendery (<i>J. Kozakiewicz</i>)	191

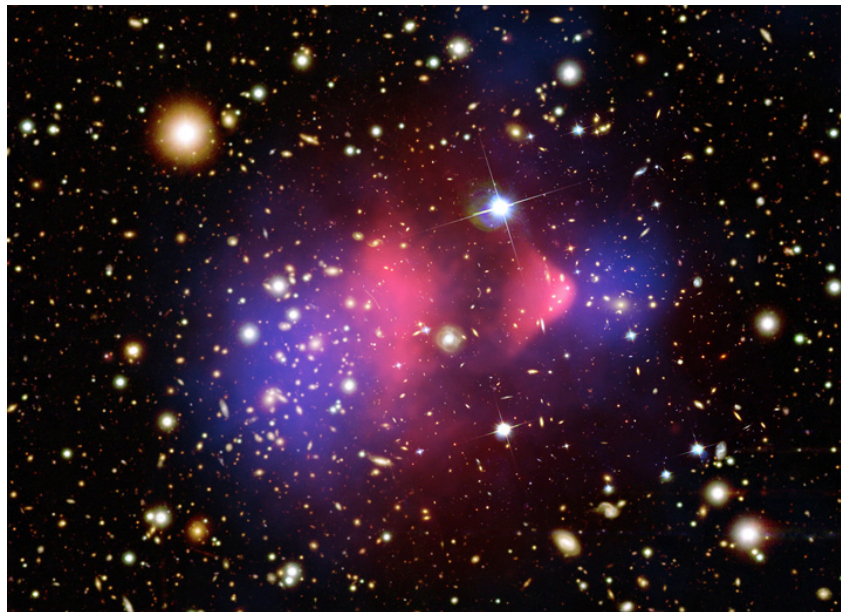
Poszukiwanie cząstek ciemnej materii w zderzeniach elektron-tarcza

Michał Silarski

Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Wstęp

W 1933 roku Fritz Zwicky badając gromadę COMA w gwiazdozbiornie Warkocz Bereniki zauważył, że galaktyki poruszają się tam ze znacznie większymi prędkościami niż wynikałoby to z ich wzajemnego oddziaływania grawitacyjnego [1]. Aby wyjaśnić niezgodności pomiarów z obserwacjami Zwicky założył, że badana gromada zawiera poza świecąca materią obiekty, które oddziałują wyłącznie grawitacyjnie i w ten sposób modyfikują krzywe rotacji galaktyk. Nie emitują one ani nie pochłaniają fal elektromagnetycznych, są więc niewidoczne i dlatego nazwano je ciemną materią. Wkrótce okazało się, że jest ona niezbędnym składnikiem prawie wszystkich obserwowanych galaktyk i ich gromad. Obserwacje astronomiczne dostarczyły wielu pośrednich dowodów na istnienie ciemnej materii, z których najmocniejszym są wyniki badań gromady Pocisk za pomocą kosmicznego teleskopu Chandra [1].



Rys.1 Gromada pocisk. Obszar zaznaczony kolorem różowym odpowiada skupionemu w zderzeniu gazowi międzygalaktycznemu, natomiast kolorem niebieskim zaznaczono obszar silnego pola grawitacyjnego. Zdjęcie pochodzi z [2].

Początkowo uważano, że ciemna materia to zwyczajne obiekty astronomiczne, takie jak czarne dziury, brązowe karły, gwiazdy neutronowe, itp., znajdujące się na obrzeżach galaktyk i emitujące zbyt mało światła, aby mogły być zauważone (tzw. MACHO: Massive Compact Halo Object). Systematyczne obserwacje wskazują jednak, że obiektów tego typu jest zbyt

