

Częstochowski
Kalendarz Astronomiczny
2012

Rok VIII

Redaktor naukowy
Bogdan Wszolek

Wersja elektroniczna kalendarza jest dostępna na stronie

www.ptma.ajd.czyst.pl

Częstochocki Kalendarz Astronomiczny 2012

Redakcja naukowa

Bogdan Wszolek

Autorzy przyczynków:

Ivan L. Andronov
Marek Biesiada
Agnieszka Debudej
Piotr Flin
Bartosz Gauza
Justyna Gronowska
Paulina Kaczmarek
Jacek Kruk
Sylwia Kusiak
Agnieszka Kuźmicz
Artur Leśniczek

Beata Malec
Krzysztof Maślanka
Julita Ozga
Elena Panko
Gregory Polinovsky
Szymon Sikora
Michał Silarski
Agnieszka Słowikowska
Bogdan Wszolek
Magdalena Wszolek
Anastasiia Zolotukhina



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

oraz

Instytut Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie

Częstochowa 2012

Recenzent

Prof. dr hab. Krzysztof Maślanka

Redaktor

Bogdan Wszolek

Korektorzy

Agnieszka Kuźmich, Bogdan Wszolek

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

Pierwsze polskie wydanie *Principiów* Newtona (fot. B. Wszolek)

© Copyright by Bogdan Wszolek i Wydawnictwo AJD w Częstochowie

ISBN 978-83-7455-179-3

ISSN 1895-0787

Wydawnictwo im. Stanisława Podobińskiego Akademii im. Jana Długosza

Spis treści

In memoriam (<i>B. Wszolek</i>)	6
Słowo wstępne (<i>B. Wszolek</i>)	7
Część pierwsza (tabelaryczna)	
Kalendarz na rok 2011 (<i>A. Kuźmich</i>)	9
W roku 2012 (<i>A. Kuźmich, B. Wszolek</i>)	21
IV Konferencja Naukowa Młodych „Astrophisica Nova”	22
Konkurs URANIA	23
II Konkurs Artystyczny „Ars Astronomica”	25
I Ogólnopolski Konkurs Astrofotografii „Tranzyt Wenus”	26
Tabele astronomiczne (<i>B. Wszolek</i>)	27
<i>Wschody, górowania i zachody Słońca w Częstochowie</i>	27
<i>Świty i zmierzchy 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
Jubileusz gagarinowski w Krakowie (<i>J. Kruk</i>)	79
Krymska przygoda 2011 (<i>P. Kaczmarek</i>)	83
„Solaris” – obserwatorium w hipermarkecie (<i>A. Kurek</i>)	91
Część trzecia (artykuły popularno naukowe)	
Kilka wspomnień o śp. Arcybiskupie Żywińskim (<i>K. Maślanka</i>)	95
Maria Skłodowska-Curie (<i>A. Kuźmich</i>)	103
Jan Heweliusz – życie gwiazdami pisane (<i>M. Wszolek</i>)	109
Roje meteorów w 2012 roku (<i>A. Leśniczek</i>)	113
Część czwarta (przyczynki naukowe)	
ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ (<i>И.Л. Андронов</i>)	119
Astrofizyka źródłem ograniczeń na egzotyczne teorie fizyczne (<i>M. Biesiada</i>)	133
Silne soczewki grawitacyjne jako narzędzie pozwalające uzyskać ograniczenia na współczesne modele ciemnej energii (<i>B. Malec i M. Biesiada</i>)	137
Tadeusz Banachiewicz w Kazaniu (1910-15) i Tartu (1915-18) (<i>P. Flin i E. Panko</i>) ..	145
HU Aquarii – close binary system harbouring two massive planets? (<i>B. Gauza i A. Słowikowska</i>)	153
Gwiazdy zmienne zaćmieniowe – obserwacje CC Coma Berenice (<i>J. Gronowska</i>)	159
Badanie charakterystyki spektroskopowej środowiska międzygwiazdowego w kierunku o Per (<i>A. Debudej, S. Kusiak i B. Wszolek</i>)	165
Nie wszystkie międzygwiazdowe pasma rozmyte są międzygwiazdowe (<i>A. Kuźmich i B. Wszolek</i>)	171
Obraz spektroskopowy obłoków międzygwiazdowych w kierunku gwiazdy ξ Persei (<i>J. Ozga i B. Wszolek</i>)	175
Моделирование синтетических спектров углеродных гигантов с новым списком молекулы аммиака (<i>Г.А. Полиновский, Я.В. Павленко, J. Tennyson, С.Н. Юрченко, R.J. Barber</i>)	179
Symetria CP a ewolucja Wszechświata (<i>M. Silarski</i>)	185
Międzygwiazdowe pasma rozmyte i ich badanie w Częstochowie (<i>B. Wszolek</i>)	191
Koncepcja utworzenia polskiego interferometru radiowego (<i>B. Wszolek</i>)	195
Wpływ astronomii na nauki rolnicze (<i>M. Wszolek</i>)	197
Observations obtained at Kyiv meridian axial circle with CCD-camera and their reduction (<i>A. Zolotukhina</i>)	203
Mikrosoczewkowanie w dyskowym modelu Galaktyki (<i>S. Sikora</i>)	207

In memoriam

Intelektualne środowiska w Polsce ze smutkiem odnotowały w 2011 roku śmierć kilku ważnych osobistości:

W dniu 10 lutego zmarł w Rzymie Józef Życiński (1948-2011). Ostatnio, Arcybiskup Metropolita Lubelski. Jeden z największych intelektualistów polskich, zajmujący się naukowo m.in. zagadnieniami filozofii przyrody, zwłaszcza w zakresie historii Wszechświata jako całości. W Częstochowie występował wielokrotnie z wykładami o tematach z pogranicza nauki i wiary na seminariach interdyscyplinarnych w Politechnice Częstochowskiej.

(Wspomnienie o zmarłym na str. 95-102 niniejszego kalendarza)

W dniu 23 kwietnia zmarł w Toruniu Stanisław Gorgolewski (1926-2011). Wybitny pionier radioastronomii polskiej, związany zawodowo z UMK w Toruniu. Spoczywa na cmentarzu św. Jerzego w Toruniu.

(Notka biograficzna o zmarłym w zeszycie 4/2011 (754) URANII – PA)

W dniu 7 maja zmarł w Bydgoszczy Lucjan Broniewicz (1961-2011). Wybitny popularyzator astronomii. Organizator i wieloletni dyrektor toruńskiego planetarium.

(Notka biograficzna o zmarłym w zeszycie 4/2011 (754) URANII – PA)

W dniu 17 lipca zmarł Andrzej Woszczyk (1935-2011). Jeden z najbardziej zasłużonych polskich astronomów, organizator życia akademickiego w Toruniu.

(Notka biograficzna o zmarłym w zeszycie 5/2011 (755) URANII – PA)

W dniu 23 sierpnia zmarł Andrzej Lisicki (1927-2011). Astronom, w młodości żołnierz AK oraz uczestnik powstania warszawskiego. Jako astronom pracował w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Toruniu, w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Gdańsku, w Wyższej Szkole Morskiej w Gdyni, a w latach 1981-90 w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Częstochowie. Spoczywa na Cmentarzu Powązkowskim w Warszawie, w kwaterze powstańców warszawskich.

(Notka biograficzna o zmarłym w zeszycie 6/2011 (756) URANII – PA)

Słowo wstępne

Astronomia będąc najstarszą nauką przyrodniczą bynajmniej nie przestaje być aktualna dzisiaj. Jest najszybciej rozwijającą się dziedziną wiedzy, a rozumienie jej osiągnąć wymaga coraz częściej odpowiedniego przygotowania. Ludzie przejawiają zainteresowanie wieloma sprawami z dziedziny astronomii w sposób naturalny. Na podstawie tych zainteresowań można skutecznie pociągnąć młodych ludzi ku studiowaniu zarówno nauk ścisłych, jak i humanistycznych. Wiedza o dawnych i dzisiejszych zdobyczach astronomii jest szeroko dostępna, ale społeczna jej przyswajalność jest niewielka. Braki edukacyjne w dziedzinie astronomii, niezależnie od tego co je powoduje, świadczą o zaniedbaniach ze strony środowisk kulturotwórczych. Coroczne wydawanie Częstochowskiego Kalendarza Astronomicznego ma zaniedbania takie umniejszać.

Częstochowski Kalendarz Astronomiczny jest adresowany zarówno do osób, które w swojej praktyce zawodowej potrzebują ścisłej informacji odnośnie niektórych zdarzeń astronomicznych, jak również do nauczycieli pragnących lepiej orientować się co do terminu i charakteru zachodzących na niebie zjawisk. Przede wszystkim jednak jest tworzony z myślą o miłośnikach astronomii.

W części pierwszej kalendarza czytelnik znajdzie wiele informacji szczegółowych dotyczących zjawisk astronomicznych, informacje o konkursach i konferencji astronomicznej w roku 2012. Część druga ma charakter dydaktyczno-informacyjny. Między innymi zawiera szczegółową kronikę zdarzeń astronomicznych w Częstochowie w roku 2011. Część trzecia zawiera 4 przyczynki popularno naukowe, a część czwarta 16 przyczynków naukowych prezentowanych podczas III Konferencji Naukowej Młodych „Astrophisica Nova”, która odbyła się w maju 2011 roku w Częstochowie.

Bogdan Wszolek

* * *

W obliczeniach wykorzystujących położenie geograficzne Częstochowy przyjęto, że długość i szerokość geograficzna wynoszą odpowiednio:

$$\lambda = \text{E } 19^{\circ} 7' = - 1^{\text{h}} 16^{\text{m}} 28^{\text{s}} \quad \text{i} \quad \varphi = \text{N } 50^{\circ} 49' = +50^{\circ}.8166(6)$$

natomiast **strefa czasowa = UT +1^h**

Uwaga: W okresie obowiązywania w Polsce czasu letniego (wschodnioeuropejskiego) czasy urzędowe podane w tabelach 1, 2 i 3 są zaniżone o 1 godzinę w stosunku do tego co pokazują zegarki.

Czas letni w roku 2012 obowiązuje od 25 marca do 28 października

"Wszystko ma swój czas i jest wyznaczona godzina na wszystkie sprawy pod niebem" (Ekl. 3,1)

Kalendarz na rok 2012

W kolumnach: dzień miesiąca (DM), dzień tygodnia (DT), kolejny dzień roku (DR) oraz uwagi.

Styczeń			
Drogi, którymi ludzie dochodzą do poznania niebios, wydają mi się nie mniej godne podziwu niżli same niebios			
Johannes Kepler			
DM	DT	DR	Uwagi (Zjawiska/zdarzenia) godziny w nawiasach podano w czasie uniwersalnym (UT)
1	niedziela	1	Pierwsza kwadra Księżyca (6)
2	poniedziałek	2	Księżyc w apogeum (20)
3	wtorek	3	Jowisz 5° S od Księżyca (3)
4	środa	4	
5	czwartek	5	Ziemia w peryhelium (0)
6	piątek	6	
7	sobota	7	
8	niedziela	8	
9	poniedziałek	9	Pełnia Księżyca (8)
10	wtorek	10	
11	środa	11	
12	czwartek	12	
13	piątek	13	Wenus 1.°2 S od Neptuna (7)
14	sobota	14	Mars 9° N od Księżyca (7)
15	niedziela	15	
16	poniedziałek	16	Ostatnia kwadra Księżyca (9), Saturn 6° N od Księżyca (19)
17	wtorek	17	Księżyc w perygeum (21)
18	środa	18	
19	czwartek	19	
20	piątek	20	
21	sobota	21	
22	niedziela	22	
23	poniedziałek	23	Nów Księżyca (8)
24	wtorek	24	
25	środa	25	Neptun 6° S od Księżyca (12)
26	czwartek	26	Wenus 7° S od Księżyca (19)
27	piątek	27	
28	sobota	28	Uran 6° S od Księżyca (2)
29	niedziela	29	
30	poniedziałek	30	Jowisz 5° S od Księżyca (15), Księżyc w apogeum (18)
31	wtorek	31	Pierwsza kwadra Księżyca (4)

Luty

Więcej cenię znalezienie choćby drobnej prawdy, niż długie rozważania nad najdonioślejszymi zagadnieniami bez dotarcia do żadnej prawdy.

Kto patrzy wyżej, ten wyższymi wyróżnia się zaletami.

Galileusz

DM	DT	DR	Uwagi
1	środa	32	
2	czwartek	33	
3	piątek	34	
4	sobota	35	
5	niedziela	36	
6	poniedziałek	37	
7	wtorek	38	Pełnia Księżyca (22)
8	środa	39	
9	czwartek	40	
10	piątek	41	Wenus 0.°3 N od Urana (5), Mars 10° N od Księżyca (12)
11	sobota	42	Księżyc w perygeum (19)
12	niedziela	43	
13	poniedziałek	44	Mars 6° N od Księżyca (1)
14	wtorek	45	Ostatnia kwadra Księżyca (17)
15	środa	46	
16	czwartek	47	
17	piątek	48	
18	sobota	49	
19	niedziela	50	Neptun w koniunkcji ze Słońcem (21)
20	poniedziałek	51	
21	wtorek	52	Nów Księżyca (23)
22	środa	53	Pallas w koniunkcji ze Słońcem (18), <i>Popielec</i>
23	czwartek	54	
24	piątek	55	Uran 6° S od Księżyca (13)
25	sobota	56	Wenus 3° S od Księżyca (22)
26	niedziela	57	
27	poniedziałek	58	Jowisz 4° S od Księżyca (6), Księżyc w apogeum (14)
28	wtorek	59	
29	środa	60	

Marzec

Przetrwanie gatunku ludzkiego zależy od jego zdolności do odkrywania nowych miejsc zamieszkania we Wszechświecie

Stephen Hawking

DM	DT	DR	Uwagi
1	czwartek	61	Pierwsza kwadra Księżyca (1)
2	piątek	62	
3	sobota	63	Opozycja Marsa (20)
4	niedziela	64	
5	poniedziałek	65	Maksymalna (18° E) elongacja Merkurego (10)
6	wtorek	66	
7	środa	67	
8	czwartek	68	Mars 10° N od Księżyca (6), Pełnia Księżyca (10)
9	piątek	69	
10	sobota	70	Księżyc w perygeum (10)
11	niedziela	71	Saturn 6° N od Księżyca (7)
12	poniedziałek	72	
13	wtorek	73	
14	środa	74	
15	czwartek	75	Ostatnia kwadra Księżyca (1), Wenus 3° N od Jowisza (11)
16	piątek	76	
17	sobota	77	
18	niedziela	78	
19	poniedziałek	79	
20	wtorek	80	Początek wiosny astronomicznej (5:14), Neptun 6° S od Księżyca (7)
21	środa	81	Koniunkcja dolna Merkurego (19)
22	czwartek	82	Nów Księżyca (15)
23	piątek	83	
24	sobota	84	Uran w koniunkcji ze Słońcem (18)
25	niedziela	85	
26	poniedziałek	86	Jowisz 3° S od Księżyca (00), Księżyc w apogeum (6), Wenus 1.°8 N od Księżyca (18)
27	wtorek	87	Maksymalna (46° E) elongacja Wenus (8)
28	środa	88	
29	czwartek	89	
30	piątek	90	Pierwsza kwadra Księżyca (20)
31	sobota	91	

Kwiecień

Znane są tysiące sposobów zabijania czasu, ale nikt nie wie jak go wskrzesić

John Steinbeck

DM	DT	DR	Uwagi
1	niedziela	92	<i>Niedziela palmowa</i>
2	poniedziałek	93	
3	wtorek	94	
4	środa	95	Mars 9° N od Księżycy (3)
5	czwartek	96	
6	piątek	97	Pełnia Księżycy (19)
7	sobota	98	Saturn 6° N od Księżycy (14), Księżyc w perygeum (17)
8	niedziela	99	<i>Wielkanoc</i>
9	poniedziałek	100	
10	wtorek	101	Vesta w koniunkcji ze Słońcem (00)
11	środa	102	
12	czwartek	103	Pluton 1° N od Księżycy (9)
13	piątek	104	Ostatnia kwadra Księżycy (11)
14	sobota	105	
15	niedziela	106	Opozycja Saturna (18)
16	poniedziałek	107	Neptun 6° S od Księżycy (15)
17	wtorek	108	Wenus 10° N od Aldebarana (1)
18	środa	109	Maksymalna (27° W) elongacja Merkurego (17)
19	czwartek	110	Merkury 8° S od Księżycy (2), Uran 6° S od Księżycy (8)
20	piątek	111	
21	sobota	112	Nów Księżycy (7)
22	niedziela	113	Merkury 2° S od Urana (2), Księżyc w apogeum (14), Jowisz 2° S od Księżycy (19)
23	poniedziałek	114	
24	wtorek	115	
25	środa	116	Wenus 6° N od Księżycy (2)
26	czwartek	117	Ceres w koniunkcji ze Słońcem (14)
27	piątek	118	
28	sobota	119	
29	niedziela	120	Pierwsza kwadra Księżycy (10)
30	poniedziałek	121	Największa iluminacja Wenus (8)

Maj

Przyroda podporządkowuje się ścisłym prawom fundamentalnym, niemniej pozostawia sobie zawsze pewien margines swobody, pozwalający jej na bieżąco się dostrajać i korygować odstępstwa od idealnej harmonii

Johannes Kepler

DM	DT	DR	Uwagi
1	wtorek	122	Mars 8° N od Księżyca (14)
2	środa	123	
3	czwartek	124	
4	piątek	125	Saturn 6° N od Księżyca (22)
5	sobota	126	
6	niedziela	127	Księżyc w perygeum (4), pełnia Księżyca (4)
7	poniedziałek	128	
8	wtorek	129	
9	środa	130	Pluton 0.°9 N od Księżyca (17)
10	czwartek	131	
11	piątek	132	
12	sobota	133	Ostatnia kwadra Księżyca (22)
13	niedziela	134	Jowisz w koniunkcji ze Słońcem (13), Neptun 6° S od Księżyca (22)
14	poniedziałek	135	
15	wtorek	136	Pallas 0.°8 N od Księżyca (20)
16	środa	137	Uran 6° S od Księżyca (17)
17	czwartek	138	
18	piątek	139	
19	sobota	140	Księżyc w apogeum (16)
20	niedziela	141	Opozycja Juno (00), zaćmienie Słońca
21	poniedziałek	142	Nów Księżyca (0)
22	wtorek	143	Wenus 5° N od Księżyca (21)
23	środa	144	
24	czwartek	145	
25	piątek	146	
26	sobota	147	
27	niedziela	148	Koniunkcja górna Merkurego (11)
28	poniedziałek	149	Pierwsza kwadra Księżyca (20)
29	wtorek	150	Mars 7° N od Księżyca (11)
30	środa	151	
31	czwartek	152	

Czerwiec

Móglbym przemierzać kosmos bez końca

Jurij A. Gagarin

DM	DT	DR	Uwagi
1	piątek	153	Saturn 7° N od Księżyca (5)
2	sobota	154	
3	niedziela	155	Księżyc w perygeum (13)
4	poniedziałek	156	Pełnia Księżyca (11), zaćmienie Księżyca
5	wtorek	157	
6	środa	158	Przejsie Wenus na tle tarczy Słońca , Pluton 1° N od Księżyca (3)
7	czwartek	159	<i>Boże Ciało</i>
8	piątek	160	
9	sobota	161	
10	niedziela	162	Neptun 6° S od Księżyca (5)
11	poniedziałek	163	Ostatnia kwadra Księżyca (11)
12	wtorek	164	Pallas 0.°8 S od Księżyca (17)
13	środa	165	Uran 5° S od Księżyca (1)
14	czwartek	166	
15	piątek	167	Wenus 4° N od Aldebarana (6)
16	sobota	168	Księżyc w apogeum (1)
17	niedziela	169	Jowisz 1.°1 S od Księżyca (8)
18	poniedziałek	170	Wenus 2° S od Księżyca (1)
19	wtorek	171	Nów Księżyca (15)
20	środa	172	Początek astronomicznego lata (23:09)
21	czwartek	173	Merkury 5° S od Polluxa (18), Merkury 6° N od Księżyca (19)
22	piątek	174	
23	sobota	175	
24	niedziela	176	
25	poniedziałek	177	
26	wtorek	178	Mars 6° N od Księżyca (15)
27	środa	179	Pierwsza kwadra Księżyca (3)
28	czwartek	180	Saturn 6° N od Księżyca (12)
29	piątek	181	Opozycja Plutona (15)
30	sobota	182	

Lipiec

Tylko wzorowanie się na wielkich i kryształowo czystych charakterach rodzi piękne idee i szlachetne czyny

A. Einstein

DM	DT	DR	Uwagi
1	niedziela	183	Maksymalna (26° E) elongacja Merkurego (2), Księżyc w perygeum (18)
2	poniedziałek	184	
3	wtorek	185	Pełnia Księżyc (19), Pluton 1° N od Księżyc (12)
4	środa	186	
5	czwartek	187	Ziemia w aphelium (3)
6	piątek	188	
7	sobota	189	Neptun 6° S od Księżyc (14)
8	niedziela	190	
9	poniedziałek	191	Wenus 0.°9 N od Aldebarana (19)
10	wtorek	192	Uran 5° S od Księżyc (9)
11	środa	193	Ostatnia kwadra Księżyc (2)
12	czwartek	194	Największa iluminacja Wenus (16)
13	piątek	195	Księżyc w apogeum (17)
14	sobota	196	
15	niedziela	197	Jowisz 0.°5 S od Księżyc (3), Wenus 4° S od Księżyc (15)
16	poniedziałek	198	
17	wtorek	199	
18	środa	200	
19	czwartek	201	Nów Księżyc (4)
20	piątek	202	
21	sobota	203	
22	niedziela	204	
23	poniedziałek	205	
24	wtorek	206	Mars 4° N od Księżyc (22)
25	środa	207	Spika 1.°2 S od Księżyc (17), Saturn 6° N od Księżyc (19)
26	czwartek	208	Pierwsza kwadra Księżyc (9)
27	piątek	209	
28	sobota	210	Koniunkcja dolna Merkurego (20)
29	niedziela	211	Księżyc w perygeum (8)
30	poniedziałek	212	Pluton 0.°9 N od Księżyc (20)
31	wtorek	213	

Sierpień

Prawdziwa wiedza to znajomość przyczyn

Arystoteles

DM	DT	DR	Uwagi
1	środa	214	
2	czwartek	215	Pełnia Księżyca (3)
3	piątek	216	Jowisz 5° N od Aldebarana (5), Neptun 6° S od Księżyca (22)
4	sobota	217	
5	niedziela	218	
6	poniedziałek	219	Uran 5° S od Księżyca (17)
7	wtorek	220	
8	środa	221	
9	czwartek	222	Ostatnia kwadra Księżyca (19)
10	piątek	223	Księżyc w apogeum (11)
11	sobota	224	Jowisz 0.°1 N od Księżyca (21)
12	niedziela	225	
13	poniedziałek	226	Mars 1.°9 N od Spika (00), Wenus 0.°6 S od Księżyca (20)
14	wtorek	227	
15	środa	228	
16	czwartek	229	Merkury 4° N od Księżyca (5), Maksymalna (19° W) elongacja Merkurego (12)
17	piątek	230	Mars 3° S od Saturna (9), nów Księżyca (16)
18	sobota	231	
19	niedziela	232	
20	poniedziałek	233	
21	wtorek	234	Spika 1° N od Księżyca (22)
22	środa	235	Saturn 5° N od Księżyca (3), Mars 2° N od Księżyca (8)
23	czwartek	236	Księżyc w perygeum (19)
24	piątek	237	Opozycja Neptuna (13), pierwsza kwadra Księżyca (14)
25	sobota	238	
26	niedziela	239	
27	poniedziałek	240	Pluton 0.°7 N od Księżyca (2)
28	wtorek	241	
29	środa	242	
30	czwartek	243	
31	piątek	244	Neptun 6° S od Księżyca (5), pełnia Księżyca (14)

Wrzesień

Żaden pesymista nigdy nie odkrył tajemnic gwiazd ...

ani nie żeglował po nieznanym wodach ...

ani nie otworzył przed człowiekiem nowego raju

Helen Keller

DM	DT	DR	Uwagi
1	sobota	245	Wenus 9° S od Polluxa (22)
2	niedziela	246	
3	poniedziałek	247	Uran 5° S od Księżyca (0)
4	wtorek	248	
5	środa	249	
6	czwartek	250	
7	piątek	251	Księżyc w apogeum (6)
8	sobota	252	Jowisz 0.°6 N od Księżyca (11), ostatnia kwadra Księżyca (13)
9	niedziela	253	Ceres 0.°6 S od Księżyca (9)
10	poniedziałek	254	Koniunkcja górna Merkurego (13)
11	wtorek	255	
12	środa	256	Wenus 4° N od Księżyca (17)
13	czwartek	257	
14	piątek	258	
15	sobota	259	Maksymalna (46° W) elongacja Wenus (9)
16	niedziela	260	Nów Księżyca (2)
17	poniedziałek	261	
18	wtorek	262	Spika 0.°8 N od Księżyca (5), Saturn 5° N od Księżyca (14)
19	środa	263	Księżyc w perygeum (3), Mars 0.°2 N od Księżyca (21)
20	czwartek	264	
21	piątek	265	
22	sobota	266	Początek astronomicznej jesieni (14:49), pierwsza kwadra Księżyca (20)
23	niedziela	267	Pluton 0.°4 N od Księżyca (7),
24	poniedziałek	268	
25	wtorek	269	Opozycja Pallas (3)
26	środa	270	
27	czwartek	271	Neptun 6° S od Księżyca (11)
28	piątek	272	
29	sobota	273	Opozycja Urana (7)
30	niedziela	274	Pełnia Księżyca (3), Uran 5° S od Księżyca (5)

Październik

Piękno jest jedyną rzeczą boską i widzialną je dno obecnie

Sokrates

DM	DT	DR	Uwagi
1	poniedziałek	275	Merkury 1.°8 N od Spiki (2)
2	wtorek	276	
3	środa	277	Wenus 0.°1 S od Regulusa (8)
4	czwartek	278	
5	piątek	279	Księżyc w apogeum (1), Jowisz 0.°9 N od Księżyca (21)
6	sobota	280	Merkury 3° S od Saturna (7)
7	niedziela	281	Ceres 0.°9 N od Księżyca (5)
8	poniedziałek	282	Ostatnia kwadra Księżyca (8)
9	wtorek	283	
10	środa	284	
11	czwartek	285	
12	piątek	286	Wenus 6° N od Księżyca (19)
13	sobota	287	
14	niedziela	288	
15	poniedziałek	289	Nów Księżyca (12)
16	wtorek	290	
17	środa	291	Księżyc w perygeum (1), Merkury 1.°3 S od Księżyca (2)
18	czwartek	292	Mars 2° S od Księżyca (13)
19	piątek	293	
20	sobota	294	Mars 4° N od Antaresa (6), Pluton 0.°08 N od Księżyca (14)
21	niedziela	295	
22	poniedziałek	296	Pierwsza kwadra Księżyca (4)
23	wtorek	297	
24	środa	298	Neptun 6° S od Księżyca (16)
25	czwartek	299	Saturn w koniunkcji ze Słońcem (9)
26	piątek	300	Maksymalna (24° E) elongacja Merkurego (22)
27	sobota	301	Uran 5° S od Księżyca (10)
28	niedziela	302	
29	poniedziałek	303	Pełnia Księżyca (20)
30	wtorek	304	
31	środa	305	

Listopad

**Kres jest tak niewidzialny, jak początek.
Wszechświat wyłonił się ze Słowa i do Słowa powraca**

Jan Paweł II

**Jesteśmy wezwani, by stojąc na ziemi, wpatrywać się w niebo. Czy ziemia, na której
stoimy jest naszym ostatecznym przeznaczeniem?**

Benedykt XVI

DM	DT	DR	Uwagi
1	czwartek	306	Księżyc w apogeum (15)
2	piątek	307	Jowisz 0. ^o 9 N od Księżyca (1)
3	sobota	308	
4	niedziela	309	
5	poniedziałek	310	
6	wtorek	311	
7	środa	312	Ostatnia kwadra Księżyca (1)
8	czwartek	313	
9	piątek	314	
10	sobota	315	
11	niedziela	316	Wenus 5 ^o N od Księżyca (18)
12	poniedziałek	317	Spika 0. ^o 8 N od Księżyca (2), Saturn 4 ^o N od Księżyca (21)
13	wtorek	318	Nów Księżyca (22), zaćmienie Słońca
14	środa	319	Księżyc w perygeum (10)
15	czwartek	320	Wenus 4 ^o N od Księżyca (23)
16	piątek	321	Mars 4 ^o S od Księżyca (10), Pluton 0. ^o 1 S od Księżyca (23)
17	sobota	322	Koniunkcja dolna Merkurego (16)
18	niedziela	323	
19	poniedziałek	324	
20	wtorek	325	Pierwsza kwadra Księżyca (15), Neptun 6 ^o S od Księżyca (22)
21	środa	326	
22	czwartek	327	
23	piątek	328	Uran 5 ^o S od Księżyca (14)
24	sobota	329	
25	niedziela	330	
26	poniedziałek	331	
27	wtorek	332	Wenus 0. ^o 6 S od Saturna (5)
28	środa	333	Pełnia Księżyca (15), zaćmienie Księżyca, Księżyc w apogeum (20)
29	czwartek	334	Jowisz 0. ^o 6 N od Księżyca (1)
30	piątek	335	

Grudzień

Ziemia jest kolebką ludzkości, lecz nikt nie pozostaje w kolebce na zawsze
Konstanty Ciołkowski

**Nie podążaj gdzie wiedzie ścieżka;
idź własną drogą i pozostaw ślad**

R. Zaphiropoulos

DM	DT	DR	Uwagi
1	sobota	336	
2	niedziela	337	
3	poniedziałek	338	Opozycja Jowisza (2)
4	wtorek	339	Maksymalna (21° W) elongacja Merkurego (23)
5	środa	340	
6	czwartek	341	Ostatnia kwadra Księżyca (16)
7	piątek	342	Jowisz 5° N od Aldebarana (20)
8	sobota	343	
9	niedziela	344	Opozycja Vesty (8), Spika 0.°8 N od Księżyca (12)
10	poniedziałek	345	Saturn 4° N od Księżyca (12)
11	wtorek	346	Wenus 1.°6 N od Księżyca (14)
12	środa	347	Merkury 1.°1 N od Księżyca (1), Księżyc w perygeum (23)
13	czwartek	348	Nów Księżyca (9)
14	piątek	349	Pluton 0.°2 S od Księżyca (12)
15	sobota	350	Mars 6° S od Księżyca (10)
16	niedziela	351	
17	poniedziałek	352	Merkury 6° N od Antaresa (15)
18	wtorek	353	Neptun 6° S od Księżyca (6), opozycja Ceres (9)
19	środa	354	
20	czwartek	355	Pierwsza kwadra Księżyca (5) , Uran 5° S od Księżyca (20)
21	piątek	356	Początek astronomicznej zimy (11:12)
22	sobota	357	Juno w koniunkcji ze Słońcem (18)
23	niedziela	358	Wenus 6° N od Antaresa (11)
24	poniedziałek	359	
25	wtorek	360	Księżyc w apogeum (21) <i>Boże Narodzenie</i>
26	środa	361	Jowisz 0.°4 N od Księżyca (00)
27	czwartek	362	
28	piątek	363	Pełnia Księżyca (10)
29	sobota	364	
30	niedziela	365	Pluton w koniunkcji ze Słońcem (14)
31	poniedziałek	366	

W roku 2012

(W nawiasach po dacie podano czas uniwersalny (UT) występowania zjawiska w okrągłych godzinach bądź w godzinach i minutach)

Wbrew opiniom wielu oszołomów końca świata w roku 2012 nie będzie

Ziemia w peryhelium: 5 styczeń (00)

Ziemia w aphelium: 5 lipiec (03)

Początek astronomicznej wiosny: 20 marzec (05:14)

Początek astronomicznego lata: 20 czerwiec (23:09)

Początek astronomicznej jesieni: 22 wrzesień (14:49)

Początek astronomicznej zimy: 21 grudzień (11:12)

Data juliańska (JD) = 2455926.5 + d + część dnia licząc od godziny 0 UT
(d - kolejny dzień roku)

1 średnia doba słoneczna = 1.00273790935 średnich dób gwiazdowych
= 24^h03^m56^s.55537 średniego czasu gwiazdowego

1 średnia doba gwiazdowa = 0.99726956633 średnich dób słonecznych
= 23^h56^m04^s.09053 średniego czasu słonecznego

Średnie nachylenie ekliptyki do równika niebieskiego

$$(\epsilon) = 23^{\circ}.438109 - 0.00000036d \text{ (d - dzień roku)}$$

Rok zwrotnikowy = 365^d.242190 = 365^d 05^h 48^m 45^s. 2

Rok gwiazdowy = 365^d.256363 = 365^d 06^h 09^m 09^s. 8

Rok anomalistyczny = 365^d.259636 = 365^d 06^h 13^m 52^s. 6

Rok zaćmieniowy = 346^d.620080 = 346^d 14^h 52^m 54^s. 9

Miesiąc synodyczny = 29^d.530589 = 29^d 12^h 44^m 02^s. 9

Miesiąc gwiazdowy = 27^d.321662 = 27^d 07^h 43^m 11^s. 6

Miesiąc anomalistyczny = 27^d.554550 = 27^d 13^h 18^m 33^s. 1

Miesiąc smoczy = 27^d.212221 = 27^d 05^h 05^m 35^s. 9

Prędkość kątowna ruchu wirowego Ziemi (ω) = 7.292115×10^{-5} rad s⁻¹

Zaćmienia:

20 V obręczkowe zaćmienie Słońca (Chiny, Rosja, Indonezja, Pn. Ameryka)

4 VI częściowe zaćmienie Księżyca (Ameryka, Pacyfik, Australia, Japonia)

6 VI przejście Wenus na tle tarczy Słońca (Grenlandia, Ameryka, Australia, Azja, Afryka, część Europy) – w Częstochowie od wschodu Słońca (4:32 CWE) do końca trwania zjawiska (ok. 6:55 CWE)

13 IX całkowite zaćmienie Słońca (Australia, Pacyfik, Ameryka Południowa)

28 IX półcieniowe zaćmienie Księżyca

IV Częstochowska Konferencja Naukowa Młodych

„Astrophisica Nova”

Częstochowa, 11- 12 maja 2012

Organizatorzy:

Instytut Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie
Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Instytucje wspomagające: PTA, PTMA, Astronomia Nova

Komitet organizacyjny:

Dr Bogdan Wszolek (IF AJD)
Mgr Agnieszka Kuźmich (OA UJ)

Zapraszamy zwłaszcza młodych uczonych (magistrantów, doktorantów) do udziału w konferencji i zaprezentowania wyników swoich pierwszych zmagani na polu nauki w zakresie astronomii, astrofizyki lub astronautyki.

Nie będzie pobierana żadna opłata konferencyjna. Prosi się instytucje macierzyste uczestników konferencji o pokrycie kosztów ich udziału w ramach delegacji. Sugerowany czas na wygłoszenie referatu wynosi 10 minut. Przyczyńki zostaną opublikowane w Częstochowskim Kalendarzu Astronomicznym.

Konferencja odbędzie się w Planetarium Instytutu Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie (Al. Armii Krajowej 13/15). Zgłoszenia udziału, wraz z tematem, rodzajem (referat/plakat) i krótkim abstraktem przyczyńki, prosimy kierować na jeden z poniższych adresów do dnia **20 kwietnia** 2012 roku.

Dr Bogdan Wszolek
IF AJD
Al. Armii Krajowej 13/15
42-200 Częstochowa
E-mail: bogdan@ajd.czyst.pl

Mgr Agnieszka Kuźmich
OA UJ
Ul. Orła 171
30-244 Kraków
E-mail : cygnus@oa.uj.edu.pl

Konkurs URANIA

Częstochowski Oddział PTMA
oraz
Instytut Fizyki AJD w Częstochowie
organizują w roku 2012

IX Okręgowy Konkurs Astronomiczny "URANIA" dla młodzieży z gimnazjów i ze szkół ponadgimnazjalnych.

Do konkursu zapraszamy uczniów zainteresowanych astronomią, głównie z Częstochowy, powiatu częstochowskiego i z przyległych powiatów.

Konkurs jest 2-etapowy. W etapie I uczniowie rozwiązują co najmniej dwa spośród zawartych w zestawie zadań o tematyce astronomicznej. Rozwiązania I etapu (parafowane pieczęcią szkoły, do której uczęszcza uczeń) należy dostarczyć do **30 kwietnia 2012** na niżej podany adres.

<p>Dr Bogdan Wszolek Instytut Fizyki AJD w Częstochowie Al. Armii Krajowej 13-15, pok. 4001 42-200 Częstochowa, E-mail: bogdan@ajd.czyst.pl</p>
--

II etap konkursu (dla wszystkich, którzy nadesłali zadania etapu I) zostanie przeprowadzony w Instytucie Fizyki AJD w Częstochowie w dniu **8.06.2012 o godzinie 12**. Uczniowie będą rozwiązywać test wielokrotnego wyboru. O zwycięstwie decyduje suma punktów zdobytych w obu etapach. Zwycięscy konkursu otrzymają dyplomy i nagrody.

Zestaw zadań do wykonania w ramach etapu I:

(Potrzebne dane pobrać z odpowiednich źródeł)

1. Określić maksymalną wysokość Słońca w 2012 roku w Częstochowie.
2. Obliczyć względny spadek blasku Słońca wywołany przejściem Wenus na tle jego tarczy.
3. Z jaką prędkością liniową i kątową porusza się po orbicie kołowej wokół Ziemi sztuczny satelita, jeśli jego odległość od środka Ziemi wynosi:
a) 7000, b) 14000, c) 21000 km?
4. Wykonać pracę plastyczną na temat „Pierwszy człowiek w kosmosie”.
5. Wykonać 24 karty do gry o tematyce astronomicznej lub astronautycznej.

Do etapu II należy znać: elementarne pojęcia astronomii sferycznej, prawa Keplera, charakterystyki planet Układu Słonecznego oraz Słońca i Księżyca, zasadę działania lunety astronomicznej, diagram Hertzsprunga-Russella, prawo Hubble'a. Przydatne mogą być również artykuły zawarte w ostatnich numerach

czasopisma Urania-Postępy Astronomii oraz w Częstochowskim Kalendarzu Astronomicznym.

Propozycje literaturowe:

K.Rudnicki, Astronomia, dawniejszy podręcznik dla klas maturalnych, WSiP (wiele wydań).

Zeszyty Uranii-Postępy Astronomii na rok 2011 i 2012.

J.Kreiner, "Astronomia z astrofizyką", PWN, 1988.

B.Wszolek, "Wprowadzenie do astronomii", Wydawnictwo AJD w Częstochowie, 2005.

B.Wszolek (red.) Częstochowski Kalendarz Astronomiczny.

(wersje elektroniczne dwóch ostatnich pozycji są do pobrania ze strony: **www.ptma.ajd.czest.pl**)

Uwaga: Na wskazanej stronie internetowej znajduje się szczegółowa relacja z zeszłorocznej edycji konkursu.

II konkurs artystyczny „Ars Astronomica”

Stowarzyszenie Astronomia Nova i Instytut Fizyki AJD w Częstochowie zapraszają do udziału w konkursie artystycznym o tematyce astronomicznej. W konkursie mogą wziąć udział wszyscy zainteresowani, a zwłaszcza młodzież szkolna i akademicka. Na konkurs można przysyłać wszelkie prace artystyczne o wydźwięku astronomicznym. Mogą to być utwory plastyczne, muzyczne, filmowe, literackie i inne. Mile widziane instalacje i wytwory modelarskie.

Prace należy przesłać **do końca kwietnia 2012** roku na adres:

Bogdan Wszolek
Al. Armii Krajowej 13/15, lok. 4001
42-200 Częstochowa
E-mail: bogdan@ajd.czyst.pl

Ogłoszenie wyników konkursu, połączone z wręczeniem dyplomów i nagród, odbędzie się 8 czerwca 2012 roku o godzinie 15:00 w Planetarium Instytutu Fizyki AJD w Częstochowie (Al. Armii Krajowej 13/15, lok. 4004). Wszystkich uczestników konkursu prosimy o przybycie.

Organizatorzy nie odsyłają dostarczonych prac konkursowych, ani przed 8 czerwca nie informują o ustaleniach jury. Najlepsze prace będą nagrodzone i za zgodą autorów zostaną wykorzystane dla realizacji różnorodnych celów propagujących astronomię w społeczeństwie.

Wyniki zeszłorocznej edycji konkursu są zamieszczone na stronie:
www.astronomianova.org (nowości)



Praca Elizy Sas z Dąbrowy Górniczej – najmłodszej uczestniczki (7 lat) pierwszej edycji konkursu „Ars Astronomica”

I Ogólnopolski Konkurs Astrofotografii „Tranzyt Wenus”

Stowarzyszenie Astronomia Nova i Instytut Fizyki AJD w Częstochowie zapraszają do udziału w konkursie fotograficznym na najlepsze zdjęcie dokumentujące przejście Wenus na tle tarczy Słońca, jakie nastąpi w dniu 5/6 czerwca 2012 roku. W konkursie mogą wziąć udział wszyscy zainteresowani. Uczestnicy sami sobie planują miejsce obserwacji zjawiska. W Polsce końcowa faza tranzytu ma szansę (problem pogody) być widoczna 6 czerwca, począwszy od wschodu Słońca. Warto zaplanować ekspedycję zagraniczną: na wschód lub daleko na północ (6 czerwca), albo na zachodnie wybrzeże Ameryki (5 czerwca), skąd zjawisko da się obserwować od początku do końca. Warto mieć na uwadze fakt, że następny tranzyt Wenus będzie za ponad 110 lat.

Prace należy przesłać **do końca października 2012** roku na adres:

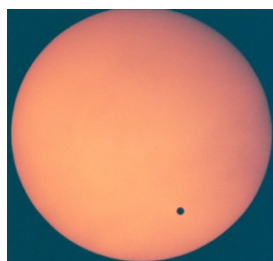
Bogdan Wszolek
Al. Armii Krajowej 13/15, lok. 4001
42-200 Częstochowa
E-mail: bogdan@ajd.czyst.pl

Ogłoszenie wyników konkursu, połączone z wręczeniem dyplomów i nagród, odbędzie się 14 listopada 2012 roku o godzinie 14:00 w Planetarium Instytutu Fizyki AJD w Częstochowie (Al. Armii Krajowej 13/15, lok. 4004). Wszystkich uczestników konkursu prosimy o przybycie.

Organizatorzy nie odsyłają dostarczonych utworów konkursowych, ani przed 14 listopada nie informują o ustaleniach jury. Najlepsze prace będą nagrodzone i za zgodą autorów zostaną wykorzystane dla popularyzacji astronomii. W szczególności, najlepsze zdjęcia zostaną opublikowane w Częstochowskim Kalendarzu Astronomicznym.

Informacje dotyczące konkursu są dostępne na stronie:

www.astronomianova.org



Tabele astronomiczne

Tabela 1. Wschody, górowania i zachody Słońca w Częstochowie. W kolumnach podano środkowoeuropejskie czasy występowania zjawisk w godzinach i minutach. Dodatkowo, w nawiasach, podano w stopniach azymuty (a) wschodzącego i zachodzącego Słońca oraz wysokość Słońca w czasie górowania. Azymut podano zgodnie z konwencją liczenia go od punktu kardynalnego horyzontu N w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara.

wschód		górowanie		zachód	
h	m °	h	m °	h	m °
Styczeń					
1	7 46 (127)	11 47 (s16)	15 48 (233)		
2	7 46 (127)	11 47 (s16)	15 49 (233)		
3	7 46 (127)	11 48 (s16)	15 50 (233)		
4	7 45 (126)	11 48 (s16)	15 51 (234)		
5	7 45 (126)	11 49 (s17)	15 52 (234)		
6	7 45 (126)	11 49 (s17)	15 54 (234)		
7	7 45 (126)	11 50 (s17)	15 55 (234)		
8	7 44 (126)	11 50 (s17)	15 56 (234)		
9	7 44 (125)	11 50 (s17)	15 57 (235)		
10	7 43 (125)	11 51 (s17)	15 59 (235)		
11	7 43 (125)	11 51 (s17)	16 00 (235)		
12	7 42 (125)	11 52 (s18)	16 01 (235)		
13	7 41 (124)	11 52 (s18)	16 03 (236)		
14	7 41 (124)	11 52 (s18)	16 04 (236)		
15	7 40 (124)	11 53 (s18)	16 06 (236)		
16	7 39 (123)	11 53 (s18)	16 07 (237)		
17	7 38 (123)	11 53 (s18)	16 09 (237)		
18	7 37 (123)	11 54 (s19)	16 10 (237)		
19	7 37 (122)	11 54 (s19)	16 12 (238)		
20	7 36 (122)	11 54 (s19)	16 14 (238)		
21	7 35 (122)	11 55 (s19)	16 15 (239)		
22	7 33 (121)	11 55 (s19)	16 17 (239)		
23	7 32 (121)	11 55 (s20)	16 19 (239)		
24	7 31 (120)	11 55 (s20)	16 20 (240)		
25	7 30 (120)	11 56 (s20)	16 22 (240)		
26	7 29 (120)	11 56 (s20)	16 24 (241)		
27	7 28 (119)	11 56 (s21)	16 25 (241)		
28	7 26 (119)	11 56 (s21)	16 27 (241)		
29	7 25 (118)	11 57 (s21)	16 29 (242)		
30	7 23 (118)	11 57 (s21)	16 31 (242)		
31	7 22 (117)	11 57 (s22)	16 32 (243)		
Luty					
1	7 21 (117)	11 57 (s22)	16 34 (243)		
2	7 19 (116)	11 57 (s22)	16 36 (244)		
3	7 18 (116)	11 57 (s23)	16 38 (244)		
4	7 16 (115)	11 57 (s23)	16 39 (245)		
5	7 14 (115)	11 57 (s23)	16 41 (245)		
6	7 13 (114)	11 58 (s23)	16 43 (246)		
7	7 11 (114)	11 58 (s24)	16 45 (246)		
8	7 10 (113)	11 58 (s24)	16 46 (247)		
9	7 08 (113)	11 58 (s24)	16 48 (247)		
10	7 06 (112)	11 58 (s25)	16 50 (248)		
11	7 04 (112)	11 58 (s25)	16 52 (248)		
12	7 03 (111)	11 58 (s25)	16 54 (249)		
13	7 01 (111)	11 58 (s26)	16 55 (250)		
14	6 59 (110)	11 58 (s26)	16 57 (250)		
15	6 57 (110)	11 58 (s26)	16 59 (251)		
16	6 55 (109)	11 58 (s27)	17 01 (251)		
17	6 53 (108)	11 58 (s27)	17 02 (252)		
18	6 51 (108)	11 57 (s27)	17 04 (252)		
19	6 50 (107)	11 57 (s28)	17 06 (253)		
20	6 48 (107)	11 57 (s28)	17 08 (254)		
21	6 46 (106)	11 57 (s29)	17 10 (254)		
22	6 44 (106)	11 57 (s29)	17 11 (255)		
23	6 42 (105)	11 57 (s29)	17 13 (255)		
24	6 40 (104)	11 57 (s30)	17 15 (256)		
25	6 38 (104)	11 57 (s30)	17 17 (256)		
26	6 36 (103)	11 57 (s30)	17 18 (257)		
27	6 34 (103)	11 56 (s31)	17 20 (258)		
28	6 31 (102)	11 56 (s31)	17 22 (258)		
29	6 29 (101)	11 56 (s31)	17 23 (259)		

Marzec

1 6 27 (101) 11 56 (s32) 17 25 (260)
 2 6 25 (100) 11 56 (s32) 17 27 (260)
 3 6 23 (100) 11 55 (s33) 17 29 (261)
 4 6 21 (99) 11 55 (s33) 17 30 (261)
 5 6 19 (98) 11 55 (s33) 17 32 (262)
 6 6 17 (98) 11 55 (s34) 17 34 (263)
 7 6 14 (97) 11 54 (s34) 17 35 (263)
 8 6 12 (96) 11 54 (s35) 17 37 (264)
 9 6 10 (96) 11 54 (s35) 17 39 (264)
 10 6 08 (95) 11 54 (s35) 17 40 (265)
 11 6 06 (95) 11 53 (s36) 17 42 (266)
 12 6 03 (94) 11 53 (s36) 17 44 (266)
 13 6 01 (93) 11 53 (s37) 17 45 (267)
 14 5 59 (93) 11 53 (s37) 17 47 (268)
 15 5 57 (92) 11 52 (s37) 17 49 (268)
 16 5 55 (91) 11 52 (s38) 17 50 (269)
 17 5 52 (91) 11 52 (s38) 17 52 (269)
 18 5 50 (90) 11 51 (s38) 17 54 (270)
 19 5 48 (90) 11 51 (s39) 17 55 (271)
 20 5 46 (89) 11 51 (s39) 17 57 (271)
 21 5 43 (88) 11 51 (s40) 17 59 (272)
 22 5 41 (88) 11 50 (s40) 18 00 (273)
 23 5 39 (87) 11 50 (s40) 18 02 (273)
 24 5 37 (86) 11 50 (s41) 18 04 (274)
 25 5 35 (86) 11 49 (s41) 18 05 (274)
 26 5 32 (85) 11 49 (s42) 18 07 (275)
 27 5 30 (85) 11 49 (s42) 18 08 (276)
 28 5 28 (84) 11 48 (s42) 18 10 (276)
 29 5 26 (83) 11 48 (s43) 18 12 (277)
 30 5 23 (83) 11 48 (s43) 18 13 (278)
 31 5 21 (82) 11 48 (s44) 18 15 (278)

Kwiecień

1 5 19 (82) 11 47 (s44) 18 17 (279)
 2 5 17 (81) 11 47 (s44) 18 18 (279)
 3 5 15 (80) 11 47 (s45) 18 20 (280)
 4 5 12 (80) 11 46 (s45) 18 21 (281)
 5 5 10 (79) 11 46 (s45) 18 23 (281)
 6 5 08 (78) 11 46 (s46) 18 25 (282)
 7 5 06 (78) 11 46 (s46) 18 26 (282)
 8 5 04 (77) 11 45 (s47) 18 28 (283)
 9 5 01 (77) 11 45 (s47) 18 30 (284)
 10 4 59 (76) 11 45 (s47) 18 31 (284)
 11 4 57 (76) 11 44 (s48) 18 33 (285)
 12 4 55 (75) 11 44 (s48) 18 34 (285)
 13 4 53 (74) 11 44 (s48) 18 36 (286)
 14 4 51 (74) 11 44 (s49) 18 38 (287)
 15 4 49 (73) 11 43 (s49) 18 39 (287)
 16 4 47 (73) 11 43 (s50) 18 41 (288)
 17 4 44 (72) 11 43 (s50) 18 43 (288)
 18 4 42 (71) 11 43 (s50) 18 44 (289)
 19 4 40 (71) 11 43 (s51) 18 46 (289)
 20 4 38 (70) 11 42 (s51) 18 47 (290)
 21 4 36 (70) 11 42 (s51) 18 49 (291)
 22 4 34 (69) 11 42 (s52) 18 51 (291)
 23 4 32 (69) 11 42 (s52) 18 52 (292)
 24 4 30 (68) 11 42 (s52) 18 54 (292)
 25 4 28 (68) 11 41 (s53) 18 56 (293)
 26 4 26 (67) 11 41 (s53) 18 57 (293)
 27 4 25 (66) 11 41 (s53) 18 59 (294)
 28 4 23 (66) 11 41 (s54) 19 00 (294)
 29 4 21 (65) 11 41 (s54) 19 02 (295)
 30 4 19 (65) 11 41 (s54) 19 04 (295)

Maj

1 4 17 (64) 11 41 (s54) 19 05 (296)
 2 4 15 (64) 11 40 (s55) 19 07 (296)
 3 4 13 (63) 11 40 (s55) 19 08 (297)
 4 4 12 (63) 11 40 (s55) 19 10 (297)
 5 4 10 (62) 11 40 (s56) 19 11 (298)
 6 4 08 (62) 11 40 (s56) 19 13 (298)
 7 4 07 (61) 11 40 (s56) 19 15 (299)
 8 4 05 (61) 11 40 (s56) 19 16 (299)
 9 4 03 (61) 11 40 (s57) 19 18 (300)
 10 4 02 (60) 11 40 (s57) 19 19 (300)
 11 4 00 (60) 11 40 (s57) 19 21 (301)
 12 3 59 (59) 11 40 (s57) 19 22 (301)
 13 3 57 (59) 11 40 (s58) 19 24 (302)
 14 3 56 (58) 11 40 (s58) 19 25 (302)
 15 3 54 (58) 11 40 (s58) 19 27 (302)
 16 3 53 (57) 11 40 (s58) 19 28 (303)
 17 3 51 (57) 11 40 (s59) 19 29 (303)
 18 3 50 (57) 11 40 (s59) 19 31 (304)
 19 3 49 (56) 11 40 (s59) 19 32 (304)
 20 3 47 (56) 11 40 (s59) 19 34 (304)
 21 3 46 (56) 11 40 (s59) 19 35 (305)
 22 3 45 (55) 11 40 (s60) 19 36 (305)
 23 3 44 (55) 11 40 (s60) 19 38 (305)
 24 3 43 (55) 11 40 (s60) 19 39 (306)
 25 3 42 (54) 11 40 (s60) 19 40 (306)
 26 3 41 (54) 11 41 (s60) 19 41 (306)
 27 3 40 (54) 11 41 (s61) 19 43 (307)
 28 3 39 (53) 11 41 (s61) 19 44 (307)
 29 3 38 (53) 11 41 (s61) 19 45 (307)
 30 3 37 (53) 11 41 (s61) 19 46 (307)
 31 3 36 (52) 11 41 (s61) 19 47 (308)

Czerwiec

1 3 35 (52) 11 41 (s61) 19 48 (308)
 2 3 35 (52) 11 42 (s61) 19 49 (308)
 3 3 34 (52) 11 42 (s62) 19 50 (308)
 4 3 33 (51) 11 42 (s62) 19 51 (309)
 5 3 33 (51) 11 42 (s62) 19 52 (309)
 6 3 32 (51) 11 42 (s62) 19 53 (309)
 7 3 32 (51) 11 42 (s62) 19 54 (309)
 8 3 31 (51) 11 43 (s62) 19 54 (309)
 9 3 31 (51) 11 43 (s62) 19 55 (310)
 10 3 30 (50) 11 43 (s62) 19 56 (310)
 11 3 30 (50) 11 43 (s62) 19 57 (310)
 12 3 30 (50) 11 43 (s62) 19 57 (310)
 13 3 30 (50) 11 44 (s62) 19 58 (310)
 14 3 30 (50) 11 44 (s62) 19 58 (310)
 15 3 30 (50) 11 44 (s63) 19 59 (310)
 16 3 29 (50) 11 44 (s63) 19 59 (310)
 17 3 29 (50) 11 45 (s63) 20 00 (310)
 18 3 30 (50) 11 45 (s63) 20 00 (310)
 19 3 30 (50) 11 45 (s63) 20 00 (310)
 20 3 30 (50) 11 45 (s63) 20 01 (310)
 21 3 30 (50) 11 45 (s63) 20 01 (310)
 22 3 30 (50) 11 46 (s63) 20 01 (310)
 23 3 31 (50) 11 46 (s63) 20 01 (310)
 24 3 31 (50) 11 46 (s63) 20 01 (310)
 25 3 31 (50) 11 46 (s63) 20 01 (310)
 26 3 32 (50) 11 46 (s63) 20 01 (310)
 27 3 32 (50) 11 47 (s62) 20 01 (310)
 28 3 33 (50) 11 47 (s62) 20 01 (310)
 29 3 33 (50) 11 47 (s62) 20 01 (310)
 30 3 34 (50) 11 47 (s62) 20 00 (310)

Lipiec

1 3 35 (50) 11 47 (s62) 20 00 (310)
 2 3 35 (50) 11 48 (s62) 20 00 (309)
 3 3 36 (51) 11 48 (s62) 19 59 (309)
 4 3 37 (51) 11 48 (s62) 19 59 (309)
 5 3 38 (51) 11 48 (s62) 19 58 (309)
 6 3 38 (51) 11 48 (s62) 19 58 (309)
 7 3 39 (51) 11 49 (s62) 19 57 (309)
 8 3 40 (52) 11 49 (s62) 19 57 (308)
 9 3 41 (52) 11 49 (s61) 19 56 (308)
 10 3 42 (52) 11 49 (s61) 19 55 (308)
 11 3 43 (52) 11 49 (s61) 19 54 (308)
 12 3 44 (53) 11 49 (s61) 19 53 (307)
 13 3 45 (53) 11 49 (s61) 19 53 (307)
 14 3 46 (53) 11 49 (s61) 19 52 (307)
 15 3 48 (53) 11 50 (s61) 19 51 (306)
 16 3 49 (54) 11 50 (s60) 19 50 (306)
 17 3 50 (54) 11 50 (s60) 19 49 (306)
 18 3 51 (54) 11 50 (s60) 19 48 (306)
 19 3 52 (55) 11 50 (s60) 19 46 (305)
 20 3 54 (55) 11 50 (s60) 19 45 (305)
 21 3 55 (55) 11 50 (s60) 19 44 (304)
 22 3 56 (56) 11 50 (s59) 19 43 (304)
 23 3 58 (56) 11 50 (s59) 19 42 (304)
 24 3 59 (56) 11 50 (s59) 19 40 (303)
 25 4 00 (57) 11 50 (s59) 19 39 (303)
 26 4 02 (57) 11 50 (s58) 19 37 (303)
 27 4 03 (58) 11 50 (s58) 19 36 (302)
 28 4 05 (58) 11 50 (s58) 19 35 (302)
 29 4 06 (58) 11 50 (s58) 19 33 (301)
 30 4 07 (59) 11 50 (s58) 19 32 (301)
 31 4 09 (59) 11 50 (s57) 19 30 (300)

Sierpień

1 4 10 (60) 11 50 (s57) 19 28 (300)
 2 4 12 (60) 11 50 (s57) 19 27 (300)
 3 4 13 (61) 11 50 (s57) 19 25 (299)
 4 4 15 (61) 11 50 (s56) 19 23 (299)
 5 4 16 (61) 11 49 (s56) 19 22 (298)
 6 4 18 (62) 11 49 (s56) 19 20 (298)
 7 4 19 (62) 11 49 (s55) 19 18 (297)
 8 4 21 (63) 11 49 (s55) 19 17 (297)
 9 4 22 (63) 11 49 (s55) 19 15 (296)
 10 4 24 (64) 11 49 (s55) 19 13 (296)
 11 4 25 (64) 11 49 (s54) 19 11 (295)
 12 4 27 (65) 11 48 (s54) 19 09 (295)
 13 4 28 (65) 11 48 (s54) 19 07 (294)
 14 4 30 (66) 11 48 (s53) 19 05 (294)
 15 4 31 (66) 11 48 (s53) 19 03 (293)
 16 4 33 (67) 11 48 (s53) 19 01 (293)
 17 4 34 (68) 11 48 (s52) 19 00 (292)
 18 4 36 (68) 11 47 (s52) 18 58 (292)
 19 4 38 (69) 11 47 (s52) 18 56 (291)
 20 4 39 (69) 11 47 (s51) 18 53 (291)
 21 4 41 (70) 11 47 (s51) 18 51 (290)
 22 4 42 (70) 11 46 (s51) 18 49 (289)
 23 4 44 (71) 11 46 (s50) 18 47 (289)
 24 4 45 (71) 11 46 (s50) 18 45 (288)
 25 4 47 (72) 11 46 (s50) 18 43 (288)
 26 4 48 (73) 11 45 (s49) 18 41 (287)
 27 4 50 (73) 11 45 (s49) 18 39 (287)
 28 4 51 (74) 11 45 (s49) 18 37 (286)
 29 4 53 (74) 11 44 (s48) 18 35 (285)
 30 4 55 (75) 11 44 (s48) 18 32 (285)
 31 4 56 (75) 11 44 (s48) 18 30 (284)

Wrzesień

1 4 58 (76) 11 43 (s47) 18 28 (284)
 2 4 59 (77) 11 43 (s47) 18 26 (283)
 3 5 01 (77) 11 43 (s46) 18 24 (283)
 4 5 02 (78) 11 42 (s46) 18 22 (282)
 5 5 04 (78) 11 42 (s46) 18 19 (281)
 6 5 05 (79) 11 42 (s45) 18 17 (281)
 7 5 07 (80) 11 41 (s45) 18 15 (280)
 8 5 08 (80) 11 41 (s45) 18 13 (280)
 9 5 10 (81) 11 41 (s44) 18 10 (279)
 10 5 12 (81) 11 40 (s44) 18 08 (278)
 11 5 13 (82) 11 40 (s43) 18 06 (278)
 12 5 15 (83) 11 40 (s43) 18 04 (277)
 13 5 16 (83) 11 39 (s43) 18 01 (276)
 14 5 18 (84) 11 39 (s42) 17 59 (276)
 15 5 19 (84) 11 39 (s42) 17 57 (275)
 16 5 21 (85) 11 38 (s42) 17 55 (275)
 17 5 22 (86) 11 38 (s41) 17 52 (274)
 18 5 24 (86) 11 38 (s41) 17 50 (273)
 19 5 25 (87) 11 37 (s40) 17 48 (273)
 20 5 27 (87) 11 37 (s40) 17 46 (272)
 21 5 29 (88) 11 36 (s40) 17 43 (272)
 22 5 30 (89) 11 36 (s39) 17 41 (271)
 23 5 32 (89) 11 36 (s39) 17 39 (270)
 24 5 33 (90) 11 35 (s38) 17 37 (270)
 25 5 35 (91) 11 35 (s38) 17 34 (269)
 26 5 36 (91) 11 35 (s38) 17 32 (269)
 27 5 38 (92) 11 34 (s37) 17 30 (268)
 28 5 40 (92) 11 34 (s37) 17 28 (267)
 29 5 41 (93) 11 34 (s37) 17 25 (267)
 30 5 43 (94) 11 33 (s36) 17 23 (266)

Październik

1 5 44 (94) 11 33 (s36) 17 21 (265)
 2 5 46 (95) 11 33 (s35) 17 19 (265)
 3 5 47 (95) 11 32 (s35) 17 17 (264)
 4 5 49 (96) 11 32 (s35) 17 14 (264)
 5 5 51 (97) 11 32 (s34) 17 12 (263)
 6 5 52 (97) 11 32 (s34) 17 10 (262)
 7 5 54 (98) 11 31 (s33) 17 08 (262)
 8 5 55 (99) 11 31 (s33) 17 06 (261)
 9 5 57 (99) 11 31 (s33) 17 03 (261)
 10 5 59 (100) 11 30 (s32) 17 01 (260)
 11 6 00 (100) 11 30 (s32) 16 59 (259)
 12 6 02 (101) 11 30 (s32) 16 57 (259)
 13 6 04 (102) 11 30 (s31) 16 55 (258)
 14 6 05 (102) 11 29 (s31) 16 53 (258)
 15 6 07 (103) 11 29 (s30) 16 51 (257)
 16 6 09 (103) 11 29 (s30) 16 49 (256)
 17 6 10 (104) 11 29 (s30) 16 47 (256)
 18 6 12 (105) 11 29 (s29) 16 44 (255)
 19 6 14 (105) 11 28 (s29) 16 42 (255)
 20 6 15 (106) 11 28 (s29) 16 40 (254)
 21 6 17 (106) 11 28 (s28) 16 38 (253)
 22 6 19 (107) 11 28 (s28) 16 36 (253)
 23 6 20 (107) 11 28 (s28) 16 34 (252)
 24 6 22 (108) 11 28 (s27) 16 33 (252)
 25 6 24 (109) 11 28 (s27) 16 31 (251)
 26 6 25 (109) 11 27 (s27) 16 29 (251)
 27 6 27 (110) 11 27 (s26) 16 27 (250)
 28 6 29 (110) 11 27 (s26) 16 25 (250)
 29 6 31 (111) 11 27 (s26) 16 23 (249)
 30 6 32 (111) 11 27 (s25) 16 21 (249)
 31 6 34 (112) 11 27 (s25) 16 20 (248)

Listopad

1 6 36 (112) 11 27 (s25) 16 18 (247)
 2 6 37 (113) 11 27 (s24) 16 16 (247)
 3 6 39 (113) 11 27 (s24) 16 14 (246)
 4 6 41 (114) 11 27 (s24) 16 13 (246)
 5 6 43 (114) 11 27 (s23) 16 11 (245)
 6 6 44 (115) 11 27 (s23) 16 09 (245)
 7 6 46 (115) 11 27 (s23) 16 08 (244)
 8 6 48 (116) 11 27 (s22) 16 06 (244)
 9 6 49 (116) 11 27 (s22) 16 05 (243)
 10 6 51 (117) 11 27 (s22) 16 03 (243)
 11 6 53 (117) 11 28 (s22) 16 02 (242)
 12 6 55 (118) 11 28 (s21) 16 00 (242)
 13 6 56 (118) 11 28 (s21) 15 59 (242)
 14 6 58 (119) 11 28 (s21) 15 58 (241)
 15 7 00 (119) 11 28 (s21) 15 56 (241)
 16 7 01 (120) 11 28 (s20) 15 55 (240)
 17 7 03 (120) 11 29 (s20) 15 54 (240)
 18 7 05 (120) 11 29 (s20) 15 53 (239)
 19 7 06 (121) 11 29 (s20) 15 51 (239)
 20 7 08 (121) 11 29 (s19) 15 50 (239)
 21 7 09 (122) 11 30 (s19) 15 49 (238)
 22 7 11 (122) 11 30 (s19) 15 48 (238)
 23 7 12 (122) 11 30 (s19) 15 47 (238)
 24 7 14 (123) 11 30 (s19) 15 46 (237)
 25 7 16 (123) 11 31 (s18) 15 45 (237)
 26 7 17 (123) 11 31 (s18) 15 44 (237)
 27 7 18 (124) 11 31 (s18) 15 44 (236)
 28 7 20 (124) 11 32 (s18) 15 43 (236)
 29 7 21 (124) 11 32 (s18) 15 42 (236)
 30 7 23 (125) 11 32 (s17) 15 42 (235)

Grudzień

1 7 24 (125) 11 33 (s17) 15 41 (235)
 2 7 25 (125) 11 33 (s17) 15 40 (235)
 3 7 27 (125) 11 33 (s17) 15 40 (235)
 4 7 28 (126) 11 34 (s17) 15 39 (234)
 5 7 29 (126) 11 34 (s17) 15 39 (234)
 6 7 30 (126) 11 35 (s17) 15 39 (234)
 7 7 32 (126) 11 35 (s17) 15 38 (234)
 8 7 33 (126) 11 36 (s16) 15 38 (233)
 9 7 34 (127) 11 36 (s16) 15 38 (233)
 10 7 35 (127) 11 36 (s16) 15 38 (233)
 11 7 36 (127) 11 37 (s16) 15 38 (233)
 12 7 37 (127) 11 37 (s16) 15 38 (233)
 13 7 38 (127) 11 38 (s16) 15 38 (233)
 14 7 39 (127) 11 38 (s16) 15 38 (233)
 15 7 40 (127) 11 39 (s16) 15 38 (233)
 16 7 40 (128) 11 39 (s16) 15 38 (232)
 17 7 41 (128) 11 40 (s16) 15 39 (232)
 18 7 42 (128) 11 40 (s16) 15 39 (232)
 19 7 42 (128) 11 41 (s16) 15 39 (232)
 20 7 43 (128) 11 41 (s16) 15 40 (232)
 21 7 43 (128) 11 42 (s16) 15 40 (232)
 22 7 44 (128) 11 42 (s16) 15 41 (232)
 23 7 44 (128) 11 43 (s16) 15 41 (232)
 24 7 45 (128) 11 43 (s16) 15 42 (232)
 25 7 45 (128) 11 44 (s16) 15 43 (232)
 26 7 45 (128) 11 44 (s16) 15 43 (232)
 27 7 46 (127) 11 45 (s16) 15 44 (233)
 28 7 46 (127) 11 45 (s16) 15 45 (233)
 29 7 46 (127) 11 46 (s16) 15 46 (233)
 30 7 46 (127) 11 46 (s16) 15 47 (233)
 31 7 46 (127) 11 47 (s16) 15 48 (233)

Marzec

1	5 54	17 58	5 16	18 36	4 38	19 15
2	5 52	18 00	5 14	18 38	4 36	19 16
3	5 50	18 02	5 12	18 40	4 34	19 18
4	5 48	18 03	5 10	18 41	4 32	19 20
5	5 46	18 05	5 08	18 43	4 29	19 22
6	5 44	18 07	5 06	18 45	4 27	19 23
7	5 42	18 08	5 04	18 46	4 25	19 25
8	5 40	18 10	5 01	18 48	4 23	19 27
9	5 37	18 12	4 59	18 50	4 21	19 29
10	5 35	18 13	4 57	18 51	4 18	19 30
11	5 33	18 15	4 55	18 53	4 16	19 32
12	5 31	18 17	4 53	18 55	4 14	19 34
13	5 29	18 18	4 50	18 57	4 11	19 36
14	5 26	18 20	4 48	18 58	4 09	19 38
15	5 24	18 22	4 46	19 00	4 06	19 40
16	5 22	18 23	4 44	19 02	4 04	19 42
17	5 20	18 25	4 41	19 03	4 02	19 43
18	5 17	18 27	4 39	19 05	3 59	19 45
19	5 15	18 28	4 37	19 07	3 57	19 47
20	5 13	18 30	4 34	19 09	3 54	19 49
21	5 11	18 32	4 32	19 11	3 52	19 51
22	5 08	18 33	4 30	19 12	3 49	19 53
23	5 06	18 35	4 27	19 14	3 46	19 55
24	5 04	18 37	4 25	19 16	3 44	19 57
25	5 02	18 38	4 22	19 18	3 41	19 59
26	4 59	18 40	4 20	19 19	3 39	20 01
27	4 57	18 42	4 18	19 21	3 36	20 03
28	4 55	18 43	4 15	19 23	3 33	20 05
29	4 52	18 45	4 13	19 25	3 31	20 07
30	4 50	18 47	4 10	19 27	3 28	20 09
31	4 48	18 48	4 08	19 29	3 25	20 12

Kwiecień

1	4 46	18 50	4 05	19 31	3 23	20 14
2	4 43	18 52	4 03	19 32	3 20	20 16
3	4 41	18 54	4 01	19 34	3 17	20 18
4	4 39	18 55	3 58	19 36	3 14	20 20
5	4 36	18 57	3 56	19 38	3 12	20 22
6	4 34	18 59	3 53	19 40	3 09	20 25
7	4 32	19 00	3 51	19 42	3 06	20 27
8	4 30	19 02	3 48	19 44	3 03	20 29
9	4 27	19 04	3 46	19 46	3 00	20 32
10	4 25	19 06	3 43	19 48	2 57	20 34
11	4 23	19 07	3 41	19 50	2 54	20 36
12	4 21	19 09	3 38	19 52	2 52	20 39
13	4 18	19 11	3 36	19 54	2 49	20 41
14	4 16	19 13	3 33	19 56	2 46	20 44
15	4 14	19 14	3 31	19 58	2 43	20 46
16	4 12	19 16	3 28	20 00	2 40	20 49
17	4 09	19 18	3 26	20 02	2 37	20 51
18	4 07	19 20	3 23	20 04	2 34	20 54
19	4 05	19 21	3 21	20 06	2 31	20 57
20	4 03	19 23	3 18	20 08	2 28	20 59
21	4 01	19 25	3 16	20 10	2 25	21 02
22	3 58	19 27	3 13	20 12	2 21	21 05
23	3 56	19 29	3 11	20 14	2 18	21 08
24	3 54	19 30	3 08	20 16	2 15	21 10
25	3 52	19 32	3 06	20 19	2 12	21 13
26	3 50	19 34	3 04	20 21	2 09	21 16
27	3 48	19 36	3 01	20 23	2 06	21 19
28	3 46	19 38	2 59	20 25	2 02	21 22
29	3 44	19 39	2 56	20 27	1 59	21 25
30	3 42	19 41	2 54	20 29	1 56	21 28

Maj

1	3 40	19 43	2 51	20 32	1 53	21 31
2	3 38	19 45	2 49	20 34	1 49	21 34
3	3 36	19 46	2 47	20 36	1 46	21 38
4	3 34	19 48	2 44	20 38	1 42	21 41
5	3 32	19 50	2 42	20 40	1 39	21 44
6	3 30	19 52	2 39	20 43	1 35	21 48
7	3 28	19 54	2 37	20 45	1 32	21 51
8	3 26	19 55	2 35	20 47	1 28	21 55
9	3 24	19 57	2 32	20 49	1 25	21 58
10	3 22	19 59	2 30	20 51	1 21	22 02
11	3 20	20 00	2 28	20 54	1 17	22 06
12	3 19	20 02	2 26	20 56	1 13	22 10
13	3 17	20 04	2 23	20 58	1 10	22 14
14	3 15	20 06	2 21	21 00	1 06	22 18
15	3 14	20 07	2 19	21 02	1 01	22 22
16	3 12	20 09	2 17	21 05	0 57	22 26
17	3 10	20 11	2 15	21 07	0 53	22 31
18	3 09	20 12	2 13	21 09	0 48	22 36
19	3 07	20 14	2 11	21 11	0 44	22 41
20	3 06	20 15	2 08	21 13	0 39	22 46
21	3 04	20 17	2 06	21 15	0 33	22 52
22	3 03	20 19	2 05	21 18	0 28	22 59
23	3 02	20 20	2 03	21 20	0 21	23 06
24	3 00	20 22	2 01	21 22	0 14	23 15
25	2 59	20 23	1 59	21 24	0 05	23 30
26	2 58	20 25	1 57	21 26	23 51	// //
27	2 56	20 26	1 55	21 28	// //	// //
28	2 55	20 27	1 54	21 30	// //	// //
29	2 54	20 29	1 52	21 31	// //	// //
30	2 53	20 30	1 50	21 33	// //	// //
31	2 52	20 31	1 49	21 35	// //	// //

Czerwiec

1	2 51	20 33	1 47	21 37	// //	// //
2	2 50	20 34	1 46	21 39	// //	// //
3	2 49	20 35	1 44	21 40	// //	// //
4	2 49	20 36	1 43	21 42	// //	// //
5	2 48	20 37	1 42	21 43	// //	// //
6	2 47	20 38	1 41	21 45	// //	// //
7	2 46	20 39	1 40	21 46	// //	// //
8	2 46	20 40	1 39	21 48	// //	// //
9	2 45	20 41	1 38	21 49	// //	// //
10	2 45	20 42	1 37	21 50	// //	// //
11	2 44	20 42	1 36	21 51	// //	// //
12	2 44	20 43	1 35	21 52	// //	// //
13	2 44	20 44	1 35	21 53	// //	// //
14	2 44	20 44	1 34	21 54	// //	// //
15	2 43	20 45	1 34	21 55	// //	// //
16	2 43	20 46	1 34	21 55	// //	// //
17	2 43	20 46	1 33	21 56	// //	// //
18	2 43	20 46	1 33	21 56	// //	// //
19	2 43	20 47	1 33	21 57	// //	// //
20	2 43	20 47	1 33	21 57	// //	// //
21	2 44	20 47	1 34	21 57	// //	// //
22	2 44	20 47	1 34	21 57	// //	// //
23	2 44	20 47	1 34	21 57	// //	// //
24	2 45	20 47	1 35	21 57	// //	// //
25	2 45	20 47	1 35	21 57	// //	// //
26	2 46	20 47	1 36	21 57	// //	// //
27	2 46	20 47	1 37	21 56	// //	// //
28	2 47	20 47	1 37	21 56	// //	// //
29	2 47	20 46	1 38	21 55	// //	// //
30	2 48	20 46	1 39	21 54	// //	// //

Lipiec

1	2 49	20 46	1 40	21 54	///	///	///
2	2 50	20 45	1 42	21 53	///	///	///
3	2 50	20 45	1 43	21 52	///	///	///
4	2 51	20 44	1 44	21 51	///	///	///
5	2 52	20 43	1 46	21 50	///	///	///
6	2 53	20 43	1 47	21 49	///	///	///
7	2 54	20 42	1 48	21 47	///	///	///
8	2 55	20 41	1 50	21 46	///	///	///
9	2 57	20 40	1 52	21 45	///	///	///
10	2 58	20 39	1 53	21 43	///	///	///
11	2 59	20 38	1 55	21 42	///	///	///
12	3 00	20 37	1 57	21 40	///	///	///
13	3 01	20 36	1 59	21 39	///	///	///
14	3 03	20 35	2 01	21 37	///	///	///
15	3 04	20 34	2 02	21 35	///	///	///
16	3 06	20 33	2 04	21 33	///	23 43	
17	3 07	20 32	2 06	21 32	23 57	23 26	
18	3 08	20 30	2 08	21 30	0 14	23 17	
19	3 10	20 29	2 10	21 28	0 23	23 10	
20	3 11	20 27	2 12	21 26	0 31	23 03	
21	3 13	20 26	2 14	21 24	0 37	22 58	
22	3 14	20 25	2 16	21 22	0 43	22 52	
23	3 16	20 23	2 19	21 20	0 48	22 47	
24	3 17	20 21	2 21	21 18	0 53	22 42	
25	3 19	20 20	2 23	21 16	0 58	22 38	
26	3 21	20 18	2 25	21 14	1 03	22 34	
27	3 22	20 17	2 27	21 11	1 07	22 29	
28	3 24	20 15	2 29	21 09	1 11	22 25	
29	3 26	20 13	2 31	21 07	1 15	22 21	
30	3 27	20 11	2 34	21 05	1 19	22 17	
31	3 29	20 10	2 36	21 02	1 23	22 13	

Sierpień

1	3 31	20 08	2 38	21 00	1 27	22 10	
2	3 32	20 06	2 40	20 58	1 30	22 06	
3	3 34	20 04	2 42	20 56	1 34	22 02	
4	3 36	20 02	2 44	20 53	1 38	21 59	
5	3 37	20 00	2 46	20 51	1 41	21 55	
6	3 39	19 58	2 49	20 48	1 44	21 52	
7	3 41	19 56	2 51	20 46	1 48	21 48	
8	3 42	19 55	2 53	20 44	1 51	21 45	
9	3 44	19 53	2 55	20 41	1 54	21 41	
10	3 46	19 50	2 57	20 39	1 57	21 38	
11	3 48	19 48	2 59	20 36	2 00	21 35	
12	3 49	19 46	3 01	20 34	2 03	21 31	
13	3 51	19 44	3 03	20 32	2 06	21 28	
14	3 53	19 42	3 06	20 29	2 09	21 25	
15	3 54	19 40	3 08	20 27	2 12	21 22	
16	3 56	19 38	3 10	20 24	2 15	21 18	
17	3 58	19 36	3 12	20 22	2 18	21 15	
18	4 00	19 34	3 14	20 19	2 20	21 12	
19	4 01	19 31	3 16	20 17	2 23	21 09	
20	4 03	19 29	3 18	20 14	2 26	21 06	
21	4 05	19 27	3 20	20 12	2 28	21 03	
22	4 06	19 25	3 22	20 09	2 31	21 00	
23	4 08	19 23	3 24	20 07	2 33	20 57	
24	4 10	19 20	3 26	20 04	2 36	20 53	
25	4 12	19 18	3 28	20 02	2 38	20 50	
26	4 13	19 16	3 30	19 59	2 41	20 47	
27	4 15	19 14	3 32	19 57	2 43	20 44	
28	4 17	19 11	3 34	19 54	2 46	20 41	
29	4 18	19 09	3 36	19 52	2 48	20 39	
30	4 20	19 07	3 37	19 49	2 51	20 36	
31	4 22	19 05	3 39	19 47	2 53	20 33	

Wrzesień

1	4 23	19 02	3 41	19 44	2 55	20 30
2	4 25	19 00	3 43	19 42	2 57	20 27
3	4 27	18 58	3 45	19 39	3 00	20 24
4	4 28	18 55	3 47	19 37	3 02	20 21
5	4 30	18 53	3 49	19 34	3 04	20 18
6	4 31	18 51	3 50	19 32	3 06	20 16
7	4 33	18 49	3 52	19 29	3 08	20 13
8	4 35	18 46	3 54	19 27	3 10	20 10
9	4 36	18 44	3 56	19 24	3 13	20 07
10	4 38	18 42	3 58	19 22	3 15	20 04
11	4 40	18 39	3 59	19 19	3 17	20 02
12	4 41	18 37	4 01	19 17	3 19	19 59
13	4 43	18 35	4 03	19 14	3 21	19 56
14	4 44	18 32	4 05	19 12	3 23	19 54
15	4 46	18 30	4 06	19 09	3 25	19 51
16	4 48	18 28	4 08	19 07	3 27	19 48
17	4 49	18 25	4 10	19 05	3 29	19 46
18	4 51	18 23	4 12	19 02	3 30	19 43
19	4 52	18 21	4 13	19 00	3 32	19 40
20	4 54	18 18	4 15	18 57	3 34	19 38
21	4 56	18 16	4 17	18 55	3 36	19 35
22	4 57	18 14	4 18	18 53	3 38	19 33
23	4 59	18 12	4 20	18 50	3 40	19 30
24	5 00	18 09	4 22	18 48	3 42	19 28
25	5 02	18 07	4 23	18 46	3 43	19 25
26	5 04	18 05	4 25	18 43	3 45	19 23
27	5 05	18 03	4 27	18 41	3 47	19 20
28	5 07	18 00	4 28	18 39	3 49	19 18
29	5 08	17 58	4 30	18 36	3 51	19 16
30	5 10	17 56	4 32	18 34	3 52	19 13

Październik

1	5 11	17 54	4 33	18 32	3 54	19 11
2	5 13	17 51	4 35	18 30	3 56	19 08
3	5 15	17 49	4 36	18 27	3 58	19 06
4	5 16	17 47	4 38	18 25	3 59	19 04
5	5 18	17 45	4 40	18 23	4 01	19 01
6	5 19	17 43	4 41	18 21	4 03	18 59
7	5 21	17 41	4 43	18 19	4 04	18 57
8	5 23	17 38	4 44	18 16	4 06	18 55
9	5 24	17 36	4 46	18 14	4 08	18 53
10	5 26	17 34	4 48	18 12	4 09	18 50
11	5 27	17 32	4 49	18 10	4 11	18 48
12	5 29	17 30	4 51	18 08	4 13	18 46
13	5 31	17 28	4 52	18 06	4 14	18 44
14	5 32	17 26	4 54	18 04	4 16	18 42
15	5 34	17 24	4 56	18 02	4 17	18 40
16	5 35	17 22	4 57	18 00	4 19	18 38
17	5 37	17 20	4 59	17 58	4 21	18 36
18	5 39	17 18	5 00	17 56	4 22	18 34
19	5 40	17 16	5 02	17 54	4 24	18 32
20	5 42	17 14	5 04	17 52	4 25	18 30
21	5 43	17 12	5 05	17 50	4 27	18 28
22	5 45	17 10	5 07	17 48	4 29	18 26
23	5 47	17 08	5 08	17 47	4 30	18 25
24	5 48	17 06	5 10	17 45	4 32	18 23
25	5 50	17 05	5 11	17 43	4 33	18 21
26	5 51	17 03	5 13	17 41	4 35	18 19
27	5 53	17 01	5 14	17 39	4 36	18 17
28	5 55	16 59	5 16	17 38	4 38	18 16
29	5 56	16 57	5 18	17 36	4 39	18 14
30	5 58	16 56	5 19	17 34	4 41	18 13
31	5 59	16 54	5 21	17 33	4 42	18 11

Listopad

1	6 01	16 52	5 22	17 31	4 44	18 09
2	6 03	16 51	5 24	17 30	4 45	18 08
3	6 04	16 49	5 25	17 28	4 47	18 06
4	6 06	16 48	5 27	17 27	4 48	18 05
5	6 07	16 46	5 28	17 25	4 50	18 04
6	6 09	16 45	5 30	17 24	4 51	18 02
7	6 11	16 43	5 31	17 22	4 53	18 01
8	6 12	16 42	5 33	17 21	4 54	18 00
9	6 14	16 40	5 34	17 20	4 56	17 58
10	6 15	16 39	5 36	17 19	4 57	17 57
11	6 17	16 38	5 37	17 17	4 59	17 56
12	6 19	16 36	5 39	17 16	5 00	17 55
13	6 20	16 35	5 40	17 15	5 02	17 54
14	6 22	16 34	5 42	17 14	5 03	17 52
15	6 23	16 33	5 43	17 13	5 04	17 51
16	6 25	16 31	5 45	17 12	5 06	17 50
17	6 26	16 30	5 46	17 11	5 07	17 49
18	6 28	16 29	5 47	17 10	5 08	17 49
19	6 29	16 28	5 49	17 09	5 10	17 48
20	6 31	16 27	5 50	17 08	5 11	17 47
21	6 32	16 26	5 52	17 07	5 12	17 46
22	6 34	16 25	5 53	17 06	5 14	17 45
23	6 35	16 25	5 54	17 05	5 15	17 45
24	6 37	16 24	5 56	17 05	5 16	17 44
25	6 38	16 23	5 57	17 04	5 18	17 43
26	6 39	16 22	5 58	17 03	5 19	17 43
27	6 41	16 22	5 59	17 03	5 20	17 42
28	6 42	16 21	6 01	17 02	5 21	17 42
29	6 43	16 20	6 02	17 02	5 22	17 41
30	6 45	16 20	6 03	17 01	5 23	17 41

Grudzień

1	6 46	16 19	6 04	17 01	5 25	17 40
2	6 47	16 19	6 05	17 00	5 26	17 40
3	6 48	16 18	6 07	17 00	5 27	17 40
4	6 49	16 18	6 08	17 00	5 28	17 40
5	6 51	16 18	6 09	17 00	5 29	17 39
6	6 52	16 17	6 10	16 59	5 30	17 39
7	6 53	16 17	6 11	16 59	5 31	17 39
8	6 54	16 17	6 12	16 59	5 32	17 39
9	6 55	16 17	6 13	16 59	5 33	17 39
10	6 56	16 17	6 14	16 59	5 34	17 39
11	6 57	16 17	6 15	16 59	5 35	17 39
12	6 58	16 17	6 15	16 59	5 35	17 39
13	6 59	16 17	6 16	16 59	5 36	17 39
14	6 59	16 17	6 17	17 00	5 37	17 40
15	7 00	16 17	6 18	17 00	5 38	17 40
16	7 01	16 18	6 19	17 00	5 38	17 40
17	7 02	16 18	6 19	17 00	5 39	17 41
18	7 02	16 18	6 20	17 01	5 40	17 41
19	7 03	16 19	6 20	17 01	5 40	17 41
20	7 03	16 19	6 21	17 02	5 41	17 42
21	7 04	16 20	6 22	17 02	5 41	17 42
22	7 05	16 20	6 22	17 03	5 42	17 43
23	7 05	16 21	6 23	17 03	5 42	17 43
24	7 05	16 21	6 23	17 04	5 43	17 44
25	7 06	16 22	6 23	17 04	5 43	17 45
26	7 06	16 23	6 24	17 05	5 43	17 45
27	7 06	16 23	6 24	17 06	5 44	17 46
28	7 06	16 24	6 24	17 07	5 44	17 47
29	7 07	16 25	6 24	17 07	5 44	17 47
30	7 07	16 26	6 24	17 08	5 44	17 48
31	7 07	16 27	6 25	17 09	5 44	17 49

Tabela 3. Wschody, górowania i zachody Księżyca w Częstochowie.

W kolumnach podano środkowoeuropejskie czasy występowania zjawisk w godzinach i minutach. Dodatkowo, w nawiasach, podano w stopniach azymuty (a) wschodzącego i zachodzącego Księżyca oraz wysokość Księżyca w czasie górowania. Azymut podano zgodnie z konwencją liczenia go od punktu kardynalnego horyzontu N w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara. Literką *p* oznaczono przypadki, kiedy wschód odbywa się przed północą (zatem dnia poprzedniego). Z kolei literką *f* oznaczono przypadki gdy zachód odbywa się po północy (zatem dnia następnego).

	wschód		górowanie		zachód	
	h	m °	h	m °	h	m °
Styczeń						
1	10	54 (76)	17	51 (s49)	f1	00 (288)
2	11	15 (69)	18	34 (s53)	f2	05 (295)
3	11	39 (63)	19	18 (s57)	f3	09 (300)
4	12	08 (58)	20	05 (s59)	f4	12 (304)
5	12	43 (55)	20	54 (s61)	f5	11 (307)
6	13	27 (53)	21	45 (s62)	f6	04 (307)
7	14	20 (53)	22	37 (s61)	f6	49 (305)
8	15	22 (56)	23	30 (s59)	f7	28 (301)
10	p16	31 (60)	0	22 (s56)	8	00 (296)
11	p17	44 (67)	1	12 (s52)	8	26 (289)
12	p18	59 (74)	2	02 (s48)	8	50 (281)
13	p20	16 (83)	2	51 (s42)	9	12 (273)
14	p21	33 (92)	3	40 (s37)	9	34 (264)
15	p22	51 (100)	4	30 (s32)	9	57 (256)
16	0	10 (109)	5	22 (s27)	10	23 (248)
17	1	29 (116)	6	16 (s22)	10	53 (241)
18	2	47 (122)	7	12 (s19)	11	31 (236)
19	4	00 (126)	8	11 (s17)	12	19 (233)
20	5	04 (127)	9	10 (s17)	13	18 (233)
21	5	57 (126)	10	09 (s18)	14	25 (235)
22	6	39 (122)	11	05 (s20)	15	39 (240)
23	7	12 (116)	11	58 (s24)	16	54 (247)
24	7	38 (109)	12	48 (s28)	18	08 (254)
25	8	01 (102)	13	35 (s33)	19	20 (262)
26	8	21 (94)	14	19 (s38)	20	29 (270)
27	8	40 (86)	15	02 (s43)	21	37 (278)
28	8	59 (79)	15	45 (s47)	22	43 (285)
29	9	20 (72)	16	28 (s52)	23	49 (292)
30	9	42 (66)	17	12 (s55)	f0	54 (298)
31	10	09 (61)	17	58 (s58)	f1	57 (302)
Luty						
1	10	41 (56)	18	45 (s60)	f2	57 (306)
2	11	20 (54)	19	35 (s61)	f3	52 (307)
3	12	08 (53)	20	26 (s61)	f4	41 (306)
4	13	06 (55)	21	18 (s60)	f5	23 (303)
5	14	11 (58)	22	11 (s58)	f5	58 (299)
6	15	23 (64)	23	03 (s54)	f6	28 (292)
8	p16	39 (71)	p23	54 (s50)	6	53 (285)
9	p17	57 (79)	0	45 (s45)	7	17 (276)
10	p19	16 (88)	1	35 (s39)	7	39 (268)
11	p20	36 (97)	2	26 (s34)	8	03 (259)
12	p21	57 (106)	3	18 (s28)	8	28 (251)
13	p23	17 (114)	4	12 (s24)	8	58 (243)
14	0	36 (120)	5	08 (s20)	9	34 (238)
15	1	50 (125)	6	06 (s18)	10	18 (234)
16	2	56 (127)	7	04 (s17)	11	12 (233)
17	3	51 (126)	8	02 (s18)	12	15 (234)
18	4	36 (123)	8	57 (s19)	13	24 (238)
19	5	12 (118)	9	50 (s23)	14	37 (244)
20	5	40 (112)	10	40 (s26)	15	50 (251)
21	6	04 (105)	11	28 (s31)	17	02 (258)
22	6	26 (97)	12	13 (s36)	18	12 (266)
23	6	45 (90)	12	56 (s41)	19	20 (274)
24	7	04 (82)	13	40 (s45)	20	27 (282)
25	7	25 (75)	14	23 (s50)	21	33 (289)
26	7	46 (69)	15	06 (s54)	22	39 (295)
27	8	11 (63)	15	51 (s57)	23	42 (300)
28	8	41 (58)	16	38 (s59)	f0	43 (304)
29	9	17 (55)	17	26 (s61)	f1	40 (306)

Marzec

1 10 00 (54) 18 16 (s61) f2 31 (306)
 2 10 52 (54) 19 06 (s61) f3 15 (305)
 3 11 53 (57) 19 58 (s59) f3 53 (301)
 4 13 01 (61) 20 49 (s56) f4 25 (295)
 5 14 14 (67) 21 40 (s52) f4 52 (288)
 6 15 31 (75) 22 32 (s47) f5 17 (280)
 7 16 50 (84) 23 23 (s42) f5 41 (272)
 9 p18 11 (93) 0 15 (s36) 6 05 (263)
 10 p19 34 (102) 1 08 (s31) 6 31 (254)
 11 p20 57 (110) 2 04 (s26) 7 00 (246)
 12 p22 19 (118) 3 01 (s22) 7 34 (240)
 13 p23 37 (123) 4 00 (s19) 8 17 (235)
 14 0 48 (126) 4 59 (s17) 9 09 (233)
 15 1 47 (126) 5 57 (s17) 10 09 (234)
 16 2 35 (124) 6 53 (s19) 11 17 (237)
 17 3 13 (120) 7 47 (s22) 12 28 (242)
 18 3 43 (114) 8 37 (s25) 13 39 (249)
 19 4 08 (107) 9 24 (s30) 14 50 (256)
 20 4 30 (100) 10 09 (s34) 15 59 (264)
 21 4 50 (93) 10 53 (s39) 17 07 (271)
 22 5 10 (85) 11 36 (s44) 18 14 (279)
 23 5 30 (78) 12 19 (s48) 19 21 (286)
 24 5 51 (71) 13 02 (s52) 20 26 (292)
 25 6 15 (65) 13 47 (s56) 21 30 (298)
 26 6 43 (60) 14 33 (s58) 22 32 (302)
 27 7 17 (57) 15 20 (s60) 23 30 (305)
 28 7 57 (54) 16 09 (s61) f0 22 (306)
 29 8 45 (54) 16 58 (s61) f1 08 (305)
 30 9 41 (56) 17 48 (s60) f1 48 (302)
 31 10 44 (59) 18 38 (s57) f2 21 (298)

Kwiecień

1 11 52 (65) 19 28 (s54) f2 50 (291)
 2 13 05 (71) 20 18 (s50) f3 16 (284)
 3 14 22 (79) 21 08 (s45) f3 40 (276)
 4 15 41 (88) 21 59 (s39) f4 04 (267)
 5 17 03 (97) 22 52 (s33) f4 29 (259)
 7 p18 27 (106) p23 48 (s28) 4 57 (250)
 8 p19 52 (114) 0 46 (s23) 5 30 (243)
 9 p21 15 (121) 1 46 (s20) 6 11 (237)
 10 p22 31 (125) 2 47 (s18) 7 01 (234)
 11 p23 37 (126) 3 48 (s17) 8 00 (234)
 12 0 31 (125) 4 47 (s19) 9 08 (236)
 13 1 13 (121) 5 43 (s21) 10 19 (241)
 14 1 46 (115) 6 34 (s24) 11 31 (247)
 15 2 13 (109) 7 23 (s28) 12 42 (254)
 16 2 36 (102) 8 08 (s33) 13 51 (261)
 17 2 56 (95) 8 52 (s37) 14 59 (269)
 18 3 16 (87) 9 35 (s42) 16 06 (276)
 19 3 35 (80) 10 17 (s47) 17 11 (284)
 20 3 56 (73) 11 00 (s51) 18 16 (290)
 21 4 19 (67) 11 44 (s54) 19 21 (296)
 22 4 46 (62) 12 30 (s57) 20 23 (301)
 23 5 18 (58) 13 17 (s59) 21 23 (304)
 24 5 56 (55) 14 05 (s61) 22 17 (306)
 25 6 41 (54) 14 54 (s61) 23 05 (305)
 26 7 34 (55) 15 43 (s60) 23 46 (303)
 27 8 33 (58) 16 32 (s58) f0 21 (299)
 28 9 39 (63) 17 21 (s55) f0 50 (294)
 29 10 48 (69) 18 09 (s51) f1 17 (287)
 30 12 00 (76) 18 57 (s47) f1 40 (280)

Maj

1 13 16 (84) 19 46 (s42) f 2 03 (272)
 2 14 34 (93) 20 37 (s36) f 2 27 (263)
 3 15 55 (102) 21 30 (s31) f 2 53 (255)
 4 17 18 (110) 22 26 (s26) f 3 23 (247)
 5 18 43 (118) 23 25 (s22) f 4 00 (240)
 7 p20 04 (123) 0 28 (s19) 4 46 (236)
 8 p21 18 (126) 1 31 (s18) 5 43 (234)
 9 p22 19 (126) 2 33 (s18) 6 50 (235)
 10 p23 08 (123) 3 32 (s20) 8 03 (239)
 11 p23 45 (117) 4 27 (s23) 9 17 (245)
 12 0 15 (111) 5 18 (s27) 10 31 (252)
 13 0 40 (104) 6 06 (s31) 11 42 (259)
 14 1 02 (97) 6 50 (s36) 12 51 (267)
 15 1 22 (90) 7 34 (s41) 13 58 (274)
 16 1 41 (82) 8 16 (s45) 15 03 (281)
 17 2 02 (75) 8 59 (s50) 16 08 (288)
 18 2 24 (69) 9 42 (s53) 17 13 (294)
 19 2 49 (64) 10 27 (s56) 18 16 (299)
 20 3 19 (59) 11 14 (s59) 19 16 (303)
 21 3 55 (56) 12 02 (s60) 20 12 (305)
 22 4 38 (54) 12 50 (s61) 21 03 (306)
 23 5 29 (55) 13 40 (s60) 21 46 (304)
 24 6 27 (57) 14 29 (s59) 22 23 (301)
 25 7 30 (61) 15 18 (s56) 22 53 (296)
 26 8 37 (67) 16 05 (s53) 23 20 (289)
 27 9 47 (73) 16 53 (s48) 23 44 (282)
 28 11 00 (81) 17 40 (s44) f 0 07 (275)
 29 12 14 (89) 18 28 (s38) f 0 29 (267)
 30 13 31 (98) 19 18 (s33) f 0 53 (258)
 31 14 50 (106) 20 11 (s28) f 1 20 (250)

Czerwiec

1 16 12 (114) 21 07 (s24) f 1 52 (243)
 2 17 34 (121) 22 07 (s20) f 2 32 (238)
 3 18 52 (125) 23 09 (s18) f 3 24 (234)
 5 p20 00 (126) 0 13 (s18) 4 26 (234)
 6 p20 56 (124) 1 15 (s19) 5 38 (237)
 7 p21 40 (120) 2 14 (s21) 6 54 (242)
 8 p22 15 (114) 3 08 (s25) 8 11 (249)
 9 p22 42 (107) 3 59 (s30) 9 25 (256)
 10 p23 06 (100) 4 46 (s34) 10 37 (264)
 11 p23 27 (92) 5 30 (s39) 11 46 (272)
 12 p23 47 (85) 6 14 (s44) 12 53 (279)
 13 0 07 (78) 6 57 (s48) 13 59 (286)
 14 0 29 (71) 7 40 (s52) 15 04 (292)
 15 0 53 (65) 8 24 (s55) 16 07 (298)
 16 1 21 (60) 9 10 (s58) 17 09 (302)
 17 1 55 (57) 9 58 (s60) 18 07 (305)
 18 2 36 (55) 10 47 (s61) 18 59 (306)
 19 3 24 (54) 11 36 (s61) 19 45 (305)
 20 4 20 (56) 12 26 (s59) 20 24 (302)
 21 5 22 (60) 13 15 (s57) 20 57 (297)
 22 6 29 (65) 14 03 (s54) 21 25 (292)
 23 7 38 (71) 14 51 (s50) 21 50 (285)
 24 8 50 (79) 15 38 (s45) 22 13 (277)
 25 10 02 (86) 16 25 (s40) 22 35 (269)
 26 11 17 (95) 17 13 (s35) 22 57 (261)
 27 12 33 (103) 18 03 (s30) 23 22 (253)
 28 13 51 (111) 18 56 (s25) 23 51 (246)
 29 15 11 (118) 19 52 (s22) f 0 26 (240)
 30 16 28 (123) 20 52 (s19) f 1 10 (236)

Lipiec

1 17 40 (126) 21 53 (s18) f2 06 (234)
 2 18 42 (126) 22 56 (s18) f3 12 (235)
 4 p19 32 (123) p23 56 (s20) 4 27 (239)
 5 p20 11 (117) 0 54 (s23) 5 45 (245)
 6 p20 42 (111) 1 47 (s27) 7 02 (252)
 7 p21 08 (103) 2 37 (s32) 8 17 (260)
 8 p21 31 (96) 3 24 (s37) 9 29 (268)
 9 p21 52 (88) 4 09 (s42) 10 38 (276)
 10 p22 12 (81) 4 52 (s46) 11 45 (283)
 11 p22 33 (74) 5 36 (s51) 12 51 (290)
 12 p22 57 (68) 6 20 (s54) 13 56 (296)
 13 p23 23 (62) 7 06 (s57) 14 58 (300)
 14 p23 55 (58) 7 53 (s59) 15 58 (304)
 15 0 33 (55) 8 41 (s61) 16 53 (305)
 16 1 18 (54) 9 30 (s61) 17 41 (305)
 17 2 11 (55) 10 20 (s60) 18 23 (303)
 18 3 12 (58) 11 10 (s58) 18 59 (299)
 19 4 18 (63) 12 00 (s55) 19 29 (294)
 20 5 27 (69) 12 48 (s51) 19 56 (287)
 21 6 39 (76) 13 36 (s47) 20 19 (280)
 22 7 52 (84) 14 23 (s42) 20 42 (272)
 23 9 06 (92) 15 11 (s37) 21 04 (264)
 24 10 22 (100) 16 01 (s32) 21 28 (256)
 25 11 39 (108) 16 52 (s27) 21 55 (249)
 26 12 56 (115) 17 46 (s23) 22 27 (242)
 27 14 13 (121) 18 42 (s20) 23 06 (237)
 28 15 25 (125) 19 41 (s18) 23 56 (235)
 29 16 29 (126) 20 42 (s18) f0 56 (234)
 30 17 22 (124) 21 42 (s19) f2 05 (237)
 31 18 06 (120) 22 39 (s22) f3 20 (242)