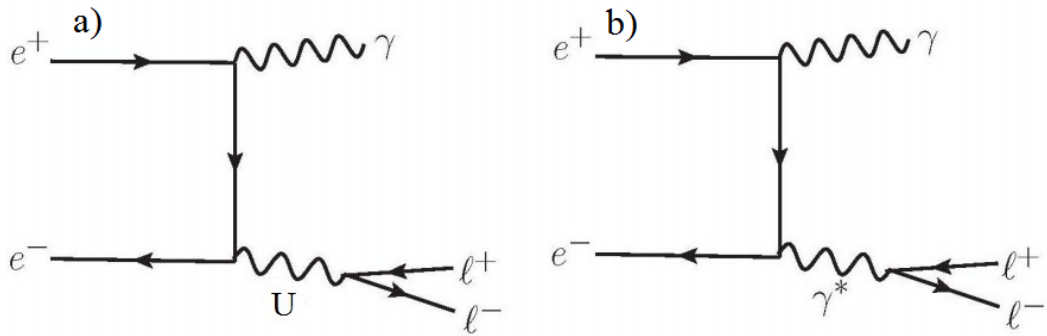
mało, aby ich grawitacyjne oddziaływanie mogło wytłumaczyć obserwowane krzywe rotacji galaktyk. Przypuszczalnie większość ciemnej materii stanowią słabo oddziałujące znane cząstki elementarne poruszające się z prędkościami relatywistycznymi, takie jak neutrino oraz nieodkryte jeszcze masywne cząstki tzw. WIMP-y (Weakly Interacting Massive Particles) oddziałujące praktycznie tylko grawitacyjnie. Jednym z kandydatów na WIMP-a jest neutralino, masywna i stabilna cząstka, przewidywana przez teorie supersymetryczne, której poszukuje się w eksperymentach na Wielkim Zderzaczu Hadronów LHC. Poszukiwania cząstek ciemnej materii prowadzone są również przez wiele innych grup badawczych na całym świecie. Opierają się one przede wszystkim na badaniu anomalii rozkładu promieniowania kosmicznego [3,4] oraz na rejestracji oddziaływania cząstek ciemnej materii z jądrami atomowymi [5].

Badania docierających do nas strumieni cząstek, prowadzone m. in. przez grupę PAMELA, wykazują znaczny wzrost liczby wysokoenergetycznych pozytonów, które mogą pochodzić z anihilacji cząstek ciemnej materii [3]. Ponadto, w eksperymencie DAMA zarejestrowano bardzo interesującą modulację liczby elastycznych zderzeń niezidentyfikowanych cząstek z jądrami kryształów NaI [5]. Źródłem tego sygnału mogły by być cząstki ciemnej materii tworzące galaktyczne halo, których średnia prędkość względem Ziemi zmienia się w ciągu roku. Wyniki innych eksperymentów [6] wskazują jednak na to, że modulacje te są najprawdopodobniej wynikiem jakiegoś innego zjawiska.

Modele lekkiej ciemnej materii

Pierwsze modele postulujące istnienie cząstek ciemnej materii o masie do $1\text{GeV}/c^2$ powstały już w latach 80-tych. Obecnie zyskują coraz większą popularność głównie ze względu na możliwość wyjaśnienia wyników wspomnianych eksperymentów i ich wzajemnej niezgodności [7]. Głównym ich założeniem jest istnienie nowego oddziaływania, względem którego zwykła materia jest neutralna. To nowe, „ciemne” oddziaływanie nie zostało dotąd odkryte ze względu na to, że symetria cechowania nie pozwala na renormalizowalne oddziaływanie fermionów Modelu Standardowego z „ciemnymi” bozonami cechowania U oraz ciemną materią [8]. Bozony te mogą jednak sprzęgać się z hiperładunkiem Modelu Standardowego przez tzw. człon kinetycznego mieszania, który pozwala np. na ich rozpady na pary lepton - antylepton. Ponadto bozony ciemnej materii mogły by uzyskiwać masę poprzez mechanizm Higgsa [8].