Sierpień

1 18 40 (114) 23 34 (s25) f4 37 (249)
 3 p19 09 (107) 0 26 (s30) 5 53 (256)
 4 p19 33 (99) 1 14 (s34) 7 07 (264)
 5 p19 55 (92) 2 01 (s39) 8 19 (272)
 6 p20 16 (84) 2 46 (s44) 9 28 (280)
 7 p20 38 (77) 3 30 (s49) 10 35 (287)
 8 p21 00 (70) 4 15 (s53) 11 41 (293)
 9 p21 26 (65) 5 00 (s56) 12 45 (298)
 10 p21 55 (60) 5 46 (s58) 13 46 (302)
 11 p22 31 (57) 6 34 (s60) 14 43 (305)
 12 p23 12 (55) 7 23 (s61) 15 34 (305)
 13 0 02 (55) 8 12 (s60) 16 18 (304)
 14 0 59 (57) 9 02 (s59) 16 57 (301)
 15 2 03 (61) 9 52 (s56) 17 30 (296)
 16 3 11 (66) 10 41 (s53) 17 58 (290)
 17 4 23 (73) 11 30 (s49) 18 23 (283)
 18 5 37 (81) 12 19 (s44) 18 47 (275)
 19 6 52 (89) 13 08 (s39) 19 10 (267)
 20 8 09 (97) 13 57 (s33) 19 34 (259)
 21 9 27 (106) 14 49 (s29) 20 00 (251)
 22 10 45 (113) 15 42 (s24) 20 31 (244)
 23 12 02 (119) 16 38 (s21) 21 08 (239)
 24 13 15 (124) 17 36 (s19) 21 53 (236)
 25 14 20 (125) 18 35 (s18) 22 49 (235)
 26 15 16 (125) 19 33 (s19) 23 53 (236)
 27 16 02 (121) 20 30 (s21) f1 04 (240)
 28 16 39 (116) 21 25 (s24) f2 19 (246)
 29 17 10 (110) 22 17 (s28) f3 34 (253)
 30 17 35 (103) 23 06 (s32) f4 47 (261)

Wrzesień

1 p17 58 (95) p23 53 (s37) 5 59 (269)
 2 p18 20 (88) 0 39 (s42) 7 10 (276)
 3 p18 41 (80) 1 24 (s47) 8 18 (284)
 4 p19 04 (73) 2 08 (s51) 9 25 (290)
 5 p19 29 (67) 2 54 (s54) 10 30 (296)
 6 p19 57 (62) 3 40 (s57) 11 32 (300)
 7 p20 30 (58) 4 27 (s59) 12 31 (303)
 8 p21 08 (56) 5 15 (s60) 13 24 (305)
 9 p21 54 (55) 6 04 (s60) 14 11 (304)
 10 p22 48 (56) 6 53 (s59) 14 52 (302)
 11 p23 48 (59) 7 42 (s57) 15 27 (298)
 12 0 53 (64) 8 31 (s54) 15 57 (293)
 13 2 03 (70) 9 20 (s51) 16 24 (286)
 14 3 16 (77) 10 09 (s46) 16 48 (279)
 15 4 31 (85) 10 58 (s41) 17 12 (271)
 16 5 48 (94) 11 49 (s36) 17 36 (262)
 17 7 08 (102) 12 41 (s31) 18 03 (254)
 18 8 28 (110) 13 35 (s26) 18 33 (247)
 19 9 47 (117) 14 32 (s22) 19 09 (241)
 20 11 03 (122) 15 30 (s19) 19 53 (237)
 21 12 13 (125) 16 30 (s18) 20 45 (235)
 22 13 12 (125) 17 29 (s18) 21 47 (236)
 23 14 00 (122) 18 26 (s20) 22 56 (239)
 24 14 40 (118) 19 20 (s23) f0 08 (244)
 25 15 12 (112) 20 12 (s26) f1 22 (251)
 26 15 38 (105) 21 01 (s31) f2 34 (258)
 27 16 02 (98) 21 48 (s35) f3 45 (266)
 28 16 24 (90) 22 33 (s40) f4 55 (273)
 29 16 45 (83) 23 18 (s45) f6 03 (281)

Październik

1 p17 08 (76) 0 03 (s49) 7 11 (288)
 2 p17 32 (70) 0 48 (s53) 8 16 (294)
 3 p17 58 (64) 1 34 (s56) 9 20 (299)
 4 p18 30 (60) 2 21 (s58) 10 20 (302)
 5 p19 06 (57) 3 08 (s60) 11 15 (304)
 6 p19 49 (56) 3 57 (s60) 12 04 (304)
 7 p20 39 (56) 4 45 (s60) 12 47 (303)
 8 p21 35 (58) 5 33 (s58) 13 23 (300)
 9 p22 37 (62) 6 21 (s56) 13 55 (295)
 10 p23 44 (67) 7 09 (s52) 14 22 (289)
 11 0 54 (74) 7 57 (s48) 14 48 (282)
 12 2 06 (81) 8 46 (s43) 15 12 (274)
 13 3 22 (90) 9 35 (s38) 15 36 (266)
 14 4 40 (98) 10 27 (s33) 16 01 (258)
 15 6 01 (106) 11 21 (s28) 16 30 (250)
 16 7 23 (114) 12 18 (s24) 17 05 (244)
 17 8 43 (120) 13 18 (s21) 17 46 (238)
 18 9 58 (124) 14 19 (s19) 18 38 (236)
 19 11 03 (125) 15 20 (s18) 19 39 (236)
 20 11 57 (123) 16 20 (s20) 20 47 (238)
 21 12 40 (119) 17 16 (s22) 22 00 (243)
 22 13 14 (114) 18 09 (s25) 23 13 (249)
 23 13 42 (107) 18 59 (s30) f0 25 (256)
 24 14 07 (100) 19 46 (s34) f1 36 (263)
 25 14 29 (93) 20 31 (s39) f2 45 (271)
 26 14 50 (85) 21 16 (s43) f3 53 (278)
 27 15 12 (79) 22 00 (s48) f5 00 (285)
 28 15 35 (72) 22 44 (s52) f6 05 (291)
 29 16 01 (66) 23 30 (s55) f7 09 (297)
 31 p16 31 (62) 0 16 (s58) 8 11 (301)

Listopad

1 p17 05 (58) 1 04 (s59) 9 07 (303)
 2 p17 46 (56) 1 52 (s60) 9 59 (304)
 3 p18 33 (56) 2 40 (s60) 10 43 (303)
 4 p19 27 (57) 3 28 (s59) 11 22 (301)
 5 p20 26 (61) 4 15 (s57) 11 55 (297)
 6 p21 30 (65) 5 02 (s54) 12 23 (291)
 7 p22 36 (71) 5 49 (s50) 12 48 (285)
 8 p23 46 (78) 6 35 (s46) 13 12 (278)
 9 0 57 (86) 7 23 (s41) 13 35 (270)
 10 2 12 (94) 8 12 (s36) 13 59 (262)
 11 3 30 (102) 9 04 (s31) 14 26 (254)
 12 4 51 (110) 9 59 (s26) 14 57 (247)
 13 6 13 (117) 10 58 (s22) 15 35 (241)
 14 7 32 (122) 12 00 (s19) 16 23 (237)
 15 8 45 (125) 13 03 (s18) 17 21 (235)
 16 9 46 (124) 14 06 (s19) 18 29 (237)
 17 10 35 (121) 15 06 (s21) 19 43 (241)
 18 11 14 (116) 16 02 (s24) 20 59 (247)
 19 11 45 (109) 16 55 (s28) 22 14 (254)
 20 12 11 (102) 17 44 (s33) 23 26 (261)
 21 12 34 (95) 18 30 (s37) f0 37 (269)
 22 12 56 (88) 19 14 (s42) f1 45 (276)
 23 13 18 (81) 19 58 (s46) f2 51 (283)
 24 13 40 (74) 20 42 (s50) f3 57 (290)
 25 14 05 (68) 21 27 (s54) f5 01 (295)
 26 14 33 (63) 22 13 (s57) f6 03 (300)
 27 15 05 (59) 23 00 (s59) f7 01 (303)
 29 p15 44 (57) p23 48 (s60) 7 55 (304)
 30 p16 29 (56) 0 36 (s60) 8 42 (304)

Grudzień

1 p17 21 (57) 1 24 (s59) 9 22 (302)
 2 p18 19 (59) 2 12 (s57) 9 57 (298)
 3 p19 20 (64) 2 59 (s55) 10 26 (293)
 4 p20 25 (69) 3 45 (s51) 10 52 (287)
 5 p21 32 (75) 4 30 (s47) 11 16 (281)
 6 p22 41 (83) 5 16 (s43) 11 38 (273)
 7 p23 52 (90) 6 03 (s38) 12 01 (266)
 8 1 06 (98) 6 51 (s33) 12 25 (258)
 9 2 22 (106) 7 43 (s28) 12 53 (251)
 10 3 41 (113) 8 38 (s24) 13 26 (244)
 11 5 01 (120) 9 37 (s21) 14 07 (239)
 12 6 18 (123) 10 40 (s19) 14 59 (236)
 13 7 26 (125) 11 44 (s18) 16 02 (236)
 14 8 23 (123) 12 47 (s20) 17 16 (238)
 15 9 08 (119) 13 47 (s22) 18 34 (244)
 16 9 44 (112) 14 43 (s26) 19 52 (250)
 17 10 13 (105) 15 36 (s31) 21 09 (258)
 18 10 39 (98) 16 25 (s35) 22 22 (266)
 19 11 01 (90) 17 11 (s40) 23 33 (273)
 20 11 23 (83) 17 56 (s45) f0 41 (281)
 21 11 45 (76) 18 40 (s49) f1 48 (287)
 22 12 09 (70) 19 25 (s53) f2 52 (293)
 23 12 36 (65) 20 10 (s56) f3 55 (298)
 24 13 07 (60) 20 57 (s58) f4 55 (302)
 25 13 43 (57) 21 44 (s60) f5 50 (304)
 26 14 26 (56) 22 33 (s60) f6 39 (304)
 27 15 15 (56) 23 21 (s60) f7 22 (303)
 29 p16 11 (58) 0 09 (s58) 7 59 (300)
 30 p17 12 (62) 0 57 (s56) 8 31 (295)
 31 p18 17 (67) 1 43 (s53) 8 58 (289)

Tabela 4. Czas gwiazdowy dla Częstochowy
(widomy, o godzinie 0 UT wyszczególnionych dat)

h m s	h m s	h m s
Styczeń	Luty	Marzec
1 7 56 43.5672	1 9 58 56.8234	1 11 53 16.8977
2 8 00 40.1200	2 10 02 53.3811	2 11 57 13.4552
3 8 04 36.6744	3 10 06 49.9405	3 12 01 10.0131
4 8 08 33.2309	4 10 10 46.5009	4 12 05 06.5706
5 8 12 29.7896	5 10 14 43.0615	5 12 09 03.1265
6 8 16 26.3503	6 10 18 39.6211	6 12 12 59.6801
7 8 20 22.9127	7 10 22 36.1785	7 12 16 56.2307
8 8 24 19.4758	8 10 26 32.7331	8 12 20 52.7786
9 8 28 16.0385	9 10 30 29.2847	9 12 24 49.3250
10 8 32 12.5998	10 10 34 25.8339	10 12 28 45.8715
11 8 36 09.1586	11 10 38 22.3822	11 12 32 42.4201
12 8 40 05.7146	12 10 42 18.9313	12 12 36 38.9720
13 8 44 02.2678	13 10 46 15.4826	13 12 40 35.5273
14 8 47 58.8192	14 10 50 12.0372	14 12 44 32.0855
15 8 51 55.3702	15 10 54 08.5949	15 12 48 28.6449
16 8 55 51.9223	16 10 58 05.1550	16 12 52 25.2040
17 8 59 48.4771	17 11 02 01.7160	17 12 56 21.7614
18 9 03 45.0351	18 11 05 58.2765	18 13 00 18.3162
19 9 07 41.5963	19 11 09 54.8350	19 13 04 14.8681
20 9 11 38.1597	20 11 13 51.3907	20 13 08 11.4174
21 9 15 34.7239	21 11 17 47.9434	21 13 12 07.9647
22 9 19 31.2871	22 11 21 44.4933	22 13 16 04.5110
23 9 23 27.8479	23 11 25 41.0414	23 13 20 01.0573
24 9 27 24.4055	24 11 29 37.5887	24 13 23 57.6045
25 9 31 20.9600	25 11 33 34.1362	25 13 27 54.1533
26 9 35 17.5119	26 11 37 30.6847	26 13 31 50.7042
27 9 39 14.0623	27 11 41 27.2350	27 13 35 47.2571
28 9 43 10.6121	28 11 45 23.7873	28 13 39 43.8120
29 9 47 07.1626	29 11 49 20.3416	29 13 43 40.3683
30 9 51 03.7143		30 13 47 36.9254
31 9 55 00.2678		31 13 51 33.4824

Kwiecień

1 13 55 30.0384
2 13 59 26.5925
3 14 03 23.1441
4 14 07 19.6931
5 14 11 16.2401
6 14 15 12.7865
7 14 19 09.3343
8 14 23 05.8852
9 14 27 02.4401
10 14 30 58.9984
11 14 34 55.5588
12 14 38 52.1193
13 14 42 48.6783
14 14 46 45.2348
15 14 50 41.7884
16 14 54 38.3392
17 14 58 34.8880
18 15 02 31.4356
19 15 06 27.9831
20 15 10 24.5313
21 15 14 21.0811
22 15 18 17.6328
23 15 22 14.1867
24 15 26 10.7426
25 15 30 07.3001
26 15 34 03.8586
27 15 38 00.4172
28 15 41 56.9751
29 15 45 53.5314
30 15 49 50.0855

Maj

1 15 53 46.6372
2 15 57 43.1868
3 16 01 39.7353
4 16 05 36.2844
5 16 09 32.8358
6 16 13 29.3910
7 16 17 25.9503
8 16 21 22.5127
9 16 25 19.0762
10 16 29 15.6388
11 16 33 12.1988
12 16 37 08.7558
13 16 41 05.3097
14 16 45 01.8613
15 16 48 58.4115
16 16 52 54.9612
17 16 56 51.5115
18 17 00 48.0632
19 17 04 44.6168
20 17 08 41.1725
21 17 12 37.7303
22 17 16 34.2898
23 17 20 30.8504
24 17 24 27.4112
25 17 28 23.9715
26 17 32 20.5304
27 17 36 17.0872
28 17 40 13.6417
29 17 44 10.1939
30 17 48 06.7449
31 17 52 03.2957

Czerwiec

1 17 55 59.8480
2 17 59 56.4034
3 18 03 52.9628
4 18 07 49.5259
5 18 11 46.0913
6 18 15 42.6567
7 18 19 39.2202
8 18 23 35.7805
9 18 27 32.3374
10 18 31 28.8914
11 18 35 25.4436
12 18 39 21.9949
13 18 43 18.5465
14 18 47 15.0992
15 18 51 11.6537
16 18 55 08.2102
17 18 59 04.7688
18 19 03 01.3291
19 19 06 57.8907
20 19 10 54.4528
21 19 14 51.0144
22 19 18 47.5746
23 19 22 44.1328
24 19 26 40.6886
25 19 30 37.2421
26 19 34 33.7939
27 19 38 30.3452
28 19 42 26.8974
29 19 46 23.4520
30 19 50 20.0100

Lipiec

1 19 54 16.5716
2 19 58 13.1361
3 20 02 09.7016
4 20 06 06.2662
5 20 10 02.8280
6 20 13 59.3864
7 20 17 55.9414
8 20 21 52.4939
9 20 25 49.0451
10 20 29 45.5962
11 20 33 42.1480
12 20 37 38.7014
13 20 41 35.2566
14 20 45 31.8140
15 20 49 28.3731
16 20 53 24.9336
17 20 57 21.4948
18 21 01 18.0558
19 21 05 14.6156
20 21 09 11.1734
21 21 13 07.7287
22 21 17 04.2816
23 21 21 00.8325
24 21 24 57.3824
25 21 28 53.9329
26 21 32 50.4852
27 21 36 47.0405
28 21 40 43.5992
29 21 44 40.1607
30 21 48 36.7239
31 21 52 33.2868

Sierpień

1 21 56 29.8477
2 22 00 26.4056
3 22 04 22.9600
4 22 08 19.5115
5 22 12 16.0611
6 22 16 12.6101
7 22 20 09.1595
8 22 24 05.7102
9 22 28 02.2627
10 22 31 58.8172
11 22 35 55.3736
12 22 39 51.9315
13 22 43 48.4903
14 22 47 45.0492
15 22 51 41.6072
16 22 55 38.1636
17 22 59 34.7176
18 23 03 31.2689
19 23 07 27.8180
20 23 11 24.3658
21 23 15 20.9137
22 23 19 17.4632
23 23 23 14.0155
24 23 27 10.5710
25 23 31 07.1294
26 23 35 03.6895
27 23 39 00.2499
28 23 42 56.8089
29 23 46 53.3652
30 23 50 49.9184
31 23 54 46.4685

Wrzesień

1 23 58 43.0165
2 0 02 39.5634
3 0 06 36.1104
4 0 10 32.6585
5 0 14 29.2083
6 0 18 25.7601
7 0 22 22.3138
8 0 26 18.8692
9 0 30 15.4257
10 0 34 11.9826
11 0 38 08.5391
12 0 42 05.0943
13 0 46 01.6474
14 0 49 58.1981
15 0 53 54.7464
16 0 57 51.2929
17 1 01 47.8391
18 1 05 44.3866
19 1 09 40.9367
20 1 13 37.4903
21 1 17 34.0470
22 1 21 30.6058
23 1 25 27.1651
24 1 29 23.7233
25 1 33 20.2792
26 1 37 16.8321
27 1 41 13.3822
28 1 45 09.9299
29 1 49 06.4764
30 1 53 03.0227

Październik

1 1 56 59.5699
2 2 00 56.1187
3 2 04 52.6695
4 2 08 49.2224
5 2 12 45.7771
6 2 16 42.3330
7 2 20 38.8897
8 2 24 35.4462
9 2 28 32.0019
10 2 32 28.5559
11 2 36 25.1078
12 2 40 21.6574
13 2 44 18.2051
14 2 48 14.7518
15 2 52 11.2993
16 2 56 07.8490
17 3 00 04.4023
18 3 04 00.9594
19 3 07 57.5193
20 3 11 54.0802
21 3 15 50.6404
22 3 19 47.1983
23 3 23 43.7532
24 3 27 40.3053
25 3 31 36.8550
26 3 35 33.4032
27 3 39 29.9512
28 3 43 26.4997
29 3 47 23.0498
30 3 51 19.6018
31 3 55 16.1560

Listopad

1 3 59 12.7121
2 4 03 09.2698
3 4 07 05.8283
4 4 11 02.3869
5 4 14 58.9448
6 4 18 55.5014
7 4 22 52.0562
8 4 26 48.6088
9 4 30 45.1595
10 4 34 41.7089
11 4 38 38.2583
12 4 42 34.8093
13 4 46 31.3635
14 4 50 27.9216
15 4 54 24.4834
16 4 58 21.0474
17 5 02 17.6113
18 5 06 14.1733
19 5 10 10.7322
20 5 14 07.2878
21 5 18 03.8407
22 5 22 00.3919
23 5 25 56.9425
24 5 29 53.4935
25 5 33 50.0458
26 5 37 46.5999
27 5 41 43.1562
28 5 45 39.7145
29 5 49 36.2744
30 5 53 32.8353

Grudzień

1 5 57 29.3964
2 6 01 25.9571
3 6 05 22.5165
4 6 09 19.0741
5 6 13 15.6296
6 6 17 12.1831
7 6 21 08.7352
8 6 25 05.2868
9 6 29 01.8392
10 6 32 58.3939
11 6 36 54.9522
12 6 40 51.5143
13 6 44 48.0795
14 6 48 44.6459
15 6 52 41.2113
16 6 56 37.7738
17 7 00 34.3327
18 7 04 30.8883
19 7 08 27.4415
20 7 12 23.9936
21 7 16 20.5458
22 7 20 17.0990
23 7 24 13.6539
24 7 28 10.2108
25 7 32 06.7696
26 7 36 03.3300
27 7 39 59.8916
28 7 43 56.4536
29 7 47 53.0152
30 7 51 49.5756
31 7 55 46.1342

Część druga

(dydaktyczno - informacyjna)



Julita Ozga z modelem dwunastościanu foremego (fot. B.Wszolek)

Częstochowska aktywność astronomiczna 2011

Bogdan Wszolek

Instytut Fizyki, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie

Obrony prac

Dnia 29 czerwca studentki fizyki w AJD zdały egzaminy licencjackie prezentując prace astrofizyczne: Agnieszka Debudej – „*Oddzielanie gwiazdowych linii widmowych od linii pochodzenia międzygwiazdowego na przykładzie gwiazdy spektroskopowo podwójnej*” i Sylwia Kusiak – „*Analiza spektroskopowa gwiazdy HD23180*”



Sylwia Kusiak (z lewej) i Agnieszka Debudej z promotorem dr. Bogdanem Wszolekiem po zdanym egzaminie (fot. B. Wszolek)

Spotkania u Metlerowców

Tradycyjnie w środy o godzinie 19-tej odbywały się w Planetarium spotkania członków i sympatyków Częstochojskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. W ciągu roku zrealizowano 35 spotkań, przy średniej frekwencji 21 osób. Odczyty środowe przedstawiali przeważnie częstochojscy miłośnicy astronomii – najczęściej: Waldemar Zwierzchlejski, Bogdan Wszolek, Tomasz Barański i Maria Płomińska. Jednorazowo wystąpili też: Anna

Kaczmarczyk, Artur Leśniczek, Marek Nowak, Szwaja Małgorzata, Grzegorz Czepiczek, Agnieszka Debudej, Beata Grzejszczak, Mateusz Wróbel. Gościło też z wykładami kilka osób spoza Częstochowy: Jacek Kruk (UP Kraków), Michał Drahus (Uniw. Kalifornijski, Los Angeles), Tomasz Kazimierzak (UMK, Toruń) i Peter Polubiec (NASA).

Powiększenie zbiorów bibliotecznych

Biblioteczka Metlerowców wzbogaciła się w roku 2011 o dalsze książki i czasopisma archiwalne подарowane przez Panią Magdalenę Janiczek, synową wielkiego miłośnika astronomii ś.p. Romana Karola Janiczka.

Z astronomią do publiczności

Instytucjonalnie, ciężar odpowiedzialności za popularyzację wiedzy astronomicznej w Częstochowie spada obecnie na Planetarium Instytutu Fizyki AJD. Jego kierownik - magister astronomii - Tomasz Kisiel, stara się wzbogacać ofertę pokazów, i w miarę możliwości włącza się w imprezy organizowane przez Miasto, takie jak np. Noc Kulturalna. W roku 2011 staraniem kierownika planetarium nagrano bardziej profesjonalnie pod względem technicznym, w stosunku do wcześniejszych, treści narracji dla posiadanych prezentacji planetaryjnych. Planetarium od początku swego istnienia (2006) wciąż boryka się z tymi samymi problemami, t.j. kadrowymi i finansowymi. Kierownik planetarium (pracownik techniczny w AJD) stanowi jednocześnie pełną jego załogę. Działając „z doskoku” (ma też inne obowiązki w uczelni) bierze na siebie cały ciężar działalności planetarium – od przyjmowania zamówień, poprzez sprzedaż biletów, wypisywanie faktur, tworzenie i administrowanie planetaryjnej witryny internetowej, po czuwanie nad sprzętem i prezentację pokazów. W roku 2011, w związku z nieszczelnością dachu, planetarium zostało częściowo zalane i była długa przerwa w jego funkcjonowaniu. Z jednej strony bardzo niedomaga nagłośnienie społeczne samego istnienia w Częstochowie wspianego cyfrowego planetarium, nie mówiąc już o jego repertuarze, z drugiej zaś nie sposób rzeczy zbyt nagłaśniać jak ma się „związane ręce”, jeśli chodzi o możliwości świadczenia usługi na społecznie akceptowalnym poziomie.

W 2011 roku odbyło się wiele akcji popularyzacji astronomii i astronautyki, w wykonaniu Metlerowców, tak w Częstochowie jak i poza nią. Sam tylko Bogdan Wszolek wygłosił w różnych miejscach w Polsce ponad 20 proszonych wykładów popularnych z astronomii, poczynając od grup szkolnych, a na Uniwersytetach III wieku kończąc. Wielką aktywność popularyzatorską w zakresie astronautyki, w Częstochowie i poza nią, wykazał Waldemar Zwierzchlejski, który m.in. włączył się w organizację konferencji naukowej w Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie „Wielki Jubileusz wielkiego lotu”, poświęconej pierwszemu lotowi

człowieka w kosmos. Niezależnie, Waldemar Zwierzchlejski szeroko, profesjonalnie i obficie, popularyzuje wiedzę astronautyczną na łamach ogólnie dostępnych czasopism. Nadal aktywnie w dzieło popularyzacji astronomii i astronautyki angażuje się Kazimierz Błaszczak, doprowadził do zorganizowania międzyszkolnego koła astronomicznego w Wieruszowie i czyni starania dla utworzenia tam planetarium i obserwatorium astronomicznego.

Astronomiczny UTW

Słuchacze Uniwersytetu Trzeciego Wieku w AJD zawiązali kilkunasto osobową Sekcję Astronomiczną. Uczestniczą w regularnych środowych spotkaniach astronomicznych organizowanych w Planetarium Instytutu Fizyki AJD oraz w okazjonalnych wykładach, obserwacjach i innych imprezach astronomicznych.



Dr Joanna Górna zapowiada wykład kosmonauty Mirosława Hermaszewskiego dla słuchaczy UTW
(fot. B. Wszolek)



Sabina Zabielska, Jadwiga Pilińska i Grzegorz Maruszczyk z kamieniem księżycowym (fot. M. Nowak)

Zaćmienie Słońca

Dnia 4 stycznia miało miejsce częściowe zaćmienie Słońca. Wiele osób w Częstochowie oglądało to zaćmienie, indywidualnie bądź w sposób zorganizowany. W Instytucie Fizyki AJD dr Bogdan Wszolek zorganizował obserwacje przy pomocy teleskopu wyposażonego w filtr słoneczny, a także metodą *camera obscura*. Ponad 200 osób wzięło udział w tych obserwacjach.



Kasia Filipecka (z lewej) i Ania Majtyka (z prawej), studentki fizyki w AJD, radośnie uczestniczą w obserwacjach zaćmienia metodą *camera obscura* (fot. B. Wszolek)



Studenci i pracownicy naukowcy AJD podczas obserwacji teleskopowych zaćmienia (fot. B. Wszolek)

Konkurs grudziądzki

W dniu 7 marca 2011 roku w Planetarium Instytutu Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie odbył się wojewódzki etap XXXVII Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomiczno-Astronautycznego. Przedstawiono 11 referatów, wybranych wcześniej spośród 38 nadesłanych prac. Referaty oceniali: dr Cierniewska-Muskała, mgr Wasik-Tyrała i dr Bogdan Wszolek. Do finału w Grudziądzu wytypowano cztery najlepsze prace:

1. Izabela Skoczeń (ZSME Żywiec) - „Wyznaczanie promienia orbity Wenus za pomocą amatorskich obserwacji”,

2. Arkadiusz Warzyński (VII LO Częstochowa) – „Zmienny Wszechświat – projekt OGLE i jego odkrycia” ,
3. Weronika Skupień (ZSE Wodzisław Śląski) – „Byt Gazowego Olbrzyma i jego towarzyszy” ,
4. Wojciech Biernat (ZSEiM Bielsko-Biała) – „Komunikacja z cywilizacjami pozaziemskimi, czyli „kosmiczne gadanie” .



Organizatorzy, opiekunowie i zwycięzcy konkursu. Od lewej: Bogdan Wszolek, Grażyna Cierniewska-Muskała, Piotr Nowak, Izabela Skoczeń, Wojciech Biernat, Weronika Skupień, Marek Myśliński, Urszula Jeruszka i Arkadiusz Warzyński. (fot. B. Wszolek)

Autorzy tych prac zakwalifikowali się do etapu ogólnopolskiego.

Konkurs zorganizowało Kuratorium Oświaty w Katowicach przy wydajnym wsparciu organizacyjnym ze strony Instytutu Fizyki Akademii im. Jana Długosza oraz VII LO im. Mikołaja Kopernika w Częstochowie. Dyplomy i nagrody zostały ufundowane przez: Kuratorium Oświaty, Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. W konkurs zaangażowały się osobiście: mgr Magdalena Wszolek, mgr Urszula Jeruszka wraz ze swoimi uczennicami, dr Grażyna Cierniewska-Muskała, mgr Maria Wasik-Tyrała oraz dr Bogdan Wszolek.

W grudzińskim finale Izabela Skoczeń zajęła miejsce pierwsze, a Wojciech Biernat szóste.

Konferencja w Preszowie (Słowacja)

W dniach 10-13 marca 2011 odbyła się w Preszowie (Słowacja) konferencja naukowa „Vyznam planetaria pri popularizacii astronomie”. W pierwszej części imprezy wygłoszono ponad 20 wykładów i przedstawiono kilka seansów planetaryjnych. Dr Bogdan Wszolek z Instytutu Fizyki AJD w Częstochowie przedstawił tam wykład prozony: „Działalność i możliwości planetarium cyfrowego w Częstochowie”. Po części typowo konferencyjnej, w dniu 12 marca uczestnicy wzięli udział w uroczystościach towarzyszących otwarciu nowego planetarium w Kolonickom Sedle.



Kopuła planetarium w Kolonickom Sedle (fot. B.Wszolek)

Jurij Gagarin w Polsce

Pół wieku temu, w lipcu 1961 roku, odwiedził Polskę, Jurij Gagarin – człowiek, który jako pierwszy w dziejach ludzkości, odbył szczęśliwie lot kosmiczny i tym samym zapoczątkował nową erę w dziejach cywilizacji - erę kosmiczną. Na zaproszenie Waldemara Zwierzchlejskiego w dniu 30 marca przyjechał do Częstochowy mgr Jacek Kruk z Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie by wygłosić podczas spotkania Częstochowskiego Oddziału PTMA wykład przybliżający szczegóły dotyczące wizyty Gagarina w Polsce, a przy tym również w Częstochowie. W dyskusji po wspianym wykładzie z przykrością odnotowano, że pamięć w Polsce o tym wiekopomnym wydarzeniu, jakim był lot kosmiczny Gagarina, jest słabo pielęgnowana. W polskich miastach pozmieniano nazwy ulic z Gagarina na jakieś inne. W ostatnich czasach Gagarin przestał też patronować wielu szkołom. Wiedza o początkach podboju kosmosu nie jest przekazywana w polskich szkołach ani w mediach.

Radioastronomiczna Sesja Naukowa



Dnia 2 kwietnia 2011 roku, w ramach obchodów 400-lecia urodzin Heweliusza, odbyła się w Planetarium Instytutu Fizyki AJD sesja naukowa poświęcona radioastronomii. W sesji wzięło udział kilkadziesiąt osób, głównie astronomów zawodowych oraz miłośników astronomii z Krakowa i Częstochowy. Sesję zorganizowały: Stowarzyszenie Astronomia Nova, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie oraz Uniwersytet Jagielloński w Krakowie. Patronowały jej Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii.

Wygłoszono referaty:

Dr hab. Grzegorz Michałek (UJ-Kraków) - *Międzyplanetarne wybuchy radiowe*,

Dr Adam Michalec (UJ-Kraków) - *Radiowe obserwacje Słońca*,

Dr Marek Jamrozy (UJ-Kraków) - *Odkrywanie Wszechświata – złoty wiek radioastronomii*,

Dr Stanisław Ryś (UJ-Kraków) - *Radioastronomia amatorska*,

Dr Dorota Koziół-Wierzbowska (UJ-Kraków) – *Radiogalaktyki*,

Dr Bogdan Wszolek (IF AJD) - *Marzenia o polskim interferometrze radiowym*.

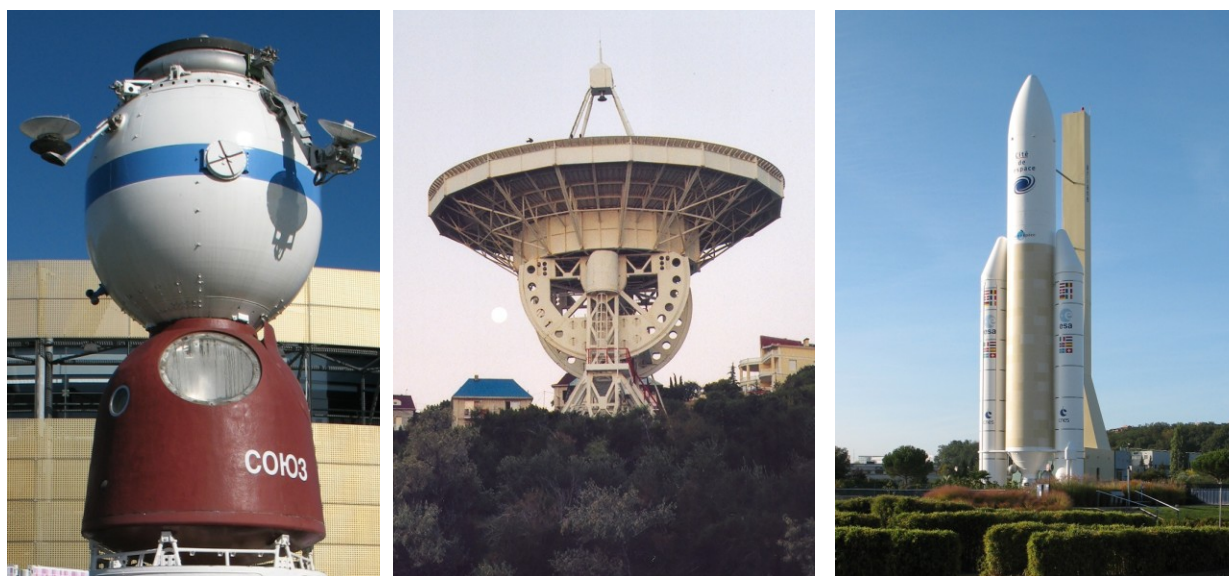


Uczestnicy Sesji Naukowej na tarasie widokowym w Instytucie Fizyki AJD w Częstochowie
(fot. M.Nowak)

Walne Zebranie Astronomii Novej

Dnia 2 kwietnia odbyło się w Planetarium Instytutu Fizyki AJD drugie Walne Zebranie Stowarzyszenia Astronomia Nova. Dyskutowano kierunki działań AN na najbliższy okres. Między innymi poruszano problemy sprowadzenia do Polski metrowego teleskopu z Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego w Castel Gandolfo, budowy kosmosarium w Krakowie, organizacji jurajskiego parku nauki oraz budowy polskiego interferometru radiowego na bazie anten pozyskanych z ośrodka w Psarach.

Polskie kosmosarium w Krakowie?



W dniu 5 kwietnia Astronomia Nova przedstawiła Prezydentowi Miasta Krakowa propozycję utworzenia w Krakowie nowoczesnego kosmosarium. Byłby to super nowoczesny kompleks edukacyjny, dający szerokiej publiczności możliwość efektywnego i przyjemnego zdobywania wiedzy o kosmicznych osiągnięciach ludzkości oraz o astronomicznym kontekście funkcjonowania człowieka.

Zdobywana w kosmosarium wiedza miałaby owocować nie tylko ogólnym oświeceniem, lecz także zwiększeniem społecznego szacunku dla nauk przyrodniczych i aktywniejszym włączaniem się Polaków w projekty kosmiczne.

Pracownicy naukowcy i studenci licznych krakowskich uczelni mogliby się aktywnie włączyć w tworzenie i funkcjonowanie kosmosarium, przez co ośrodek byłby również miejscem zdobywania bezpośrednich inspiracji do prowadzenia badań naukowych i do opracowania nowych patentów.

Pierwszy człowiek w kosmosie – 50 lat temu

W dniu 6 kwietnia w Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie zorganizowano konferencję naukową „Wielki Jubileusz Wielkiego Lotu 1961-2011” dla upamiętnienia lotu Jurija Gagarina w kosmos dnia 12 kwietnia 1961 roku. Zaproszono z wykładem radzieckiego kosmonautę płk. Musę Manarowa, który na stacji orbitalnej MIR spędził łącznie 541 dni, oraz gen. Mirosława Hermaszewskiego - jedyne polskiego kosmonautę. Kilkuosobowa grupa częstochowskich miłośników astronomii wzięła udział w konferencji. Waldemar Zwierzchlejski, wiceprezes Częstochowskiego Oddziału PTMA, wygłosił wykład: „Radzieckie i rosyjskie statki załogowe – od gagarinowskiego Wostoka do następcy Sojuza”. Częstochowianie, Magdalena i Kamil Wszolek, udzielili obszernego wywiadu telewizyjnego na temat konferencji. Wywiad jest dostępny w internecie na stronie: <http://www.youtube.com/watch?v=KNXWRUotP9U> . Wszyscy Częstochowianie mieli okazję porozmawiać z kosmonautami, uzyskać ich autografy i zrobić sobie pamiątkowe zdjęcia. Musa Manarow otrzymał od Bogdana Wszółka pamiątkowe zdjęcie przejścia planety Wenus na tle tarczy Słońca, zaobserwowanego w Częstochowie w 2004 roku.



Obok Musy Manarowa
Agnieszka i Artur Kuźmicz (fot. B.Wszolek)



W towarzystwie Mirosława Hermaszewskiego
Magdalena i Kamil Wszolek (fot. B.Wszolek)

Naukowo w Kijowie

W dniach 1-7 maja w Uniwersytecie Tarasa Szewczenki w Kijowie odbyła się międzynarodowa konferencja „18th Young Scientists Conference on Astronomy and Space Physics”. Pod przewodnictwem dr. Bogdana Wszółka, członka International Advisory Committee, w konferencji czynnie uczestniczyły Agnieszka Debudej, Sylwia Kusiak i Julita Ozga – z Sekcji Astronomicznej Koła Naukowego Studentów WMP AJD. Bogdan Wszolek wygłosił wykład proszony „Spectroscopic families

among diffuse interstellar bands”. Studentki przedstawiły plakaty odzwierciedlające ich prace badawcze pod kierunkiem Bogdana Wszółka w zakresie astrofizyki: Agnieszka Debudej „Narrow interstellar absorption lines in oPer direction”, Sylwia Kusiak “Broad diffuse interstellar bands in the direction of HD23180”, Julita Ozga “Diffuse interstellar bands towards ξ Persei”.



Agnieszka Debudej, Julita Ozga i Sylwia Kusiak na tarasie okalającym wysoką wieżę obserwacyjną (bez odrobiny lęku wysokości!) w Kijowskim Obserwatorium Astrofizycznym Ukraińskiej Akademii Nauk (fot. B. Wszółek)

III częstochowski bieg astronomiczny

8 maja odbył się coroczny bieg astronomiczny na dystansie ok. 27 km, z Jasnej Góry na Ostrą Górę (Pabianice, gm. Janów). Dystans pokonali w czasie około 3 godzin Ryszard Staniewski i Bogdan Wszolek. Bieg zabezpieczali Sylwia Kusiak i Piotr Kraj – częstochowscy członkowie Astronomii Novej.



Sylwia Kusiak i Bogdan Wszolek na mecie biegu (fot. P.Kraj)

Częstochowska Konferencja Młodych

W dniach 10-11 maja 2011 w Planetarium Instytutu Fizyki AJD w Częstochowie odbyła się III Częstochowska Konferencja Naukowa Młodych „Astrophisica Nova”, dla uczczenia 400 rocznicy urodzin Jana Heweliusza. Zorganizowały ją Instytut Fizyki AJD w Częstochowie i Obserwatorium Astronomiczne UJ w Krakowie, przy wsparciu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii oraz stowarzyszenia „Astronomia Nova”. Wykłady proszone ogłosili:

Prof. dr hab. Marek Biesiada (Uniwersytet Śląski)

„Astrofizyka źródłem ograniczeń na egzotyczne teorie fizyczne”,

Dr Henryk Brancewicz (ZG PTMA w Krakowie)

„Rok Heweliusza”,

Prof. dr hab. Piotr Flin (Uniwersytet Świętokrzyski w Kielcach)
„Tadeusz Banachiewicz w Kazaniu i Tartu” oraz „Wybrane własności gromad galaktyk”

Prof. dr hab. Jerzy Machalski (Uniwersytet Jagielloński)
„Historia radioastronomii, jej największe odkrycia i przyszłość”

Dr Beata Malec (Copernicus Center For Interdisciplinary Studies w Krakowie)
“Strong lensing system as a tool of constraints on dark energy models”

Dr Bogdan Wszolek (Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie)
„Międzygwiazdowe pasma rozmyte i ich badanie w Częstochowie” oraz „Koncepcja utworzenia polskiego interferometru radiowego”

Młodzi astronomowie i studenci przedstawili serię interesujących komunikatów:

Tomasz Brożek (UMK Toruń) „Badania spektrofotometryczne gwiazd symbiotycznych”

Maciej Cegłowski (UMK Toruń) „Projekt budowy radioteleskopu Hevelius”

Justyna Gronowska (Uniwersytet Opolski) „Obserwacje CC Com”

Tomasz Kundera (Uniwersytet Jagielloński) „Mleczna Droga dla całej klasy”

Aleksander Kurek (Opole) „Solaris - obserwatorium na dachu hipermarketu”

Iryna Malygina (Kijów) “The development of astronomy as an influencing factor on change of philosophy of art during the Renaissance”

Janusz Nicewicz (Uniwersytet Jagielloński) „Koronalne Wyrzuty Materii”

Grygorii Polinovskyi (Akademia Nauk Ukrainy, Kijów) „New astrophysical database of the NH₃ molecule properties”

Szymon Sikora (Uniwersytet Jagielloński) „Mikrosoczewkowanie w dyskowym modelu Galaktyki”

Michał Silarski (Uniwersytet Jagielloński) „Symetria CP a ewolucja Wszechświata”

Ernest Świerczyński (UMK Toruń) „Wybuch gwiazdy nowej V2468 Cygni jako okazja do obserwacji kilku przejawów aktywności gwiazd kataklizmicznych”

Jan Świerkowski (UMK Toruń) „Upowszechnianie astronomii poprzez sztukę współczesną”

Magdalena Wszolek (Uniwersytet Rolniczy w Krakowie) „Wpływ astronomii na nauki rolnicze”

Anastasiia Zolotukhina (Akademia Nauk Ukrainy, Kijów) “Observations obtained at Kyiv meridian axial circle with CCD-camera and their reduction”

Całości przyczynków naukowych dopełniły plakaty:

Agnieszka Debudej i Bogdan Wszolek (AJD Częstochowa) „Linie pochodzenia międzygwiazdowego w widmie gwiazdy HD23180”

Bartosz Gauza (Uniwersytet Zielonogórski) „HU Aquarii - cataclysmic binary system harbouring two massive planets?”

Sylvia Kusiak i Bogdan Wszolek (AJD Częstochowa) „Analiza spektroskopowa materii międzygwiazdowej w kierunku oPer”

Agnieszka Kuźmich i Bogdan Wszolek (UJ Kraków i AJD Częstochowa) „Nie wszystkie międzygwiazdowe pasma rozmyte są międzygwiazdowe”

Julita Ozga i Bogdan Wszolek (Politechnika Częstochowska i AJD Częstochowa) „Charakterystyka spektroskopowa środowiska międzygwiazdowego w kierunku ξPer”

Mariusz Tarnopolski (Uniwersytet Jagielloński) „Bąble Fermiego”

Mateusz Wiśniewicz (Uniwersytet Zielonogórski)

“Long Term Quasi-Periodicity During X-Ray Decline of LMXB 4U 1636-53”.



Uczestnicy konferencji na tle kopuły planetarium w Instytucie Fizyki AJD w Częstochowie
(fot. B.Wszolek)

Przed rozpoczęciem konferencji i po jej zakończeniu wyświetlono w planetarium seanse astronomiczne. Dla niektórych uczestników konferencji była to pierwsza okazja do zapoznania się z możliwościami cyfrowych systemów planetaryjnych. Treści przyczynków konferencyjnych są zamieszczone w części czwartej tego kalendarza.

Astronomia XXI wieku i jej nauczanie

Na Zamku Królewskim w Niepołomicach w dniach 20-22 maja odbyła się „IV Międzynarodowa Konferencja – Astronomia XXI wieku i jej nauczanie”. Częstochowę na tej konferencji reprezentował dr Bogdan Wszolek, wygłaszając proszony wykład „Astronomia Nova w Częstochowie”.



Uczestnicy konferencji w Niepołomicach. Astronomowie od lewej: prof. Maciej Mikołajewski, prof. Edwin Wnuk, dr Waldemar Ogłóza, prof. Bożena Czerny, dr Zbigniew Głównia oraz dr Bogdan Wszolek (fot. B. Wszolek)

Forum Młodych Nauki

Dnia 25 maja na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym AJD w Częstochowie odbyło się VII Interdyscyplinarne Seminarium Studenckie „Forum Młodych Nauki”. Studenci z Sekcji Astronomicznej Koła Naukowego Przyrodników oraz dr Bogdan Wszolek - ich naukowy opiekun, wzięli czynny udział w tej imprezie naukowej prezentując:

Bogdan Wszolek (wykład proszony)

„Badania spektroskopowe obłoków międzygwiazdowych”,

Agnieszka Debudej i Bogdan Wszolek

„Metodyka oddzielania linii międzygwiazdowych od gwiazdowych z wykorzystaniem gwiazdy spektroskopowo podwójnej”,

Sylwia Kusiak i Bogdan Wszolek „Charakterystyka spektroskopowa środowiska międzygwiazdowego w kierunku gwiazdy HD23180”

Agnieszka Kuźmich i Bogdan Wszolek
„Telluryczne linie absorpcyjne w widmach gwiazd”,

Paulina Błach i Bogdan Wszolek „Słowo o Janie Heweliuszu”



Uczestnicy VII Forum Młodych Nauki. Od lewej: Małgorzata Szwaja, Sylwia Kusiak, Bogdan Wszolek, Agnieszka Debudej i Julita Ozga (fot. B.Wszolek)

Ceramika na usługach kosmosu

W dniu 1czerwca Kazimierz Błaszczak z Wieruszowa na śródowe spotkanie Metlerowców przyniósł oryginalną płytkę ceramiczną, jakimi pokrywano amerykańskie pojazdy kosmiczne (wahadłowce), dla uniknięcia spalenia w atmosferze podczas powrotu na Ziemię. Opowiedział też skomplikowaną historię pozyskania tej płytki dla Polski. Ku zdziwieniu wszystkich, płytka „ceramiczna” okazała się być bardzo lekka, jak styropian.

Finał VIII międzypowiatowego konkursu astronomicznego URANIA

Dnia 8 czerwca 2011, dokładnie w siódmą rocznicę pamiętnego przejścia planety Wenus na tle tarczy Słońca, w Planetarium Instytutu Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie został rozegrany finał kolejnej edycji konkursu URANIA, adresowanego do gimnazjalistów i uczniów szkół ponadgimnazjalnych. Do finału zakwalifikowało się łącznie 31 osób; z Częstochowy i kilku sąsiednich powiatów. Konkurs zdecydowanie wygrał Roszak Oliwier z Gimnazjum w Truskolasach. W grupie młodzieży ponadgimnazjalnej pierwsze miejsce zajęła Saleta Joanna z Zespołu Szkół im. C.K. Norwida w Częstochowie.

Godny odnotowania jest liczny udział w konkursie młodzieży z Wieruszowa, gdzie Pan Kazimierz Błaszczak – członek Częstochowskiego Oddziału PTMA, od kilku już lat skutecznie tworzy środowiskową kulturę astronomiczną. Wieruszowianie wykazali się wysokim poziomem wiedzy i zajęli wysokie miejsca. Szczegółowe informacje na temat konkursu można znaleźć na stronie: www.ptma.ajd.czest.pl.



Uczestnicy i organizatorzy konkursu na tarasie widokowym Instytutu Fizyki AJD w Częstochowie
(fot. B.Wszolek)

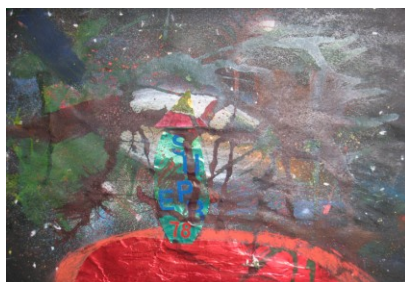
I Konkurs Artystyczny Ars Astronomica

Dnia 8 czerwca 2011 w Częstochowie zostały ogłoszone wyniki konkursu *Ars Astronomica*, zorganizowanego przez Stowarzyszenie Astronomia Nova i Częstochowski Oddział PTMA. 68 autorów nadesłało łącznie 76 prac artystycznych różnego rodzaju. Były prace plastyczne, modele przestrzenne, utwory wierszowane, prezentacje multimedialne i próbki filmowe. Najmłodsza uczestniczka konkursu miała 7 lat, a najstarsza ponad 70. Jury przyznało 6 pierwszych, 16 drugich i 10 trzecich miejsc, a także 24 wyróżnienia. Szczegóły o konkursie zebrano na stronie www.astronomianova.org. Próbkami prezentowanych utworów przedstawiają poniższe

zdjęcia prac plastycznych częstochowskich wykonawców oraz wierszyk Justyny Jakubowskiej z Nowego Sącza:



Autor: Rafał Tomczak



Autor: Szymon Żuławiński



Autorki: Anna Paluch,
Karolina Szczypior
oraz Magdalena Ściebura

„Gwiezdna podróż”

Podróżować w Kosmos to nie trudna rzecz
Wystarczy tylko tego bardzo chcieć
Ruszyć wyobraźnią w Galaktyki świat
Wtedy możesz z siebie jak najwięcej dać

Potem wzlecieć nad chmury w pobliżu gwiazd
Aby na orbitach dostrzec Słońca blask
Droga do przebycia długa jest
Jednak wiarą w siebie pokonasz wszystko co chcesz



Uczestnicy konkursu Ars Astronomica na tarasie widokowym Instytutu Fizyki AJD
w Częstochowie (fot. B. Wszolek)

Wyróżnienia podczas zaćmienia Księżyca

Wieczorem 15 czerwca częstochowscy miłośnicy astronomii zebrali się w dawnym kamieniołomie „Kielniki”, niedaleko Olsztyna, aby wspólnie obserwować zaćmienie Księżyca i odbyć swoje ostatnie przed wakacjami spotkanie przy ognisku. Dotrzeć do kamieniołomu nie było łatwo. Jedni szukali możliwości dojazdu samochodem, błądząc po leśnych wertepach, inni przyjechali z Częstochowy na rowerach, a Ryszard Staniewski i Bogdan Wszolek po prostu przybiegli (dystans 20 km). Ognisko rekompensowało spadek oświetlenia wynikający z zaćmienia Księżyca. W świetle jego płomieni Bogdan Wszolek, Prezes Metlerowców, wyróżnił dyplomami i symbolicznymi upominkami Agnieszkę Debudej, Sylwię Kusiak, Artura Leśniczka, Sabinę Zabielską i Waldemara Zwierzchlejskiego. Przy ognisku nie brakowało smakowitości i śpiewu biesiadnego. Niedługo przed północą Księżyc zaświecił pełnią swego blasku dając sygnał do odwrotu.