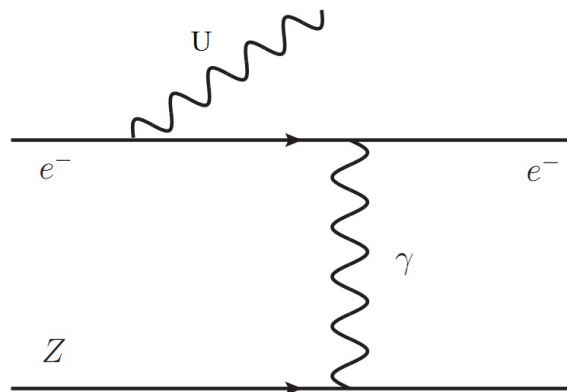
Ważną cechą tej klasy modeli ciemnej materii jest ich weryfikowalność w eksperymentach akceleratorowych takich jak rozpady rzadkich mezonów, zderzenia e^+e^- czy elektron-jądro [7]. W zderzeniach e^+e^- bozon U może być wyprodukowany np. wraz z fotonem: $e^+e^- \rightarrow U\gamma$, a następnie rozpaść się na pary lepton - antylepton (Rys.2a).



Rys.2. a) Diagram Feynmana dla produkcji bozonu U w zderzeniach e^+e^- ; b) proces stanowiący główne tło dla poszukiwanego rozpadu U. Rysunek zaadoptowany z [7].

Pojawia się tu tło pochodzące od konkurencyjnej produkcji leptonów poprzez wirtualny foton (Rys.2b), które można jednak odrzucić np. poprzez analizę rozkładu masy niezmienniczej par l^+l^- [9]. Bozonu U można poszukiwać również w rzadkich rozpadach mezonów, takich jak $\phi \rightarrow \eta U \rightarrow \eta e^+e^-$ czy $\pi^0 \rightarrow e^+e^-$. Badania tego typu prowadzone są między innymi przez grupę KLOE na akceleratorze wiązek przeciwbieżnych DAFNE we Frascati [9] oraz grupę BABAR na akceleratorze SLAC [10].

Kolejną grupę eksperymentów, w których można poszukiwać cząstek ciemnej materii, stanowią zderzenia elektron-jądro, w których bozony U mogłyby być produkowane w procesach radiacyjnych analogicznych do emisji promieniowania hamowania (Rys.3). Zaletami takich pomiarów są wyższe przekroje czynne na produkcję oraz możliwość poszukiwania w całkiem innym obszarze stałej kinetycznego sprzężenia i masy hipotetycznego bozonu. Eksperymenty na stałej tarczy uzupełniają więc badania rozpadów mezonów i zderzeń e^+e^- [7].



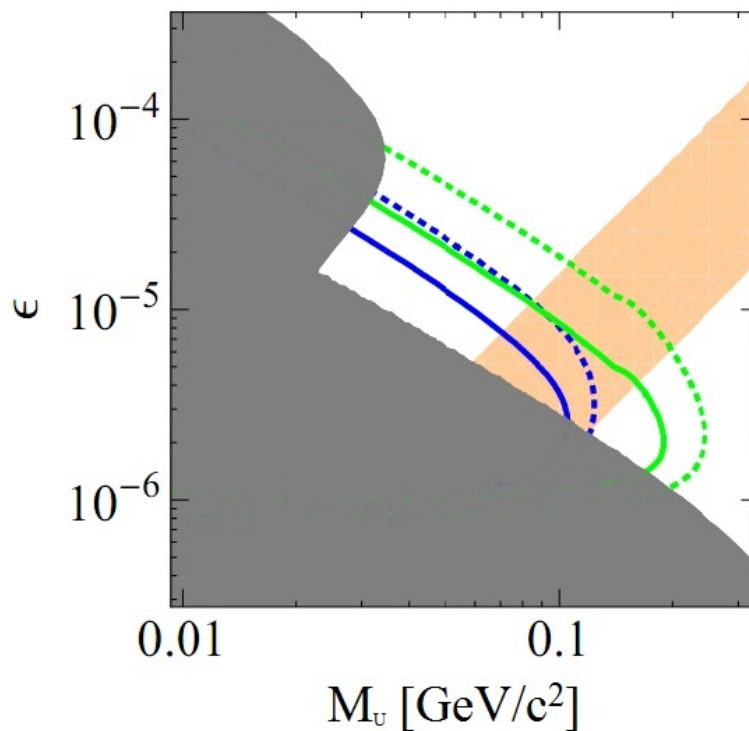
Rys.3 Diagram Feynmana przedstawiający proces produkcji bozonu U w zderzeniu elektron-jądro. Rysunek pochodzi z [8].