Agnieszka Debudej (z lewej) i Agnieszka Lebowska dzielnie znoszą opał na ognisko
(fotografie z archiwum PTMA o/Częstochowa)



Z lewej grupa miłośników astronomii obserwuje zaćmienie Księżyca, z prawej Ryszard Staniewski i Bogdan Wszolek podczas biegu *(fotografie z archiwum PTMA o/Częstochowa)*

Wykorzystanie małych teleskopów

W dniach 16-17 czerwca Instytut Fizyki Uniwersytetu Opolskiego zorganizował konferencję naukową poświęconą możliwościom naukowego wykorzystania małych teleskopów. Współcześnie, teleskopy optyczne o średnicach obiektywu poniżej dwóch metrów traktuje się już w świecie, jako małe. Częstochowę reprezentował na konferencji dr Bogdan Wszolek wygłaszając referat p.t. „Plany zbudowania polskiego interferometru radiowego”.

Spotkanie z Prezydentem

Dnia 5 lipca odbyło się w Planetarium IF AJD w Częstochowie zebranie Zarządu Astronomii Nowej, na które zaproszono Pana Krzysztofa Matyjaszczyka, Prezydenta Częstochowy. Podczas trwającego ponad dwie godziny zebrania, przedstawiono Panu Prezydentowi aktualny stan częstochowskiej astronomii i określono możliwe perspektywy jej dalszego rozwoju. Proszono Prezydenta o pomoc w organizacji jurajskiego parku nauki, o zakup ze środków miejskich nowych seansów planetaryjnych, a także o nadanie jednej z częstochowskich ulic nazwy „Romana Karola Janiczka”. Na wszystkie prośby Pan Prezydent zareagował pozytywnie, obiecując pomoc i deklarując ogólną przychylność wobec inicjatyw promowania astronomii i astronautyki w środowisku.



Od lewej: Grzegorz Maruszczyk, Marek Nowak, Bogdan Wszolek, Piotr Grzybowski, Krzysztof Matyjaszczyk, Dariusz Stefański, Waldemar Zwierzchlejski, Ryszard Rejment oraz Marek Stawiarski (fot. B. Wszolek)

List do Papieża

W Castel Gandolfo znajduje się wycofany z użytku (ze względu na zbyt duże zanieczyszczenie nieba sztucznym światłem) teleskop optyczny o średnicy zwierciadła 98 cm. Podlegające Papieżowi Watykańskie Obserwatorium Astronomiczne jest skłonne podarować teleskop jakiejś instytucji, która zagwarantuje jego rewitalizację dla dalszego wykorzystania naukowego. Stowarzyszenie Astronomia Nova, zrzeszające ponad 20 zawodowych astronomów polskich, od jakiegoś czasu próbowało zarazić różne instytucje ideą sprowadzenia teleskopu papieskiego. Rektorzy UJ w Krakowie i AJD w Częstochowie nie chcą tego teleskopu dla swoich uczelni. Inne uniwersytety również boją się przedsięwzięcia, często zasłaniając się rzekomym brakiem koniecznych środków. Skądinąd chodzi przecież o sprowadzenie instrumentu, który byłby największym i najlepszym teleskopem optycznym na polskiej ziemi. W takiej sytuacji Bogdan Wszolek, prezes Astronomii Nowej, wystąpił do Watykanu z listami następującej treści:

do Papieża:

His Holiness Pope Benedictus XVI

We would like to inform Your Holiness that we ask Director of Vatican Astronomical Observatory for donation of the old Schmidt Telescope from Castel Gandolfo. The copy of application was attached to this letter.

Besides of truly scientific reasons we want to get this telescope to possess it in Poland as a living memento of Pope John Paul II, who was for many years the "owner" of this huge, human made "eye", built to watch the sky. Astronomia Nova Association together with the Catholic Action of Tarnów Diocese want to revitalize this telescope in the new built St Hedwig the Quinn Astronomical Observatory in Rzepiennik Biskupi. People visiting the observatory would have very special occasion to devise reflections on mutual relations between faith and science.

We kindly ask Your Holiness to give Your consent to donation of the telescope if it is not needed more in Castel Gandolfo.

do Dyrektora Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego:

In behalf of Astronomia Nova Association I would like to ask you for donating the old Schmidt Telescope from Castel Gandolfo, if you have no other plans for it.

We would like to revitalize it in new built astronomical observatory in Rzepiennik Biskupi (district and diocese Tarnów, province Kraków). The geographic coordinates of the observatory are: $\varphi=49^{\circ}46'36''.16$ N, $\lambda=21^{\circ}05'22''.27$ E. We would try to reinstall the telescope in modern robotic

mode, enabling remote use. We also would use CCD detectors, at the beginning only in limited field of view, instead of photographic plates. The telescope would be the main optical instrument of our observatory. We would like to use it for realizing statutory goals (science and education) of Astronomia Nova in collaboration with other Polish astronomical institutions. If everything would work precisely, one may to correct focal curvature and with use of the mosaic of CCD detectors to exploit full field of view of the instrument. Finally, telescope would be accessible not only by Polish astronomers. Vatican Astronomical Observatory, as the donator, would have full rights to exploit scientifically renovated instrument.

Among members of Astronomia Nova we have many active professional astronomers, employed by different Polish universities. Their experience, active attitude to the project and intellectual potential warrants competent activity for revitalizing the telescope.

Kopię jedynej odpowiedzi w tej sprawie, zamieszczono poniżej:



W stronę Marsa

Dnia 29 lipca Piotr Polubiec, wieloletni pracownik NASA, wygłosił w planetarium częstochowskim wykład o aktualnej polityce NASA wobec załogowego lotu na Marsa, odsłaniając przy tym kulisy wielu działań Agencji, o których cicho w oficjalnych źródłach informacji, a zwłaszcza w mediach. Gość zdementował obiegowe opinie, że możliwości i zaangażowanie NASA w odniesieniu do podboju kosmosu, a Marsa w szczególności, drastycznie maleją wobec kryzysu ekonomicznego w USA. W dyskusji po wykładzie padło wiele szczegółowych pytań do prelegenta. Wobec obowiązujących pracownika Agencji różnych tajemnic, nie wszystkie odpowiedzi wystarczająco zadowolily pytających.

Panu Polubcowi Częstochowa winna jest wdzięczność za pomoc w pozyskaniu kamienia księżycowego, który pod koniec roku 2010 był wystawiony w Muzeum Częstochowskim.



Od lewej: Ryszard Rejment z żoną Anną, Bogdan Wszolek z żoną Magdaleną oraz Piotr Polubiec z żoną Mariolą. (fot. B. Wszolek)

Rakiety V-1 i V-2



Makieta rakiety V-2 umieszczona na stałe w centrum Parku. Wśród zgromadzonych na uroczystości nie zabrakło kompanii honorowej podhalańczyków. Dzięki wojsku, wieść o tym, że w Bliźnie coś ważnego się odbywa, roznosiła się daleko ponad okolicznymi lasami w postaci dźwięków orkiestry i huku salw. *(fot. B.Wszolek)*

W sobotę 27 sierpnia w Bliźnie (powiat Mielec) otwarto Park Historyczny upamiętniający niemiecki poligon rakiet V-1 i V-2 z czasu drugiej wojny światowej. Pomimo wielkiej odległości, częstochowscy miłośnicy astronomii i astronautyki, pod kierunkiem Waldemara Zwierzchlejskiego, licznie uczestniczyli w uroczystościach otwarcia Parku. Słuchając oficjalnych wystąpień i wczytując się w teksty zamieszczone na odpowiednich tablicach dało się wyczuć brak głębszego zrozumienia u organizatorów Parku roli przeprowadzanych w Bliźnie i w pobliskim Pustkowie eksperymentów. Martyrologiczne i kombatanckie wątki przesłoniły całkowicie fakt, że na polskiej ziemi przeprowadzone zostały bardzo ważne doświadczenia z zakresu technik raketowych, które były niezbędne dla zapoczątkowania ery kosmicznej w dziejach ludzkości.

Krymska przygoda



Od lewej: Bogdan Wszółek, Paulina Kaczmarek, Mateusz Baziński, Monika Marcinkowska z Tomaszem Nowakiem, Mateusz Wróbel, Anna Majtyka, Beata Grzejszczak, Tomasz Kazimierczak oraz Ryszard Miszczyński (fot. B.Wszółek)

W dniach 29.08. – 10.09 pod przewodnictwem dr. Bogdana Wszółka odbyła się kolejna astronomiczno-turystyczna studencka wyprawa naukowa na Ukrainę. W 10-osobowej grupie uczestników było troje studentów astronomii z UMK w Toruniu (Paulina Kaczmarek, Tomasz Kazimierczak i Mateusz Baziński), troje studentów fizyki AJD (Anna Majtyka, Monika Marcinkowska i Tomasz Nowak) i dwoje studentów ochrony środowiska AJD (Beata Grzejszczak i Mateusz Wróbel). W wyprawie brał też udział dr Ryszard Miszczyński – filozof zatrudniony w AJD.

Po drodze na Krym zwiedzano Lwów i Odessę. Bazy noclegowe na Krymie (Simeiz, Nauchny) zapewniło Krymskie Obserwatorium Astrofizyczne Ukraińskiej Akademii Nauk. Oprócz zwiedzania obiektów astronomicznych i udziału w konferencji naukowej poświęconej fizyce Słońca (Nauchny) nie brakowało czasu na kąpiele morskie, wycieczki górskie oraz zwiedzanie wielu ciekawych miejsc na Krymie.



XXXV Zjazd PTA w Gdańsku

W roku Jana Heweliusza, w dniach 11-15 września, odbył się w Gdańsku XXXV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Częstochowę reprezentował tam Bogdan Wszolek, jedyny członek PTA z Częstochowy. W ramach towarzyszącej zjazdowi konferencji przedstawiono dziesiątki wykładów obejmujących prawie wszystkie działy astronomii współczesnej, w których specjalizują się polscy astronomowie. Omawiano problem wejścia Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), a także najważniejsze polskie projekty obserwacyjne – w tym planowany stumetrowy radioteleskop w Borach Tucholskich. Wybrano władze Towarzystwa na następną kadencję. Funkcję Prezesa PTA objęła Prof. dr hab. Bożena Czerny.



Bogdan Wszolek i Jan Heweliusz (fot. M. Wszolek)

Astronomia i filozofia

W dniach 28-29 września w Instytucie Filozofii AJD zorganizowano międzynarodową konferencję naukową „Filozofia a nauki przyrodnicze – od physis do metaphysis i anthropos”. Środowisko czysto przyrodnicze reprezentował na tej konferencji dr Bogdan Wszolek, astronom z Instytutu Fizyki AJD, wygłaszając wykład „Elementy filozofii przyrody według Johannesesa Keplera”.

Principia Newtona po polsku

Od dnia 3 października 2011 można nabywać w księgarniach „Matematyczne zasady filozofii przyrody” Newtona. Dzieło spisane po łacinie w 1687 po upływie 342 lat doczekało się pierwszego tłumaczenia na język polski. Autorem tłumaczenia (z języka angielskiego) oraz obszernego komentarza do dzieła jest Jarosław Wawrzycki, fizyk z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie. Książka ma wspaniałe recenzje, kosztuje około 150 złotych (twarda okładka, ponad 700 stron) i nie jest zbyt trudną w odbiorze.

Principia, to dzieło na wskroś astronomiczne, co dla wielu, zwłaszcza nie astronomów, może być zaskoczeniem. Lektura dzieła wyraźnie odsłania niechlubną postawę Newtona, polegającą na przywłaszczaniu sobie osiągnięć naukowych innych uczonych. Szczególnie znamienne jest to w odniesieniu do dorobku Jana Keplera, z którego przede wszystkim Newton korzysta, i to przemilcza. Samo tłumaczenie, choć jest dobre, zyskałoby dodatkowo na jakości, gdyby było wcześniej skonsultowane z jakimś astronomem. Że zaniedbano tę istotną sprawę, mamy w tak wiekopomnym dziele m.in. „ogony” u komet, zamiast „warkoczy”.



Konrad Rudnicki i Bogdan Wszolek z Principiami w rękach w Collegium Śniadeckiego UJ w Krakowie (15.10.2011) (fot. J.Kruk)

Sesja Jubileuszowa dedykowana Ks. Prof. Konradowi Rudnickiemu



Dnia 15 października 2011 w Collegium Śniadeckiego UJ w Krakowie przy ulicy Kopernika 27 odbyła się interdyscyplinarna sesja naukowa „Człowiek i Wszechświat” dla uhonorowania Ks. Prof. Konrada Rudnickiego w 85-rocznicę Jego urodzin.

Sesję zorganizowały Astronomia Nova (AN) oraz Obserwatorium Astronomiczne UJ w Krakowie (OAUJ). Personalnie ciężar organizacji oraz większości prac wzięli na siebie:

dr Bogdan Wszolek – prezes AN (Instytut Fizyki AJD w Częstochowie),
dr Marek Jamrozy – wice prezes AN d/s nauki (OAUJ w Krakowie) oraz
mgr Agnieszka Kuźmicz – członkini AN (OAUJ w Krakowie).

Sesję uświetnili swymi wykładami: Virginia Trimble (Uniwersytet Kalifornijski), Michał Heller, Piotr Flin, Rudolf Klimek, Tomasz Mames, Stanisław Obirek oraz Konrad Rudnicki. Jubilata uhonorowali listami gratulacyjnymi, życzeniami i podarunkami: Uniwersytet Jagielloński, Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Stowarzyszenie Astronomia Nova oraz wiele osób prywatnych. W sesji uczestniczyło ponad 90 osób. Bliższe szczegóły wraz z bogatą dokumentacją fotograficzną zamieszczono na stronie: www.astronomianova.org (nowości).



Virginia Trimble otrzymuje Częstochowski Kalendarz Astronomiczny (fot. J.Kruk)

Piknik naukowy „pod gwiazdami”

15 listopada w Planetarium odbył się II Piknik Naukowy „pod gwiazdami”, w którym uczestniczyli pracownicy i studenci z Instytutu Fizyki. Przedstawiono aktywność pracowników oraz Sekcji Astronomicznej Koła Naukowego Studentów Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego AJD. Wyświetlono też seans planetaryjny „Lodowe krainy” oraz film przybliżający realia pracy na stacji kosmicznej. Piknik zakończył się wspólnym śpiewem pieśni patriotycznych przy akompaniamencie instrumentalnym w wykonaniu studentów i Dyrektora Instytutu.

Poniższe zdjęcia, autorstwa Bogdana Wszółka, częściowo oddają nastrój imprezy.



Katarzyna Kotynia, Beata Grzejszczak i Agnieszka Debudej podczas pikniku



Arkadiusz Mandowski



Studenci przygotowują kanapki, łakocie i napoje na przerwę kawową. Od lewej stoją: Katarzyna Marciniak, Mateusz Wróbel, Beata Grzejszczak oraz Agnieszka Debudej

Zaćmienie Księżyca

W dniu 10 grudnia miało miejsce całkowite zaćmienie Księżyca. Częstochowscy miłośnicy astronomii podjęli akcję obserwacyjną, ale warunki pogodowe nie były korzystne dla bezpośredniej obserwacji i fotograficznej dokumentacji. Że jednak zaćmienie się odbyło zgodnie z przewidywaniami niech świadczą poniższe zdjęcia wykonane przez Agatę Kołodziejczyk w Rzepienniku Biskupim.



Jubileusz gagarinowski w Krakowie

Jacek Kruk

Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie

W roku 2011 przypadała 50-ta rocznica pierwszego lotu kosmicznego człowieka. 12 kwietnia 1961 roku w Związku Radzieckim wysłano na orbitę statek kosmiczny *Wostok*, na którego pokładzie Jurij Gagarin dokonał jednego okrążenia Ziemi. Jubileusz świętowano głównie w Rosji, a także na terenie państw wchodzących niegdyś w skład ZSRR lub będących w obrębie jego wpływów. Fundacja „Russkij Mir”, utworzona w 2007 roku dla promocji kultury i języka rosyjskiego na świecie, ogłosiła w roku 2010 akcję „Pierwszy człowiek w kosmosie” – rodzaj międzynarodowego konkursu na organizację przedsięwzięć jubileuszowych. Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie przystąpił do tej akcji, a opracowany w Centrum Kultury i Języka Rosyjskiego program gagarinowskiej konferencji zdobył grant „Russkiego Mira”. Dofinansowanie ze strony rosyjskiej fundacji, a także objęcie patronatem honorowym przez prezydenta miasta Krakowa pozwoliło na przeprowadzenie imprezy z prawdziwie dużym rozmachem.



Musa Chiramanowicz Manarow odpowiada na pytania (fot. J.Kruk)

Konferencja pod hasłem „Wielki jubileusz wielkiego lotu” odbyła się w dniu 6 kwietnia 2011 roku – o parę dni wyprzedzając kalendarz jubileuszowy, co było podyktowane możliwościami gości honorowych konferencji – kosmonautów Musy Manarowa i Mirosława Hermaszewskiego. W roku jubileuszowym uzyskanie zgody na przyjazd rosyjskiego kosmonauty było wyjątkowo trudne, wobec wielu uroczystości jubileuszowych w samej Rosji. Pierwotnie organizatorzy planowali zaproszenie Piotra Klimuka – rosyjskiego dowódcy z lotu Mirosława Hermaszewskiego, w ten sposób gościlibyśmy całą załogę z pamiętnego lotu *Sojuz-30* do stacji *Salut-6*. Mimo wstępnej zgody Piotra Klimuka nie doszło do jego wizyty w Krakowie, być może zdecydowały o tym względy polityczne. Klimuk jest Białorusinem, a stosunki Polski ze wschodnim sąsiadem skomplikowały się po grudniowych wyborach prezydenckich na Białorusi, a zwłaszcza po brutalnym zdławieniu protestów opozycji przeciwko wynikom tych wyborów.



Wystąpienie Mirosława Hermaszewskiego (fot. J.Kruk)

Jednak dzięki bogatym kontaktom Centrum Kultury i Języka Rosyjskiego z różnymi rosyjskimi instytucjami udało się zaprosić na konferencję pochodzącego z Azerbejdżanu kosmonautę Musę Manarowa – uczestnika dwóch długotrwałych lotów na stacji orbitalnej *Mir*. W latach 1987-88 Manarow odbył 366-dniowy lot, który był wówczas rekordem pobytu człowieka w kosmosie (obecnie jest to trzeci wynik wśród najdłuższych lotów). Drugi lot Manarow odbył na przełomie 1990/91, tym razem pozostawał w kosmosie przez 175 dni, a łącznie w obu misjach – 541 dni. Należy do grona kosmicznych rekordzistów, obecnie zajmuje wśród nich dziewiątą pozycję. Po drugim locie wycofał się z oddziału kosmonautów, jest deputowanym do Dumy Państwowej Federacji Rosyjskiej. W Polsce gościł po raz pierwszy.

Drugim gościem honorowym był nasz jedyny kosmonauta, gen. Mirosław Hermaszewski, który w ramach programu Interkosmos odbył tygodniowy lot na stację *Salut-6* w dniach 27 czerwca – 5 lipca 1978 roku. Nasz kosmonauta poleciał jako drugi spośród dziewięciu przedstawicieli ówczesnych krajów socjalistycznych (Czechosłowacja, Polska, NRD, Bułgaria, Węgry, Wietnam, Mongolia, Kuba, Rumunia). Obecnie generał Hermaszewski jest członkiem międzynarodowego Stowarzyszenia Uczestników Lotów Kosmicznych i członkiem Komitetu Badań Kosmicznych PAN. W programie konferencji obok wystąpień obu kosmonautów były wykłady prof. Jerzego Kreinera – kierownika Katedry Astronomii Uniwersytetu Pedagogicznego oraz specjalistów z dziedziny kosmonautyki Waldemara Zwierzchlejskiego („Lotnictwo”) i Jacka Kruka („Skrzydłata Polska”).



Gospodarze drugiej części konferencji – Waldemar Zwierzchlejski (z lewej) i Jacek Kruk
(źródło: Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie)

Jako pierwszy wystąpił rosyjski gość demonstrując film z jednej ze swych kosmicznych misji oraz bogato go komentując, odpowiedział także na pytania z sali. Następnie gen. Hermaszewski omówił specyfikę lotu kosmicznego podkreślając zagrożenia i trudności jakie niesie ze sobą. Wskazywał też na postęp techniki kosmicznej, jaki dokonał się w lotach załogowych od pamiętnego lotu Jurija Gagarina. Odpowiadał także na pytania publiczności. Następnie kosmonauci rozdawali autografy, Hermaszewski podpisywał także swą nową książkę „Ciężar nieważkości”. Wykład astronoma Uniwersytetu Pedagogicznego Jerzego Kreinera poświęcony był korzyściom dla astronomii, jakie przyniosła astronautyka. Ciekawe

były także wspomnienia profesora z czasów studenckich, które zbiegły się z początkami astronautyki. Otóż studenci Uniwersytetu Jagiellońskiego pod kierunkiem Kazimierza Kordylewskiego wykorzystując wiedzę astronomiczną bez trudu wyliczyli lokalizację radzieckiego kosmodromu, która była wówczas ścisłą tajemnicą wojskową...

Drugą część konferencji wypełniły wykłady Waldemara Zwierchlejskiego o radzieckich i rosyjskich załogowych statkach kosmicznych od *Wostoka* Gagarina do perspektywicznego następcy *Sojuza*, wykład Jacka Kruka o wizycie Jurija Gagarina w Polsce latem 1961 roku oraz pokaz filmów dokumentalnych. W wystąpieniu eksperta z miesięcznika „Lotnictwo” na szczególną uwagę zasługiwały radzieckie statki załogowe *TKS* i *Buran*, które mimo wielu nowatorskich rozwiązań nie były nigdy używane w wersji załogowej. Spore zainteresowanie, a nawet dyskusję wzbudził projekt nowego statku rosyjskiego *PPTS*, który ma zastąpić ok. roku 2018 dotychczasowy statek *Sojuz*, używany od 1967 roku. W moim wystąpieniu przypomniałem program pobytu Jurija Gagarina w naszym kraju w dniach 20-22 lipca 1961 roku, zwracając uwagę na bardzo wysoką pozycję Polski wśród krajów odwiedzonych przez pierwszego kosmonautę świata. Gagarin odwiedził Warszawę, Śląsk (gdzie uczestniczył w centralnych obchodach głównego święta państwowego PRL), Częstochowę, Babimost i Zieloną Górę. Tematem mojego wystąpienia były też poszukiwania śladów wizyty Gagarina w Polsce oraz dzieje upamiętniania jego imienia w naszym kraju na przestrzeni ostatniego półwiecza.

Konferencji towarzyszyła wystawa fotogramów związanych z rosyjskimi lotami kosmicznymi, a także książek o Gagarinie i Hermaszewskim. Były również eksponowane przedmioty osobiste naszego kosmonauty wypożyczone z Muzeum Lotnictwa Polskiego w Krakowie. Zaprezentowano prace dziecięce nagrodzone w konkursie „Wszechświat piękny, jak malowanie” oraz bogate zbiory albumów na tematy kosmiczne, które przez lata wykonywali uczniowie krakowskiej Szkoły Podstawowej nr 19 noszącej w latach 1970-1991 imię Jurija Gagarina. Konferencja cieszyła się dużym powodzeniem – Aula im. prof. W. Danka z trudem mogła pomieścić wszystkich chętnych. Byli to głównie studenci krakowskich uczelni, ale także miłośnicy astronautyki z Politechniki Warszawskiej, grupa entuzjastów z Częstochowy, a nawet goście z Czech i Słowacji. Portal „Kosmiczna Polska” prowadził bezpośrednią transmisję z konferencji w Internecie.

Krymska przygoda 2011

Paulina Kaczmarek

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

„Krymszczak” to nazwa dumnego uczestnika ekspedycji naukowo rekreacyjnej na Krym, który poświęcił swój czas i energię, by razem z dr. Bogdanem Wszółkiem, astronomem z Częstochowy, przeżyć przygodę swojego życia. W żarze dnia ukraińskiego, w spiekocie nadmorskich miast krymskich, w deszczu, wietrze i namolnym towarzystwie wszelkiego robactwa, my – dziewięcioro śmiałków pod egidą Bogdana – staliśmy się Krzymszczakami, dnia 11 września 2011 roku, po 14-dniowej podróży po cudach ukraińskiej ziemi.



Radość Krymszczaków na tarasie 1-metrowego teleskopu na Koszce (fot. B.Wszolek)

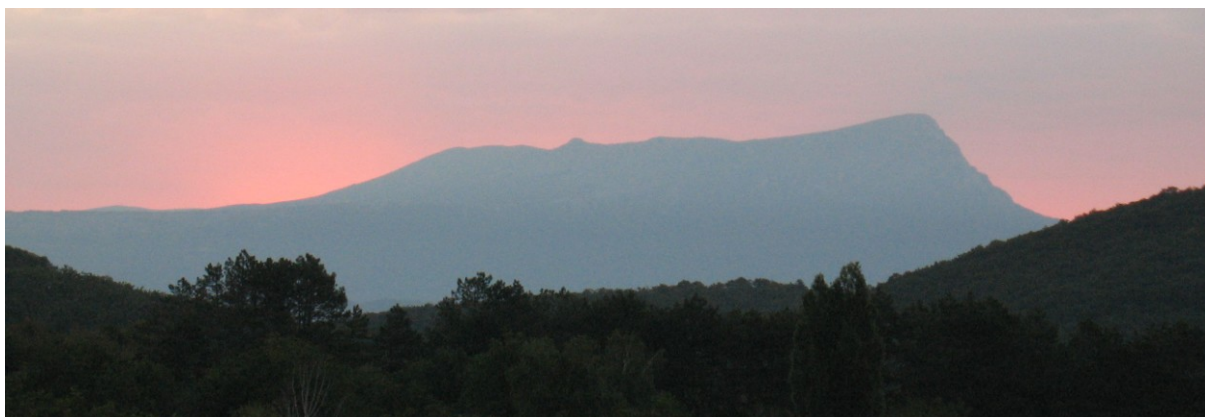
Dziesięcioosobowa grupa, zawierająca troje studentów astronomii z Torunia, pięcioro studentów nauk nanofizycznych i środowiskowych z Częstochowy, wodza Bogdana oraz śladowe ilości filozofa, spotkała się w samo południe, dnia 29 września, na dworcu w Przemyślu. Pierwsze dwa zadania – zapoznać się i wymienić pieniądze w kantorze – zostały wykonane wzorcowo, a grupa bogata w gotówkę i w nowe znajomości bez przeszkód celnych stanęła na ukraińskiej ziemi. Dla niektórych wyzwaniem stało się rozczytanie ukraińskiego alfabetu (odmiana graždanki), lecz zdecydowanie dużo większą trudność sprawiło wytrzymanie 3 godzin w nagrzanym autobusie – niczym w saunie, wiozącym podróżników z Szegini do Lwowa. Po takim trudzie nie czas na relaks, trzeba zdobyć bilety

kolejowe na dalszą podróż, poprzez Odessę aż do Symferopola. Dopiero teraz można w łaskawym cieniu lwowskich drzew wypić regionalne piwko, po czym obejrzyć to, czego każdy student w czasie wakacji oglądać żąda – uniwersytet Lwowski im. Iwana Franko i Politechnikę Lwowską. Po dobie wcześniejszej podróży zdawać by się mogło, że noc w ukraińskim pociągu typu placartnyj – wagonie wypełnionym 60 miejscami sypialnymi – przebiegnie cicho i spokojnie. Nic bardziej mylnego! Rozochociona lokalnym piwem grupa polska jeszcze przez kilka godzin po wyjeździe ze Lwowa nie dała odpocząć ani sobie nawzajem ani współ-podróżnikom. Po 12 godzinach jazdy i dość uszczuplonej liczbie godzin przeznaczonych na sen powitała nas Odessa. Miasto portowe, na wpół ukraińskie, na wpół rosyjskie, zachwyliło morskim klimatem, spokojem i leniwością pełzającą po szerokich ulicach oraz smakołykami pieszczącymi podniebienie, takimi jak melon czy kwas chlebowy. Swoistą niespodzianką było Morze Czarne, wzburzone, więc u brzegu zielone i gęste od flory nieznanego pochodzenia, lecz wciąż chłodne i orzeźwiające.

Nadzwyczajnych doznań dostarczył spektakl „Cyruk Sewilski” w Narodowym Akademickim Teatrze Opery i Baletu w Odessie. Po tak intensywnym i bogatym dniu, spokojny sen w pociągu na trasie Odessa-Symferopol byłby wskazany. Znow jednak polska drużyna dała się we znaki nie tylko innym pasażerom, lecz wręcz samemu konduktorowi, który spokojnie acz stanowczo wskazał nam nasze miejsce w hierarchii społeczności pociągu i zarządził ciszę nocną.



Grupowo przed Teatrem Opery w Odessie. Od lewej: Bogdan Wszolek, Mateusz Baziński, Tomasz Nowak, Paulina Kaczmarek, Mateusz Wróbel, Tomasz Kazimierczak, Beata Grzejszczak, Monika Marcinkowska i Anna Majtyka (fot. R.Miszczynski)



Widok na Czatyrdach z Nauchnego przed wschodem Słońca (fot. B. Wszolek)

Symferopol powitał naszego towarzysza Tomka niemiłą niespodzianką. W ferworze porannego pakowania i opuszczania wagonu zostawił tam paszport, spodnie i pasek. Szczęśliwie, pewien Ukrainiec zauważył to i zwrócił mu zguby. Ukraińskie dobro ma jednak swoją cenę, i to liczoną w grubych hrywnach. Przestroga dla nas wszystkich była jaskrawa i każdy teraz pilnował swoich rzeczy jeszcze uważniej. Celem naszej pierwszej przygody było osiągnięcie szczytu masywu górskiego – Czatyrdah (Góra Namiot), osławionego przez Adama Mickiewicza. To był chrzest bojowy dla tych, którym wspinaczka górską była obca lub którzy przez lata wyszli z wprawy. Masyw górski o wysokości około 1500 m n.p.m., pokryty łąkami, o ścieżkach wijących się pomiędzy białymi kamieniami, przyzywał nas i kusił. Kusił, by na szczycie zrobić ognisko i zdrzemnąć się pod gwiazdami, tak by rankiem następnego dnia wrócić do cywilizacji hen tam na dole. Jednak drewno na ognisko każdy musiał nieść sam, od połowy drogi aż na sam szczyt. Tym wyczynem każdy sobie zasłużył na kubeczek zupki z paczki, podgrzewanej w ognisku oraz na własne



W drodze na szczyt Czatyrdachu z pełnym bagażem oraz opalem na ognisko (fot. B. Wszolek)

miejsce przy ognisku, które w zimną noc było na wagę złota. Nasza przemarznięta do szpiku kości grupa postanowiła rozruszać się i rozgrzać, gdy ognisko dogasło.

Zaczęliśmy podróż powrotną. Tułaczka po ciemku, po nieznanym stepach krymskich, to w górę to w dół, szukając właściwej ścieżki, wymęczyła najcięższych z nas. Dotarłszy o świcie do podnóża Czatur Dahu marzyliśmy o zasłużonym odpoczynku i prysznicu, ale droga nasza prowadziła jeszcze poprzez Jałtę do miejscowości Simeiz i aż na górę Koszka do obserwatorium. Tam, w Obserwatorium Optycznym, oddziale Krymskiego Obserwatorium Astrofizycznego, każdy legł na upragnionym łóżku i odpoczywał cały dzień. Jeśli idzie o odpoczynek, grupa nasza wykazała wielką różnorodność. Część poszła na plażę, by tam zażyć regeneracji w promieniach Słońca, część poszła na plażę dedykowaną astronomom przybywającym ze wszystkich stron świata, aby obejrzeć radioteleskop RT-22, będący chlubą Obserwatorium Radioastronomicznego w Katziveli koło Simeiz. A część została w ośrodku i po prostu poszła spać. Byli także nieliczni, którzy nie przejmując się zmęczeniem i brakiem snu, już zaczęli degustację lokalnych trunków.



Wracamy z plaży w Simeiz. Do Obserwatorium na Koszce stąd kilkaset metrów (w pionie!)
(fot. B.Wszolek)

Następnego dnia, zwareci i gotowi, ruszyliśmy na podbój okolicznych gór: Koszki oraz Divy. Dociekliwi wędrowcy mogli dostrzec na Koszce pozostałości instrumentów, służących około pół wieku temu do komunikacji radiowej w ramach pierwszych radzieckich lotów kosmicznych, w tym pamiętnego lotu Jurija Gagarina. Spokojną wyprawę zakończyliśmy na plaży czerpiąc przyjemności z opalania



W Obserwatorium na Koszce przed wyjściem na plażę (fot. R. Miszczyński)

i wodnych szaleństw. Podczas kolejnych dni na Koszce w równym stopniu zajęci byliśmy zwiedzaniem obiektów astronomicznych (takich jak metro teleskop firmy Zeiss wykorzystywany głównie do obserwacji gwiazd zmiennych), co zwiedzaniem zabytków architektury pod postacią zamku Jaskółcze Gniazdo, ulokowanego na szczycie wysokiego na 40m klifu Aurora, wycieczkami górskimi na Aj-Petri oraz kąpielami w Morzu Czarnym.



Bujne porosty na drzewach świadczą o czystości powietrza, twierdzi Beata Grzejszczak (fot. B.Wszolek)



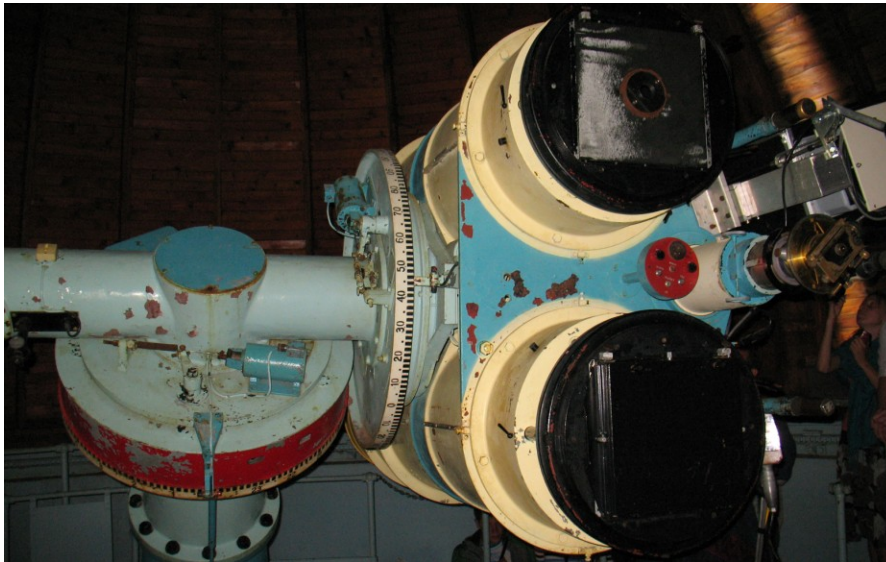
Skoki do wody z Diwy, tu z 5 metrów, to frajda dla najodważniejszych. Beacie odwagi nie brakowało! (fot. B.Wszolek)



Górska wycieczka – stąd do Obserwatorium na Koszce kilka godzin marszu. Dokucza już brak jedzenia i picia! Plaża się marzy, a to 1000 m niżej (w pionie) (fot. B.Wszolek)

Jednak po 5 dniach czas nam było ruszać w dalszą podróż, do głównego ośrodka Krymskiego Obserwatorium Astrofizycznego w Nauchnym. Dla astronomicznej

części wyprawy miłą niespodzianką okazała się konferencja naukowa „Fizyka Słońca i oddziaływań Słońce-Ziemia”, jaka wówczas miała tam miejsce. Pozostała część grupy, która nie gustowała w prezentacjach astronomicznych wykładanych po rosyjsku, odwiedziła miasto skalne Czufut-Kale, koło Bachczysaraja. Wspólnie natomiast zwiedziliśmy kompleks teleskopów tamtejszego obserwatorium, spośród których na czoło wysuwają się: teleskop optyczny Szajna (2.6 m średnicy) i wieżowy teleskop słoneczny (1.2 m średnica zwierciadła głównego, 30 m wysokość wieży).



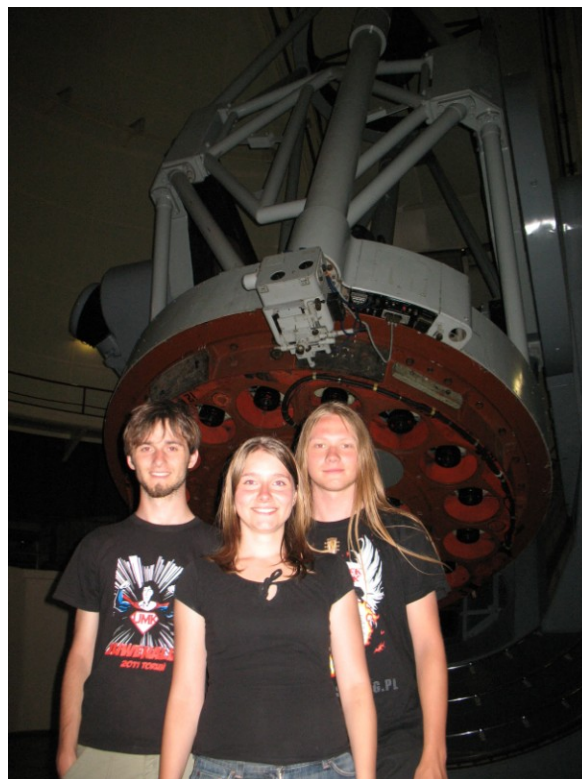
Podwójny spektrograf (2x40cm) w Nauchnym, który Hitler zamówił u Zeissa jako prezent dla Mussoliniego. Wobec niepowodzeń wojennych Hitlera prezent nigdy nie trafił do adresata. Trafił za to na Krym, w ramach rekompensaty za zniszczone przez Niemców instrumenty astronomiczne na Ukrainie. (fot. B. Wszolek)

W trakcie wycieczki urzekła nas „krymska myśl naukowo-techniczna”. Lampka kontrolna przy teleskopie wieżowym nie świeci z tego i tylko tego powodu, że „jest zepsuta”. Zmiany aktywności słonecznej rejestrowane są jeszcze dzięki pisakom przytwierdzonym tajemniczo nad przesuwającymi się długimi pasami papieru; woda odprowadzana nie rynną lecz prowizoryczną rurką puszczonej wewnątrz teleskopu wieżowego, w dół prosto do wiadra. W tych warunkach wykonywanie zawodu astronoma okazuje się niebezpieczną profesją. Zaskakującym opowieściom o ukraińskich astronomach bohaterach i ich obserwacjach nie było końca. Usłyszeliśmy historię pani astronom z Moskwy, która podczas obserwacji złamała sobie nogę, lecz nie zeszła z posterunku, dopóki obserwacje nie były zakończone i dopiero nad ranem pojechała do szpitala. Inna opowieść jaka trafiła do naszych uszu, to historia długo wyczekiwanego, wyjątkowo rzadkiego, zjawiska astronomicznego, które miało mieć miejsce na niebie konkretnej nocy i o ściśle ustalonej godzinie, lecz ukraińscy astronomowie, po zakosztowaniu napojów rozgrzewających, uznali, że dla czego by nie skierować teleskopu na obiekt noc wcześniej. Okazało się, że wbrew oczekiwaniom właśnie zastali zjawisko w toku! Wielu astronomów w świecie nastawiało się na obserwacje tego zjawiska, ale kiedy

skierowali swoje teleskopy, już było po wszystkim. Potem okazało się, że w obliczeniach efemerydy zjawiska (czasu jego wystąpienia) był błąd. Tym sposobem ukraiński zespół, jako jedyny, na świecie dokonał unikalnej obserwacji.



Kopuła teleskopu Szajna (fot. B. Wszolek)



Przy teleskopie Szajna (fot. B. Wszolek)



Żegnamy Nauchny. Zanim wsiądziemy do pociągu zwiedzimy jeszcze Czufut Kale i Bachczysaraj (około 18 km marszu)
(fot. B. Wszolek)



Wieżowy teleskop słoneczny
(fot. B. Wszolek)



Pośród róż na dworze Chana w Bachczysaraju (fot. B. Wszolek)

Urzeczeni tym co usłyszeliśmy i zobaczyliśmy, gotowi byliśmy pożegnać się z Krymem na rok i przepelnieni wspomnieniami wrócić do Ojczyzny. Zrobiliśmy to „na raty”, część grupy wróciła 9 września, druga część – astronomiczna – wsiadła do pociągu dobę później. Ta doba więcej dała nam okazję nadrobić zaległości turystyczne i obejrzeć Czufut-Kale, a także być świadkami zabawy weselnej na dziedzińcu Pałacu Chanów Krymskich w Bachczysaraju. W zmniejszonej grupie, więc i dużo spokojniejszej, odbyliśmy 26-godzinną podróż do Lwowa, skąd autobus zabrał nas na przejście graniczne w Szegini. Ukrainę opuszczaliśmy zmęczeni i usatysfakcjonowani, bogaci w nowe doświadczenia i znajomości, pełni ciepłych wspomnień, które muszą wystarczyć do czasu następnej wyprawy.

„Solaris” – obserwatorium w hipermarkecie

Aleksander Kurek

Obserwatorium Solaris Center w Opolu

„Solaris” to małe obserwatorium astronomiczne, otwarte dla publiczności w Opolu. Prowizoryczny budynek jest zwieńczony kopułką o średnicy 3 metrów i skrywa dwie małe lunetki, prowadzone automatycznie za niebem. Budynek mieści się na dachu marketu, w środku miasta. Obraz otrzymywany przez lunetki jest rejestrowany przez kamerę CCD i przesyłany kablami do zdalnych wyświetlaczy (ekranów), umieszczonych wewnątrz marketu. Zainteresowane osoby, w ramach szlachetnej rozrywki podczas czynienia zakupów, mogą podejść do ekranu i pooglądać „na żywo” Słońce albo Księżyc. Na terenie marketu planuje się też organizowanie warsztatów astronomicznych oraz tzw. Akademii Solarisa, przedsięwzięcia edukacyjnego polegającego m. in. na regularnym wygłaszaniu publicznych wykładów astronomicznych. Pieniądze na organizowanie imprez dla publiczności miałby zapewnić właściciel obiektu.

Solaris jest wyposażony w:

- dwie lunetki o średnicach obiektywu 6 cm:
do obserwacji Słońca (filtr Coronado H-Alpha) i Księżyca,
- prowadzenie paralaktyczne GoTo - Celestron CG5 GT
- 16-kanalowy GPS
- kamerę CCD
- Podgląd na żywo
- dwa 46-calowe wyświetlacze
- pomieszczenie kontrolne
- zrobotyzowany system monitorowania pogody



Po lewej: w głębi, na prawo urządzeń wentylacyjnych, widoczny budynek obserwatorium.
Z prawej: przy otwartej kopule lunetka skierowana na Księżyc (fot. A.Kurek)



Aleksander Kurek demonstruje zalety instrumentu (fot. B. Wszolek)

Część trzecia

(artykuły popularno-naukowe)



Józef Życiński (1.09.1948 – 10.02.2011)

Kilka wspomnień o śp. Arcybiskupie Życińskim

Krzysztof Maślanka

Instytut Historii Nauki PAN
Warszawa-Kraków

Nie mogę powiedzieć, w przeciwieństwie do niektórych moich kolegów, że byłem Jego uczniem. Choć moje spotkania ze śp. Księdzem Arcybiskupem Józefem Życińskim były nieliczne, to jednak zostawiły trwałe ślady we wspomnieniach i mogę z przekonaniem powiedzieć, że wiele Mu zawdzięczam.

Kiedy pod koniec lutego 2011 r. dostałem kopię listu ks. prof. Michała Hellera do członków Ośrodka Badań Interdyscyplinarnych („*Drogi OBI-boki...*”) z prośbą o wspomnienia o przedwcześnie zmarłym Księdzu Arcybiskupie, w pierwszej chwili pomyślałem, że jest tylu innych, którzy przez lata spotykali Go na co dzień i mieli okazję dyskutować i współpracować z Nim. To oni mają teraz większe prawo, aby pisać i wspominać.

Ale kilka tygodni później odwiedziłem dawno niewidzianych znajomych spoza Krakowa. Wśród różnych tematów pojawiły się aktualne wydarzenia, w tym niespodziewane odejście Arcybiskupa Życińskiego. Ktoś stwierdził beznamiętnie: „Pan Bóg zabrał Go przedwcześnie, żeby więcej nie szkodził”.

Wówczas po raz kolejny uświadomiłem sobie, że wszyscy ci, którzy powtarzają takie zdumiewające i niczym nie poparte tezy, nie wiedzą, co mówią; po prostu nie znają, a może wręcz nie chcą znać, faktów. Żyją we własnym, sztucznym i dalekim od rzeczywistości świecie. Wtedy też doszedłem do wniosku, że muszę coś napisać.

*

Po raz pierwszy usłyszałem o Nim od mojego kolegi ze studiów, Michała Ziemiańskiego, około roku 1978. „U Świętej Anny ma rekolekcje nowy, młody ksiądz! Właśnie wrócił ze Stanów” – informował wszystkich z typowym dla siebie entuzjazmem. Duszpasterstwem Akademickim przy kolegiacie św. Anny kierował wtedy niepodzielnie ceniony przez studentów i podziwiany przez studentki charyzmatyczny ks. dr Franciszek Płonka. Pojawienie się kogoś nowego nie rokowało specjalnych szans na zmianę tych nastrojów i ewentualną akceptację nieznanego przybysza. „Jaki jest ten nowy?” – zapytałem. Michał odparł krótko i rzeczowo: „Pistolecik”. Po takiej lapidarnej prezentacji trzeba było się pojawić i posłuchać. To faktycznie było coś niezwykłego. Te same prawdy, a jednak... Świeżość spojrzenia, trafność dobranych przykładów, które pamięta się przez lata. Bez porównania z tymi kazaniem, których treść tak skutecznie ulatywała z pamięci zaraz po wyjściu z kościoła. Był też element nowy, niespotykany dotąd, a dla nas, studentów astronomii najbardziej przekonujący: rządzony matematyką Wszechświat; nie jako błahy dodatek do dziejów człowieka, ale jako realna, dynamiczna i godna uważnej kontemplacji część dzieła stworzenia.

Nawiasem mówiąc, dwa lata wcześniej ten sam kolega Michał wspominał o nieznanym mi wtedy jeszcze księdzu-kosmologu Michale Hellerze i jego wykładzie w krakowskim Klubie Inteligencji Katolickiej przy ul. Siennej. „Mnie nie będzie wtedy w Krakowie, ale ty idź koniecznie”. „Znasz go?” – zapytałem bez entuzjazmu. „Tylko z jego książki *Spotkania z nauką*. Ale warto posłuchać, potem mi opowiesz”.

Byłem wtedy zaprzątnięty zbliżającym się egzaminem z mechaniki kwantowej u bardzo wymagającego prof. Bronisława Średniawy, co dla studentów astronomii było barierą prawie nie do pokonania. (Za pierwszym podejściem wszyscy, i to bez względu na przygotowanie, dostali dwóje, za drugim – prawie wszyscy, z wyjątkiem właśnie kolegi Michała.) Ale poszedłem – głównie dlatego, by coś opowiedzieć Michałowi po jego powrocie z domu na północy Polski do Krakowa. Dzięki temu w nastrojowej sali pełnej starych portretów wysłuchałem przystępnego referatu na temat Wszechświata, jako dającej się badać struktury, na temat równań Einsteina i pionierskich prac Friedmana.

Z ramienia wspomnianego duszpasterstwa opiekowaliśmy się wtedy, całą grupą studentów, niewidomym kolegą studiującym na Akademii Ekonomicznej. Kolega ten był załamany utratą wzroku i systematycznie psującym się zdrowiem. Któryś z nas przynosił mu kasety z nagraniem reko lekcjami znanego duszpasterza akademickiego, co zwykle wywoływało jego żywiołowe i dość irracjonalne protesty. Nie dlatego, by był wrogi religii; po prostu spowodowana chorobą apatia i poczucie życiowej krzywdy nie pozwalały mu się skupić i wywoływały bezwiedną, chociaż szczerą niechęć. „Nie przynosicie mi tego, ja się go boję!” – krzyczał. „Dlaczego Bóg nie przywróci mi wzroku?” Trudne, natrętne pytania, ale bez prostych odpowiedzi.

I wtedy ktoś podsunął mu nagrania z rekolekcji prowadzonych przez księdza Życińskiego u ojców Dominikanów. Nagle całą dotychczasową niechęć zastąpił entuzjazm. Odwieczne i uniwersalne prawdy wiary podawane błyskotliwie nabierały nowego wyrazu. Do tego odważna, subtelna krytyka ówczesnych realiów politycznych i stanu wojennego. Trafnie dobrane i przekonujące przykłady. A nade wszystko ta niepowtarzalna witalność. Były to owe entuzjastycznie przyjęte rekolekcje zakończone owacją tłumów, ogromnym bukietem kwiatów i sławnym już dziś, emanującym szczerą życzliwością zwrotem: „Ja jestem Józef, wasz brat”.

Pamiętam też pewien epizod na wykładzie w starym klasztorze Augustianów, w ramach nowo powstałej Papieskiej Akademii Teologicznej, niedługo przed stanem wojennym. Kilka osób czekało w tandetnie odnowionej sali wykładowej, gdzie było zimno jak w przysłowiowej psiarni. Prowadzący wykład ksiądz Życiński pojawił się z plikiem książek oraz małym elektrycznym piecykiem pod pachą. Niestety, gniazdko w ścianie miało boleć uziemienia i wtyczka piecyka nie pasowała. Zanosilo się więc na wykład w zimnej sali. „Czy ktoś ma może przy sobie śrubokręt?” – zapytał nie zrażony tym wykładowca. Nikt z obecnych tam filozofów nie posiadał tak trywialnego narzędzia, ale ja wymacałem w kieszeni mały śrubokręt i podałem Mu. Spojrzał na mnie z uznaniem, co mi trochę pochlebilo, a potem sprawnie

rozkręcił wtyczkę piecyka, nie zważając na niebezpieczeństwo porażenia prądem włożył wtyki do gniazdka i rozpoczął wykład o teorii Darwina. Pamiętam, że czytał w oryginale fragmenty z angielskiej książki i z erudycją objaśniał je. Opisywał wrogość do koncepcji Darwina wyrażaną tradycyjnym sloganem, iż „człowiek nie może pochodzić od małpy”. Zacytował też czyjaś gniewną i jawnie złośliwą reakcję na te zarzuty: „Lepiej pochodzić od małpy, niż od biskupa!”

Z kolei w sierpniu 1986 odwiedził mnie nieoczekiwanie jeden z wiodących kosmologów z naszej grupy, Marek Szydłowski ze swym kolegą, niejakim Józiem. „Księża Heller i Życiński wracają za godzinę z Rzymu. Jedziemy autem na lotnisko w Balicach, żeby ich przywitać! Jedziesz z nami?” Z początku nie byłem zwolennikiem tego pomysłu. „Będą zmęczeni, po co im jeszcze zawracać głowę?” Ale pojechałem. Czekaliśmy na koniec długiej odprawy celnej. Usiłowałem wypatrzyć ks. Hellera, a w międzyczasie obserwowałem czekającego na swój lot Krzysztofa Pendereckiego oraz leżącą na krześle olbrzymią partyturę jego nowej opery *Die schwarze Maske*. Pamiętam, że mistrzowi wyleciał z kieszeni czerwony banknot z nieszczęsnym Waryńskim, który podniosłem i z należyтым szacunkiem podałem mu. W końcu pojawili się podróżnicy z Rzymu. Ksiądz Życiński, rozluźniony podszedł do mnie (nie sądziłem, że mnie pamięta) i powiedział z prostotą: „Zobaczyłem pana z daleka i powiedziałem do Michała: są twoi kosmologowie”. Był rzeczywiście niezrównany w łamaniu wszelkich sztucznych barier.

Potem widywałem Go głównie na wykładach, m. in. w krakowskiej Kurii przy Franciszkańskiej 3, gdzie witał indywidualnie licznych słuchaczy, jakby chcąc powiedzieć każdemu z osobna, że – bez względu na wiek, zasługi czy tytuł naukowy – jest równie ważny, jak cała reszta. I zawsze jakaś anegdota lub błyskotliwy komentarz. „Słyszeliście, że Miczurin skrzyżował kurę z czereśnią?” „Coś podobnego...” „I wiecie, co z tego wyszło? Jajko z pestką!” Po czymś takim wszelka napuszona sztywność, tak typowa, a często wręcz celowo celebrowana na wielu naukowych imprezach, znikła od razu.

*

Dla wielu czytelników Jego tekstów zmarły Arcybiskup kojarzy się nieodłącznie z ciętą, a często inteligentnie złośliwą polemiką. Myślę, że to uproszczenie. Współczesny świat coraz mniej ceni intelekt, a zwłaszcza intelektualny wysiłek. Zdecydowanie woli błyskotliwy i łatwy do nagłośnienia sukces. Wyznawcy moralnego relatywizmu skwapliwie powołują się na ideę opacznie pojmowanej wolności. Z kolei obrońcy fundamentalnych zasad nazywani są fanatykami. Co więcej, karierę robi słowo „tolerancja” rozumiana jako zwykła pobłażliwość dla zła – w imię rozmaitych racji: od pseudonaukowych argumentów do osławionej politycznej poprawności. Trzeba z naciskiem podkreślić, że zwolennicy wszystkich

tych stanowisk mogli zawsze spodziewać się zdecydowanego, precyzyjnie uzasadnionego sprzeciwu ze strony Życińskiego.

Pewien drobny, ale znaczący przykład sprzed lat szczególnie utkwił mi w pamięci. W jednym z felietonów stwierdził On jasno, że uosobieniem tego, co najbardziej absurdałne i prymitywne w amerykańskiej popkulturze są filmy Woody Allena. Temu ostatniemu trudno odmówić talentu i błyskotliwości. Z drugiej jednak strony, jego twórczość emanuje czasem cynizmem, nie ma szacunku dla żadnych wartości i nie wiąże się z żadnym przesłaniem. Jest profesjonalna od strony warsztatu i zwykle pozbawiona wszelkich głębszych refleksji, słowem: doskonale banalna. Wygłaszając taki pogląd Życiński z pewnością zdawał sobie sprawę, że może narazić się licznym fanom obfitej filmografii Woody Allena. Ale wierność własnym, mocno ugruntowanym poglądom była dla Niego zawsze ważniejsza od chimerycznej mody czy koniunkturalnej polityki.

Swoje poglądy wyrażał Życiński na swój własny, niepowtarzalny sposób: dobitnie, często z ironicznym humorem lub z jakąś dającą do myślenia anegdotą w tle, czasem językiem przesadnie ozdobnym. W polemikach bywał ostry, co wielu irytowało. Atakował jednak zawsze problem lub punkt widzenia, co do którego nie miał wątpliwości, że jest błędny lub szkodliwy. Nie były to nigdy ataki osobiste. Mówiąc wprost: denerwował wielu ludzi. Współczesny nam świat nie lubi błyskotliwej, ironicznej inteligencji. Media konsekwentnie lansują polityków z ich mętym językiem: „nie potwierdzam, nie zaprzeczam”. Lubują się w krótko żyjących sensacjach i skandalach, po których potem mogą napisać pusty slogan, że „na forach internetowych zawrzało”. To, że owe, rzekomo opiniotwórcze „fora” odsłaniają często najbardziej prymitywne cechy poglądów internautów, ich wulgarne słownictwo i żenującą ortografię, nikogo już nie dziwi.

Powiem wprost: Życiński nie dał się kupić żadnym mediom: ani odwiecznym malkontentom z „Naszego Dziennika”, ani pokretnym pogrobowcom faryzeuszy z „Gazety Wyborczej”, ani pozującym na moralizatorów dziennikarzom, ani wreszcie natarczywym reporterom z wszechobecnej telewizji. Kilka lat temu, atakowany nachalnie przez reporterów podtykających kudłate mikrofony, odmówił krótko: „Za dużo Życińskiego w telewizji!”.

Znamienne jest stwierdzenie osobistego sekretarza Życińskiego, ks. dra Marka Słomki, który na konferencji w Krakowie (PAU, 21 X 2011) poświęconej zmarłemu arcybiskupowi powiedział, że podczas swych długich kontaktów z Nim nie słyszał nigdy, aby mówił On źle o kimkolwiek.

No i wreszcie kwestia poważna, która jednych zasmuciła, a innym, paradoksalnie, dostarczyła skrywanej, choć bardzo wyraźnej satysfakcji. Jest faktem, że, jako bardzo młody ksiądz, Życiński podpisał zobowiązanie i został zarejestrowany jako TW. Analiza przyczyn tej nieszczęsnej decyzji należy do bezstronnych, niezacieńczonych historyków. Jednego jestem pewien: Życiński nikomu nie zaszkodził, wielu natomiast (w tym także i mnie, o czym poniżej) dyskretnie, ale skutecznie pomógł.

*

Na koniec dłuższa, bardziej już osobista refleksja. W latach 90-tych ubiegłego już wieku myślałem coraz usilniej nad – skądinąd naiwnym, a dla wielu zapewne obraźliwym – pytaniem: w imię czego podejmować modne i bezpieczne tematy naukowe, żebrać bez skutku o z góry ustawione granty czy kolekcjonować punkty do sezonowych ocen? A może warto zmierzyć się z problemem, który nie gwarantuje szybkiego sukcesu i nie ma szans na żaden grant, ale po prostu stanowi ambitne, intelektualne wyzwanie?

Wskutek takich uporczywych rozmyślań około 1994 r. moja własna droga naukowa gwałtownie skręciła. I tak, po kilku (naukowo niezbyt udanych) epizodach: astronomicznych, astrofizycznych i kosmologicznych, zwróciłem się w stronę dziedziny, która fascynowała mnie odkąd tylko pamiętam. Dziedziny wolnej od przemijającej mody; trudnej, a jednocześnie trwałej, tj. do matematyki, a konkretnie – do analitycznej teorii liczb. Ta ostatnia zajmuje się sławną funkcją dzeta Riemanna i związaną z nią, nierozstrzygniętą do dziś, brzemioną w skutki hipotezą (1859 r.). Wbrew pozorom nie był to wcale z mojej strony jakiś ekstrawagancki kaprys, bowiem w roku 1997 udało mi się znaleźć nową, nietrywialną reprezentację dla tej sławnej funkcji. Wiem, że brzmi to jak megalomania, ale przypadkiem dołączyłem do nielicznego grona odkrywców innych reprezentacji: Eulera, Riemanna, Hadamarda, Hassego¹. (Nie chcę oczywiście sugerować, że dorównuję tamtym intelektem.)

Na podstawie mojego wyniku matematyk z Wenezueli, Luis Báez-Duarte, sformułował tzw. kryterium (twierdzenie równoważne) dla hipotezy Riemanna. Laureat Medalu Fieldsa, Enrico Bombieri, nazwał moją reprezentację funkcji dzeta sprytną (*neat*). Znany amerykański autorytet w dziedzinie teorii liczb, Jeffrey Lagarias, nazwał kolejny mój wynik *very impressive*.

Ale jeszcze bardziej cieszyło mnie inne, ważne, a przy tym zaskakująco proste „odkrycie”: w nauce nie warto ślepo słuchać autorytetów, a już zupełnie rozmaitych krzykliwych pseudoautorytetów. Należy raczej iść za głosem intuicji. Droga będzie długa, a jej cena wysoka, ale godziwa. Jednak prędzej czy później pojawi się upragnione światło zrozumienia oraz trwały wynik, a także pozytywne reakcje światowych autorytetów oraz liczne cytowania. Ktoś dotąd mi nieznany podejmie mój wątek dowodząc przez to jego słuszności. A że po drodze pojawią się złośliwe zarzuty i negatywne oceny w rozmaitych absurdalnych punktacjach i ocenach parametrycznych? Trudno, taka jest cena niezależności. Wynik przetrwa, urzędnicze rankingi szybko pójdą w niepamięć.

Oczywiście, wybór takiej tematyki spotkał się z kwaśną reakcją moich astronomicznych pracodawców konsekwentnie hołdujących bardziej zasadzie obfitej produkcji krótko żyjących preprintów, niż szukaniu trwałych, głębokich wyników.

¹ Więcej szczegółów zawiera mój tekst w internetowym wydaniu „PAUzy Akademickiej”, nr 130, 30 czerwca 2011.

Ale powstała bardzo pozytywnie przyjęta książka pt. *Liczba i kwant* – rozprawa habilitacyjna z historii i metodologii analitycznej teorii liczb. Dostałem wtedy (w październiku 2004) maila od ks. Michała Hellera:

Drogi Krzysiu, mam do Ciebie prośbę. Abp Życiński w telefonicznej rozmowie ze mną zainteresował się Twoją książką. Byłbym wdzięczny, gdybyś Mu wysłał jeden egzemplarz.

Naturalnie wysłałem od razu. I wkrótce zapomniałem o tym. Nastąpił bowiem okres trudny, ale – jak teraz to widzę – ważny, który m. in. skutecznie zweryfikował życzliwość niektórych moich kolegów. Gratulacje po udanym kolokwium habilitacyjnym, a jednocześnie bezrobocie, regularne wizyty w urzędzie pracy, 300 zł zasiłku na miesiąc na rodzinę... Ale po upływie niemal roku ks. Heller dostał taki wzruszający mail (15 VIII 2005):

Drogi Michasiu,

Możesz powiedzieć Krzysiu Maślance, że ogromnie mi pomogła lektura jego Liczby i kwantu w dni choroby. Miałem ciśnienie rozkurczowe 120, a organizm odrzucił przyjęty lek. W krytyczne godziny usiłowałem coś pisać lub czytać, ale organizm się bronił przed zacięciem intelektualnym.

Wtedy właśnie pod ręką znalazła się książka Krzysia. Sięgnąłem po nią otwierając na sporach o funkcję dzeta Riemanna i zapomniałem o bólu na dwie godziny, a potem przeszło...

Dziś już serce się wyrównało, więc pozdrawiam tym serdeczniej, tzn. typowo dla statystycznej pracy serca, niezależnie od rozkładu zer funkcji dzeta.

Józef

Wśród licznych przejawów obojętności tych kilka szczerych słów przywróciło mi wiarę w sens samotnej i niezależnie uprawianej nauki, wolnej od wszelkich układów. Z relacji znajomego kolegi z KULu dowiedziałem się, że Arcybiskup nie rozstawał się wtedy z moją książką. Na swoim wykładzie monograficznym w r. 2006/7 często ją cytował. Jeszcze 28 października 2004 r. napisał mi:

Cieszę się bardzo z bliskiego już sfinalizowania habilitacji [...] Wszystkie Pana wysiłki i plany na przyszłość powierzam Bogu, pozdrawiając bardzo serdecznie.

A rok później, 25 października, w kolejnym liście:

Drogi Panie Krzysztofie,

Serdecznie dziękuję za list i wspieram modlitwą wszystkie Pana troski, aby potrafił Pan nie zamartwiać się tym, co szybko przeminie, mimo iż po drodze rani. Muszę Panu powiedzieć, że Pana ostatnia książka była jedyną lekturą, którą potrafiłem czytać w czasie wakacji zmagając się z chorobą. Inne książki

męczyły [mnie] wtedy lub nudziły, Pan zaś potrafił swymi rozważaniami wprowadzić w fascynujący świat, w którym zapominało się o bólu.

Dziękuję Panu za to i życzę, by z pomocą Bożą udało się tak zagospodarować Pańskie talenty, aby mogły one służyć młodemu pokoleniu poszukiwaczy prawdy.

Życzę gorąco nadziei silniejszej od rozczarowań, błogosławiąc na Pańskie przyszłe wysiłki.

*+ Józef Życiński
Arcybiskup Metropolita Lubelski*

W roku 2005 przyznano Ks. Arcybiskupowi doktorat *honoris causa* UJ. W okolicznościowym przemówieniu z 30 września tegoż roku podał taką nader oryginalną definicję człowieka, gdzie znowu dostrzegłem inspirację moją książką:

Na pytanie, kim jest człowiek, można odpowiedzieć, że jest to jedyna istota, która potrafi z zainteresowaniem śledzić położenia kolejnych zer w funkcji dzeta Riemanna. Dla wielu badaczy podejmujących tę problematykę, miejsca tych właśnie zer pozostają zagadkowym świadectwem ukrytej racjonalności świata, w podobny sposób jak dla metafizyków obserwowane byty przygodne pozostają cieniem Absolutu².

Definicja człowieka, o której na pewno nie śniło się tradycyjnym filozofom. No tak: wykonałem sporo skomplikowanych obliczeń, obracałem się w świecie numerycznych eksperymentów komputerowych, analizy zespolonej, funkcji analitycznych, elementarnie postawionych, ale beznadziejnie trudnych teoriolizbowych hipotez i innych cieni z platońskiej jaskini. Ale zupełnie nie widziałem tego, co On dostrzegł natychmiast: przekonującą ilustrację *racjonalności przyrody*. Dlaczego statystyczny rozkład miejsc zerowych „prostej” matematycznej funkcji zdaje się tożsamy np. z rozkładem poziomów energetycznych promieniotwórczych pierwiastków: uranu i toru? Logicznie rzecz biorąc, jedno z drugim nie powinno mieć nic wspólnego! A może to jakaś ukryta, metafizyczna wskazówka?

Błogosławieństwo Arcybiskupa Życińskiego miało swe wymierne skutki: w tym czasie przeszedłem z krakowskiego Obserwatorium Astronomicznego do Instytutu Historii Nauki PAN w Warszawie. W praktyce oznaczało to uwolnienie się od bezdusznych rankingów, niezdrowej konkurencji i produkcji krótko żyjących publikacji. Życzliwa atmosfera nowej placówki zaowocowała kilkoma trwałymi wynikami w analitycznej teorii liczb oraz ich szeroką recepcją w świecie matematyków. Ale to już zupełnie inna historia.

² Cytat za „Rzeczpospolita”, 8-9 października 2005, przedruk w „Alma Mater”, nr 75/2005.

Dzisiaj, z nieodwracalnej już perspektywy Jego przedwczesnego odejścia, jasno widzę, że cytowane powyżej listy czytałem trochę przez pryzmat własnego egoizmu ciesząc się z przejawów sympatii i uznania znanego hierarchy polskiego Kościoła, a jednocześnie błyskotliwego uczonego. Ale gdybym miał podejście samego Życińskiego i Jego wrażliwość, to powinienem był raczej zapytać, dlaczego ten tytan pracy, zabiegający o zdrowie i codzienny byt innych, sam nie znajduje czasu na skuteczną terapię medyczną własnego nadciśnienia i arytmii serca?

A potem nieoczekiwanie przyszedł ten smutny dzień 10 lutego 2011 r., kiedy wieczorem pojawił się ruchomy czerwony pasek na ekranie telewizora. Wiadomość z ostatniej chwili: „Dziś w Rzymie zmarł nagle metropolita lubelski...” Ktoś odruchowo zapytał: – Jaki metropolita? Przecież chyba nie...

Do świadomości długo i opornie dochodziło, że to jednak „Józef, nasz brat”. Ten, który w stanie wojennym potrafił taktownie zapytać absolwenta bez pracy najpierw o warunki życia, a dopiero potem o tematykę naukowych badań; który z prywatnych dewiz otrzymywanych z Zachodu za recenzje fundował pensje dla swych bezrobotnych uczniów; który w maju 2010 r. nie pojawił się na dorocznej krakowskiej konferencji metodologicznej, bo za ważniejsze uznał osobiste dogłębne umacnianie wałów przeciwpowodziowych na terenie zagrożonej żywiołem Jego diecezji. Ten, który skutecznie dodawał otuchy przypadkowemu więźniowi z Biłgoraja, a potem, po jego wyjściu na wolność, odwiedził go w czasie wigilii.

Starotestamentowy patriarcha Józef, sprzedany przez najbliższych, odniósł sukces w obcym kraju. Był inteligentny, prawy i bezkompromisowy. Ale z serca przebaczył tym, którzy z zazdrości chcieli go usunąć w niebyt. Myślę, że jego niezapomniany imiennik dzielił z nim więcej, niż nam się początkowo zdawało.

Maria Skłodowska – Curie

Agnieszka Kuźmicz

Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie



Rok 2011 został ogłoszony Międzynarodowym Rokiem Chemii, a zarazem Międzynarodowym Rokiem Marii Skłodowskiej – Curie w setną rocznicę otrzymania przez nią nagrody Nobla z chemii. Był to czas nie tylko na przypomnienie sylwetki tej wielkiej polskiej uczonej, ale również pokazanie jej jako wzór naukowca dla młodych, kształcących się osób.

Swoją postawą i wytrwałością w dążeniu do postawionych sobie celów pokazała, że w nauce nie ma rzeczy niemożliwych – potrzebny jest przede wszystkim intelekt i pasja do tego co się robi. Maria Skłodowska – Curie była przykładem tego w jaki sposób należy myśleć o nauce i ile można włożyć w nią serca i poświęcenia.

Charakteryzowała się siłą, czystością charakteru, surowością wymagań wobec siebie samej, obiektywizmem, nieskazitelnymi poglądami i skromnością. Była wrażliwa na bezwzględność i niesprawiedliwość panujące w społeczeństwie, którym się zawsze sprzeciwiała. Gdy raz uznała słuszność danej drogi, kroczyła nią z bezgraniczną wytrwałością, nie zgadzając się na jakikolwiek kompromis. Największe jej naukowe dzieło, wykazanie istnienia pierwiastków promieniotwórczych i ich wyodrębnienie, powstało nie tylko dzięki jej śmiałej intuicji, ale również przez ogromne poświęcenie i wytrwałość w realizacji badań.

Maria Skłodowska – Curie urodziła się 7 listopada 1867 roku w Warszawie, jako piąte dziecko Władysława i Bronisławy Skłodowskich. Wychowywała się w rodzinie gdzie rodzice kładli duży nacisk na kształcenie dzieci, rozwijanie ich zainteresowań z jednoczesną dbałością o ich zdrowie fizyczne. Uczyli dzieci poprzez łączenie nauki z zabawą – co sprawiało im wielką radość i przyjemność. Maria już w najmłodszych latach wykazywała nieprzeciętne zdolności w nauce gdyż miała bardzo dobrą pamięć. Już w wieku czterech lat nauczyła się czytać. Niestety życie w tamtych czasach nie było łatwe. Gdy Maria ma 9 lat umiera na tyfus jej siostra, a dwa lata później na gruźlicę umiera matka, której stratę Maria bardzo przeżyła. Dalsze wychowanie leżało już w rękach ojca, który kładł duży nacisk na dobre wykształcenie dzieci.

Początkowo Maria uczyła się w prywatnej szkole, w której uczyli polscy nauczyciele prowadzący zajęcia w duchu patriotycznym. Jako że była najmłodszą i bardzo zdolną uczennicą, często była wzywana do odpowiedzi podczas różnego rodzaju wizytacji – bardzo tego nie lubiła gdyż była nieśmiała. By otrzymać

świadectwo ukończenia nauki musiała zacząć chodzić do „państwowej” szkoły gdzie uczyli nauczyciele rosyjscy, którzy starali się wyplenić u dzieci wszelkie myślenie o Polsce. Maria bardzo wczesnie zaczęła się uczyć języków obcych – francuskiego, niemieckiego, rosyjskiego i angielskiego, co bardzo jej się przydało w przyszłości.

Bardzo lubiła wyjeżdżać na wakacje na wieś do znajomych lub krewnych gdzie mogła pomagać w pracach polowych, swobodnie mówić po polsku, śpiewać patriotyczne pieśni oraz podziwiać nowe krajobrazy. Był to dla niej odpoczynek od miejskiego życia w Warszawie.

W 1883 roku Maria ukończyła ze złotym medalem szkołę średnią. Następnie zaczęła uczęszczać na wykłady Uniwersytetu Latającego w Warszawie, stworzonego z myślą o młodych Polkach, które jako kobiety nie mogły wówczas w Polsce legalnie studiować. Marzyła bowiem o rozpoczęciu studiów w Paryżu na Sorbonie. Plany trochę się zmieniły gdy jej starsza siostra Bronisława pojechała na studia medyczne do Paryża. Finanse ojca nie pozwalały na to aby wysłać za granicę obie córki. Mając 17 lat postanowiła uniezależnić się finansowo podejmując pracę, jako prywatna nauczycielka. Część zarobionych pieniędzy przeznaczala na utrzymanie się natomiast resztę przesyłała siostrze do Paryża. Jeszcze przed jej wyjazdem Maria z Bronisławą postanowiły, że wzajemnie sobie pomogą. Maria miała pomagać siostrze finansowo podczas jej studiów, a gdy ta skończy je i zacznie pracować jako lekarz, Maria pojedzie do Paryża i u niej się zatrzyma.

Przez 4 lata (1885-1889) Maria pracuje jako prywatna nauczycielka, początkowo w Warszawie, a następnie u państwa Żórawskich, gdzie zakochuje się ze wzajemnością w ich synu Kazimierzu. Ten pierwszy poważny związek nie zakończył się jednak małżeństwem, gdyż rodzice Kazimierza kategorycznie sprzeciwiali się temu.

Nauczając prywatnie dzieci nie była jeszcze pewna jaki kierunek studiów chciała by podjąć. Bardzo lubiła socjologię, literaturę i nauki ścisłe. Dopiero po pewnym czasie obserwując swoje upodobania i zdolności zdecydowała się na matematykę i fizykę. Planując studia w Paryżu Maria musiała sama się douczać by dorównać poziomem do francuskich licealistów (paryskie licea miały dużo wyższy poziom niż polskie). Nie było to dla niej proste gdyż sama musiała wybierać to czego się uczyć oraz z jakich podręczników korzystać. Wymagało to od niej bardzo dużo samozaparcia by sprostać temu wyzwaniu. W Warszawie miała dostęp do laboratorium miejskiego, w którym powtarzała doświadczenia z fizyki i chemii opisane w podręcznikach. Ich efekty czasami były bardzo dobre a czasami przybijały Marię (jej brak doświadczenia lekko ją irytował). Wiedziała, że postępy nie mogą przyjść ani szybko, ani łatwo ... ale przez te doświadczenia nabyła zamiłowania do przeprowadzania badań eksperymentalnych z fizyki i chemii.

W końcu, gdy miała 24 lata zaczęła czteroletnie studia na wydziale Matematyczno-Przyrodniczym na Sorbonie jako pierwsza kobieta na tym wydziale. Początkowo mieszkała u siostry Bronisławy, ale ze względu na duże oddalenie jej mieszkania od Uniwersytetu, przeprowadziła się do skromnego pokoju w pobliżu uczelni. Z braku

innych zajęć cały swój czas poświęcała na naukę. Studia na początku sprawiały jej trochę trudności (zwłaszcza matematyka), gdyż będąc jeszcze w Warszawie nie zdołała przygotować się w takim stopniu by zacząć z tego samego poziomu, co jej francuscy koledzy. Wszystko, czego się uczyła, co było nowe, fascynowało i zachwycało ją – było jak „objawienie nowego świata, świata wiedzy do którego nareszcie otwarto mi wolny dostęp”. Jej wysiłek i praca szybko przyniosły efekty. W 1893 zdaje egzamin z fizyki uzyskując licencjat z pierwszą lokatą oraz rok później licencjat z nauk matematycznych z drugą lokatą. Studiując w Paryżu Maria również spotyka się z przyjaciółmi z Polski. Jej znajoma z Warszawy – Pani Kowalska, która była żoną paryskiego profesora fizyki we Fryburgu, zaaranżowała spotkanie Marii z Piotrem Curie, który w tym czasie był profesorem fizyki w szkole Przemysłowej Fizyki i Chemii w Paryżu, a jednocześnie przyjacielem jej męża. Wiedząc o wcześniejszych niemiłych doświadczeniach miłosnych Marii z Kazimierzem Żórawskim, chciała zeswatać Marię z Piotrem – co jej się udało. Po owym spotkaniu Maria z Piotrem polubili się i zaprzyjaźnili.

Po uzyskaniu na Sorbonie stopnia licencjata z fizyki i matematyki Maria – jako wielka entuzjastka i patriotka – pragnęła kontynuować pracę naukową na jednej z krajowych uczelni (w Krakowie lub we Lwowie). Jej osobiste starania w kraju o możliwość podjęcia pracy naukowej nie zakończyły się powodzeniem. Z bólem w sercu i wielkim rozczarowaniem, a równocześnie z olbrzymią wolą poświęcenia się nauce wróciła do Paryża gdzie czekał na nią Piotr, bardzo uradowany jej powrotem. Piotr, widząc w Marii wielki zapał do uprawiania nauki i niezwykle zdolności, zarekomendował Marię już znanemu wtedy fizykowi Bequerelowi, który odkrył niezwykle promieniowanie uranu. Maria podjęła studia doktoranckie pod jego opieką. Bequerel zaproponował jej pozornie mało atrakcyjny oraz bardzo pracochłonny temat badań, mający na celu zbadanie dlaczego radioaktywność niektórych rodzajów rudy uranowej jest znacznie wyższa niż wynikałoby to z udziału w niej czystego uranu. Maria wyraziła również chęć przekonania się, czy wśród ciężkich pierwiastków są jeszcze inne oprócz uranu, które wysyłają naturalne promieniowanie, podobne do promieniowania uranowego. Piotr Curie postanowił przerwać swoje badania nad piezoelektrycznymi własnościami kryształów i przystąpił wraz ze swoją małżonką do poszukiwania nowych pierwiastków promieniotwórczych. Było to zapoczątkowanie, jak się okazało, wielkich odkryć.



26 lipca 1895 Maria wzięła ślub z Piotrem Curie, przyjmując tym samym obywatelstwo francuskie. Połączyło ich nie tylko wielkie uczucie, ale również wspólne zainteresowania, praca naukowa oraz podobny sposób myślenia o wielu aspektach życiowych oraz tych ze świata nauki. Wkrótce Maria uzyskała prawo do nauczania w szkołach średnich i wraz z Piotrem zaczęła pracować w Wyższej Szkole Fizyki i Chemii Przemysłowej



miasta Paryża. Dwa lata po ślubie rodzi się ich pierwsza córka Irena. Bardzo ciężko było pogodzić Marii pracę naukową z opieką nad dzieckiem i obowiązkami domowymi. Małżonkowie Curie nie chcieli rezygnować z prowadzenia badań. Z pomocą przyszedł im ojciec Piotra, który bardzo chętnie opiekował się małą Ireną gdy jej rodzice byli w pracy. Warunki w jakich pracowała Maria z Piotrem były bardzo ciężkie. Urządzili sobie małe laboratorium w starej zimnej szopie, która była wyposażona zaledwie w parę stołów, piecyków i palników gazowych. Pracowali od wczesnego rana do późnej nocy poświęcając całą swoją pasję i zapał do prowadzenia badań. Na wyniki nie trzeba był długo czekać. W 1898 publikują komunikat dla Akademii Nauk: „O nowej substancji promieniotwórczej zawartej w blendzie uranowej”, który był zapowiedzią odkrycia radu i polonu. Parę miesięcy po odkryciu polonu odkrywają kolejny nowy pierwiastek radioaktywny – rad. Piotr Curie

przeczuwał, że nowe pierwiastki mogą być szkodliwe dla człowieka. Eksperymentował on na sobie efekty działania radu i wnioski opublikował wraz z Becquerelem. Maria również coś podejrzewała lecz wolała nie znać skutków napromieniowania. Cztery lata po odkryciu radu Maria z Piotrem kończą prace nad wyodrębnieniem czystej formy tego pierwiastka i określają jego masę cząsteczkową. Wkrótce potem w 1903 Maria uzyskuje doktorat nauk fizycznych i broni pracę pod tytułem: „Badania nad substancjami promieniotwórczymi”. Zwieńczeniem tej pracy jest Nagroda Nobla, przyznana z fizyki w połowie Marii i Piotrowi, a w połowie Becquerelowi. Była to jedna z pierwszych Nagród Nobla w dziedzinie fizyki, a zarazem pierwsza, w której wyróżniono Polaka. Badania nad promieniotwórczością przyniosły Marii i Piotrowi zaszczyty i sławę. Bardzo szlachetne było to, że nie oczekiwali oni żadnych zysków z dokonanych odkryć – było by to sprzeczne z ich poglądami odnośnie nauki. Niewątpliwie korzyści



było by to sprzeczne z ich poglądami odnośnie nauki. Niewątpliwie korzyści

materialne znacznie ułatwiły by im prowadzenie badań, zawsze bowiem borykali się z tym skąd wziąć pieniądze na rozwijanie laboratorium bądź też inne górno lotne cele. Metoda przygotowania radu nie była opatentowana dzięki czemu przemysł radowy bardzo szybko mógł się rozwijać.

Wkrótce później (1904) przychodzi na świat kolejna córka Marii – Ewa. Niestety szczęście w rodzinie nie trwało długo. Dwa lata po narodzinach Ewy tragicznie umiera Piotr, stratowany przez spłoszone konie ciągnące ciężarowy wóz. Maria znalazła się w bardzo ciężkiej sytuacji. Straciła najbliższą sobie osobę, z którą tak wiele ją łączyło zarówno w domu jak i w pracy. Po śmierci męża dostała propozycję przejęcia po nim wykładów na Sorbonie, jak również stanowisko kierownika katedry na Uniwersytecie Paryskim. Był to dla niej wielki zaszczyt, gdyż wcześniej żadna kobieta nie otrzymała takiej posady. Miała obawy i wątpliwości czy przyjąć ten zaszczyt – nigdy bowiem nie miała takich ambicji. Zawsze chciała tylko swobodnie pracować dla nauki. Mimo obaw i wielkiego ciężaru odpowiedzialności Maria zgodziła się podjąć to wyzwanie, również dlatego, że była to jedyna sposobność do dalszego prowadzenia badań. Przyniosły one kolejne wielkie osiągnięcia. W 1910 Maria wraz z Andre Debiere uzyskała czysty rad metaliczny. Rok później otrzymuje indywidualną nagrodę Nobla za rozwój chemii dzięki odkryciu polonu i radu oraz za zbadanie metalicznego radu i jego związków chemicznych.

Po wielkich odkryciach oraz po przyznaniu Nagrody Nobla wiele instytucji naukowych w Polsce zaoferowało Marii najwyższe tytuły i odznaczenia. Otrzymała tytuły doktora h.c. Uniwersytetu Warszawskiego (1909 r.), Uniwersytetu Lwowskiego i Politechniki Lwowskiej (1912r.), Uniwersytetu Poznańskiego oraz Uniwersytetu Jagiellońskiego (1924 r.).

Po śmierci Piotra Maria bardzo blisko związała się z żonatym przyjacielem Poulem Langevinem. Ten romans, trwający zaledwie rok (od 1910 – 1911), zaszkodził wizerunkowi uczonej, gdyż zaczęto ją uważać za osobę rozbijającą małżeństwa. Francuskie media zaczęły umniejszać naukowe dokonania Marii publikując nieprawdziwe oskarżenia pod jej kierunkiem. Do tego stopnia związek z Langevinem źle wpłynął na jej wizerunek, że komitet noblowski poprosił ją o to by nie przyjeżdżała do Sztokholmu po odbiór drugiej nagrody Nobla. Maria jednak twierdziła, że jej życie prywatne nie ma nic wspólnego z pracą naukową więc nie widziała przeciwwskazań by odebrać nagrodę osobiście.

W miarę jak przybywa Marii odkryć i zasług, jej zdrowie się pogarsza. W roku 1913 przechodzi skomplikowaną operację nerek. Bardzo często zaczyna się skarżyć na osłabienie i ciągle uczucie zmęczenia. Stan zdrowia nie przeszkadza jej jednak w kontynuowaniu badań i rozwijania nauki. W 1914 r. dzięki jej staraniom zostaje otwarty w Paryżu Instytut Radowy im. jej męża. Było to wielkie marzenie Marii i Piotra, które dopiero po śmierci Piotra mogło dojść do realizacji. Wkrótce później wybuchła I Wojna Światowa, podczas której Maria włącza się w działalność na froncie. Szkoli pielęgniarki w zakresie radiologii, organizuje specjalne ambulanse do prześwietlania rannych – ruchome stacje rentgenowskie, które często sama

obsługuje. W niesieniu pomocy ludziom pomaga jej również starsza córka Irena. Po wojnie Maria kontynuuje swoją pracę jak również pierwszy raz wyjeżdża do USA. Nie zapomina również o Polsce. W 1925 kładzie kamień węgielny pod budowę Instytutu Radowego w Warszawie, którego budowa została ukończona w 1932 roku, a dyrektorem zostaje jej siostra Bronisława. Dwa lata później 14 lipca 1934 Maria umiera na skutek anemii złośliwej, będącej wynikiem kontaktu z substancjami radioaktywnymi (wówczas była to jeszcze nieznaną chorobą popromienną). Została pochowana w Sceaux pod Paryżem skąd w 1995 roku jej prochy wraz z prochami męża zostały przeniesione do Panteonu.

Córki Irena i Ewa odziedziczyły po matce nie tylko zapal do nauki ale, również stały się sławnymi kobietami. Starsza córka Irena podzielała zainteresowania matki. Wraz ze swoim mężem Fryderykiem Joliot odkryli sztuczną promieniotwórczość za co, w 1935 roku, otrzymali Nagrodę Nobla z Chemii. Irena zmarła na raka w 1956 roku.

Ewa została pisarką, dziennikarką i pianistką. Napisała biografię matki, która obiegła cały świat. Czynnie angażowała się w prace UNICEFu. Poślubiła ona amerykańskiego polityka Henry'ego Labouisse'a (dyrektora UNICEFu), który w 1965 odebrał pokojową nagrodę Nobla przyznaną jego organizacji. Ewa zmarła w 2007 roku.



„Nauka leży u podstaw każdego postępu, który ułatwia życie ludzkie”

„Ludzkość potrzebuje zapewne ludzi praktycznych, którzy pracują przeważnie dla własnych celów, chociaż pamiętają też i o potrzebach ogółu. Lecz potrzebuje również marzycieli, których bezinteresowne dążenie do celu jest tak potężne, że nie potrafią oni zwracać uwagi na własną korzyść materialną. Można by wprawdzie powiedzieć, że ci idealisci nie zasługują na bogactwo, ponieważ go nie pragną. Zdaje się jednak, że dobrze zorganizowane społeczeństwo powinno by zapewnić tym marzycielom

odpowiednie środki dla skutecznej pracy, uwalniając ich od trosk materialnych, ażeby mogli oddać się całkowicie służbie nauki”

Maria Skłodowska-Curie

Jan Heweliusz – życie gwiazdami pisane

Magdalena Wszolek

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Dnia 28 stycznia 2011r. minęło 400 lat od urodzin Jana Heweliusza, wielkiego astronoma. Urodził się on w Gdańsku, w zamożnej rodzinie browarników. Rodzina znana była pod nazwiskiem Hewelke. Rodzice, Abraham Hevelke i Kordula Hecker, zatroszczyli się o staranne wykształcenie syna. Nauczycielem młodego Jana był wspaniały profesor matematyki i astronomii - Piotr Krüger, uczeń Tycho de Brahe i przyjaciel Jana Keplera.

W 1630 roku Jan Heweliusz wyjechał za granicę na studia. Studiował prawo, astronomię i fizykę, kolejno w Holandii (Lejda), Anglii i Francji. W drodze do Holandii, 29 czerwca 1630 roku, odwiedzając wyspę Hven, dokonał swojej pierwszej udokumentowanej obserwacji astronomicznej, zakrycia Saturna przez Księżyc. Jako student uczestniczył w licznych spotkaniach naukowych, poznał i zaprzyjaźnił się z wieloma uczonymi. Pragnął pojechać do Włoch by poznać Galileusza. Z powodu choroby ojca zrezygnował z tego wyjazdu i wrócił do Gdańska, gdzie przejął rodzinny browar i zaczął udzielać się społecznie. W 1635 roku, mając 24 lata, ożenił się z Katarzyną Rebeschke, córką bogatego browarnika. W ten sposób połączyły się dwa największe browary gdańskie, których dochody zabezpieczyły mający nastąpić niebawem rozwój działań astronomicznych. Heweliusz aktywnie uczestniczył także w życiu społecznym Gdańska jako ławnik i rajca miejski. Używał herbu z motywem żurawia, symbolizującego wytrwałość, czujność i skupienie.

Zainteresowania astronomiczne młodego Heweliusza wyrastały w klimacie umacniających się w świecie idei kopernikańskich. W 1616 roku, kiedy Jan był jeszcze dzieckiem, *De revolutionibus* Kopernika zostało wciągnięte na listę ksiąg zakazanych, co poruszyło środowiska oświecone, również w rodzinnym Gdańsku, powodując ogólne ożywienie zainteresowania astronomią. W roku śmierci Jana Keplera Heweliusz rozpoczynał swoje studia. W kręgach uczonych, z którymi stykał się młody Heweliusz, było głośno na temat dzieł astronomicznych i optycznych Keplera. Jeszcze głośniej rozbrzmiewały echa współczesnych wydarzeń, jakie rozgrywały się za sprawą Galileusza. Przykłady działalności tak wielkich uczonych jak Kopernik, Tycho de Brahe, Kepler i Galileusz z pewnością legły u podstaw rozwoju zainteresowań astronomią u młodego Jana Heweliusza.

W 1641 roku Heweliusz zbudował swoje pierwsze obserwatorium astronomiczne. Dziesięć lat później powstało duże obserwatorium na połączonych dachach trzech kamienic przy ulicy Korzennej w Gdańsku. Heweliusz nazywał je „gwiazdny ogrodem”. Heweliusz był bardzo wytrwały i pracowity. Posiadał niezwykle dobry wzrok. Był utalentowanym rysownikiem i rytownikiem, a przy tym znał się na obróbce metali, drewna i szkła. Narzędzia do obserwacji z początku wytwarzał

przeważnie sam. Z ich pomocą obserwował Księżyc, Słońce, planety, komety i gwiazdy. Gdańskie obserwatorium stało się jednym z największych i najlepiej wyposażonych nowoczesnych obserwatoriów astronomicznych świata. Dla uniknięcia wad optyki Heweliusz zbudował teleskop o bardzo dużej ogniskowej. Luneta miała długość prawie 46 metrów i była zawieszona na słupie o wysokości około 30 metrów. Był to wówczas największy teleskop na świecie. Nie mieścił się w obserwatorium przy ulicy Korzennej, dlatego Heweliusz umieścił go na obrzeżu miasta.

Jednym z pierwszych zagadnień, jakim zajął się Heweliusz była kartografia powierzchni Księżyca. Wyniki swoich obserwacji zamieścił w dziele *Selenographia*, wydanym w roku 1647. Dzieło zawierało świetne rysunki Księżyca w różnych fazach, jego mapy, oraz inne obserwacje wykonane w tym czasie. Była to pierwsza praca, która rozprawiała się z dotychczasowymi, jeszcze żywymi w czasach Heweliusza, poglądami jakoby Księżyc był zwierciadłem odbijającym zarysy Ziemi. *Selenographia*, mimo tytułu wskazującego Księżyc, zawiera pełny obraz dorobku naukowego Heweliusza do czasu wydania dzieła.

Jan Heweliusz był jednym z nielicznych uczonych prowadzących obserwacje Słońca w XVII wieku. Samo Słońce miał za kulę ognistą, otoczoną atmosferą podobną do ziemskiej. Dostrzeżone przez siebie plamy słoneczne uważał za obiekty rzeczywiste, a nie zjawy czy złudzenia oka bądź soczewek teleskopu. Plamy według niego pochodzą z zagęszczenia wyziewów w atmosferze Słońca. Heweliusz wierzył, podobnie jak wielu uczonych starożytnych i mu współczesnych, że Księżyc jest zamieszkały, ale przez zwierzęta i rośliny różne od ziemskich, co do wielkości i jakości, a które nazywał Selenitami. Twierdził również, że muszą one być inne na każdej z półkul księżycowych tj. zwróconej do Ziemi i od niej odwróconej. Oprócz kwestii astronomicznych Heweliusz podejmuje w *Selenographii* też bardziej ogólne problemy filozoficzne. Zastanawia się na przykład zagadnieniem nieskończoności Wszechświata. Jako filozofów wyraźnie opowiadających się za nieskończonością Wszechświata wymienia m.in. Giordana Bruno.

W liczącej ponad tysiąc stron księdze *Cometographia*, Heweliusz przedstawił poglądy na naturę komet oraz opisał komety, które sam obserwował w latach: 1652, 1661, 1664 i 1665. Heweliusz odkrył 9 komet oraz stwierdził, że niektóre z nich poruszają się po orbitach parabolicznych. W dołączonych tabelach zebrał informacje zawarte w dziełach astronomicznych, historycznych i filozoficznych o 250 kometach obserwowanych od najdawniejszych czasów. Dając tablicę przeglądową komet do roku 1665 przeciwstawia się przypisywaniu im jakichkolwiek astrologicznych czy wieszczbiarskich właściwości, uważając komety za zjawiska ściśle przyrodnicze. *Cometographia* dedykowana była królowi Francji Ludwikowi XIV.

W dziele *Machinae Coelestis pars prior* Heweliusz opisał instrumenty astronomiczne swego bogato wyposażonego obserwatorium, swoją biografię, historię astronomii oraz pochwałę astronomii jako nauki. Niezwykle piękne dzieło zadedykowane zostało również Ludwikowi XIV. *Machinae Coelestis pars posterior*,

dedykowane królowi Janowi III Sobieskiemu, zawierało obserwacje astronomiczne Heweliusza.

Dzieło *Prodromus Astronomiae* zostało wydane już po śmierci Heweliusza, w roku 1690. Jej część drugą stanowił katalog gwiazd stałych, zawierający pozycje około 1900 gwiazd, w tym około 1600 obserwowanych przez Heweliusza. Przy katalogowaniu gwiazd Heweliusz ustanowił wiele nowych gwiazdozbiorów. Nazwy niektórych z nich obowiązują do dziś, choćby Psy Gończe, Jaszczurka, Ryś, Sekstans, Lis, Tarcza. W trzeciej części, zatytułowanej *Firmamentum Sobiescianum* Heweliusz zamieścił swój piękny atlas nieba, którego wspaniałe ryciny gwiazdozbiorów są powszechnie rozpoznawalne również dzisiaj, gdy zdobią liczne współczesne wydawnictwa astronomiczne.

Na początku 1662 roku Heweliusz uzyskał od Jana Kazimierza, z którym miał dobre układy, przywilej na własną drukarnię. W tym samym roku Jan Kazimierz ponownie pomógł Heweliuszowi, który właśnie stracił żonę. Związek z Katarzyną trwał 27 lat i małżonkowie nie mieli dzieci. Po śmierci żony, jej rodzina w ramach podziału spadku żądała sprzedaży części majątku, w tym także instrumentów astronoma. Usilne próby rozwiązania problemu u władz miejskich się nie powiodły. Dopiero królewska hojna interwencja pozwoliła Heweliuszowi ocalić instrumentarium. Po roku żałoby Heweliusz ponownie się ożenił. Jego żoną została młoda kobieta pochodząca z zamożnej gdańskiej rodziny, Elżbieta Koopman. Była ona niestrudzoną pomocniczką męża w obserwacjach astronomicznych. Urodziła mu także trzy córki. Stała się nie tylko oddaną małżonką, lecz również została najbliższą współpracownicą uczonego. Heweliusz utrwalił Elżbietę w dwóch miejscach w „*Machinae coelestis pars prior*”. Wielokrotnie powtarzał, że jego żona bardzo dobrze radzi sobie z obserwacjami astronomicznymi. To ona po śmierci męża wydała drukiem dzieło „*Prodromus astronomiae*”, dedykowane królowi Sobieskiemu.

Działalność obserwacyjna Heweliusza trwała nieprzerwanie blisko 40 lat do 1679 roku, kiedy pożar zniszczył całe obserwatorium. Dzięki pomocy króla Jana III Sobieskiego i Ludwika XIV, oraz własnej determinacji i uporowi, nowe obserwatorium powstało po trzech latach. Heweliusz jednak w nim już długo nie popracował. Umarł 28 stycznia 1687 roku, w dzień swoich 76 urodzin. Został pochowany w gdańskim kościele św. Katarzyny.

W roku 1686, na rok przed śmiercią, Heweliusz planował dokończenie dwóch ściśle ze sobą związanych prac: katalog gwiazd i atlas nieba. Druk obu dzieł astronoma ukończyła pośmiertnie jego żona Elżbieta, przy finansowym wsparciu króla Jan III Sobieskiego.

Heweliusz był darzony wielkim autorytetem wśród jemu współczesnych oraz przez potomnych. Był członkiem Towarzystwa Królewskiego w Londynie. Jego dorobek jest wielokrotnie cytowany w wielkich dziełach naukowych, w tym przez Newtona w *Principiach*. Na cześć Heweliusza nazwano jeden z kraterów księżycowych, grupę rowów księżycowych i planetoidę. Decyzją UNESCO rok 1987 został uznany Rokiem Pamięci Jana Heweliusza, a decyzją Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej rok

2011 został ogłoszony rokiem Jana Heweliusza. W rodzinnym Gdańsku, gdzie pamięć o Heweliuszu jest pielęgnowana najbardziej, można na mieście spotkać wiele pamiątek, w tym okazały pomnik uczonego.



Fragment ściany budynku przy ul. Korzennej w Gdańsku pomalowany w motywy przeniesione z atlasu nieba Heweliusza (fot. B. Wszolek)

Pełny tekst „Selenografii” Heweliusza jest dostępny na stronie internetowej:

http://posner.library.cmu.edu/Posner/books/pages.cgi?call=520_H59S_1647&layout=vol0/part0/copy0&file=0520

Roje meteorów w 2012 roku

Artur Leśniczek

PTMA Częstochowa

Przestrzeń międzyplanetarna nie jest, jakby się mogło zdawać, pusta. Występują w niej m. in. mniejsze lub większe okruchy materii zwane meteoroidami. Jedne krążą wokół Słońca po przypadkowych orbitach, inne mają orbity do siebie zbliżone. Te drugie są okruchami materii, pozostawionymi na swojej drodze przez komety. Orbity tych drobin przechodzą w pobliżu orbity Ziemi lub wręcz ją przecinają. Meteoroidy, które trafią na Ziemię, wpadają w jej atmosferę, rozgrzewają ją do postaci plazmy, wywołując jej świecenie. Same zaś wyparowują. To właśnie zjawisko nazywamy meteorem. Kiedy Ziemia natrafia na taki strumień, pojawia się wiele meteorów w krótkim czasie. Jest to rój meteorów. Ponieważ meteoroidy w roju poruszają się mniej więcej po równoległych torach, pojawia się na niebie wyróżniony obszar, z którego zdają się promieniście wybiegać meteory. Obszar ten nazywamy radiantem. Meteoroidy wpadają w atmosferę z określonymi prędkościami charakterystycznymi dla danego roju. Aby określić intensywność roju, zlicza się meteory w określonych przedziałach czasowych (np. godzinnych). Warunki obserwacji bywają bardzo zmienne. Im radiant znajduje się wyżej tym są one korzystniejsze. Przeszkadzać mogą m. in. chmury i rozświetlenie nieba przez Księżyc. Na jasnym niebie można zauważyć mniej słabszych meteorów. Z powodu zmienności warunków wprowadzono pojęcie zenitalnej liczby godzinnej czyli ZHR (Zenithal Hourly Rate). Jest to ilość meteorów jaką może zaobserwować obserwator w czasie jednej godziny przy idealnych warunkach (widoczność graniczna 6.5 magnitudo) i radiantem roju znajdującym się w zenicie. Nazwy rojów pochodzą od gwiazdozbioru, w którym znajduje się radiant. W przypadku gdy więcej niż jeden rój ma swój radiant w danej konstelacji, do nazwy dodaje się nazwę gwiazdy, która znajduje się najbliżej.

Wszystkie podane czasy są zgodne z czasem obowiązującym w Polsce, z uwzględnieniem czasu letniego.

Kwadrantydy (QUA)

Rój ten aktywny jest od 28 grudnia do 12 stycznia. Maksimum przewidywane jest 4 stycznia o godz. 8:20. Księżyc zajdzie wtedy około godz. 4:00, co daje możliwość obserwacji bez jego wpływu kilka godzin przed świtem. Maksimum jest zazwyczaj krótkotrwałe. Meteoroidy są posortowane masowo co może dawać dodatkowe maksimum słabych (teleskopowych) zjawisk do 14 godzin wcześniej. Radiant, znajdujący się w gwiazdozbiorze Wolarza, z biegiem nocy będzie wznosił się coraz wyżej, zbliżając się do zenitu w czasie maksimum. Jest on bardziej rozmyty poza czasem maksimum. W miejscu, w którym znajduje się radiant znajdowała się kiedyś konstelacja Quadrans Muralis. Została jednak zlikwidowana, ale pochodząca od niej

nazwa roju pozostała. Meteoroidy wpadają w atmosferę z prędkością 41km/s. Wartość ZHR powinna wynosić około 120.

Lirydy (LYR)

Meteory te występują od 16 do 25 kwietnia. Maksimum wyznaczone z wieloletnich obserwacji ma wystąpić 22 kwietnia o godz. 7:30. Czas maksimum był jednak zmienny co w zakresie odpowiadającym dla tego roku przypada na okres od 21 kwietnia godz. 23:30 do 22 kwietnia godz. 10:30. Aktywność zmieniała się razem z czasem wystąpienia maksimum. Była mniejsza razem z oddalaniem się od czasu odpowiadającego maksimum wyznaczonemu na ten rok. Średnio ZHR wynosiło 18 i taka wartość przewidywana jest w tym roku. Uważa się, że Lirydy mają krótkotrwałe maksimum, jednak wieloletnie obserwacje wskazują na różną jego długość. Księżyc znajdzie się w nowiu 21 kwietnia, dzięki czemu w ogóle nie będzie przeszkadzał obserwacjom. Prędkość tego roju wynosi 49km/s.

Perseidy (PER)

Rój ten jest aktywny od 17 lipca do 24 sierpnia. Maksimum przewidywane jest 12 sierpnia o godz. 16:30. Jego czas jednak zmieniał się w zakresie odpowiadającym w tym roku okresowi od godz. 9:00 do 21:30. Księżyc, będący po ostatniej kwadrze, nie będzie przeszkadzał w obserwacjach. Meteoroidy z tego roju mają prędkość 59km/s. Spodziewana wartość ZHR wynosi 100. Radiant, znajdujący się w Perseuszu, z biegiem nocy wznosi się coraz wyżej.