Napotykamy tu jednak na istotny problem z tłem, wynikającym z produkcji par leptonów poprzez wirtualny foton oraz proces Bethego-Heitlera, z którymi walczy się poprzez skomplikowane cięcia kinematyczne opisane wraz z oszacowaniem stosunku sygnału do tła w pracy [8]. Eksperymenty takie można prowadzić na grubej lub cienkiej tarczy w zależności od założonej masy

i stałej sprzężenia bozonu U, a także jego czasu życia. Wymusza to również wykorzystanie odmiennych technik eksperymentalnych. W tym artykule ograniczę się do opisu tylko eksperymentów z grubą tarczą odpowiednich dla poszukiwań lekkich bozonów z długim czasem życia i sprzęgających się słabo (przykłady zarówno takiego typu jak i innych eksperymentów przedstawione są w pracy [8].)

Eksperymenty na grubej tarczy

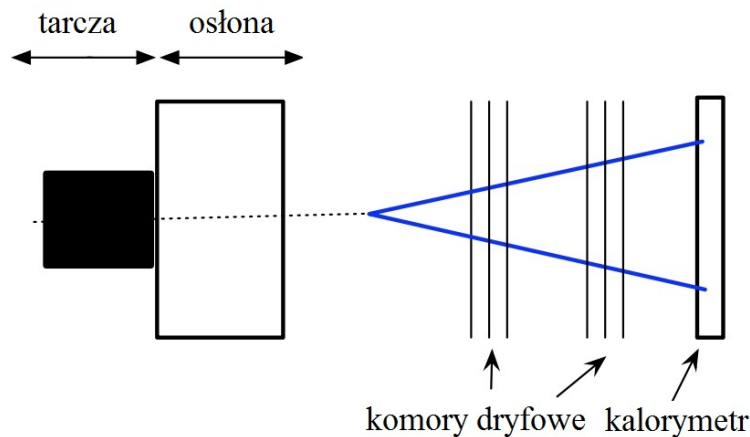
Rysunek 4 przedstawia przestrzeń stałej sprzężenia i masy bozonu ciemnej materii dostępną dla pomiarów na grubej tarczy [8]. Obszar zaznaczony kolorem szarym został wykluczony przez tego typu eksperymenty przeprowadzone na akceleratorze SLAC (eksperymenty E137 i E141 [11,12]) oraz Fermilab (eksperyment E774 [13]).



Rys.4 Wartości parametru sprzężenia ϵ oraz masy bozonu U, które można testować w zderzeniach elektron-tarcza. Obszar koloru szarego odpowiada wartościom wykluczonym przez eksperymenty E137, E 141 oraz E774. Krzywe ciągłe i przerywane ograniczają obszary dostępne do weryfikacji dla eksperymentów z grubą tarczą odpowiednio z osłoną oraz bez niej, dla wiązki o energii 200 MeV i całkowitemu ładunkowi 0.3 C (kolor niebieski), oraz dla wiązki o energii 6 GeV i ładunkowi 0.1 C. Obszar zaznaczony na pomarańczowo odpowiada parametrom modelu, które tłumaczą wyniki eksperymentu DAMA. Wykres pochodzi z artykułu [8].