Drakonidy (DRA)

Rój ten występuje od 6 do 10 października. Maksimum przewidywane jest 8 października o godz. 13:15. Księżyc, będący w ostatniej kwadrze, tylko częściowo będzie przeszkadzał w obserwacjach. Radiant znajduje się w konstelacji Smoka. Nie zachodzi on w ogóle, ale wznosi się wysoko tylko w godzinach wieczornych. Rój ten ma prędkość 20km/s. Aktywność jego jest bardzo zmienna.

Orionidy (ORI)

Meteory te występują od 2 października do 7 listopada. Maksimum przewidywane jest 21 października. Orionidy zazwyczaj mają kilka mniejszych maksimumów, dając w sumie zwiększoną aktywność roju w ciągu kilku nocy. Wartości ZHR były różne w różnych latach. Aktualnie przewidywana jest wartość 25. Rój ten jest powiązany z kometą Halley'a. Księżyc, będący tuż przed pierwszą kwadrą znajdzie stosunkowo szybko, dzięki czemu nie będzie przeszkadzał przez większość nocy. Radiant wschodzi około 21 i wznosi się dalej niemal przez całą noc. Prędkość tego roju wynosi 66km/s.

Leonidy (LEO)

Rój ten jest aktywny od 6 do 30 listopada. Maksimum wypada 17 listopada o godz. 10:30. Może być jednak kilka mniejszych maksimumów. Spodziewana wartość ZHR wynosi około 15. Księżyc, będący kilka dni przed pierwszą kwadrą, nie będzie

przeszkadzał w obserwacjach. Znajdujący się w gwiazdozbiorze Lwa radiant, wschodzi po godz. 22. Prędkość tego roju wynosi 71km/s.

Geminidy (GEM)

Rój ten występuje od 4 do 17 grudnia. Maksimum przewidywane jest 14 grudnia o godz. 0:30. Czas maksimum w poprzednich latach zmieniał się jednak w zakresie dla tego roku odpowiednio od 13 grudnia godz. 8:00 do 14 grudnia godz. 5:00. Przewidywana wartość ZHR wynosi 120. Wartości zbliżone do maksimum utrzymują się zazwyczaj około doby. Meteoroidy są też posortowane masowo. Więcej słabszych meteorów teleskopowych, pojawia się dzień przed maksimum. Radiant znajduje się w gwiazdozbiorze Bliźniąt. Księżyc, będąc w okolicach nowiu, nie będzie przeszkadzał obserwacjom. Prędkość tego roju wynosi 35km/s.

Ursydy (URS)

Meteory z tego roju pojawiają się od 17 do 26 grudnia. Maksimum przewidywane jest 22 grudnia o godz. 9:00. Wartość ZHR ma wynieść 10. Istnieje też możliwość pojawienia się drugiego, być może większego, maksimum o godz. 4:00. Radiant znajduje się w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy. Meteory te mają prędkość 33km/s. Będący tuż po pierwszej kwadrze Księżyc, utrudni obserwacje jedynie w pierwszej połowie nocy.

Nazwa roju	Okres aktywności	Data maksimum	Prędkość roju [km/s]	ZHR
Kwadrantydy (QUA)	12.28 – 01.12	01.04	41	120
Lirydy (LYR)	04.16 – 04.25	04.22	49	18
Perseidy (PER)	07.17 – 08.24	08.12	59	100
Drakonidy (DRA)	10.06 – 10.10	10.08	20	zmienne
Orionidy (ORI)	10.02 – 11.07	10.21	66	25
Leonidy (LEO)	11.06 – 11.30	11.17	71	15
Geminidy (GEM)	12.04 – 12.17	12.14	35	120
Ursydy (URS)	12.17 – 12.26	12.22	33	10

Opracowano na podstawie kalendarza IMO (International Meteor Organization) dostępnego pod adresem www.imo.net/calendar/2012.



Uczestnicy konferencji „Astrophisica Nova” uwięzieni w windzie. Na przekór trudnej sytuacji Grygorii Polinovskiy z Kijowa stara się podtrzymać na duchu współtowarzyszy niedoli. Na szczęście nikt nie zasnął podczas 40-minutowego oczekiwania na ratunek (fot. B. Wszolek)

Część czwarta

(przyczynki naukowe)

Materiały z III Konferencji Naukowej Młodych „Astrophisica Nova”
Częstochowa, 10-11 maja 2011

Recenzja szczegółowa:

Prof. dr hab. Krzysztof Maślanka

III Częstochowska Konferencja Młodych "Astrophisica Nova"

10-11 maja 2011 Częstochowa

Planetarium Instytutu Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie,
Al. Armii Krajowej 13/15, lok. 4004.



Komitet Organizacyjny

Dr Bogdan Wszolek (IF AJD, Częstochowa)
Mgr Agnieszka Kuźmicz (UJ, Kraków)

Instytucje bezpośrednio wspomagające konferencję (organizacyjnie i/lub finansowo)

Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Astronomia Nova
Częstochowski Oddział PTMA

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

И.Л.Андронов

Кафедра «Высшая и прикладная математика»
Одесского национального морского университета, Одесса, Украина
<http://realsky.ru/community/uavso>

Что такое переменные звезды?

В отличие от Луны с переменностью ее фазы или планет, движущихся на фоне звезд, сами звезды в античное время считались постоянными и неподвижными, в отличие от суетливой жизни на Земле. Время от времени хроники регистрировали появление "звезды-гостьи", которую бы в наше время назвали "Новой" или "Сверхновой", что свидетельствовало, что и в звездном мире не все так постоянно. Однако, современное представление о различных типах переменных звезд было заложено открытием в 1596г. Фабрициусом звезды, названной "Мира" (т.е. "удивительная") Кита, которая показывала периодическое появление и исчезновение, а также периодических ослаблений блеска у звезды Алголь (бета Персея), открытых первоначально Монтанари, а потом переоткрытых в 1782 году Джоном Гудрайком и интерпретированных им затмениями одной звезды другой.

"Переменной называется звезда, которая показывает изменение своих характеристик за время ее исследований на заданном уровне точности". Это определение показывает не только факт переменности звезды, но и субъективные условия ее наблюдения. Амплитуда изменения блеска для разных звезд находится в диапазоне от тысячных звездной величины до двадцати звездных величин, а характерное время изменения блеска составляет от долей секунды до тысяч лет. Исходя из современных представлений о структуре звезд, все звезды эволюционируют, меняют свои характеристики со временем. Однако, по "презумпции невиновности", "пока не доказана вина"="не подтверждена переменность", звезда переменной не считается и в Общий каталог переменных звезд (ОКПЗ) не заносится. В настоящее время в ОКПЗ занесено около 43 тысячи переменных звезд, еще примерно впятеро больше содержится в других каталогах (VSX и др.). Однако, пока не будет подтверждены факт и тип их переменности, они считаются "заподозренными в переменности" и не имеют собственного названия.

Причин изменений блеска очень много. Основные группы - это физически переменные звезды (характеристики которых меняются, например, эруптивные и пульсирующие) и геометрически переменные - т.е. системы с несимметричной диаграммой направленности излучения, которые поворачиваются к наблюдателю в результате вращения (затменные двойные системы, незатменные системы с асимметричными компонентами).

К последним, относят и звезды, периодически затмеваемые экзопланетами. В этом случае неуместно говорить "затменная двойная звезда", но вполне правильно "затменная двойная система".

Различные причины переменности приводят к различным наблюдательным проявлениям, т.е. кривым блеска (зависимость звездной величины от времени, а для периодических звезд - от фазы). Поэтому была разработана официальная система классификации, принятая в ОКПЗ. В настоящее время в ОКПЗ принято 79 типов и подтипов переменности. Классификация и описание приведены в книге: Н.Н. Самусь "Переменные звезды".

Естественно, с обнаружением новых звезд становятся известными все новые и новые объекты, которые со временем могут стать "прототипами" новых типов. Поэтому часто типы называют по имени звезд (напр., "мирида" = звезда типа Миры Кита, "лирида" = звезда типа RR Лиры, "цефеида" = звезда типа дельта Цефея) или двойственно, например, "карликовая новая" = звезда типа U Близнецов, "поляр" = звезда типа AM Геркулеса, "промежуточный поляр" = звезда типа DQ Геркулеса, "рентгеновский пульсар" = звезда типа NZ Геркулеса, "вспыхивающая" = звезда типа UV Кита и т.д.

Систему классификации ОКПЗ можно сравнить со справочником или учебником - изменения в нее вносятся после того, как в отдельных статьях или группах статей обосновывается необходимость введения новых типов. Например, в очереди на рассмотрение "асинхронные поляры" = звезды типа ВУ Жирафа, "магнитные карликовые новые" = звезды типа DO Дракона, "импакторы" = звезды типа V361 Лиры и др.

Зачем наблюдать переменные звезды?

Вселенная является лабораторией, в которой происходят все возможные процессы, которые разрешены законами Природы. Не имея возможности проводить эксперименты в космических масштабах, ученые наблюдают планеты, звезды и звездные системы. Такие исследования позволяют не только уточнять имеющиеся физические модели, но и обобщать их при экзотически гигантских расстояниях, давлениях, плотностях, температурах. Список астрономических открытий, которые привели к внедрению в навигацию, науку и технику, огромен. Астрономия, математика и физика и ряд других наук находятся на переднем крае естествознания, взаимно дополняя и обобщая друг друга.

Переменные звезды - одни из наиболее интересных классов космических объектов, которые находятся на активных стадиях эволюции, и потому проявляют действие большего числа физических законов в разных комбинациях.

Их необходимо систематически наблюдать на протяжении десятилетий для того, чтобы изучать историю их поведения. Однако, число переменных звезд значительно превышает количество профессиональных астрономов и тем более

количество телескопов. Кроме того, трудно представить столетия наблюдений какого-либо объекта одним из астрономов на одном телескопе.

Таким образом, астрономы-любители вносят реальный и весьма полезный вклад в науку своими визуальными, фотографическими, фотоэлектрическими и ПЗС наблюдениями переменных звезд. Эти данные важны для анализа поведения переменных звезд, планирования наблюдений некоторых звезд с наземных и космических обсерваторий, компьютеризированных теоретических моделей.

Исследование переменных звезд очень важно для исследования характеристик звезд и их эволюции. Часть этой информации было бы трудно или невозможно получить другими методами. Во многих случаях характер переменности (часто состоящей из нескольких компонент) позволяет выбрать между моделями.

Переменные звезды продолжают играть важную роль в нашем понимании Вселенной. Вспышки Сверхновых приводят к обогащению тяжелыми элементами межзвездного пространства, что позволяет образовываться планетам с твердыми оболочками. Вряд ли жизнь могла бы образоваться, если бы в протозвездном облаке не было элементов тяжелее водорода и гелия. Но и взрывы очень близких Сверхновых вблизи Солнечной системы могут катастрофически повлиять на жизнь на Земле. Наблюдения Сверхновых привели нас к осознанию того, что расширение Вселенной ускоряется, а не замедляется, как можно было ожидать.

Новые звезды показывают регулярные вспышки с интервалом от десятков до сотен тысяч лет, что объясняется термоядерными взрывами в их атмосферах по мере накопления падающего на них вещества, богатого водородом. Затменные двойные звезды являются наилучшими лабораториями для определения не только температур, но и масс и радиусов. Цефеиды сыграли важную роль в определении расстояний до далеких галактик и определения возраста Вселенной. Переменные звезды типа Миры Кита дают нам возможность заглянуть в будущее развитие нашей собственной звезды, Солнца. Аккреционные диски катаклизмических переменных помогают нам понять поведение дисков на еще больших масштабах, как и процессы внутри ядер активных галактик с сверхмассивными черными дырами. Даже поиск внеземной жизни связан с исследованием переменных звезд. Транзиты внесолнечных планет помогают понять процессы образования планет и самой жизни. А, как мы знаем, тяжелые химические элементы, необходимые для жизни, возникают при термоядерных реакциях в ядрах звезд.

Что и как наблюдать?

В предыдущих выпусках "Одесского Астрономического Календаря" были приведены карты окрестностей ярких переменных звезд, доступных для любительских наблюдений в бинокль или небольшой телескоп. Методы их

визуальных и фотографических наблюдений были описаны в классических книгах Владимира Платоновича Цесевича "Что и как наблюдать на небе" и "Переменные звезды и их наблюдение". В последние годы увеличилось количество личных обсерваторий, оснащенных телескопами с диаметром зеркала 15-40 см и ПЗС матрицами, что позволяет наблюдать слабые объекты. Для обработки таких изображений различными авторами разработано несколько программ, которые работают под операционными системами Linux (IRAF, MIDAS и др.) и Windows (бесплатные MuniPack, WinFits, IRIS, популярная коммерческая MaximDL и др.). Методика таких наблюдений описана в книге: А.В.Миронов "Прецизионная фотометрия".

Результаты наблюдений представляют ценность для астрономического сообщества, когда они правильно и тщательно обработаны, и приведены в формате, принятом в том или ином сообществе. По терминологии, астрономы делятся на профессионалов (которые работают в специальных учреждениях и получают за научную работу зарплату) и любителей (которые зарабатывают другими видами деятельности, но занимаются астрономией "по любви" в свободное от работы время). Есть еще одно слово "дилетант", которое свидетельствует о низком уровне подготовки или малом опыте, и оно может относиться и к некоторым любителям, и к некоторым профессионалам. Популяризаторская деятельность ставит своей целью инициировать переход от дилетантов к любителям, а от них и к профессионалам. В данной статье мы рассматриваем возможные направления деятельности любителей, которые могут принести реальный вклад в науку.

Для публикации патрульных визуальных (и реже фотографических или ПЗС) наблюдений используется стандартный формат - время в Юлианских датах (Julian Date), звездная величина и трехбуквенный код наблюдателя (напр., VER= Michel Verdenet, Франция). Таблицы таких измерений блеска для каждой из звезд присылают в базы данных ассоциаций наблюдателей переменных звезд. Ассоциации созданы практически во всех развитых странах, однако, с учетом роста международной кооперации, идет тенденция использования международных баз данных, объединяющих результаты наблюдений из многих стран.

Наибольшей в мире является American Association of Variable Stars Observers (AAVSO, Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд), в которой насчитывается в настоящее время более 22 миллионов индивидуальных оценок блеска около 6 тысяч переменных звезд разных типов, полученных почти 6 тысячами наблюдателей из разных стран, и это число увеличивается в последнее время примерно на полмиллиона в год. Отметим, что в 2011 году AAVSO отпраздновали свой 100-летний юбилей, и мы поздравляем коллег с этим знаменательным событием.

Согласно недавнему рейтингу AAVSO, украинские наблюдатели занимали 11-е место по количеству наблюдений, присланных в международную базу

данных этой общественной организации. О важности таких наблюдений для профессиональной науки свидетельствует тот факт, что в США данная база данных находится в знаменитом Гарвардском университете. Аналогичные базы данных в других странах также помещаются на университетские интернет-серверы (Страсбург, Франция; Киото, Япония; Брно, Чехия и др.). Для доступности наблюдений "из одного источника" и унификации форматов наблюдений, имеет смысл именно объединение в гигантских базах данных. В Европе наибольшая база данных – Французской ассоциации наблюдателей переменных звезд (AFOEV) – находится в Страсбургском университете. Конечно, некоторые наблюдатели посылают свои оценки блеска и в национальные базы данных, и в международные. Поэтому, при объединении данных в один файл для последующего анализа, необходимо удалять "повторения" одних и тех же наблюдений, опубликованных в разных базах данных.

Весьма важными являются "новые наблюдения" на основании "старых фотонегативов". Новооткрытую звезду можно исследовать и "в прошлом", используя полученные ранее патрульные наблюдения. Наибольшая по численности в СНГ (и третья в мире) коллекция, насчитывающая более 100 тысяч негативов, хранится в "Стеклотеке" Астрономической обсерватории Одесского национального университета, и используется профессионалами и любителями, в том числе, по проекту "Украинская виртуальная обсерватория". Великолепная коллекция негативов с существенно более слабыми звездами (и соответственно, меньшим полем зрения) получена в Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга при Московском государственном университете.

Другое важное направление, которое основано на результатах обработки исходных наблюдений - это моменты минимумов затменных двойных звезд или максимумов пульсирующих. Такое различие связано с тем, что в максимуме блеска звезда ярче, и большее число звезд доступно для наблюдений с одним и тем же инструментом. Кроме того, для большинства звезд, максимумы более узкие, чем минимумы, поэтому требуют меньшую продолжительность наблюдений и определяются с лучшей точностью. Для затменных двойных звезд, наоборот, более узкими и явно выраженными являются именно затмения. Для определения используются несколько методов. Один из них, использующий аппроксимацию кривой блеска полиномом с выбором статистически оптимальной степени, реализован в программе VSCalc (автор В.В.Бреус).

Разные экстремумы используются и для весьма популярных исследований промежуточных полярных - определение максимумов более быстрых колебаний блеска, связанных с вращением магнитного белого карлика, но минимумов орбитальной переменности, которые обычно связаны с полными или частными затмениями. Для определения сглаживающей кривой с использованием

мультипериодической мультигармонической аппроксимации с учетом полиномиального тренда, рекомендуем использовать программу MCV (авторы И.Л.Андронов и А.В.Бакланов).

Использование экстремумов позволяет проводить исследования так называемых "О-С" диаграмм - зависимостей от времени или номера цикла отклонений моментов экстремумов от теоретически предсказанных значений (напр., по простейшей формуле $T_E = T_0 + P \cdot E$, где T_E - теоретический момент времени, соответствующий номеру цикла E , P - период и T_0 - начальная эпоха). Проводя математическое моделирование этой наблюдательной зависимости, можно уточнять значения периода и начальной эпохи, исследовать возможные "вековые" изменения периода (связанные в двойных системах с перетеканием вещества, магнитным или немагнитным звездным ветром, гравитационным излучением, в пульсирующих с медленным изменением структуры звезды) или периодические, связанные с наличием в системе третьего (и более) компонента. Существует несколько электронных баз данных моментов экстремумов, созданных в различных организациях - B.R.N.O., BAV, BBSAG, AAVSO, GEOS и др. Наиболее полные результаты исследований в бумажном виде были опубликованы в 6-томной монографии (авторы Jerzy Kreiner (Польша), Il-Seong Nha, Chun-Hwey Kim (Корея)). Однако, в последующее десятилетие основными стали электронные публикации.

Хотя составители стараются использовать всю доступную литературу, некоторые различия все же есть. Если Вы заинтересовались определением моментов экстремумов, то желательно посылать эти данные либо самостоятельно в журнал в соответствии с правилами для авторов (один из последних примеров такой компиляции в журнале "Open European Journal on Variable Stars" N 137), либо в одну или несколько из указанных баз данных, чтобы войти в очередную регулярную статью - отчет.

Как и в случае публикации исходных наблюдений, сравнительно редко можно сделать открытие на основании небольшого числа собственных данных. Однако, проводя анализ собственных и опубликованных ранее другими авторами данных, можно открыть изменение периода и его тип (вековое, периодическое, скачок) и инициировать других исследователей на последующее изучение.

Моменты экстремумов вместо оригинальных наблюдений имеют некоторые преимущества - компактность (вместо десятков наблюдений блеска одно значение) и подготовка предварительных значений для последующего анализа. Однако, развитие компьютерных методов математического моделирования с использованием различных алгоритмов позволило бы переобработать наблюдательные данные другим исследователям, поэтому таблица значений блеска была бы желательна.

Таким образом, есть широкая возможность выбора типа наблюдений - патрульные (одна оценка блеска для долгопериодических звезд, напр. мирид,

полуправильных, цефеид, когда за всю ночь или за вечер можно сделать оценки блеска нескольких единиц или десятков звезд), или временные ряды (одна или несколько звезд в ночь с продолжительностью ряда от нескольких часов до всей ночи). Последнее стало весьма популярным, поскольку не требует наведения телескопа на разные объекты. Такой тип наблюдений требуют короткопериодические объекты - катаклизмические двойные звезды (классические (AM Her), асинхронные (BY Cam) и промежуточные (DQ Her) полярны, карликовые новые (UG), новоподобные (NL)) - желательно несколько ночей наблюдений за сезон, затменные звезды (EA, EB, EW), а также мультипериодические пульсирующие переменные звезды типа RR Лиры (RR) с эффектом Блажко и типа Дельта Щита (DSCT).

Для непериодических катаклизмических переменных звезд нынешняя "научная ниша" заключается в десятках ночей мониторинга на объект, чтобы можно было проследить переменность характеристик переменности. Такая тавтология кажущаяся. Если бы переменность была периодической, то ее можно было бы описать несколькими характеристиками – начальная эпоха, период, несколько параметров, характеризующих фазовую кривую блеска. Но самое интересное – это исследование именно изменений этих характеристик.

Конечно, к наблюдениям следует готовиться. Посмотреть, какие из заинтересовавших Вас звезд будут ночью достаточно высоко над горизонтом, чтобы атмосферное поглощение не поглощало значительную часть света. Некоторые исследователи стараются не наблюдать, когда звезда ниже 30 градусов над горизонтом. "Охотникам за экстремумами" следует рассчитать эфемериды - т.е. теоретические значения моментов времени, вблизи которых выбрать интервал времени наблюдений (чтобы охватить восходящую и нисходящую части кривой блеска если не полностью, то хотя бы частично). Кроме того, моменты времени "по эфемериде" приведены на центр Солнца (гелиоцентрические) или центр Солнечной системы (барицентрические), но мы наблюдаем на Земле (время геоцентрическое), поэтому сигнал может наблюдаться раньше или позже из-за того, что свет проходит расстояние, равное радиусу земной орбиты, за 8 минут 18 секунд. Более подробно об этом эффекте "гелиоцентрической поправки" можно прочитать в литературе, а вычислить, например, при помощи программы MCV.

Поскольку предполагается, что возможны изменения периодов, то наблюдаемый момент может быть смещен относительно вычисленного. Поэтому интервал времени наблюдений не должен быть слишком узким. Если объектов несколько, то распределить время на соответствующие интервалы. Для катаклизмических и мультипериодических звезд используется вся кривая блеска, а не окрестности максимумов или минимумов, поэтому желательно наблюдать все доступное время.

Что именно наблюдать в ближайшие ночи, зависит от пристрастий исследователя, времени года, широты места наблюдения и координат звезды,

ее блеска, амплитуды и точности измерений. По приведенным ниже интернет-ссылкам можно найти списки и карты окрестностей объектов, предлагаемых различными организациями - затменных двойных, промежуточных поляров, пульсирующих и других переменных звезд.

В последнее время, в связи с публикацией рядов наблюдений всех попадающих в исследуемые области звезд в ряде обзоров неба, колоссальное количество исследований проводится по этим "чужим" данным. По-английски это называют "data mining" ("копание в данных"). Естественно, что, готовя аналитическую статью, необходимо использовать не только собственные наблюдения и опубликованные ранее статьи, но и анализировать такие опубликованные "сырые" данные.

Среди множества объектов, обнаруженных в мире, выделяется группа новых переменных, которую открыла в Одессе студентка (ныне аспирантка) Наталья Вирнина. За 2 года по ее собственным наблюдениям с использованием ПЗС-матрицы она открыла более 60 новых периодических (затменных и пульсирующих) переменных звезд. 32 из них представлены в статье, приведенной в списке интернет-ссылок. Хотя основные характеристики уже определены, новые наблюдения в различных фильтрах были бы полезны как для уточнения периода и начальной эпохи, так и для определения температур по показателям цвета.

Как оформлять и где публиковать результаты?

Публикации о переменных звездах можно разделить на несколько категорий - аналитические статьи, содержащие разностороннее исследование; сообщения об открытиях, содержащие необходимый минимум информации; сообщения об открытии непериодических интересных событий в известных звездах; таблицы экстремумов блеска; таблицы индивидуальных значений блеска и, возможно, других характеристик. Наиболее сложными являются аналитические статьи, однако, они невозможны без получения исходных наблюдений. Поэтому каждая из этих категорий по-своему важна и привлекает своих авторов.

"Законодателями мод" в наименовании и классификации переменных звезд является группа, занимающаяся по поручению Международного Астрономического Союза разработкой "Общего каталога переменных звезд" (ОКПЗ=GCVS, General Catalogue of Variable Stars). После Победы в Великой отечественной войне, это право было передано в Советский Союз, и авторский коллектив работает в Москве на базе Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга (Московский государственный университет) и Астрономического института Российской академии наук. Почти 30 лет работой руководит доктор физико-математических наук Николай Николаевич Самусь. Кроме того, издаются журналы "Переменные звезды" (ПЗ) и "Переменные звезды. Приложение" (ПЗП), в которых могут быть

опубликованы важные научные результаты не только профессионалов, но и любителей.

Естественно, что каждый журнал предлагает "свои правила для авторов", однако, существуют минимальные требования по характеристикам звезды или звезд, которые обязательно должны войти в статью. С учетом колоссального количества объектов, была разработана электронная форма, в которой авторы заполняют необходимые поля, и после этого текст статьи создается автоматически. Для журнала "Переменные звезды. Приложение", это: название заметки, имена и фамилии авторов, страна, город, организация, официальное название переменной звезды по ОКПЗ или по NVS (Каталог звезд, заподозренных в переменности), а также названия по другим каталогам, координаты, тип переменности, пределы изменения блеска (максимум и минимум) и фотометрическая система, для периодических звезд - период и начальная эпоха (минимум блеска затменных и максимум блеска пульсирующих), графические файлы с изображением кривой блеска и окрестностей звезды и соответствующие подписи, файл с таблицей наблюдений, замечания и комментарии в произвольной форме, ссылки на другие публикации. Аналогичные правила и для публикаций статей о переменных звездах в других журналах, однако, эта необходимая информация приводится в структурированном тексте самой статьи, а таблицы наблюдений все чаще публикуются отдельно в виде файлов - приложений, а не тексте статьи.

Последнее "бумажное" издание ОКПЗ вышло в 1985-1987гг., и к нему регулярно публикуются дополнения в журнале "Information Bulletin on Variable Stars" ("Информационный бюллетень по переменным звездам", Будапешт, Венгрия), который является официальным изданием Международного астрономического союза. В последние годы этот бюллетень (обычно объемом до 2 или 4 страниц) принимает результаты исследований переменных звезд, полученных только по высокоточным ПЗС или фотоэлектрическим наблюдениям, однако, не принимаются более статьи на основе фотографических или визуальных оценок блеска. Краткие сообщения об открытиях новых переменных звезд группируются в каждый сотый номер с указанием авторов только внутри сообщения. Несмотря на сжатый научный характер информации, это издание "отпугивает" любителей малодоступностью информации о самих авторах открытий.

Существуют еще множество журналов в разных странах (Journal of the AAVSO (США); Journal of the British Astronomical Association, The Astronomer (Великобритания); Bulletin de l'AFOEV (Франция); BAV Rundbrief (Германия); BBSAG (Швейцария); GEOS (Италия); "Наше Небо" (Украина), "Небосвод" (Россия)) и др., которые публикуют результаты наблюдений переменных звезд и иногда других астрономических объектов.

Это специализированные журналы, которые отличаются от научно-популярных журналов с обзорами и новостями ("Sky and Telescope" (США), "Sterne und Weltraum" (Германия), "Urania – Postępy Astronomii" (Польша), "Вселенная. Пространство. Время" (Украина), "Земля и Вселенная" (Россия) и др.

Для того, чтобы попытаться объединить любителей и профессионалов, несколько лет назад был организован международный "Open European Journal on Variable Stars" ("Открытый европейский журнал о переменных звездах"), официально зарегистрированный в Чехии. Журнал публикует на английском языке результаты ПЗС, фотоэлектрических и реже фотографических наблюдений переменных звезд. Статьи рецензируются 7 членами редколлегии, и статья публикуется (часто после доработки и учета замечаний рецензентов) при наличии более 70% голосов. В журнале обычно публикуются более подробные исследования звезд, чем в других журналах. Члены редколлегии представляют не только европейские страны (Чехия, Словакия, Швейцария, Италия, Германия, Украина), но и США. А публикуют свои результаты также ученые Кореи, США, Аргентины, Австралии и других неевропейских стран.

Однако, самыми быстрыми по скорости публикаций являются электронные циркуляры, рассылаемые некоторыми обществами. Наиболее используемыми являются циркуляры IAU, AAVSO, CBA (США), а особенно японский "VSNET" ("Сеть переменных звезд"), который подразделяется на более десятка циркуляров по интересам (chat - обсуждение; alert - срочное сообщение; campaign-dn - кампании по карликовым новым, campaign-ip - кампании по промежуточным полярам, obs - таблицы наблюдений и т.д.). Особенностью электронных циркуляров является скорость - они доходят до подписчиков за несколько секунд, со скоростью электронной почты. Однако, лишь некоторые из циркуляров оформлены в виде статей. В основном, они содержат краткие сообщения об открытиях непериодических явлений в уже известных звездах (вспышки, ослабления блеска, возникновение и прекращение временных квазипериодических или периодических изменений), и, существенно реже, открытиях новых переменных звезд. Такие сообщения информируют других потенциальных наблюдателей, которые могут своевременно корректировать программу своих наблюдений и продолжать наблюдения на разных долготах.

Во избежание недоброкачественных рассылок посторонними авторами, письма от авторов посылаются одному из "членов редколлегии", который может отредактировать и послать сообщение от своего имени с указанием автора наблюдений или открытий. Наиболее активным участникам дается право самим посылать свои сообщения для срочности. Это наиболее быстрый способ общения, поскольку информация об открытии (новой переменной звезды, вспышки, изменения характера переменности, появление и исчезновение сверхгорбов) доходит до адресатов практически мгновенно, и каждый наблюдатель может принять для себя решение о том, наблюдать ли

ему ранее запланированные звезды или навести свой телескоп на звезду, именно сегодня (и, может быть, в несколько последующих ночей) показывающую интересное поведение.

Следует отметить, что такие сообщения от любителей используют и профессионалы. Есть специальный термин "target of opportunity" ("цель от события") при наблюдениях на больших наземных телескопах или даже космических телескопах. При получении наблюдательного времени, есть только некоторая вероятность, что произойдет в звезде то или иное событие (напр., вспышка). Поэтому заявка подается на несколько потенциально интересных объектов. А вот на какой из них наводить телескоп - зависит от состояния объекта. Поэтому профессионалы направляют информацию в электронные циркуляры, доступные любителям с хорошими телескопами. Обычно ее называют "Call for observations" ("приглашение к наблюдениям"), где описывают, чем та или иная звезда интересна, и приглашают сообщать срочно в случае обнаружения начала вспышки и присылать наблюдения в последующем.

Как уже отмечалось, звезда получает официальное название, как переменная, только после занесения в "Общий каталог переменных звезд". Для более быстрого централизованного обозначения, активно используется "Variable Stars index" (VSX). В настоящее время, в них занесено соответственно 43 тысячи и 198 тысяч объектов. При публикации, очень важно в статье указывать названия из разных каталогов, для того, чтобы потом можно было их найти в основных астрономических базах данных – ADS и SIMBAD. В противном случае, как часто бывает, первые исследования звезды и соответствующие открытия, публикуются в статье, которую можно найти по поиску по авторам, но не по новому названию объекта.

Наличие нескольких взаимодополняющих журналов способствует свободе выбора и созданию "индивидуальности" каждого из них. Еще раз отметим, что при публикации следует придерживаться как правил журнала, так и достижения необходимого минимума информации. Например, при открытии следует указывать хотя бы необходимо минимальные параметры, которые вносятся в "Общий каталог переменных звезд" - координаты; пределы изменения блеска с указанием фотометрической системы; тип переменности; для периодических звезд - период и начальную эпоху (максимум для пульсирующих звезд и минимум для затменных), асимметрию $M-m$ для пульсирующих звезд (отношение интервала времени от минимума до ближайшего максимума к периоду в процентах) или ширину минимума D для затменных двойных звезд (отношение продолжительности минимума к периоду в процентах). Именно такой стиль характерен для журнала "Переменные звезды. Приложение" и каждого соотого номера "Information Bulletin on Variable Stars".

Более полезным для других авторов, которые, возможно, захотят использовать опубликованные данные с своими собственными, является стиль добавления карты окрестностей с указанием звезд сравнения, их характеристик (координаты, названия по каталогам, блеск в разных фотометрических системах), а также таблиц исходных наблюдений. В былые времена таблицы значений блеска публиковали в печатном виде в журналах. В последние пару десятилетий большинство журналов переходит на смешанную "бумажно-электронную" форму, полностью публикуя статьи в электронном виде и распечатывая лишь небольшой тираж, а приложения (таблицы наблюдений и их результатов) публикуя лишь в электронном виде. Такой подход позволяет публиковать очень длинные таблицы. Но, если кому-то надо их использовать (например, чтобы применить другой метод математической обработки), то удобнее использовать готовый файл, чем сканировать и распознавать цифры из напечатанного журнала. Такой стиль используется в наиболее престижных журналах "The Astrophysical Journal", "Astronomy and Astrophysics" и др. а также, в специализированных журналах по переменным звездам IBVS и особенно OEJV.

Полезные Интернет-ссылки для наблюдателей переменных звезд

<http://www.astronet.ru/db/msg/1211924> - книга А.В.Миронов "Прецизионная фотометрия. Практические основы прецизионной фотометрии и спектрофотометрии звезд"

<http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Samus/> - книга: Н.Н.Самусь "Переменные звезды".

<http://var.astro.cz/oejv/oejv.php?lang=en> - "Открытый европейский журнал по переменным звездам" (OEJV)

<http://physics.open.ac.uk/RKcat/> - "Каталог катаклизмических двойных, маломассивных рентгеновских двойных и родственных объектов"

<http://www.astronet.ru/db/varstars/> - журналы "Переменные звезды" (ПЗ) и "Переменные звезды. Приложение" (ПЗП)

<http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1209797/text> - правила для авторов журнала "Переменные звезды"

<http://www.sai.msu.ru/groups/cluster/gcvs/gcvs/> - "Общий каталог переменных звезд" (ОКПЗ)

<http://aavso.org/vsx> - "Список переменных звезд" (VSX)

http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html - основная база данных астрономических статей (ADS)

<http://eso.org/dss> – цифровой обзор неба (DSS, области размером до 40°)

<http://simbad.u-strasbg.fr> – характеристики звезд и астрономические каталоги (SIMBAD)

<http://aavso.org> - Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд (AAVSO)

<http://uavso.pochta.ru> - Украинская ассоциация наблюдателей переменных звезд (UAVSO)

<http://uavso.pochta.ru/mcv> - программа для обработки наблюдений "Multi-Column View" (MCV)

<http://uavso.org.ua/breus> - программа для обработки наблюдений "Variable Stars Calculator" (VSCalc)

<http://chinarova.pochta.ru> - электронная книга: Л.Л.Чинарова "Двойные звезды и их эволюция"

<http://realsky.ru/community/uavso> - блог UAVSO с обсуждением новостей, статей и наблюдательных программ

<http://konkoly.hu/ibvs/> - журнал "Информационный Бюллетень по переменным звездам" (IBVS)

<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/mailman/listinfo/> - электронные циркуляры VSNET

<http://var2.astro.cz/EN/> - секция переменных звезд и экзопланет Чешского астрономического общества (затменные, физически переменные, экзопланеты и рентгеновские объекты)

<http://uavso.pochta.ru/Gamow-2010-175-177-Virnina.pdf>

- статья с характеристиками 32 новых переменных звезд, открытых Натальей Вирниной в Одессе, которые желательно продолжать наблюдать.

<http://asd.gsfc.nasa.gov/Koji.Mukai/iphome/> - сайт по промежуточным полярам

<ftp://ftp.aavso.org/public/calib/> - многоцветные BVRI стандарты звездных полей



Henryk Brancewicz, Marek Biesiada i Beata Malec (fot. B.Wszolek)



Od lewej: Bogdan Wszolek, Justyna Gronowska (z przodu), Iryna Malygina, Grygorii Polinovskiy, Janusz Nicewicz i Agnieszka Kuźmicz (fot. K.Wszolek)

Astrofizyka źródłem ograniczeń na egzotyczne teorie fizyczne

Marek Biesiada

Zakład Astrofizyki i Kosmologii Instytutu Fizyki Uniwersytetu Śląskiego
w Katowicach

Współczesna kosmologia dostarcza spójnego obrazu ewoluującego Wszechświata i procesów w nim zachodzących od nukleosyntezy pierwotnej poprzez erę dominacji promieniowania, fazę ostatniego rozproszenia fotonów – epokę rekombinacji do powstania i ewolucji struktury wielkoskalowej. Ten spójny obraz jest możliwy do uzyskania w ramach jednorodnego i izotropowego płaskiego modelu Wszechświata ze stałą kosmologiczną i zimną ciemną materią. Jego przestrzenna płaskość oznacza iż, w budżecie materii/energii mamy³ $\Omega_{\text{tot}} = 1$, z czego na materię maszyną skupioną w obszarze galaktyk i ich gromad przypada jedynie około $\Omega_{\text{m}} = 0.3$, natomiast ograniczenia płynące z nukleosyntezy pierwotnej (dokładniej – zgodność modelowych przewidywań nukleosyntezy z obserwowaną zawartością pierwiastków lekkich ^2D , ^3He , ^7Li) wymagają aby zwykła materia barionowa stanowiła nie więcej niż $\Omega_{\text{b}} = 0.05$. Stanowi to wielką zagadkę współczesnej fizyki, dowodząc że ponad 80% materii galaktyk (np. naszej Galaktyki) stanowi materia o nieznanym naturze i postaci – odmienna od znanej nam z Modelu Standardowego materii barionowej. Jest to tzw. ciemna materia, której realność została wielokrotnie potwierdzona w niezależny sposób, m.in. w fenomenie płaskich krzywych rotacji galaktyk spiralnych, obserwacjach rentgenowskich galaktyk eliptycznych oraz gromad galaktyk, w zjawisku soczewkowania grawitacyjnego, gdzie skala kątowa separacji obrazów przekłada się na oszacowanie masy całkowitej (a więc łącznie: świecącej i ciemnej). Sam proces powstania struktury wielkoskalowej, a w szczególności istnienie pierwotnych zaburzeń gęstości widocznych w widmie anizotropii promieniowania mikrofalowego, także wymagają istnienia ciemnej materii.

Niezależna inspiracja na rzecz istnienia ciemnej materii pochodzi z (teoretycznej) fizyki cząstek elementarnych, gdzie od dawna postulowane jest istnienie symetrii pomiędzy bozonami i fermionami (tzw. supersymetria). Teorie supersymetryczne, przewidują – oprócz supersymetrycznych partnerów znanych cząstek Modelu Standardowego – istnienie masywnych, stabilnych, neutralnych cząstek takich jak np. neutralino. Ogólnie, klasę takich cząstek określa się mianem WIMPów (ang. *weakly interacting massive particles*).

Zatem problem ciemnej materii ma daleko idące konsekwencje dla całej fizyki teoretycznej. Istotnie, niemożliwość wyjaśnienia obserwowanych faktów takich jak

³ W kosmologii naturalną skalę gęstości materii (energii) jest tzw. gęstość krytyczna $\rho_{\text{cr}} = 3H_0^2 / 8\pi G$. Wyrażone w jej jednostkach obecne gęstości różnych składowych materialnej zawartości Wszechświata (materii, promieniowania, pól skalarnych itp.) oznaczają się symbolami Ω_i – zatem $\Omega_{\text{tot}} = 1$ oznacza, że suma tych gęstości jest równa gęstości krytycznej.

płaskie krzywe rotacji galaktyk czy budżet materii we Wszechświecie w ramach znanych obecnie teorii oddziaływań fundamentalnych świadczą o konieczności wyjścia poza te teorie. Z tego też powodu powstało i wciąż powstaje mnóstwo różnych niestandardowych teorii, określonych w niniejszym artykule mianem „egzotycznych”.

W kontekście testowania alternatywnych teorii fizycznych, będących rozszerzeniem standardowej fizyki, pojawia się subtelne pytanie: w jaki sposób weryfikować przewidywania alternatywnych teorii? Skuteczność standardowej fizyki w opisie układów atomowych, cieczy, gazów, ciał stałych oraz sukcesy modelu standardowego cząstek elementarnych powodują, że nie można oczekiwać manifestacji – różnych od standardowych – przewidywań teorii alternatywnych w zjawiskach znanych z życia codziennego, a nawet w akceleratorach. Jest to warunek brzegowy nakładany na alternatywne teorie fizyczne. Na drugim końcu hierarchii skal od mikro- i mezoskopowych stoją skale makroskopowe – kosmologiczne. Tu również standardowa fizyka ma swe sukcesy, będące źródłem ograniczeń na teorie alternatywne. Jeśli jakaś teoria alternatywna będzie w stanie wytłumaczyć, w pewien sposób, fenomen ciemnej materii, będzie to jej zaletą, lecz zarazem także i drugim warunkiem brzegowym, gdyż m.in. właśnie po to teorię taką skonstruowano. Gdzie jeszcze szukać dróg weryfikacji alternatywnych teorii?

Jedną z możliwości jest upatrywanie źródła ograniczeń na alternatywne teorie fizyczne w astrofizyce, gdzie standardowa fizyka w imponująco dokładny sposób tłumaczy budowę i ewolucję gwiazd. Pomysł polega tu na spostrzeżeniu, że jeżeli testowana „egzotyczna” fizyka przewiduje istnienie słabo oddziałujących cząstek, które mogą być produkowane we wnętrzach gwiazd, cząstki te mogą służyć jako dodatkowe źródło utraty energii, wpływając jednocześnie na przebieg ewolucji gwiazd.

Omówię teraz skrótowo wyniki uzyskane wspólnie z Beatą Malec w duchu opisanego wyżej podejścia. Bardziej szczegółowe informacje znaleźć można w cytowanych pracach oryginalnych. W pracy⁴ wykorzystaliśmy gwiazdę zmienną typu ZZ Ceti, znaną jako G117-B15A w roli astrofizycznego źródła ograniczeń na alternatywne teorie fizyczne. Dużej dokładności pomiary okresu fundamentalnego modu pulsacji gwiazdy typu ZZ Ceti G117-B15A nagromadzone w ciągu około 30 lat dostarczyły danych pozwalających wyznaczyć tempo zmian okresu oscylacji⁵. Tempo zmian okresu pulsacji białych karłów w tej fazie ewolucji w jakiej znajduje się G117-B15A odzwierciedla tempo ich stygnięcia, przy zaniedbywalnym wkładzie szczątkowej kontrakcji grawitacyjnej. Fakt ten można wykorzystać do oceny znaczenia alternatywnych kanałów utraty energii. W cytowanej pracy zastosowaliśmy ten pomysł w kontekście wielowymiarowej teorii Arkaniego-

⁴ M. Biesiada, B. Malec, *Phys. Rev. D* 65, 043008, 2002.

⁵ S.O. Kepler et al., *Astropys. J.*, 534, L185, 2000.

Hameda – Dimopoulosa – Dvali'ego⁶, która zainicjowała powstanie teorii wszechświatów branowych. W teorii tej zachodzi następująca relacja pomiędzy masą Plancka M_{Pl} w 4-wymiarach ($M_{Pl} = 1.2 \cdot 10^{19} \text{ GeV}/c^2$), skalą energetyczną strun w $4+n$ wymiarach M_s (wyrażoną w jednostkach masy) i rozmiarem charakterystycznym R przestrzeni n dodatkowych wymiarów

$$R^n = \left(\frac{\hbar}{c}\right)^n \frac{M_{Pl}^2}{M_s^{n+2} \Omega_n}$$

gdzie: Ω_n jest objętością n – wymiarowej sfery.

W obszarze niskich energii, możliwe jest skonstruowanie efektywnej teorii grawitonów Kaluzy-Kleina (K-K). W materii białych karłów, składającej się z jonów węgla i tlenu oraz zdegenerowanego gazu elektronowego, dominującym procesem reakcji grawitonów K-K jest promieniowanie hamowania elektronów na jonach (tzw. *gravi-bremsstrahlung*). Przekroje czynne i tempa emisji (moc na jednostkę masy) dla tego procesu wyznaczone zostały przez Barger'a i wsp.⁷. Opierając się na modelu gwiazdy G117-B15A opracowanym przez Salarisa i wsp.⁸ wyznaczyliśmy dopuszczalną, w ramach zgodności standardowej teorii chłodzenia białych karłów z obserwacjami, moc emisji grawitonów K-K. Przekłada się ona na następujące ograniczenie dolne⁹ dla skali energetycznej M_s :

$$M_s > 14.3 \text{ TeV}/c^2$$

Jest to ograniczenie o 2 rzędy wielkości lepsze niż eksperymentalne, pochodzące z LEP¹⁰ oraz o rząd wielkości lepsze niż alternatywne ograniczenia astrofizyczne¹¹. W innej pracy¹² wykorzystaliśmy tą samą gwiazdę (G117-B15A) do uzyskania ograniczeń na tempo zmian stałej grawitacji G . Problem zmienności stałych fundamentalnych, a stałej grawitacji w szczególności, ma kontekst wyraźnie osadzony w ideach zaczerpniętych z teorii strun i teorii wielowymiarowych, gdzie 4-wymiarowe „stałe fundamentalne” mają charakter stałych efektywnych, których faktyczną zmienność w czasie może wymuszać ewolucja dodatkowych wymiarów. W omawianej pracy przedstawione zostały, przy założeniu zmienności czasowej G szczegółowe obliczenia, włącznie z podaniem właściwej postaci twierdzenia o wiriale, pokazujące, że zmienność G nie ma wpływu na tempo chłodzenia białych

⁶ N. Arkani-Hamed, S. Dimopoulos, G. Dvali, *Phys. Lett.* B429, 263, 1998.

⁷ V.Barger, T.Han, C.Kao, R.J.Zhang, *Phys.Lett.* B 461, 34, 1999.

⁸ M. Salaris, I. Dominguez, E. Garcia-Berro, M. Hernanz, J. Isern, R. Moschkovitz, *Astrophys. J* 486, 413, 1997

⁹ Podany wynik dotyczy pracy z 2002, po uwzględnieniu nowszych danych o tempie chłodzenia G117-B15A zmienia się on na: $M_s > 8.8 \text{ TeV}/c^2$.

¹⁰ G.F. Giudice, *Int.J.Mod.Phys.* A15S1, 440-463, 2000.

¹¹ S.Cassisi, V.Castellani, S.Degl'Innocenti, G.Fiorentini and B.Ricci, *Phys.Lett.* B 481, 323, 2000

¹² M. Biesiada, B. Malec, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 350, 644 (2004)

karłów¹³. Ponieważ oscylacje gwiazdy G117-B15A, których tempo zmian wiekowych jest źródłem proponowanych tu ograniczeń, mają charakter oscylacji grawitacyjnych (tzw. g-mody) – ich częstości wyznaczone są przez tzw. częstość Brunta- Väisälä. Jest ona z kolei proporcjonalna do G (ściślej mówiąc do lokalnego przyspieszenia grawitacyjnego g). Zatem, jeżeli wiadomo, że obserwowane i zmierzone technikami astrosejsmologicznymi tempa zmian modu fundamentalnego są zgodne ze sobą – z pewną dokładnością – to dokładność owa jest źródłem ograniczenia na dopuszczalne tempo zmienności G . Uzyskany w ten sposób wynik:

$$\left| \frac{\dot{G}}{G} \right| \leq 4.10 \times 10^{-10} \text{ rok}^{-1}$$

jest dość silny w klasie ograniczeń astrofizycznych. Istnieją ograniczenia mocniejsze od niego, pochodzące z pomiarów laserowych odległości do Księżyca oraz innych precyzyjnych pomiarów w układzie słonecznym. Co jest jednak godne podkreślenia nasz wynik nie zależy on od hipotetycznego modelu zmienności G . Dla porównania, wiele z alternatywnych ograniczeń zmienności G pochodzących z astrofizyki (np. z heliosejsmologii) uzyskano zakładając że zmienność ta jest dana potęgową funkcją czasu, lub też zakładając słuszność teorii Bransa-Dickego.

Omówione tu prace wyznaczają pewien kierunek poszukiwań nowych testów i ograniczeń teorii ciemnej materii wskazując nowe źródło takich testów w astrosejsmologii białych karłów. W szczególności pulsujący nieradialnie biały karzeł G117-B15A – może służyć jako astrofizyczne źródło ograniczeń na niestandardowe teorie fizyczne. Doskonała zgodność zmierzonego – technikami astrosejsmologii – tempa stygnięcia tego obiektu z przewidywaniami klasycznej teorii ewolucji gwiazd, czyni z G117-B15A uniwersalne narzędzie do testowania teorii ciemnej materii odwołujących się do istnienia hipotetycznych słabo oddziałujących ze zwykłą materią cząstek takich jak aksjony czy neutralina¹⁴.

Można słusznie zauważyć, że jeden nawet dobrze zbadany obiekt to trochę mało by mówić o silnych testach. Jednak lista podobnych gwiazd jest obszerna, wiele z nich od lat jest przedmiotem skoordynowanych obserwacji astrosejsmologicznych (w ramach sieci WET). Ostatnio tempo stygnięcia wyznaczone zostało dla gwiazdy ZZ Ceti (od której pochodzi nazwa klasy pulsujących białych karłów, do której należy G117-B15A). Nasze wstępne (nieopublikowane) oszacowania pokazują, że ograniczenia na emisję grawitonów K-K i zmienność G pochodzące od ZZ Ceti są podobne do uzyskanych w omówionych wyżej pracach. Jednakże, w kontekście zastosowań astrofizyki jako testu alternatywnych teorii fizycznych, został pokazany kierunek, który z powodzeniem może być kontynuowany.

¹³ Wyjaśniliśmy tym samym nieporozumienia jakie mogła wywołać praca: E. Garcia-Berro, M. Hernanz, J. Isern, R. Moschkovitz, *MNRAS*, 277, 801, 1995.

¹⁴ M. Biesiada, B. Malec, *Acta Phys. Polon. B* 40, 3165 (2009)

Silne soczewki grawitacyjne jako narzędzie pozwalające uzyskać ograniczenia na współczesne modele ciemnej energii

Beata Malec¹ i Marek Biesiada²

¹Centrum Kopernika Studiów Interdyscyplinarnych

²Zakład Astrofizyki i Kosmologii, Uniwersytet Śląski

Kluczowym zagadnieniem współczesnej kosmologii jest problem przyśpieszającej ekspansji wszechświata. Odkrycie tego zjawiska miało miejsce w 1998 roku. Zawdzięczamy je dwóm niezależnym zespołom obserwującym odległe supernowe typu Ia. W tym roku (2011) uhonorowane zostało ono nagrodą Nobla (Saul Perlmutter, Adam Riess i Brian Schmidt). Pytanie o naturę tego zjawiska jest jednym z ważniejszych pytań we współczesnej fizyce i astronomii. Proponowane wyjaśnienia są wysoce nieoczywiste, a my nie posiadamy jasnych wskazówek w którym kierunku właściwa teoria powinna zmierzać. Obecnie rozważania teoretyczne przebiegają, można powiedzieć, trójtorowo. Zgodnie z najpopularniejszą interpretacją spodziewamy się istnienia jakiegoś nieznanego, egzotycznego składnika materialnego, jednorodnie wypełniającego przestrzeń i charakteryzującego się ujemnym ciśnieniem. Drugi kierunek bierze na celownik oddziaływania grawitacyjne w skalach kosmologicznych. Zaś w trzecim podejściu rezygnuje się z założenia jednorodności wszechświata. W zaistniałej sytuacji sensowne i cenne wydaje się podejście fenomenologiczne, polegające na proponowaniu nowych, uaktualnianiu starych i łączeniu (w jedną analizę) istniejących testów kosmologicznych. Dzięki takim testom jesteśmy w stanie uzyskać ograniczenia na interesujące nas parametry, charakteryzujące rozpatrywany model kosmologiczny. Należy podkreślić że główna siła i znaczenie uzyskanych wniosków leży w zgodności pomiędzy różnymi testami i technikami.

W niniejszej pracy chcieliśmy zaprezentować cztery testy kosmologiczne, szczególną uwagę poświęcając jednemu z nich, a mianowicie tzw. silnym soczewkom grawitacyjnym.

Jak się okazuje, silne soczewki grawitacyjne dają nam możliwość testowania modeli z ciemną energią, alternatywnego i komplemetarnego do diagramów Hubble'a (dla supernowych Ia czy błysków gamma). Żeby mówić o zjawisku soczewkowania grawitacyjnego potrzebujemy tak naprawdę trzech elementów: źródła, soczewki (właściwej) i obserwatora. Z jego szczególnym przypadkiem, tzw. silnym soczewkowaniem, mamy do czynienia wtedy gdy wszystkie trzy obiekty są ustawione niemalże współliniowo, tak aby kierunek wyznaczony przez obserwatora i źródło nie odchyłał się poza tzw. pierścień Einsteina soczewki. W kontekście kosmologicznym źródłem jest najczęściej kwazar z galaktyką w roli soczewki. Skupiliśmy się tutaj na układach z pojedynczym źródłem i pojedynczą soczewką. W przypadku dokładnej współliniowości i symetrii sferycznej soczewki obrazem

źródła byłyby właśnie ów pierścień Einsteina. Jednakże takie koincydencje nie są zbyt częste w naturze, stąd zazwyczaj obserwujemy wielokrotne obrazy źródła. W przeważającej większości przypadków galaktyki występujące w roli soczewki są typu E/SO. Przyjmujemy tutaj za innymi autorami (Treu i in. 2006, Koopmans i in. 2009), że ich profil gęstości może być z dobrym przybliżeniem opisany przez model osobliwej sfery izotermicznej (z ang. singular isothermal sphere – SIS). W ramach tego modelu wzór na promień Einsteina ma następującą postać:

$$\theta_E = 4\pi \frac{\sigma_{SIS}^2 D_{ls}}{c^2 D_s}$$

gdzie σ_{SIS} oznacza dyspersję prędkości w omawianym modelu. Rozmiar θ_E zależy od modelu kosmologicznego poprzez stosunek odległości kątowych (angular-diameter distances) pomiędzy soczewką a źródłem - D_{ls} i obserwatorem a źródłem - D_s . Dla płaskiego modelu Friedmana-Robertsona-Walkera (FRW) wyrażają się wzorem:

$$D(z; \mathbf{p}) = \frac{1}{1 + c H_0} \frac{c}{c} \int_0^z \frac{dz'}{h(z'; \mathbf{p})}$$

przy zachowaniu odpowiednich granic całkowania. H_0 to dzisiejsza wartość stałej Hubble'a zaś $h(z; \mathbf{p})$ jest bezwymiarowym tempem ekspansji zależnym od przesunięcia ku czerwieni z oraz parametrów modelu kosmologicznego \mathbf{p} . Tak więc dysponując rzetelnymi danymi odnośnie rozmiarów promienia Einsteina θ_E oraz dyspersji prędkości σ_{SIS} dla jakiegoś zbioru soczewek jesteśmy w stanie testować zgodność konkretnego modelu kosmologicznego z obserwacjami.

Tutaj skorzystaliśmy z zestawu 20 obiektów. Dane (patrz Tabela 1) pochodzą z przeglądów SLACS (Sloan Lens ACS Survey) oraz LSD (Lens Structure and Dynamics). W praktyce zamiast odwoływać się do σ_{SIS} wzięliśmy centralną gwiazdową dyspersję prędkości σ_0 oszacowaną z dyspersji prędkości wewnątrz $R_e/8$ gdzie R_e jest optycznym promieniem efektywnym. Ilustracja słuszności tego założenia została przedstawiona np. w pracy zespołu Grillo (Grillo i in. 2008).

Najlepiej dofitowane parametry dla danego modelu kosmologicznego zostały oszacowane przez minimalizację poniższej funkcji χ^2 :

$$\chi^2(\mathbf{p}) = \sum_i \frac{[\Delta_i^{obs} - \Delta_i^{th}(\mathbf{p})]^2}{\sigma_{\Delta,i}^2}$$

gdzie $\sigma_{\Delta,i}^2$ oznacza wariancję wielkości Δ^{obs} (która zawiera obserwable). W niniejszej pracy założyliśmy że jedynie dyspersja prędkości daje znaczący wkład do błędu. Wielkości Δ^{obs} i Δ^{th} (zawiera model kosmologiczny) wyrażają się następująco:

$$\Delta^{th}(z_l, z_s; \mathbf{p}) = \frac{D_s(\mathbf{p})}{D_{ls}(\mathbf{p})} = \frac{\int_0^{z_s} \frac{dz'}{h(z'; \mathbf{p})}}{\int_0^{z_l} \frac{dz'}{h(z'; \mathbf{p})}} \quad \Delta^{obs} = \frac{4\pi\sigma_{SIS}^2}{\theta_E c^2}$$

Jak widać powyższa metoda jest niezależna od stałej Hubble'a – jej wartość skraca się dzięki temu, że odwołujemy się do stosunku odległości. Również nie zależy ona od ewolucji źródeł. Metoda ta była dyskutowana w artykule Biesiady (2006) a później zastosowana z nieco innej perspektywy na sztucznie wygenerowanej próbie soczewek (Grillo i in. 2008).

Tabela 1. Zbiór silnych soczewek grawitacyjnych pochodzących z przeglądów SLACS i LSD. Kolumny druga i trzecia przedstawiają przesunięcia ku czerwieni odpowiednio soczewki i źródła. W czwartej kolumnie podany jest rozmiar kątowy pierścienia Einsteina a w ostatniej centralna dyspersja prędkości.

<i>soczewka</i>	z_l	z_s	$\theta_E [']$	σ_0 [km/s]
SDSS J0037-0942	0.1955	0.6322	1.47	282 ± 11
SDSS J0216-0813	0.3317	0.5235	1.15	349 ± 24
SDSS J0737-3216	0.3223	0.5812	1.03	326 ± 16
SDSS J0912-0029	0.1642	0.3240	1.61	325 ± 12
SDSS J0956-5100	0.2405	0.4700	1.32	318 ± 17
SDSS J0959-0410	0.1260	0.5349	1.00	229 ± 13
SDSS J1250-0523	0.2318	0.7950	1.15	274 ± 15
SDSS J1330-0148	0.0808	0.7115	0.85	195 ± 10
SDSS J1402-6321	0.2046	0.4814	1.39	290 ± 16
SDSS J1420-6019	0.0629	0.5352	1.04	206 ± 5
SDSS J1627-0053	0.2076	0.5241	1.21	295 ± 13
SDSS J1630-4520	0.2479	0.7933	1.81	275 ± 17
SDSS J2300-0022	0.2285	0.4635	1.25	305 ± 19
SDSS J2303-1422	0.1553	0.5170	1.64	271 ± 16
SDSS J2321-0939	0.0819	0.5324	1.57	245 ± 7
Q0047-2808	0.485	3.595	1.34	229 ± 15
CFRS03.1077	0.938	2.941	1.24	251 ± 19
HST 14176	0.810	3.399	1.41	224 ± 15
HST 15433	0.810	2.092	0.36	116 ± 10
MG 2016	1.004	3.263	1.56	328 ± 32

Kolejny test odwołuje się do danych pochodzących z WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe). Użycie pełnego zbioru danych oprócz tego, iż jest czasochłonne i złożone wymaga również szczegółowych założeń, czego w zasadzie chcieliśmy uniknąć. Dlatego też zdecydowaliśmy się na znacznie popularniejsze i prostsze podejście, a mianowicie wykorzystanie tzw. parametru przesunięcia R , który w zwięzły sposób podsumowuje dane otrzymane z WMAP. Parametr ten jest odległością kątową do powierzchni ostatniego rozproszenia (last scattering surface - lss) podzieloną przez rozmiar horyzontu Hubble'a w epoce oddzielenia się promieniowania od materii (decoupling). W standardowej kosmologii FRW oraz przy założeniu przestrzennej płaskości wszechświata mamy:

$$R(\mathbf{p}) = \sqrt{\Omega_m} \int_0^{z_{lss}} \frac{dz}{h(z; \mathbf{p})}$$

gdzie Ω_m jest aktualnym parametrem gęstości materii. Zazwyczaj argumentuje się, że parametr R pozwala ograniczać ewolucję ciemnej energii bardzo wydajnie z powodu dużego zasięgu z , po którym całkujemy ($z_{lss} = 1090$). Jest on również uważane za parametr który charakteryzuje się najmniejszą zależnością od przyjętego modelu spośród innych parametrów otrzymanych z kosmicznego mikrofalowego promieniowania tła. Wyniki pochodzące z 7-letnich obserwacji WMAP (Komatsu i in. 2011) dają $R(\mathbf{p}) = 1.725 \pm 0.018$. Odpowiednia funkcja χ^2 przyjmuje postać:

$$\chi_{CMB}^2(\mathbf{p}) = \frac{[R(\mathbf{p}) - 1.725]^2}{0.018^2}$$

Następny test uzyskany został z barionowych oscylacji akustycznych (BAO - Baryon Acoustic Oscillations). Mają one swoje źródło w zaburzeniach powstałych we wczesnym wszechświecie, które z kolei wzbudziły fale akustyczne w fotonowo-barionowej plazmie. Po rekombinacji zostały one wmrożone w rozkład materii. Ten fakt pozwala nam zdefiniować pewną długość którą możemy uznać za standardową (tzw. standardowa linijka), która jest odległością jaką fala dźwiękowa przebyła pomiędzy wielkim wybuchem a rekombinacją. BAO manifestuje się zarówno w kątowym widmie mocy promieniowania kosmicznego jako piki akustyczne jak również w sposobie grupowania się galaktyk. Istnieje pewna preferowana skala w przestrzennym rozkładzie galaktyk gdzie obserwujemy nadwyżkę w ich liczbie. Tutaj skorzystaliśmy z parametru odległości A , który określa absolutną bezwymiarową skalę oscylacji. Wielkość ta jest obserwabłą całkiem dobrze zmierzoną na redszficy $z=0.35$. Mamy tu, za Reidem (Reid i in. 2009) $A(0.35) = 0.493 \pm 0.017$. Natomiast jako wielkość zależną od modelu wygodnie jest wyrazić parametr A jako:

$$A(\mathbf{p}) = \frac{\sqrt{\Omega_m}}{0.35} \left[\frac{0.35}{h(0.35; \mathbf{p})} \left(\int_0^{0.35} \frac{dz}{h(z; \mathbf{p})} \right)^2 \right]^{1/3}$$

Odpowiednią funkcją χ^2 jest :

$$\chi_{BAO}^2(\mathbf{p}) = \frac{[A(\mathbf{p}) - 0.469]^2}{0.017^2}$$

Przedstawione powyżej trzy rodzaje testów można zaliczyć do jednej grupy, gdyż wszystkie wykorzystywane tu obiekty, czy też zjawiska, charakteryzują się pewną wyróżnioną skalą, charakterystycznym rozmiarem, jak promień Einsteina, wielkość horyzontu dźwięku czy preferowana odległość pomiędzy galaktykami. Obiekty te noszą nazwę standardowych linijek i często wygodnie jest się odwoływać do nich w ramach łącznej analizy. Tak też postąpiliśmy tutaj.

Drugą klasę obiektów stanowią świece standardowe. Tu skorzystaliśmy ze zbioru supernowych typu Ia, a mianowicie z najnowszej kompilacji nazywanej próbką Union2 (patrz Amanullah i in. 2010). Dane zawierają przesunięcia ku czerwieni z_i oraz moduły odległości μ_i wraz z błędami. To daje nam następującą funkcję χ^2 :

$$\chi_{SNIa}^2(\mathbf{p}) = \sum_{i=1}^{N=557} \frac{[\mu^{obs}(z_i) - \mu^{th}(z_i; \mathbf{p})]^2}{\sigma_i^2}$$

Moduł odległości, który ma postać: $m - M = 5 \log_{10}(D_L(z; \mathbf{p})) + 25$ zawiera nieistotną stałą, którą można pominąć. Co więcej, z odległości jasnościowej D_L możemy wyekstrahować stałą Hubble'a. W ten sposób nasza nieistotna stała po prostu zmieni wartość, a my uczynimy wyniki niezależnymi od konkretnej wartości H_0 . Nesseris i Perivolaropoulos (2006) pokazali, że jest to podejście równoważne jednorodnej marginalizacji po uciążliwym parametrze.

Należy podkreślić że dwie powyższe kategorie testów są komplementarne do siebie gdyż część z naszych testów odwołuje się do odległości kątowych (standardowe linijki) a część do odległości jasnościowych (standardowe świece). Te dwa rodzaje odległości, pomimo tego, że są teoretycznie ze sobą powiązane, charakteryzują się różnymi systematycznymi niepewnościami i różną degeneracją parametrów. Stąd możemy się spodziewać że ich łączna analiza da lepsze ograniczenia niż stosowanie jej do każdego z testów osobno.

Przebadaliśmy pięć modeli kosmologicznych, szeroko dyskutowanych w literaturze. Są nimi model standardowy – Λ CDM (Λ Cold Dark Mater), dwa modele kwintesencyjne, pierwszy ze stałym a drugi ze zmiennym równaniem stanu, w najpopularniejszej parametryzacji Chevaliera-Lindera-Polarskiego (CPL), uogólniony gaz Chapłygina i scenariusz branowy. Naturalnym punktem odniesienia

każdej analizie jest Λ CDM, jako najprostszy i najlepiej pasujący do dostępnych danych model. Jednak istnieje kilka powodów dla których nie jesteśmy w pełni usatysfakcjonowani modelem konkordantnym. Jednym z nich jest problem koincydencji. Dlaczego Λ będąc stałą zaczyna dominować obecnie? Stąd kolejnym krokiem jest popularne wyjaśnienie obserwowanej akceleracji przez dołączenie do istniejącego obrazu dodatkowego składnika materialnego, charakteryzującego się ujemnym ciśnieniem. Można heurystycznie założyć, że składowa ta jest opisana przez hydrodynamiczny tensor energii-pędu o efektywnym równaniu stanu $p = w\rho$ gdzie $-1 < w < -1/3$. W tym przypadku składnik ten nazywany jest kwintesencją. Idąc dalej możemy próbować opisać kwintesencję przy pomocy pewnego pola skalarnego mającego swoją własną dynamikę. Stąd też naturalnym jest oczekiwać, że współczynnik w równaniu stanu powinien zmieniać się w czasie, czyli $w = w(z)$. Modele uogólnionego gazu Chapłygina opisują wszechświat składający się z bezciśnieniowego gazu o gęstości energii ρ_m odnoszącej się do materii, zarówno tej barionowej jak i ciemnej, oraz uogólnionego gazu Chapłygina o równaniu stanu $p_{Ch} = -A(\rho_{Ch}^{-\alpha})$ który odnosi się do ciemnej energii. W swym pierwotnym sformułowaniu gaz Chapłygina opisany jest powyższym równaniem przy założeniu że $\alpha=1$. Tutaj czynnik α przejął rolę swobodnego parametru. Ostatni model należy do klasy teorii, które szukają wyjaśnienia przyśpieszającej ekspansji poprzez modyfikację grawitacji w skalach kosmologicznych. Odwołujemy się tu do modelu DGP (Dvali, Gabadadze, Porrati). Nasz czterowymiarowy wszechświat jest zanurzony w pięciowymiarowej czasoprzestrzeni w której propaguje się grawitacja. W modelu tym istnieje pewna skala r_c powyżej której można zaobserwować efekty wyżej wymiarowe.

Tabela 2. Wyniki fitowania parametrów kosmologicznych na liniijkach standardowych (soczewki+BAO+R) oraz na świecach standardowych.

Model	Soczewki+BAO +R		SNIa	
	Best fit	χ^2	Best fit	χ^2
Λ CDM	$\Omega_m = 0.273 \pm 0.018$	63.961	$\Omega_m = 0.275 \pm 0.020$	663.641
Kwintesencja	$\Omega_m = 0.262 \pm 0.035$ $w = -1.066 \pm 0.188$	63.829	$\Omega_m = 0.299 \pm 0.075$ $w = -1.070 \pm 0.215$	663.532
CPL	$\Omega_m = 0.276 \pm 0.055$ $w_0 = -0.824 \pm 0.704$ $w_1 = -0.757 \pm 2.148$	63.707	$\Omega_m = 0.228 \pm 0.156$ $w_0 = -0.993 \pm 0.207$ $w_1 = 0.609 \pm 1.071$	663.695
Gaz Chapłygina	$\Omega_m = 0.273 \pm 0.018$ $A = 1.000 \pm 0.001$ $\alpha = -0.04 \pm 2.260$	63.961	$\Omega_m = 0.275 \pm 0.020$ $A = 0.999 \pm 0.004$ $\alpha = 0.006 \pm 0.372$	663.641
Brany	$\Omega_m = 0.345 \pm 0.021$	72.697	$\Omega_m = 0.177 \pm 0.015$	664.276

Wyniki analiz prezentowane są w Tabelach 2 i 3. Najpierw rozpatrywaliśmy razem trzy testy odnoszące się do standardowych linijek a następnie świece standardowe (Tabela 2). Zakończyliśmy łączną analizą wszystkich czterech testów (Tabela 3).

W przypadku modelu Λ CDM jedynym wolnym parametrem jest Ω_m . Jedyną metodą czułą wyłącznie na parametr gęstości materii są badania prędkości własnych galaktyk. Analizę taką wykonał Feldman i in. (2003). Jego wyniki zgadzają się z naszą łączną analizą na poziomie 1σ . Później Mohayaee i Tully (2005) zastosowali metodę retrakcji orbit do analizy ruchów w lokalnej supergromadzie otrzymując $\Omega_m = 0.22 \pm 0.02$, co jest również zgodne z naszymi wynikami. Jeżeli chodzi o klasę modeli kwintesencyjnych rezultaty wszystkich naszych analiz świetnie zgadzają się z tymi otrzymanymi przez innych autorów (patrz np. Wood-Vasey et al. 2007). warto zauważyć że analiza łączna w przypadku parametryzacji CPL daje wynik bardzo zbliżony do modelu standardowego. Podobnie rzecz ma się w przypadku Gazu Chapłygina. Rozpatrywane testy zgodnie preferują wartości α bliskie zeru zaś A jest bliskie jedności – odpowiada to przypadkowi efektywnie równoważnemu modelowi Λ CDM. Wyniki te są zgodne z wcześniejszymi niezależnymi fitami, włączając najnowsze np. Wu i Yu (2007). Podobną zgodność otrzymujemy również dla ostatniego modelu DGP (zainteresowanemu czytelnikowi polecamy artykuł Xu i Wang z roku 2010 prezentujący wyczerpującą analizę tego modelu).

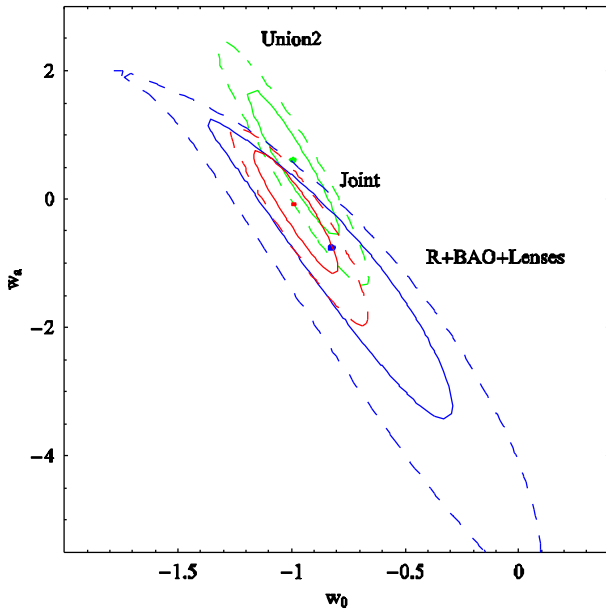
Tabela 3. Najlepsze dopasowania parametrów kosmologicznych badanych modeli w analizie łącznej (soczewki+BAO+R+SN Ia)

Model	Best fit	χ^2
Λ CDM	$\Omega_m = 0.274 \pm 0.014$	727.610
Kwintesencja	$\Omega_m = 0.274 \pm 0.014$ $w = -1.004 \pm 0.048$	727.63
CPL	$\Omega_m = 0.274 \pm 0.014$ $w_0 = -0.989 \pm 0.124$ $w_1 = -0.082 \pm 0.621$	727.584
Gaz Chapłygina	$\Omega_m = 0.274 \pm 0.014$ $A = 1.000 \pm 0.004$ $\alpha = -0.112 \pm 1.282$	727.610
Brany	$\Omega_m = 0.267 \pm 0.013$	727.676

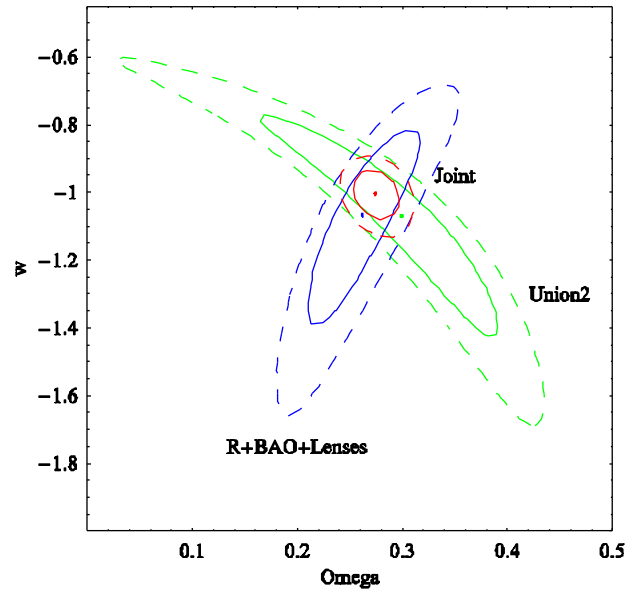
Zaprezentowane podejście pozwoliło nam uzyskać najlepiej dopasowane do danych parametry w ramach konkretnego modelu kosmologicznego. Niestety nie odpowiada ono na najbardziej nurtujące tu pytanie. A mianowicie: który model jest najlepszy? W tym przypadku pomocne okazują się kryteria informacyjne Akaike (AIC – Akaike Information Criterion) i Bayesa (BIC- Bayes Information Criterion). Szczegółowa analiza w tym względzie prezentowanych pięciu modeli

kosmologicznych wraz z odpowiedzią na powyższe pytanie przedstawiona została w artykule Biesiady i in. (2011), który czytelnikom serdecznie polecamy.

Na koniec prezentujemy elipsy wiarygodności (Rys. 1 i 2) dla dwóch modeli kwintesencyjnych, które całkiem nieźle ilustrują jak analiza łączna minimalizuje obszary ufności.



Rys. 1. Model CPL. Elipsy wiarygodności w przestrzeni parametrów w_0 i w_1 przy Ω_m ustalonym na 0.27. Linie ciągłe zakreślają obszary ufności na poziomie 68% zaś przerywane na poziomie 98%.



Rys. 2. Model z kwintesencją o stałym równaniu stanu. Elipsy wiarygodności w przestrzeni parametrów i Ω_m

Literatura:

- [1] Koopmas L.V.E. et al., 2009, *ApJ* 703, L51
- [2] Biesiada M., 2006, *PRD* 73, 023006
- [3] Grillo C., Lombardi M. and Bertin G., 2008, *Astron. Astrophys.* 477, 397
- [4] Komatsu E. et al., 2011, *ApJS* 192, 18
- [5] Reid B., et al. 2009, *M.N.R.A.S.* 404, 60
- [6] Amanullah R. et al., 2010, *ApJ* 716, 712
- [7] Nesseris S. and Perivolaropoulos L., 2005, *PRD* 72, 123519
- [8] Feldman H. et al., 2003, *ApJ* 596, L131
- [9] Mohayaee R. and Tully B., 2005 *ApJ* 635, L113
- [10] Wood-Vasey W.M. et al., 2007, *ApJ* 666, 694
- [11] Wu P. and Yu H., 2007, *ApJ* 658, 663
- [12] Biesiada M., Malec B. and Piórkowska A., 2011, *R.A.A.* 11, 641

Tadeusz Banachiewicz w Kazaniu (1910-1915) i Tartu (1915-1918)

Piotr Flin¹ i Elena Panko²

¹Jan Kochanowski University, Institute of Physics, Kielce, Poland

²Nikolaev State University, Kalinenkov Astronomical Observatory, Nikolaev, Ukraine



Tadeusz Banachiewicz około roku 1910
(źródło: K. Zawada „Observo ergo sum” [7])

Tadeusz Banachiewicz (1882 -1954) był wybitnym polskim astronomem. Jego działalność miała duży wpływ na astronomię polską w okresie międzywojennym i powojennym. Jego osiągnięcia zauważane były nie tylko w Polsce. Był profesorem Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie oraz dyrektorem obserwatorium astronomicznego Uniwersytetu (1919-1954). Członek PAU (1920) i PAN (1952),

w latach 1932-1938 wiceprezes Międzynarodowej Unii astronomicznej, wiceprezydent Baltic Geodetic Commission (1924-1925). Założyciel (w 1925 r.) kwartalnika naukowego Acta Astronomica. Pionier polskiej radioastronomii. Założyciel i wieloletni prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Autor ponad 230 publikacji naukowych. W swych pracach zajmował się zagadnieniami z zakresu matematyki, astronomii i geodezji, jak też astrofizyki. Był doktorem honoris causa Uniwersytetu Warszawskiego (1929), Poznańskiego (1936) oraz Sofijskiego (1950). Mimo, iż jego tematyka naukowa związana była głównie z zagadnieniami teoretyczno – obliczeniowymi, jego ulubionym mottem było: *observo ergo sum*.

Interesującym jest popatrzenie na działalność naukową Banachiewicza w Kazaniu i prześledzenie drogi, jaką w ciągu niespełna czterech lat swojej działalności naukowej, od października 1915 do końca 1918 roku Tadeusz Banachiewicz przebył w Tartu, za dyrektury K. D. Pokrowskiego, kiedy to zaczynając od stanowiska młodszego asystenta zakończył pobyt w Dorpacie jako profesor nadzwyczajny, dyrektor obserwatorium astronomicznego.

Tadeusz Julian Banachiewicz urodził się w Warszawie 13 lutego 1882 roku. Jego ojcem był Artur Banachiewicz (1840-1910), właściciel majątku ziemskiego Cychry koło Warszawy. Matka Zofia, z domu Rzeszotarska (1852-1920). W Rosji, zgodnie z tradycją nazywany był Tadeusz Arturowicz albo, znacznie rzadziej, w bardzo oficjalnych dokumentach, Tadeusz Julian Arturowicz. Początkowo edukację odbywał w domu rodzinnym, potem w Gimnazjum nr V w Warszawie, które ukończył w 1900 roku uzyskując srebrny medal za wyniki w nauce. W tymże też roku zapisał się na Uniwersytet Warszawski i przez cztery lata uczęszczał na zajęcia fizyczno matematycznego wydziału Uniwersytetu. Po ukończeniu nauki w Uniwersytecie przedstawia pracę p.t. „Badania stałych redukcyjnych heliometru Repsolda Obserwatorium Pułkowskiego”. Za pracę tę uzyskuje złoty medal przyznany 22 kwietnia 1904 przez Senat Uniwersytetu Warszawskiego. Absolwent uczelni wyższej w carskiej Rosji, który ukończył studia, to znaczy wysłuchał odpowiednich wykładów i zdał wymagane egzaminy nazywany był: rzeczywisty student (dejstwitelnyj student). Absolwentowi uczelni, który przedstawił także pracę naukową, przysługiwał tytuł kandydat nauk uniwersytetu. I taki właśnie tytuł kandydata nauk matematyczno fizycznych Uniwersytetu Warszawskiego uzyskał Tadeusz Banachiewicz w Cesarskim Uniwersytecie Warszawskim. W czasie, kiedy studiował dyrektorem Obserwatorium Astronomicznego był Aleksandr Wasiliewicz Krasnow (1866 -1907), który przybył do Warszawy ze stanowiska starszego astronoma-obszernika w Kazaniu. Zajmował się mechaniką nieba i nie obce były mu obserwacje prowadzone heliometrem w Kazaniu. Drugą osobą w Obserwatorium Warszawskim, zajmującym stanowisko astronoma-obszernika był Jan Kowalczyk (1833-1911). W roku 1903 Tadeusz Banachiewicz odbywa też przysposobienie wojskowe (służbę wojskową).

Z dniem 9 stycznia 1905 roku Tadeusz Banachiewicz rozpoczyna staż w Uniwersytecie (bez wynagrodzenia) w celu przygotowania się do pracy wykładowcy astronomii i geodezji (tzw. stypendysta profesorski). Staż ten, przyznany początkowo na dwa lata, zostaje przedłużony do 1 września 1908 roku. Okres ten wykorzystał Banachiewicz na dalsze kształcenie się. Przebywa dwa semestry w Getyndze (1906-1907), gdzie słuchał wykładów z astronomii i mechaniki, zaś pod okiem Karla Schwarzschilda (1873 -1916) dokształcał się w astrofizyce. Następnie przebywa pół roku w obserwatorium w Pułkowie (1907-1908), gdzie pod kierunkiem dyrektora obserwatorium Oskara Backlunda (1846 - 1916) zajmuje się głównie problemami mechaniki nieba, jak też obserwacjami astronomicznymi.

Przebywając w swojej rodzinnej miejscowości przygotowywał się do zdania egzaminów wymaganych na stopień magistra. W roku 1909/1910 zdał egzaminy na stopień magistra astronomii w Uniwersytecie Moskiewskim.

Znajomość pracy z heliometrem i zainteresowania mechaniką nieba doprowadziły do zatrudnienia Banachiewicza z dniem 10 czerwca 1910 jako młodszego asystenta w Obserwatorium Engelhardta Cesarskiego Uniwersytetu w Kazaniu. Dyrektorem Obserwatorium był zajmujący się mechaniką nieba prof. Dmitrij Ivanovich Dubiago (21.09/3 .10.1849 – 22.10.1918). Wykonywał obserwacje heliometrem Repsolda dla wyznaczenia stałych libracji fizycznych Księżyca, jak też w ciągu szeregu ekspedycji wyznaczał stałą siły ciężkości. Połączone to było w wielu miejscowościach z wyznaczaniem położenia geograficznego i z triangulacją.

5 grudnia 1911 roku Tadeusz Arturovich, kandydat Imperatorskiego Uniwersytetu, został podniesiony do rangi sekretarza kolegium (kollegskowo sekretarija). Chciał też uzyskać zgodę na wykładanie w Uniwersytecie Kazańskim. Tutaj spotkał się z dość ostrym zapytaniem dyrektora, jak wyobraża sobie wykonywanie obowiązków związanych z pracą w Obserwatorium z dojazdami na wykłady. Udało mu się przekonać prof. D. I. Dubiago że, będzie w stanie łączyć te dwie prace. Próbnny wykład został oceniony pozytywnie.

Banachiewicz chciał wykładać „Podstawy mechaniki nieba”. Dopiero 31 maja 1916 roku uzyskał zgodę na bycie privat-docentem w Uniwersytecie Kazańskim. Ponieważ stanowisko to związane było ściśle z uniwersytetem, a nie osobą, nie mógł automatycznie go zajmować w Juriewie.

W Kazaniu przedstawił też rozprawę na stopień magistra: „Stałe refrakcji i szerokość geograficzna Obserwatorium Engelhardta na podstawie obserwacji Graczowa kołem południkowym”. Niestety rozprawa ta nie została opublikowana i dlatego też nie mogła być rozpatrywana, jako dysertacja na stopień magistra. Główną przyczyną było niezbyt jasne załatwienie sprawy przez Banachiewicza z autorem obserwacji M. A. Graczowem. Gdy doszło do dość ostrego konfliktu między nimi, prof. Dubiago nie poparł argumentacji Banachiewicza. Ponadto, przenosząc się do innego uniwersytetu, zgodnie z obowiązującym prawem,

Banachiewicz nie mógł zabrać materiałów naukowych, nawet tych opracowywanych przez siebie, gdyż stanowiły one intelektualną własność placówki.

W 1915 przeniósł się do Obserwatorium Astronomicznego w Juriewie (dekret z 4 września 1915), gdzie objął wakujące stanowisko młodszego asystenta. Kandydaturę jego przedstawił i poparł dyrektor Obserwatorium Astronomicznego. Banachiewicz jeszcze przed przyjazdem do Dorpatu jasno informuje swojego przełożonego, że praca na stanowisku młodszego asystenta nie jest tym, co go zadawała. W liście datowanym 24 sierpnia/6 września pisze do Dyrektora Obserwatorium Uniwersytetu w Juriewie prof. Konstantina Dorimedontowicha Pokrowskiego (11/23 maja 1868 - 5.11.1944) pisze, że „dużo słyszał o wspaniałych warunkach dla prowadzenia pracy naukowej w Obserwatorium”. Podaje, że chciałby być privat-docentem i zajmować się między innymi wyznaczaniem stałych libracji Księżyca. Wspomina też kłopoty z uzyskaniem stopnia magistra w Kazaniu.



Konstantin D. Pokrowski



Dmitrij I. Dubiogo

Dyrektor Obserwatorium jest niesłychanie życzliwy dla Banachiewicza i jeszcze przed jego przyjazdem do Dorpatu podaje mu szczegółowe informacje, jak szybko i sprawnie przeprowadzić ten proces w Dorpacie, gdzie jest on dość skomplikowany i czasochłonny. Te rady są bezcenne. Po konsultacji, w celu uzyskania prawa wykładania (*pro venia legendi*) Banachiewicz przedkłada i broni dysertację „Trzy szkice z teorii refrakcji”, napisaną jeszcze w Kazaniu. Z dniem 11 grudnia 1915 roku zostaje privat docentem Uniwersytetu w Juriewie. Przez cały swój pobyt w Dorpacie Banachiewicz korzysta z bezcennych rad i ciągłego wsparcia prof. Pokrowskiego, nawet wtedy, gdy Pokrowski wyjeżdża z Juriewa do Permu, aby tam tworzyć nowy uniwersytet, którego zresztą zostaje rektorem.

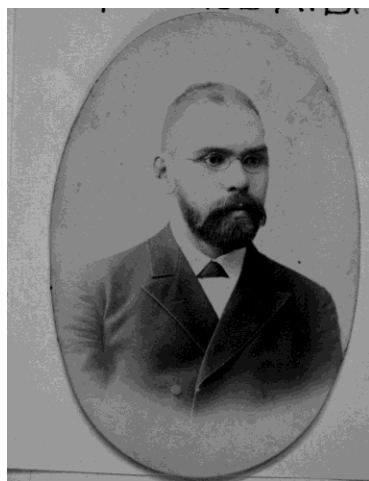
Będąc w Juriewie, mimo wojennych czasów, Banachiewicz dużo podróżował służbowo po różnych obserwatoriach Rosji. Nie przeszkadzał mu w tym fakt, iż Dorpat raz był miastem rządzonym przez Rosjan, a potem Niemców. Również Rewolucja Październikowa nie wypłynęła w sposób zasadniczy na pracę Banachiewicza. Oczywiście utrudnienia wojenne spowalniały pracę naukową, a niektórych prac, jak np. obserwacji heliometrem i innymi instrumentami

optycznymi nie można było prowadzić, bo instrumenty te zostały ewakuowane w głąb Rosji.

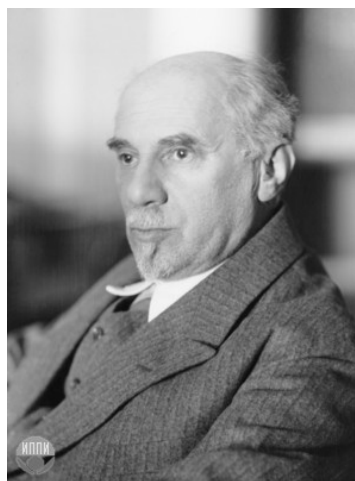
Pod koniec 1916 roku Banachiewicz ma przygotowany rękopis pracy: „O równaniu Gaussa $\sin(z-q) = m \sin^4 z$, przy z bliskim q ”. Po konsultacjach z prof. Pokrowskim, Banachiewicz przedstawia tę pracę, jako swoją pracę magisterską. Obrona dysertacji odbyła się w dniu 12 września 1917 roku. Recenzentami byli: prof. Leonid Samuilovich Lejbenzon (1879-1951), pełniący obowiązki Dyrektora Obserwatorium astronom-obszernator Eryk Schoenberg (1882 -1965) i prof. Pokrowski, który już był wtedy w Permie, organizując uniwersytet.

Uzyskanie tytułu magistra uprawniało do zajęcia stanowiska docenta, o które Banachiewicz od razu wystąpił i uzyskał je w dniu 5 października 1917 roku.

W czasie swojego pobytu w Dorpacie (Juriewie, Tartu) Banachiewicz prowadził następujące wykłady: „Obserwacje astronomiczne i geodezyjne w ekspedycjach”, „Astronomia ogólna”, „Astronomia praktyczna”, „Astronomia teoretyczna”.



Aleksandr W. Krasnow
(1866 -1907)



Leonid S. Leybenzon
(1879 -1951)

W związku z oficjalnym zakończeniem pracy w Juriewie przez prof. Pokrowskiego, zwolnione zostało stanowisko profesorskie. Wydział fizyczno matematyczny ogłosił konkurs na to stanowisko (31 stycznia 1918). Na ogłoszony konkurs wpływa podanie od jednej kandydatury. Była to kandydatura docenta Uniwersytetu w Juriewie, magistra astronomii T. A. Banachiewicza. Władze Wydziału zwracają się do prof. Lejbenzona i prof. Pokrowskiego o wypowiedzenie się o dorobku naukowym kandydata. Zacytowano też opinie innych astronomów o pracach Banachiewicza. W wyniku procedury konkursowej Rada Uniwersytetu w dniu 22/9 marca 1918 roku zatwierdziła wniosek Wydziału. W dniu 21/8 marca 1918 roku pracę magisterską „O jasności planet” broni Eryk Schoenberg, a Banachiewicz jest jej recenzentem). Na posiedzeniu w dniu 26 marca 1918 Rada Wydziału powołuje Banachiewicza na dyrektora Obserwatorium Astronomicznego i zostaje on profesorem nadzwyczajnym.



ДИПЛОМЪ.

Приватъ-доцентъ Юрьевского Университета, кандидатъ Физико-Математическихъ наукъ Варшавскаго Университета, **Тадеушъ (Оаддей)-Юліанъ Артуровичъ Банахевичъ**, на основаніи выдержаннаго имъ въ Физико-Математическомъ Факультетѣ Московскаго Университета испытанія и по публичномъ защищеніи въ Юрьевскомъ Университетѣ диссертациі подѣ заглавіемъ: „Объ уравненіи Гаусса $\sin(z-q) = m \sin^4 z$, при z близкомъ къ q “, удостоенъ Физико-Математическимъ Факультетомъ Юрьевского Университета ученой степени

Магистра астрономіи

и утвержденъ въ этой степени Совѣтомъ Юрьевского Университета 16 сентября 1917 года, съ предоставленіемъ ему всѣхъ правъ и преимуществъ, по законамъ Россійской Державы со степенью магистра соединяемыхъ.

Въ удостовѣреніе сего выданъ магистру **Банахевичу** этотъ дипломъ съ приложеніемъ Университетской печати.

Юрьевъ, 19 сентября 1917 года.

№ 1437.

И. об. Ректора Юрьевского Университета Декана

За Декана Физико-Математическаго Факультета

Секретарь Совѣта

Po zajęciu Dorpatu przez Niemców, uniwersytet z dniem 31 maja (koniec semestru) przekształcano w uniwersytet niemiecki. Niektórzy historycy przyjmują, że ta data jest końcem 66 dniowej dyrektorskiej działalności Banachiewicza w Dorpacie jako ósmego Dyrektora Obserwatorium. Nie jest to jednak cała prawda. Uniwersytet w Juriewie został częściowo już wcześniej przeniesiony do Woroneża. Pismem z dnia 31 maja Narodowy Komisariat Oświaty, Komitet Budowy Uniwersytetu w mieście Woroneż wzywa prof. nadzwyczajnego Tadeusza Banachiewicza do przyjazdu do Woroneża, aby przygotował zajęcia od nowego roku szkolnego. Natomiast list z dnia 28 czerwca potwierdza przeniesienie z Juriewa do Woroneża. Wprawdzie Banachiewicz do Woroneża nie przyjeżdża, ale jeszcze w dniu 17 lipca 1918 roku, jako dyrektor Obserwatorium, poleca Uniwersytetowi w Woroneżu na stanowisko rachmistrza Konstantina Wasilewicza Kupffera, który pracował w Juriewie.

13 maja 1918 Tadeusz Banachiewicz występuje z prośbą do Ortskomendantur o zgodę na wyjazd do Warszawy przez Rygę. Zgodę tę uzyskuje i we wrześniu 1918 roku jest w Warszawie i do Tartu już nie powraca. Prowadzi jeszcze korespondencję z Kupfferem w sprawach organizacyjnych.

Tak zakończył się niespełna czteroletni okres pracy Tadeusza Banachiewicza w Tartu. Do okresu tego odnosił się z dużym sentymentem i z wielką radością

odwiedził Tartu w 1934 roku w czasie VII konferencji Bałtyckiej Komisji Geodezyjnej. Słowa z listu do prof. Pokrowskiego z 1915 roku, iż „dużo słyszał o wspaniałych warunkach dla prowadzenia pracy naukowej w Obserwatorium” okazały się całkowicie uzasadnione.

Ciągła opieka i rady prof. Pokrowskiego doprowadziły Banachiewicza od stanowiska młodszego asystenta do profesury. Bez niego kariera Banachiewicza wyglądałaby zupełnie inaczej. W swojej dysertacji Banachiewicz napisał:

„Wyrażam głęboką i szczerą wdzięczność prof. K. Pokrowskiemu, dyrektorowi Obserwatorium w Juriewie, obecnie rektorowi uniwersytetu w Permie; prawdziwie naukowa atmosfera w Obserwatorium - mimo mało przychylnych czasów - umożliwiła mi całkowite oddać się pracy.”

Jest ciekawym, iż w niektórych informacjach o Banachiewiczu ten chyba najważniejszy okres w jego wczesnym życiu naukowym jest całkowicie pomijany.

Podziękowanie:

Autorzy dziękują dr. Jerzemu Kordylewskiemu za łaskawe udostępnienie archiwum Tadeusza Banachiewicza. Podziękowania należą się również dla dr Stelli Pisarewej z Muzeum Uniwersytetu Kazńskiego i prof. Yuriya A. Neded'eva, dyrektora Obserwatorium im. Engelhardta za przesłanie nam portretów kazańskich astronomów.

Literatura:

- [1] Dworak T.Z., Kreiner J.M., Mietelski J., 2000, „Tadeusz Banachiewicz (1882-1954)”, w: Uniwersytet Jagielloński, Złota Księga Wydziału Matematyki i Fizyki pod. Red. B. Szafirskiego, Księgarnia Akademicka, Kraków, s. 161-179
- [2] Kamiński M. 1959, „Zarys dziejów Obserwatorium Warszawskiego 1815-1945”, Studia i materiały z dziejów nauki polskiej. Historia nauk matematycznych, fizyko-chemicznych i geologiczno-geograficznych, zeszyt 2, s. 69 - 115
- [3] Pustylnik I., 2007, “Erich Schoenberg (1882–1965)-Early Scientific Career in Tartu (Dorpat) (1907 to 1918)”, AN 328, No7, s. 694
- [4] Szpilewski A.W., 1975, „Tadeusz Banachiewicz w Dorpacie (1)”, Urania XLVI, s. 290-295
- [5] Szpilewski A.W., 1975, „Tadeusz Banachiewicz w Dorpacie (2)”, Urania XLVI, s. 322-328
- [6] Witkowski J., 1955, “The life and Work of Professor Dr. Thaddeus Banachiewicz”, Acta Astr. Ser.c Vol. 5, s. 85 -94
- [7] Zawada A. K., 2004, „*Observo ergo sum*, Tadeusz Banachiewicz 1882-1954”, Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Collegium Majus, Kraków



Szymon Sikora i Michał Silarski



Iryna Małygina i Grygorii Polinovskiy



Sylwia Kusiak



Janusz Nicewicz



Beata Malec



Tomasz Kundera

HU Aquarii – close binary system harbouring two massive planets?

Bartosz Gauza i Aga Słowikowska

Institute of Astronomy, University of Zielona Góra

1. Introduction

Among more than half thousand of extra solar planets catalogued so far, those located in close binary systems represent a still small group. Recently, discoveries of a number of planets (or rather planet candidates) in short-period, evolved binaries, where one of the stars became a compact object (e.g. a white dwarf) have been announced. Systems belonging to this group, suspected to host planets are: NN Serpentis, DP Leonis, CM Draconis, QS Virginis and a system that is the subject of this work – HU Aquarii.

HU Aquarii is an eclipsing binary belonging to the polar or AM Herculis type of cataclysmic variables. The system consist of a pair of interacting stars: a primary white dwarf of a mass of $0.88 M_{\odot}$, and a secondary red dwarf of a mass of $0.2 M_{\odot}$ [1]. The low-mass secondary fills its Roche lobe and looses material through the inner Lagrangian point. Immediately on leaving the L1 point flow of the accreted plasma is magnetically controlled, being forced to move along the field lines and impact directly onto the white dwarf surface in the area of magnetic poles. Furthermore, magnetic field synchronizes the rotation period of the white dwarf to the orbital period of the binary, which in the case of HU Aqr is just 2 h and 5 min. System was discovered in 1993 in the ROSAT survey [2] and has since been extensively studied in various wavelength bands [3, 4].

In 2009 Schwarz and collaborators reported that the long-term period changes observed in this system may origin from the presence of unseen third body orbiting the binary [1]. They have compiled a list of 72 new eclipse egress times and found complex deviations from a linear trend. Using a combination of constant and cyclic period change (quadratic plus sinusoidal ephemeris) they obtained a fit with $\chi^2_{\nu} = 11$ that implies a constant period decrease at a rate of $dP_{\text{orb}}/dt = -1.1 \cdot 10^{-11}$ and cyclic variation with a period of 6.9 years. They calculated that if the latter result from the presence of an additional orbiting body, the minimum mass of this body would be $0.0047 M_{\odot}$ ($\sim 5 M_J$) and remain below the hydrogen burning limit for any inclination $> 3^{\circ}$. On the High Time Resolution Astrophysics (HTRA) IV conference in May 2010 Ilham Nasiroglu presented the results of HU Aqr eclipse timing [5], with the use of a total number of 111 eclipse egress times, including eight new precise measurements. Author has found a continuous period decrease of $dP_{\text{orb}}/dt = -3 \cdot 10^{-12}$ and two periodic modulations, one over about 6 years with an amplitude between 6-7 s, and second over 11-15 years with 10-13 s amplitude. Assuming that binary components and potential circum binary planets move in coplanar orbits with

inclination $i = 85^\circ.5$ [4], derived planet masses and separations amounted to $4.05 M_J$, 3.4 AU (6 yr orbit) and $4.42 M_J$, 5.1 AU (11 yr orbit).

2. Observations and data

For our analysis we used archival data. Most measurements were based on the observations performed with the Optical Pulsar Timing Analyzer (OPTIMA). OPTIMA instrument, designed and developed by the group for gamma-ray astronomy of the Max-Planck Institute for Extraterrestrial Physics, is a high-speed photon counter which is used to study rapid variable objects (like pulsars) with high time resolution (10^{-6} s.) and high sensitivity. Additionally, we have obtained three new eclipse light curves, using the observations performed with the 17 inch remote-controlled PIRATE (Open University) telescope located at the Astronomical Observatory of Majorca (OAM). The complete data set contains 124 eclipse egress times that span over 17 yrs.

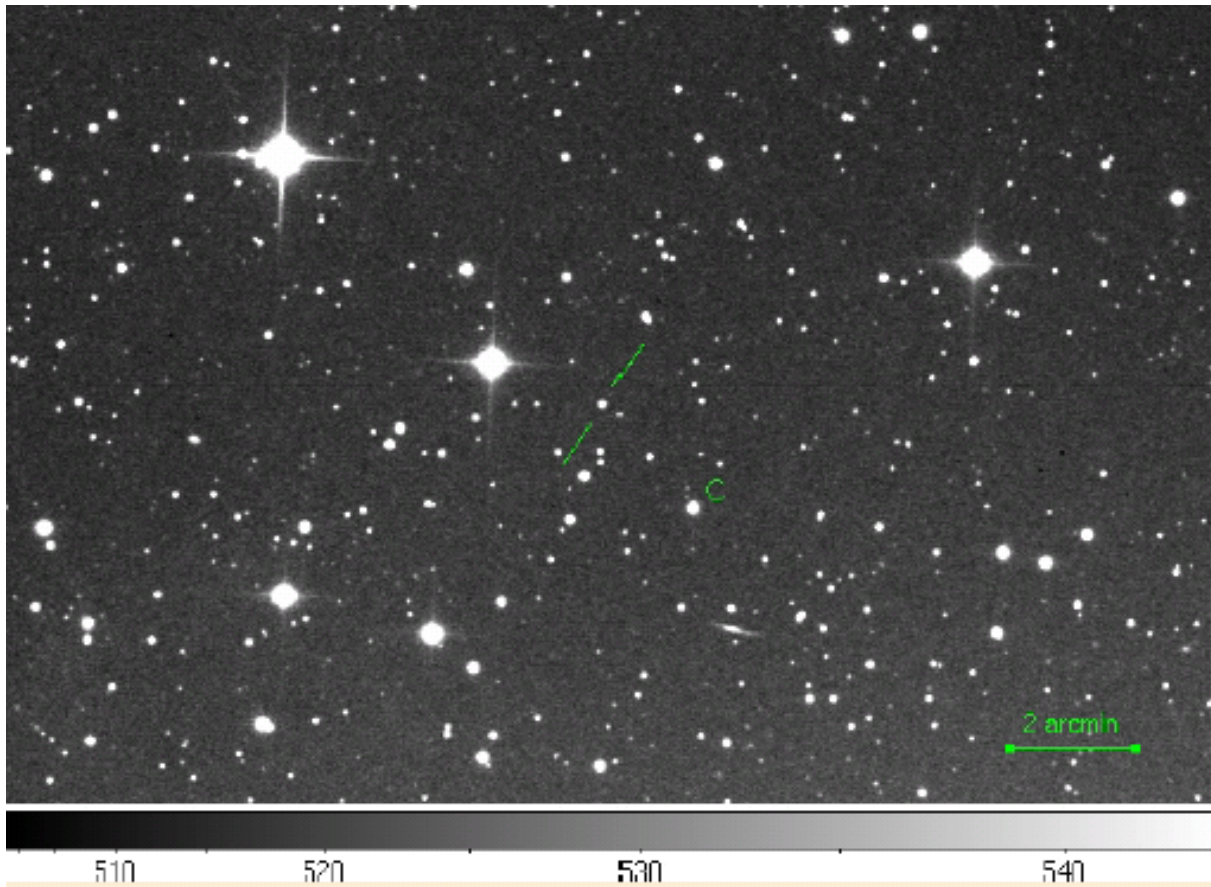


Fig. 1. Finding chart for HU Aqr made of a combined 203 single 10s frames, acquired with the Pirate telescope. Object is marked by two lines and the comparison star is marked as “C” North is up, East to the left.