Zakładając, że poszukiwany bozon ma małą masę (około 50-100 MeV/c²) i długi czas życia, oraz sprzęga się słabo z materią ($\epsilon \sim 10^{-5}$) zastosować można układ eksperymentalny, którego schemat przedstawiony został na rysunku 5. Wiązka elektronów kierowana jest na grubą (rzędu 10 cm) tarczę wykonaną np.

z wolframu. Za nią znajduje się warstwa absorbentu redukującego tło pochodzące od kaskad elektromagnetycznych i hadronowych powstających w tarczy. Wyprodukowane bozony U nie są pochłaniane, ponieważ nie oddziałują z materią osłony i ulegają rozpadom na pary lepton - antylepton, które rejestrowane są za pomocą odpowiednio zaprojektowanych komór dryfowych oraz kalorymetrów elektromagnetycznych, a następnie identyfikowane za pomocą standardowych metod stosowanych w fizyce cząstek.



Rys.5 Schemat układu detekcyjnego odpowiedniego do poszukiwań lekkich mezonów U o długim czasie życia. Rysunek pochodzi z pracy [8].

W pomiarze takim kluczowe jest określenie werteksu, z którego pochodzą zarejestrowane w koincydencji cząstki. Bardzo ważne jest również optymalne dobranie grubości absorbentu oraz tarczy tak, aby przy wysokiej redukcji tła jak największa liczba produkowanych bozonów ulegała rozpadowi poza ich obszarem. Według autorów artykułu [8] przy absorbencie grubości ok. 10 cm i całkowitej liczbie elektronów odpowiadającej ładunkowi 0.3 C można zaobserwować ok. 30 rozpadów bozonu U. Dla wyższych energii wiązki można poszukiwać cząstek o większej masie i krótszym czasie życia (rys.4) przy wykorzystaniu grubszych tarcz. W takim przypadku musimy jednak uporać się z większym tłem pochodzącym przede wszystkim od produkcji mionów, neutronów czy promieniowania rentgenowskiego [8].

Podsumowanie

Systematyczne poszukiwania ciemnej materii, w szczególności niezgodności wyników wymienionych wcześniej eksperymentów, wskazują na istnienie niezobserwowanych cząstek ciemnej materii o masie do $1 \text{ GeV}/c^2$. Hipoteza ta może być zweryfikowana za pomocą różnych eksperymentów działających zarówno na zderzaczach e^+e^- , jak i na synchrotronach elektronowych. Wśród nich szczególne miejsce zajmują badania zderzeń elektron-tarcza, w które potencjalnie mogłyby włączyć się również Polska na budowanym w Krakowie synchrotronie.

Bibliografia

- [1] Góra P.F., 2008, FOTON 103, 16
- [2] <http://www.astronomia.pl/wiadomosci/index.php?id=1210>
- [3] Boezio M. et al., 2009, New J. Phys. 11, 105023
- [4] Aharonian F. et al., 2008) [H.E.S.S. Collaboration], Phys. Rev. Lett. 101, 261104
- [5] Bernabei R. et al., 2008, [DAMA Collaboration], Eur. Phys. J. C56, 333
- [6] Ahmed Z. et al., [CDMS Collaboration] arXiv:0912.3592
- [7] Bossi F., 2009, Wykład pt. „*Signals from a low energy dark world*”, INFN-LNF Frascati
- [8] Bjorken J. D., Essig R., Schuster P., Toro N., 2009, Phys. Rev. D80, 075018
- [9] Bossi F., arXiv:0904.3815
- [10] Aubert B. et al., 2009, Phys. Rev.Lett. 103, 081803
- [11] Bjorken J. D. et al., 1988, Phys. Rev. D38, 3375
- [12] Riordan E. M. et al., 1987, Phys. Rev. Lett. 59, 755
- [13] Bross A. et al., 1991, Phys. Rev. Lett. 67, 2942



Prof. dr hab. Bożena Czerny i prof. dr hab. Marek Biesiada
podczas wykładów. (fot. B. Wszolek)