Standard data reduction and aperture photometry was performed using the IRAF package. Relative unfiltered magnitudes of HU Aqr were determined as the

difference between the magnitude of the variable and comparison star, marked in Fig. 1 “C”. Obtained light curves are shown in Fig. 2. UTC mid exposure times were converted to Barycentric Julian Date in the Barycentric Dynamical Time. Eclipse egress times, used as a timestamp for the study of period variations, were defined as the moments of half intensity and were found by fitting the sigmoidal function of the form:

$$\Delta m(t) = m_1 + (m_2 - m_1) / [1 + \exp(t_0 - t) / \Delta t]$$

where m_1 and m_2 are the levels before and after egress and t_0 is the searched mid-egress time.

Table 1. New eclipse egress times based on PIRATE observations.

ε	BJD [day]	Error [day]
73409	2455476.31909712	0.0000578
73559	2455489.34216978	0.0000578
73560	2455489.42901510	0.0001156

3. Eclipse timing: model and results

Detection of planet candidates via eclipse timing is based on the well-known phenomenon, the so called light-travel time effect (LITE). If eclipsing binary has a planetary companion, the bodies will orbit around a common center of mass. The motion of the binary will cause periodic changes of the distance from observer and thus addition of (or subtraction of) the light travel time. This will result in a delay or advance in the measured eclipse times. If we disregard the perturbations of orbits, arising from mutual gravitational interactions between planets, we can apply the

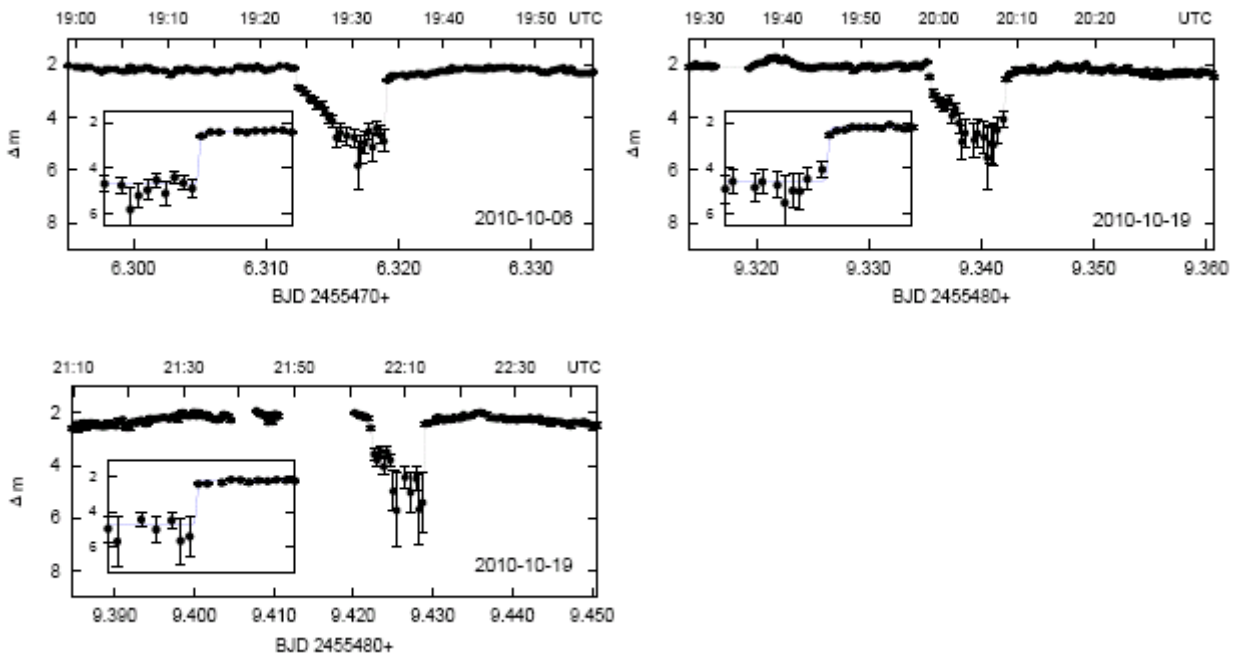


Fig. 2. No-filter light curves of HU Aqr obtained with the PIRATE telescope.

Keplerian formulas to describe the observed time variations:

$$\tau_j = K_j [(\cos E_j - e_j) \sin \omega_j + \sqrt{1 - e_j^2} (\sin E_j \cos \omega_j)]$$

where

$$K_j = a_j \sin i_j / c, \quad E_j - e_j \sin E_j = n_j (t - T_{pj}), \quad n_j = 2\pi / P_j$$

and E is the eccentric anomaly, c is the speed of light a_j , e_j , ω_j , i_j , P_j , T_{pj} are Keplerian elements of the binary orbit, associated with the presence of j -th planet.

Taking into account the contributions from two additional bodies orbiting the binary, eclipse egress times will be described by:

$$T = T_0 + P_{\text{orb}} \varepsilon + \beta \varepsilon^2 + \tau_a + \tau_b$$

where T_0 is the reference time, i.e. time of the first observed eclipse egress, P_{orb} is the binary orbital period, ε is the cycle number and β is a constant coefficient which determines the change of binary orbital period, $dP_{\text{orb}}/dt = 2\beta/P_{\text{orb}}$. The fit

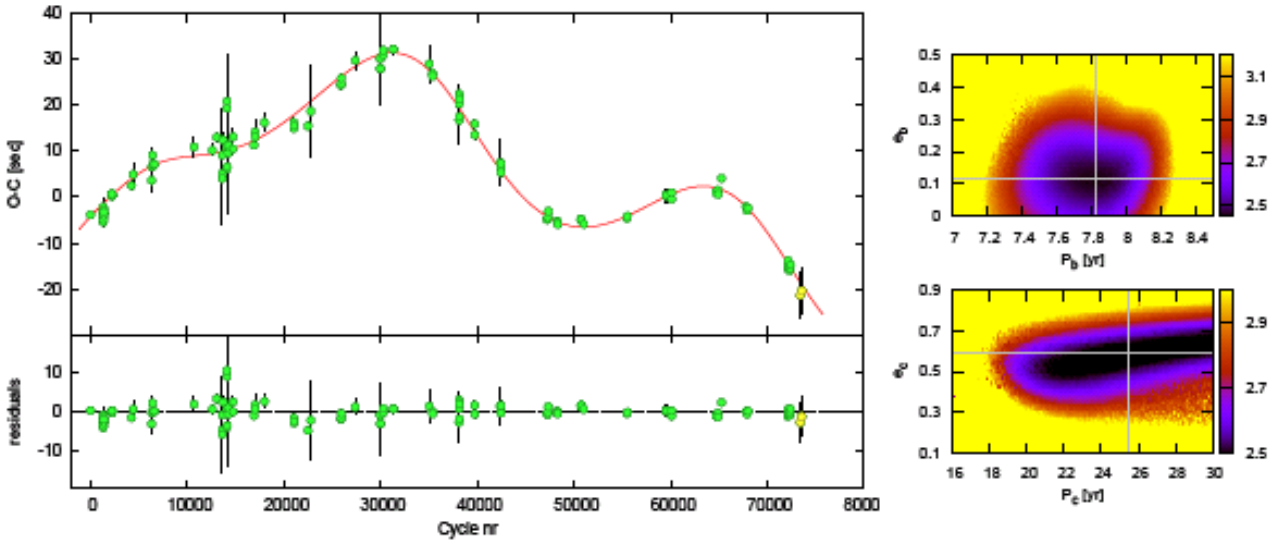


Fig. 3. O – C diagram for a model that includes linear ephemeris (β set to 0). Solid line is a combination of two periodic variations τ_a ; τ_b . Left panels show $\sqrt{\chi_v^2}$ maps for (P_b, e_b) and (P_c, e_c) planes.

was performed using the Levenberg-Marquardt algorithm implemented in the MINPACK code. We have investigated two variants of the model, one with a fixed $\beta = 0$ (Fig. 3) and the second with β being fitted (Fig. 4). Results are presented in Figs. 3 and 4, where the differences between the observed and calculated (O – C) eclipse egress times are shown, together with the fitted cyclic variations (line), residuals, and scans of $\sqrt{\chi_v^2}$ at the selected parameter planes. Derived parameters and their 1σ uncertainties are collected in Table 2.

The next obvious step in the study of the HU Aqr system shall be a verification of the orbital stability. This may allow to settle whether any of the found configurations may actually exist. It should be emphasized that HU Aqr is dynamically complex and

other physical processes may cause similar changes in the observed period. However, the planetary model is competitive because of quality of the fit as well as of its simplicity.

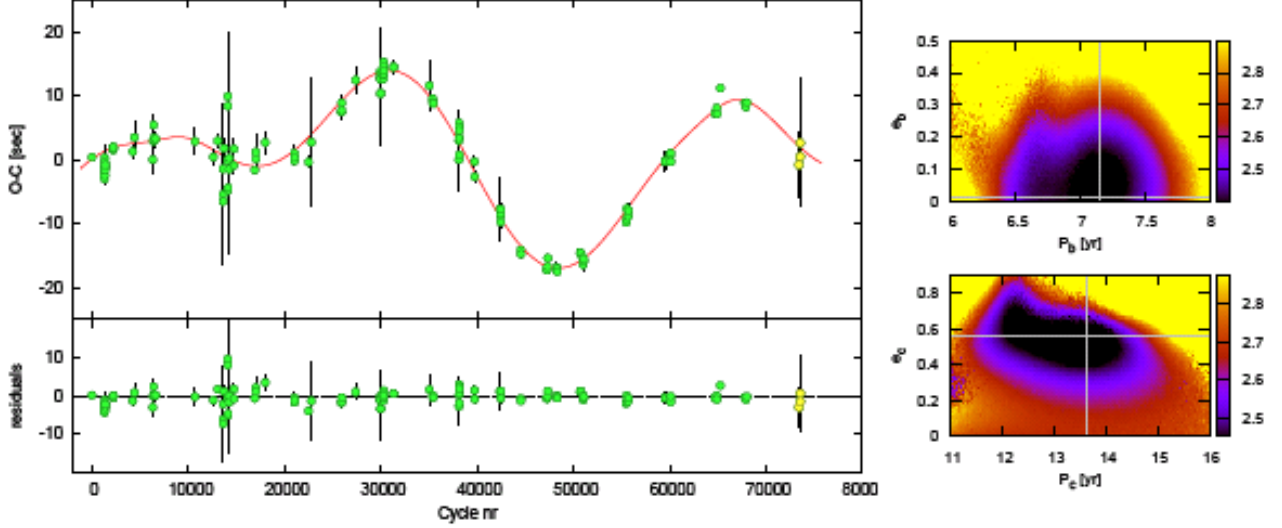


Fig. 4. Same as Fig.3, for a model containing the quadratic ephemeris.

Table 2. Best-fit parameters of the HU Aqr system. Formal 1σ errors are given when available.

β	set to 0.0		$-2.54 \cdot 10^{-13}$	
$\sqrt{\chi^2_\nu}$	2.461		2.315	
T_0 [BJD 2449000+]	102.92004726		102.92000517	
P_{orb} [d]	0.0868204075		0.0868204235	
\dot{P}_{orb}	0.0		$-5.85 \cdot 10^{-12}$	
HU Aqr :	b	c	b	c
semi-major axis (AU)	$4.04^{+0.07}_{-0.09}$	$8.88^{+?}_{-1.13}$	$3.81^{+0.08}_{-0.09}$	$5.849^{+0.13}_{-0.30}$
$m \sin(i)$ [M _J]	$6.53^{+0.29}_{-0.30}$	$8.21^{+?}_{-1.48}$	$6.14^{+0.45}_{-0.29}$	$4.35^{+0.51}_{-0.37}$
orbital period (yr)	$7.82^{+0.20}_{-0.27}$	$25.48^{+?}_{-4.7}$	$7.15^{+0.23}_{-0.24}$	$13.61^{+0.46}_{-1.05}$
eccentricity	$0.12^{+0.08}_{-0.09}$	$0.59^{+?}_{-0.22}$	$0.02^{+0.14}_{-0.02}$	$0.56^{+0.06}_{-0.10}$
ω (deg)	314.7	182.7	293.6	176.4
T_p [BJD 2449000+] (day)	384.0	516.2	467.3	758.4
LITE semi-amplitude (sec)	$11.65^{+0.52}_{-0.54}$	$32.19^{+?}_{-5.8}$	$10.31^{+0.76}_{-0.48}$	$11.22^{+1.32}_{-0.95}$

Acknowledgments

We are grateful to Ulrich Kolb from Open University for access to the PIRATE telescope and to Vadim Burwitz (MPE) for performing observations of HU Aqr with PIRATE. AS acknowledges support from the grant FNP HOM/2009/11B and the EU grant PERG05-GA-2009-249168. BG would like to thank Ilham Nasiroglu for useful advices.

References

- [1] Schwarz R., Schwope A. D., Vogel J., Dhillon V. S., Marsh T. R., Copperwheat C., Littlefair S. P., and Kanbach G., 2009, *Astron. Astrophys.*, 496:833-840
- [2] Schwope A. D., Thomas H. C., and Beuermann K., 1993, *Astron. Astrophys.*, 271:L25
- [3] Schwope A. D., Mantel K.-H., and Horne K., 1997, *Astron. Astrophys.*, 319:894-908
- [4] Schwope A. D., Schwarz R., Sirk M., and Howell S. B., 2001, *Astron. Astrophys.*, 375:419-433
- [5] Nasiroglu I., Słowikowska A., Kanbach G., Schwarz R., and Schwope A. D., 2010, *High Time Resolution Astrophysics IV - The Era of Extremely Large Telescopes*

Gwiazdy zmienne zaćmieniowe - obserwacje CC Coma Berenice

Justyna Gronowska

Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Wstęp

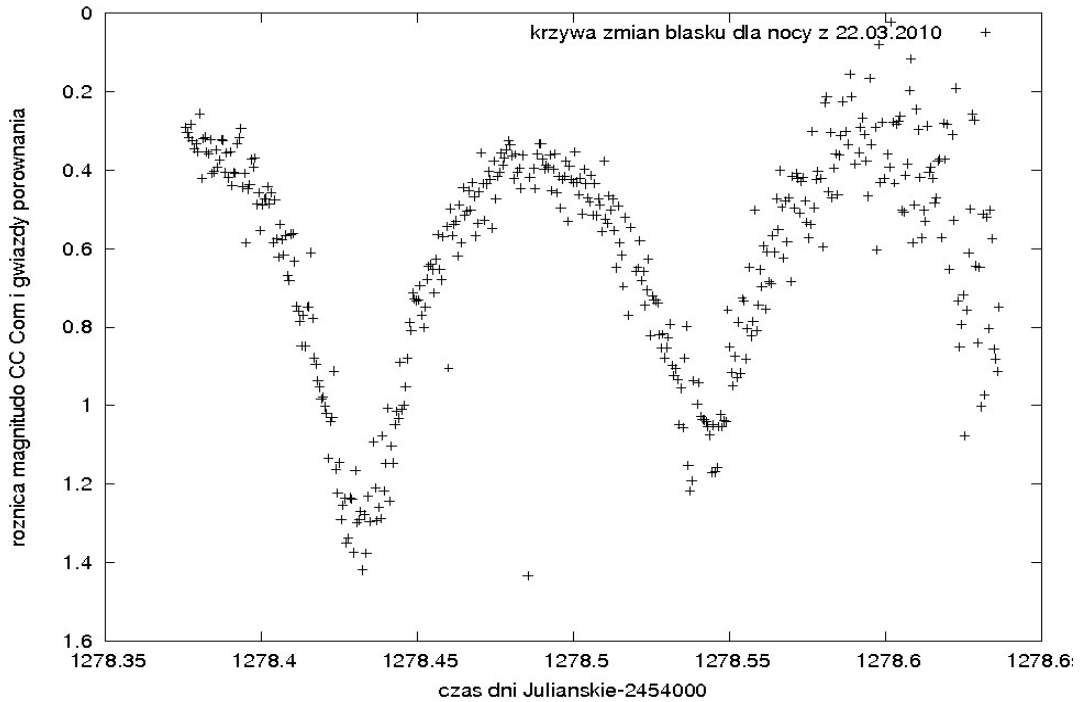
CC Com jest gwiazdą podwójną typu W Uma o bardzo krótkim okresie orbitalnym wynoszącym około 0.221 dnia, inklinacji około 90 stopni oraz stosunku mas około 0.5. Ze względu na swoje szczególne właściwości CC Com była przedmiotem badań wielu obserwatorów.

Gwiazdy typu W UMa są łatwo rozpoznawalne przez ich krzywą zmian blasku, z niemal równymi minimami i ciągłą zmianą jasności. Gdy odległość pomiędzy składnikami jest bardzo mała wówczas są one zdeformowane działaniem sił pływowych i swoim kształtem przypominają elipsoidę obrotową. Wówczas zmiany jasności następują nie tylko wskutek zaćmień, ale również dlatego, że gwiazdy te zwracają się w stronę obserwatora raz mniejszą a raz większą powierzchnią. Zmienność waha się od kilku dziesiątych do nieco ponad jednego magnitudo. Okres zmian jest zazwyczaj krótki i waha się pomiędzy 0.25 dnia do około 1 dnia.

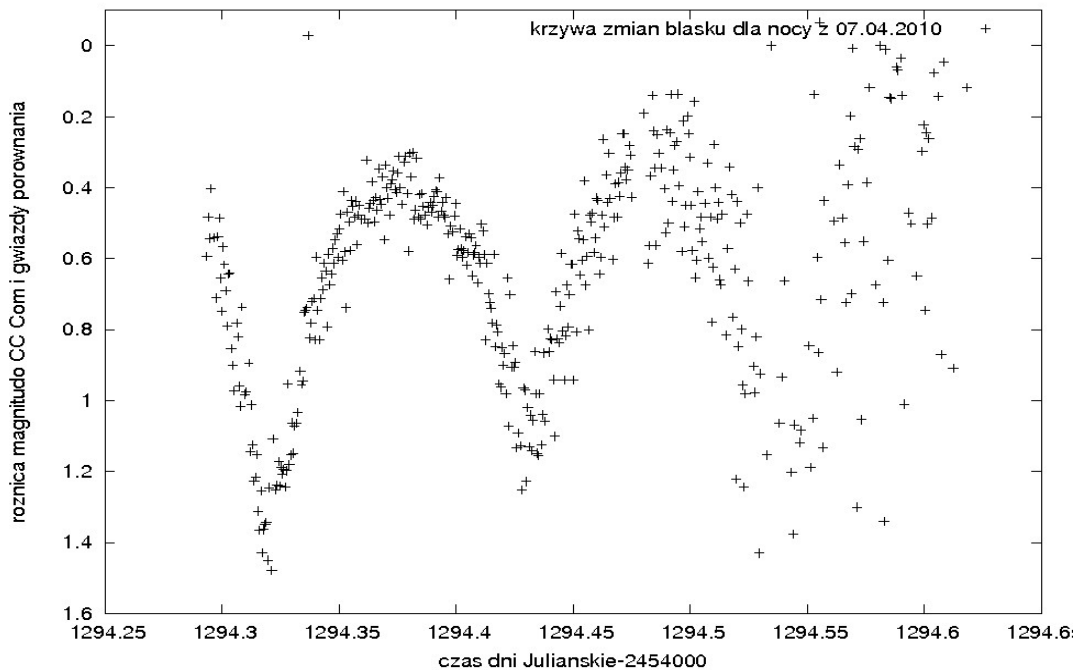
Gaz w obszarach powyżej obu krytycznych powierzchni Roche'a może być utrzymywany we wspólnej otoczce obejmującej obie gwiazdy układu podwójnego. Jeśli wspólna otoczka układu kontaktowego jest dostatecznie gruba, to może skutecznie ukryć przed obserwatorem własności obu gwiazd tworzących układ. Na przykład wspólna fotosfera, leżąca (niemal) na powierzchni ekwipotencjalnej obejmującej obie gwiazdy ponad wspólną otoczką, musi mieć prawie jednakową temperaturę na całej powierzchni, a nie różne temperatury efektywne, których spodziewalibyśmy się, gdyby obie gwiazdy tworzące układ były oddzielnymi składnikami. Jak pierwsi zauważyli Osaki i Lucy [3], we wspólnej otoczce musi działać mechanizm mieszający dwa różne strumienie promieniowania, wydobywające się z wnętrza krytycznych powierzchni Roche'a i prowadzący do powstania jednorodnego strumienia obserwowanego na powierzchni wspólnej fotosfery. Najliczniejszymi układami tego typu są układy typu W UMa, w których wspólna otoczka obejmuje dwie gwiazdy ciągu głównego. Jak wcześniej wspomniano, minima krzywej zmian blasku są niemal identycznej głębokości. Z własności tej wynika, że temperatury efektywne obu gwiazd muszą być niemal identyczne, pomimo różnych mas. Gdyby temperatury efektywne były takie jakie mają pojedyncze gwiazdy ciągu głównego wówczas zaćmienie dużej gorącej gwiazdy przez gwiazdę małą i zimną byłoby głębsze niż drugie minimum. Wniosek ten pozostaje w zgodzie z brakiem zauważalnych zmian koloru i typu widmowego podczas ruchu orbitalnego gwiazd.

Prezentacja wyników

Wyniki moich obserwacji zostały otrzymane na podstawie dwóch nocy obserwacyjnych. Redukcja danych oraz fotometria zostały wykonane za pomocą pakietu IRAF. Poniżej prezentuję krzywe zmian blasku dla obu nocy obserwacyjnych. Wartości minimów zostały otrzymane metodą dopasowania paraboli.

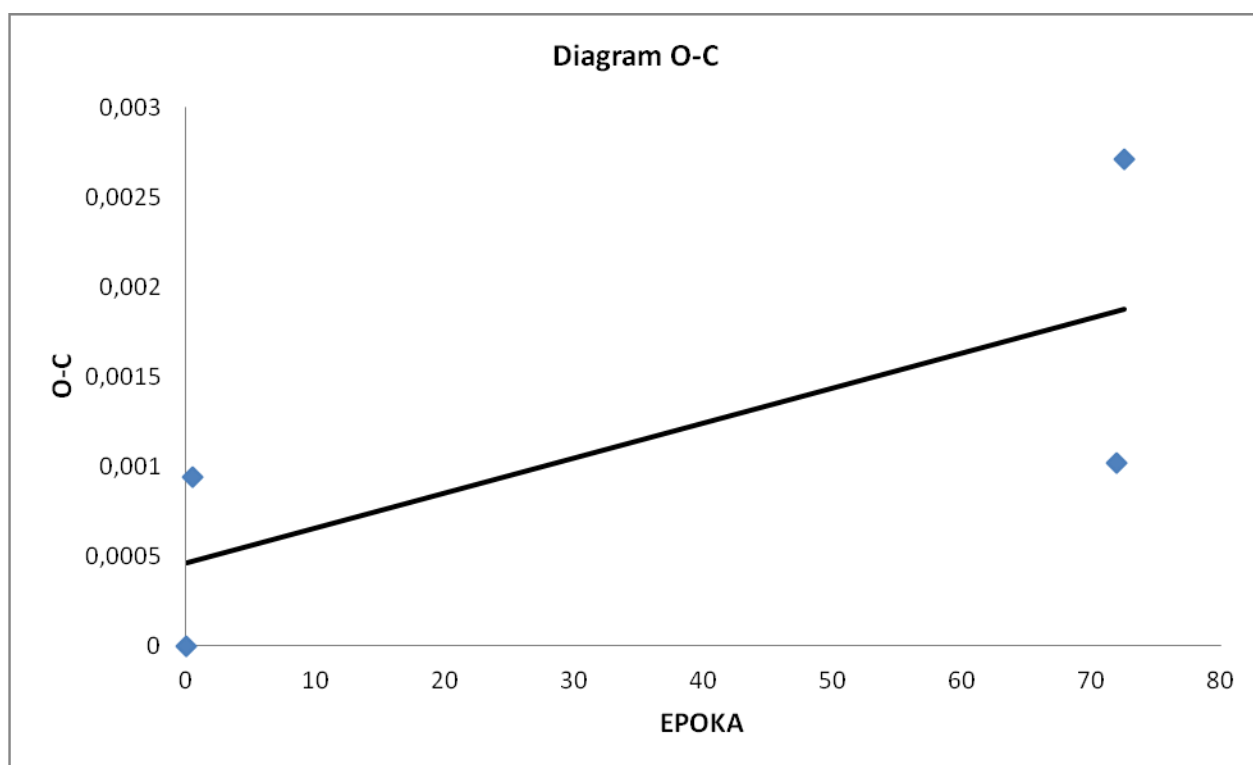


Rys. 1. Krzywa zmian blasku gwiazdy CC Coma Berenice dla nocy z 22.03.2010



Rys. 2. Krzywa zmian blasku gwiazdy CC Coma Berenice dla nocy z 07.04.2010

Przeprowadzając transformatę Fouriera mogłam wyznaczyć okres zmian blasku, jednak podczas obliczeń okresu orbitalnego pojawiła się pewna nieścisłość, a mianowicie program wykonujący transformatę Fouriera na krzywych z dwóch nocy popełnił błąd, źle dopasowując do nich funkcję sinus. Przyczyną tego błędu jest zbyt mała liczba danych, którymi się posiłkowałam. Dlatego do obliczenia minimów kalkulowanych posługiwałam się okresem z literatury. Korzystając z wartości wyznaczonych minimów obserwowanych i kalkulowanych, został sporządzony diagram O-C, który przedstawia zależność, pomiędzy różnicą wystąpienia minimum obserwowanego i minimum kalkulowanego, a daną epoką. Znajduje się on na obrazku poniżej.



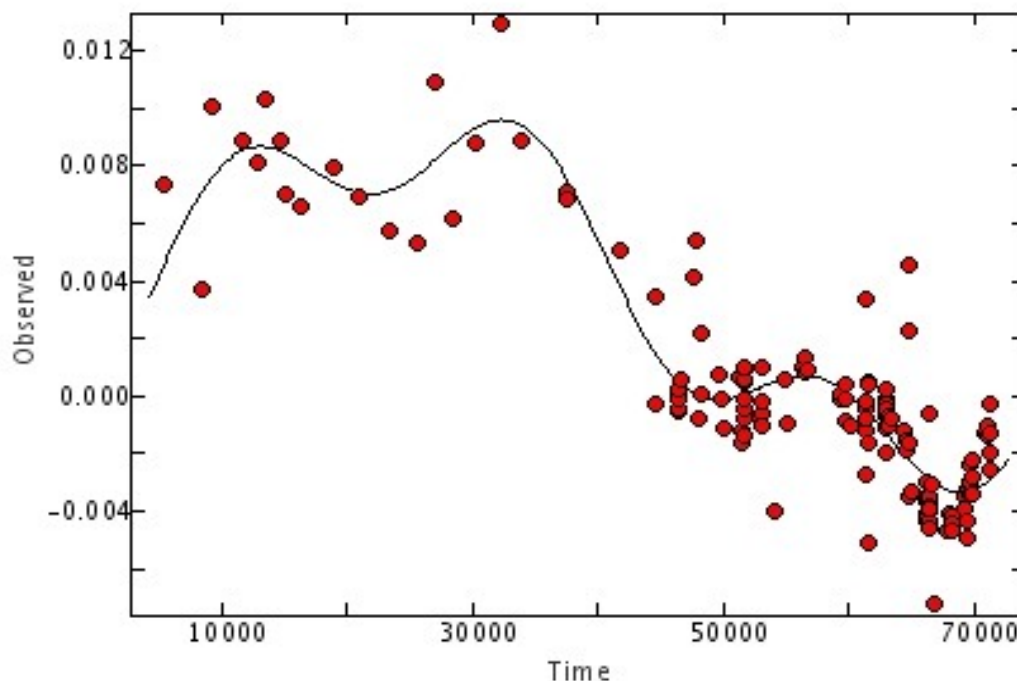
Rys. 3. Diagram O-C sporządzony na podstawie dwóch nocy obserwacyjnych: 22.03 oraz 07.04.2010

Jeśli elementy M_0 (moment minimum początkowego) i P (okres orbitalny) są poprawne, to punkty na diagramie O-C gromadzą się wzdłuż prostej $O-C=0$. Każdy inny układ punktów oznacza, że przynajmniej jeden z tych parametrów jest wyznaczony błędnie. Jeśli punkty układają się wzdłuż innej linii prostej, to na podstawie takiego diagramu można wyliczyć nowe, poprawne elementy M_0 i P .

Najbardziej interesujące jest jednak zastosowanie diagramu O-C dla gwiazd, które z różnych powodów wykazują zmiany długości okresu P . W takich przypadkach punkty na diagramie nie układają się wzdłuż linii prostych.

Poniżej znajduje się diagram O-C dla gwiazdy CC Coma Berenice sporządzony na podstawie wieloletnich obserwacji, ze względu na duży rozrzut obserwacji

wizualnych zostały one uśrednione w grupach, a następnie do otrzymanego zbioru punktów została dopasowana krzywa.



Rys. 4. Diagram O-C gwiazdy CC Coma Berenice dla wieloletnich obserwacji

Podsumowanie

Wartości minimów, które otrzymałam zgadzają się z aktualnymi wynikami otrzymanymi przez Andronova [1] oraz obserwacjami wykonanymi przez Paschke [4]. Nie zgadzają się natomiast z wynikami otrzymywanymi przed laty. Na podstawie atlasu [2] moment minimum początkowego powinien wynosić na tę epokę 2455278.42663. Wynik ten różni się od mojego o około 10 minut. Jak się podejrzewa różnica ta jest spowodowana najprawdopodobniej zmianą okresu orbitalnego gwiazdy przeze mnie obserwowanej. Możliwe przyczyny zmiany okresu CC Com to m.in. :

- zmiana okresu może być spowodowana transferem masy [6],
- istnienie trzeciego towarzysza (nie zostało to jednak potwierdzone) [6].

Mechanizm powstawiania gwiazd podwójnych oraz ich ewolucja nie została jeszcze dokładnie poznana, do tego około 50% gwiazd należy do układów wielokrotnych z czego większość tworzy układy podwójne. Dlatego dalsze ich badanie może przyczynić się do lepszego poznania fizyki i ewolucji gwiazd.

Podziękowania

Podziękowanie dla prof. Ivana Andronova za nadesłane cenne uwagi i obliczenia dotyczące najnowszych wyników obserwacji CC Coma Berenice.

Literatura:

- [1] Andronov I., 2011, Informacja prywatna
- [2] Kreiner J.M., Kim C.H., Nha S., 2001, An Atlas of O-C Diagrams of Eclipsing Binary Stars, Cracow, Poland,
- [3] Osaki i Lucy, patrz (Frank H. Shu. Galaktyki, gwiazdy, życie. Fizyka Wszechświata. ISBN, Warszawa 2003)
- [4] Paschke A., 2003,
<http://var.astro.cz/ocgate/ocgate.php?star=CC+Com&submit=Submit&lang=en>
- [5] Shengbang Q., Orbital period changes of two very short – period w UMa stars CC Com and V523 Cas: a possible evidence for two plus AML model. Astrophysics and Space Science, v. 278, Issue 4, pp. 415-421
- [6] Yang Y., Liu, Qian., 2003, Period Changes of Two W UMa-Type Contact Binaries: RW Comae Berenices and CC Comae Berenices, The Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Volume 115, Issue 808, pp. 748-754



Od lewej: Agnieszka Debudej, Piotr Flin, Sylwia Kusiak i Julita Ozga (fot. B.Wszolek)



Uczestnicy konferencji na tarasie widokowym Instytutu Fizyki AJD (fot. B. Wszolek)

Badanie charakterystyki spektroskopowej środowiska międzygwiazdowego w kierunku gwiazdy *oPer*

Agnieszka Debudej¹, Sylwia Kusiak² i Bogdan Wszolek¹

¹Instytut Fizyki, Akademia im Jana Długosza w Częstochowie

²Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Materia międzygwiazdowa występuje w galaktykach w dużych ilościach, a jej zagęszczenia tworzą tak zwane obłoki międzygwiazdowe. Światło gwiazd może być przesłaniane przez obłoki i może ulegać całkowitemu lub częściowemu wygaszeniu. Obłoki półprzezroczyste, prześwietlane przez gwiazdy położone w tle, jawią się interesującymi obiektami dla badań astrofizycznych i astrochemicznych.

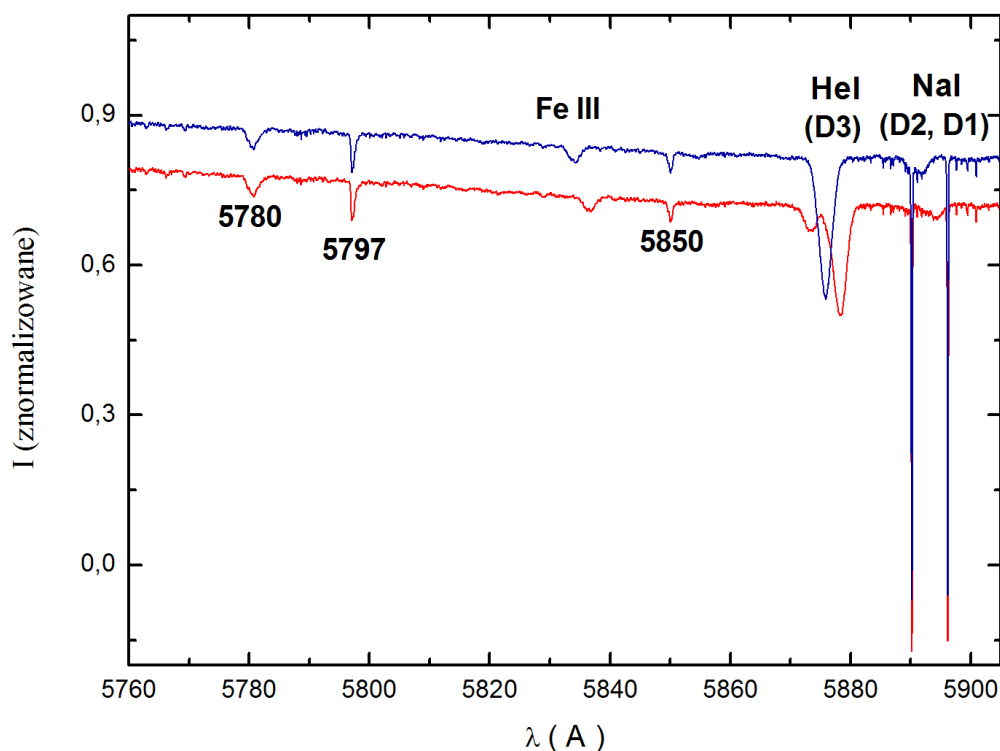
Pierwotne widmo promieniowania gwiazdy ulega modyfikacji w wyniku oddziaływania światła z materią międzygwiazdową. Powstają w nim linie absorpcyjne, odzwierciedlające skład i warunki fizyczne napotykaną przez światło materii. Należy pamiętać, że materia międzygwiazdowa występuje w stanie bardzo rozrzedzonym, przypominającym wysokiego stopnia próżnię laboratoryjne. W takich warunkach mogą powstać nie tylko linie dozwolone, ale również tak zwane wzbronione.

Gwiazda *oPer* (Atik, HD23180), znajdująca się w gwiazdozbiore Perseusza, jest krótkookresową gwiazdą spektroskopowo podwójną o wczesnym typie widmowym B1 i klasie jasności III. Jej wizualna jasność wynosi 3.83, a poczerwienienie $E(B-V)$ 0.3 magnitudo. Gwiazda jest przesłaniana przez międzygwiazdowe obłoki ekstinguujące i ze względu na swoje własności może być z powodzeniem wykorzystana do badań spektroskopowych materii międzygwiazdowej. Gwiazda *oPer* bardzo często służy astronomom jako „lampa” dla badań spektroskopowych ośrodka międzygwiazdowego. Galazutdinow i inni [1] dokonali wielu obserwacji spektroskopowych *oPer* i w oparciu o nie sporządzili atlas międzygwiazdowych pasm rozmytych (MPR) [2]. Dysponując lepszymi danymi obserwacyjnymi, podejmujemy próbę uściślenia pomiarów prowadzonych przez innych autorów.

Dla oddzielenia międzygwiazdowych linii absorpcyjnych od gwiazdowych zestawia się widma gwiazdy spektroskopowo podwójnej wykonane w różnych czasach. W oparciu o takie zestawienia bez problemu idzie odróżnić stacjonarne linie międzygwiazdowe od „tańczących” linii gwiazdowych.

Spektroskopową podwójność *oPer* dobrze ilustruje Rys.1, który ukazuje fragmenty widm wykonanych w dwie kolejne noce. Linie pochodzenia gwiazdowego, Fe III oraz He I (D3), różnią się tu wyraźnie położeniem, gdyż obserwacji dokonano w różnych fazach rotacji układu. Efekt Dopplera powoduje przesunięcie gwiazdowych linii widmowych ku falom dłuższym – gdy główna gwiazda układu się oddala i ku falom krótszym gdy gwiazda ta się przybliża do obserwatora. Widoczne w widmach linie sodu neutralnego D1 i D2 oraz pasma 5780, 5797 i 5850 Å nie

zmieniły swoich położeń, co oznacza, że pochodzą one od obłoków materii międzygwiazdowej, a nie z atmosfery gwiazdy.



Rys. 1. Fragmenty widm gwiazdy *oPer* wykonanych w dwie kolejne noce (12 i 13 marca 2010) w Obserwatorium Pic du Midi (Francja). Występujące tu dwie wyraźne linie gwiazdowe, FeIII i HeI(D3), zmieniły swoje położenie z nocy na noc, wobec krótkiego (4.26 doby) okresu obiegu składników układu wokół środka masy. Linie międzygwiazdowe (MPR: 5780, 5797, 5850Å oraz linie D1 i D2 dubletu sodu neutralnego NaI) pozostają niezmiennie w tych samych miejscach.

Fotosfera gwiazdy jest źródłem promieniowania ciągłego, z grubsza przypominającego promieniowanie ciała doskonale czarnego. Rozkład tego promieniowania zależy w sposób istotny od temperatury gwiazdy. Po drodze od fotosfery gwiazdy do obserwatora na Ziemi znajdują się: atmosfera gwiazdy, możliwa materia około gwiazdowa, obłoki materii międzygwiazdowej, materia międzyplanetarna w Układzie Słonecznym i w końcu atmosfera ziemska. Każde z wymienionych środowisk w różnej mierze modyfikuje wyjściowe widmo ciągłe, dorzucając swoje linie lub pasma absorpcyjne. W ogólności widmo gwiazdy może zawierać następujące struktury:

- linie pochodzenia gwiazdowego,
- ewentualne linie pochodzące od otoczki gwiazdy,
- linie pochodzenia międzygwiazdowego,
- ewentualne linie pochodzące od materii międzyplanetarnej w układzie Słonecznym,
- linie telluryczne.

Ilość linii gwiazdowych w widmie optycznym istotnie zależy od temperatury fotosfery gwiazdy. W przypadku gwiazd gorących (wczesne typy widmowe) jest ich mało w porównaniu z gwiazdami chłodniejszymi. Dlatego do badań spektroskopowych ośrodka międzygwiazdowego wykorzystuje się gwiazdy gorące. Wtedy słabe linie międzygwiazdowe nie ulegają zagubieniu wśród gąszczy silnych linii gwiazdowych.

Linie telluryczne można oddzielić od pozostałych posługując się widmem odpowiednio dobranej gwiazdy porównania. Gwiazda porównawcza powinna charakteryzować się brakiem poczerwienienia i mieć zbliżony typ widmowy do typu widmowego gwiazdy badanej. Jeżeli dokonać obserwacji spektroskopowych obu gwiazd w tych samych warunkach atmosferycznych (najlepiej w tym samym ciągu obserwacyjnym), to linie telluryczne powinny wyglądać tak samo w widmach obu gwiazd. Nie dotyczy to linii międzygwiazdowych – w widmie gwiazdy poczerwienionej linie te występują, a w gwieździe porównania ich nie będzie. Używając gwiazdy porównania łatwo też odseparować linie telluryczne od linii gwiazdowych. Ze względu na przeważnie różne prędkości radialne gwiazdy badanej i porównawczej, linie pochodzenia gwiazdowego różnią się położeniami, podczas gdy linie telluryczne nie.

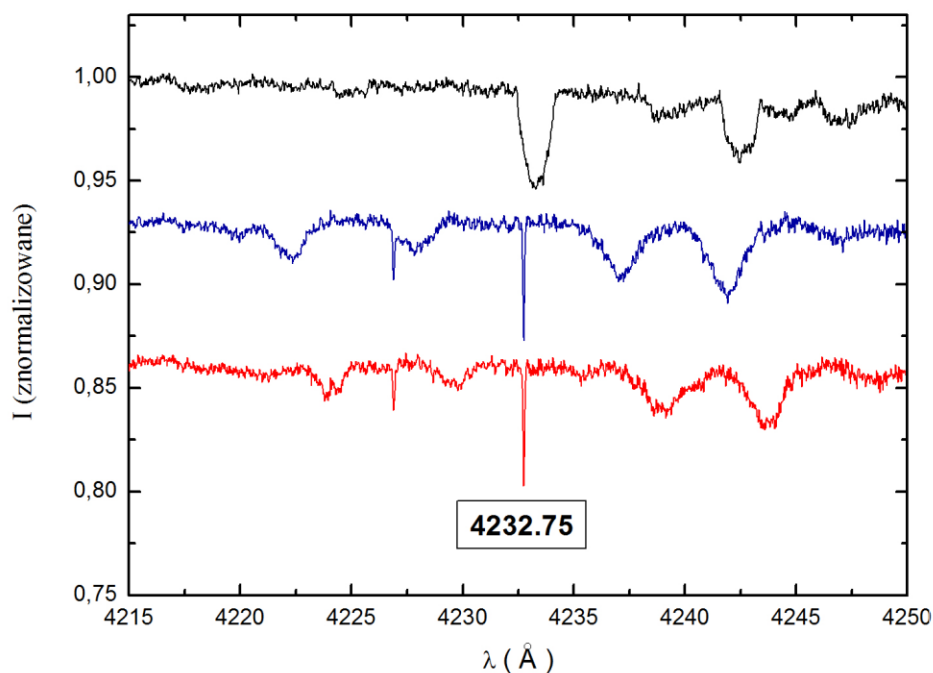
Wśród międzygwiazdowych struktur absorpcyjnych w zakresie widzialnym wyróżnia się:

- linie atomowe (jonowe) – np. NaI, KI, CaI, CaII,
- linie prostych molekuł – np. CH, CN,
- MPR, czyli licznie występujące w widmach poczerwienionych gwiazd struktury o dużym zróżnicowaniu morfologicznym i jak dotąd nie posiadające identyfikacji swoich nośników.

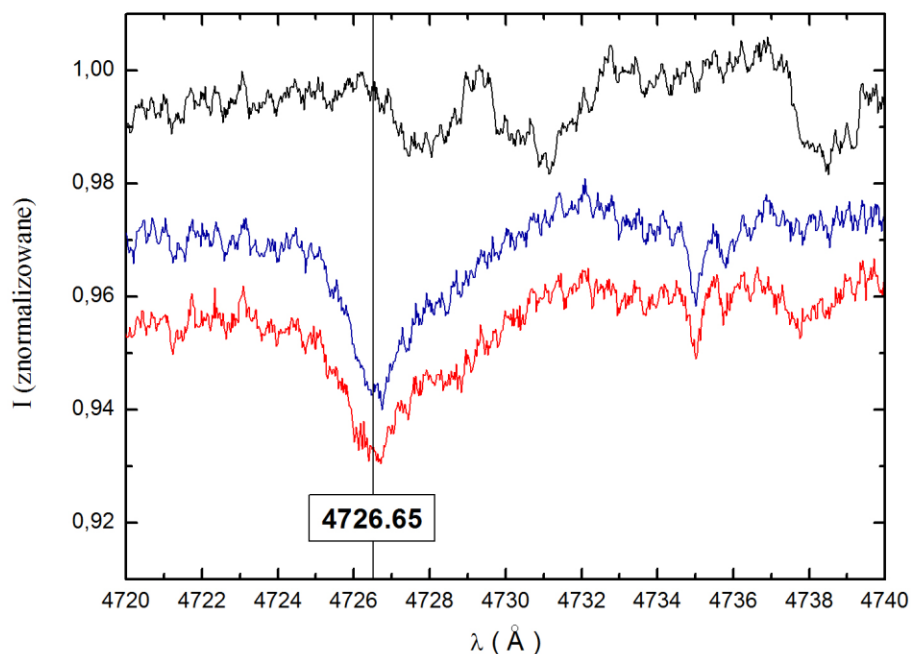
Nasza analiza polegała na jednoczesnym oglądzie trzech widm gwiazdowych: α Per (z dnia 12 marca), β Per (z dnia 13 marca) oraz β Tau (z dnia 13 marca). Wszystkie widma zostały wykonane we francuskim obserwatorium Pic du Midi, z użyciem spektropolarymetru NARVAL współpracującego z 2-metrowym teleskopem Bernarda Lyota. Widma mają rozdzielczość $R=67000$ i stosunek sygnału do szumu $S/N>1000$. Staraliśmy się odnaleźć w widmach α Per wszystkie struktury zawarte w atlasie struktur MPR [1] dla tejże gwiazdy. Dokonując inspekcji wizualnej odpowiednio zestawionych widm gwiazdy poczerwienionej i, wolnej od poczerwienienia, gwiazdy porównawczej zauważyliśmy, że wiele spośród zawartych w atlasie MPR struktur nie spełnia kryteriów do zakwalifikowania jako międzygwiazdowe. W dużej ilości przypadków słabe linie telluryczne zostały uznane za autorów pracy [1] jako międzygwiazdowe. Dla linii odpowiednio jasno zarysowanych i zweryfikowanych pozytywnie jako międzygwiazdowe dokonaliśmy pomiaru ich parametrów spektralnych. Posłużyliśmy się programem REWIA (wersja 1.4) autorstwa Jerzego Borkowskiego z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Wyniki przeprowadzonych pomiarów zostały zebrane w tabeli 1, gdzie ujęto tylko 24 spośród ponad 100 potwierdzonych linii międzygwiazdowych.

Tabela 1. Wyniki pomiarów niektórych potwierdzonych międzygwiazdowych struktur absorpcyjnych w widmie *oPer*. W kolumnach umieszczono kolejno: informacje o nośniku struktury, położenie centrum profilu w widmie (L), laboratoryjne położenie centrum profilu struktur (L_0) pobrane z pracy [1], pomierzoną szerokość równoważną linii EW wyrażoną w miliangstremach, niepewność wyznaczenia szerokości równoważnej u_{EW} oraz głębokość struktury D - wyrażoną w procentach poziomu continuum.

Nośnik	L [Å]	L_0 [Å]	EW[mÅ]	u_{EW} [mÅ]	D [%]
Ca II K	3933.82	3933.663	1.57	0.1	77.5
Ca II H	3968.63	3968.468	4.52	0.2	33.5
CH ⁺	4232.75	4232.548	5.87	0.2	5.2
CH	4300.51	4300.321	1.53	0.1	13.9
Na I D2	5890.21	5889.9512	20.8	0.2	84.1
Na I D1	5896.17	5895.9243	18.8	0.1	87.6
MPR	4726.65	4726.33	75	7	2.8
MPR	4762.75	4762.47	6.1	1.2	0.9
MPR	4979.89	-	3.1	0.6	0.4
MPR	5176.14	-	4.7	0.7	1.0
MPR	5545.19	5544.95	10.4	1.2	1.1
MPR	5780.77	5780.37	85	6	3.9
MPR	5828.82	5828.47	5.5	1.2	0.8
MPR	5840.85	5840.63	4.1	1.0	0.8
MPR	6140.21	6139.94	6.9	1.2	1.3
MPR	6203.38	6203.08	30	5.0	2.0
MPR	6234.22	6234.03	3.3	0.3	1.3
MPR	6269.94	6269.75	10.3	0.8	1.3
MPR	6284.37	6283.85	90	10	2.8
MPR	6439.77	6439.41	7.0	0.5	1.1
MPR	6613.83	6613.56	53.7	2.0	6.4
MPR	6672.47	6672.15	2.4	0.3	0.6
MPR	6729.52	6729.28	5.7	0.3	1.0
MPR	7224.33	7223.91	22.2	2.0	3.0



Rys. 2. Fragment widma obejmujący międzygwiazdową linię CH^+ ($L_0=4232.548\text{\AA}$). W widmie znajdujemy, że położenie linii nieco odbiega od pozycji laboratoryjnej. Oznacza to, że obłok międzygwiazdowy odpowiedzialny za powstanie tej linii oddala się z pewną prędkością od obserwatora. Linia jest wyraźnie widoczna dla gwiazdy poczerwienionej – α Per (dwa dolne widma), podczas gdy dla gwiazdy porównania (β Tau – widmo pierwsze od góry), w ogóle jej nie ma.



Rys. 3. Fragment widma obejmujący szeroką strukturę międzygwiazdową z rodzaju MPR w okolicy 4727\AA . Struktura ciągnie się od około 4725 do około 4732\AA i jest wyraźnie asymetryczna. Przyporządkowanie widm gwiazdom jak w przypadku rys. 2.

Rysunki 2 i 3 przedstawiają przykładowe fragmenty widm, obejmujące mierzone struktury. Na każdym rysunku u góry jest widmo dla gwiazdy porównania (β Tau), poniżej widma dla α Per uzyskane w dwie kolejne noce, 12 i 13 marca 2010 roku.

Pełna analiza spektroskopowa materii międzygwiazdowej rozłożonej w kierunku gwiazdy α Per, w połączeniu z podobnymi badaniami środowiska w kierunku innych gwiazd, pozwoli uzyskać pełniejszy obraz warunków fizykochemicznych w różnych obszarach ośrodka międzygwiazdowego. W szczególności powinna zaowocować przyspieszeniem procesu wyłaniania tzw. rodzin spektroskopowych ([3], [4]) wśród międzygwiazdowych pasm rozmytych i w konsekwencji umożliwić identyfikację nośników MPR.

Literatura:

[1] Galazutdinov G. A., Musaeov F. A., Krelowski J., Walker G. A. H., 2000, PASP, 112, 648

[2] Herbig G. H., 1995, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 33, 19

[3] Wszolek B., Godłowski W., 2003, Mon.Not.R.Astron.Soc., 338, 990

[4] Wszolek B., Auriere M., Kuźmich A., Joblin C., Mulas G., 2012, A&A

(w przygotowaniu)



Od lewej: Marek Biesiada, Justyna Gronowska, Piotr Flin, Agnieszka Kuźmich i Henryk Brancewicz (fot. B.Wszolek)

Nie wszystkie międzygwiazdowe pasma rozmyte są międzygwiazdowe

Agnieszka Kuźmich¹ i Bogdan Wszolek²

¹Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

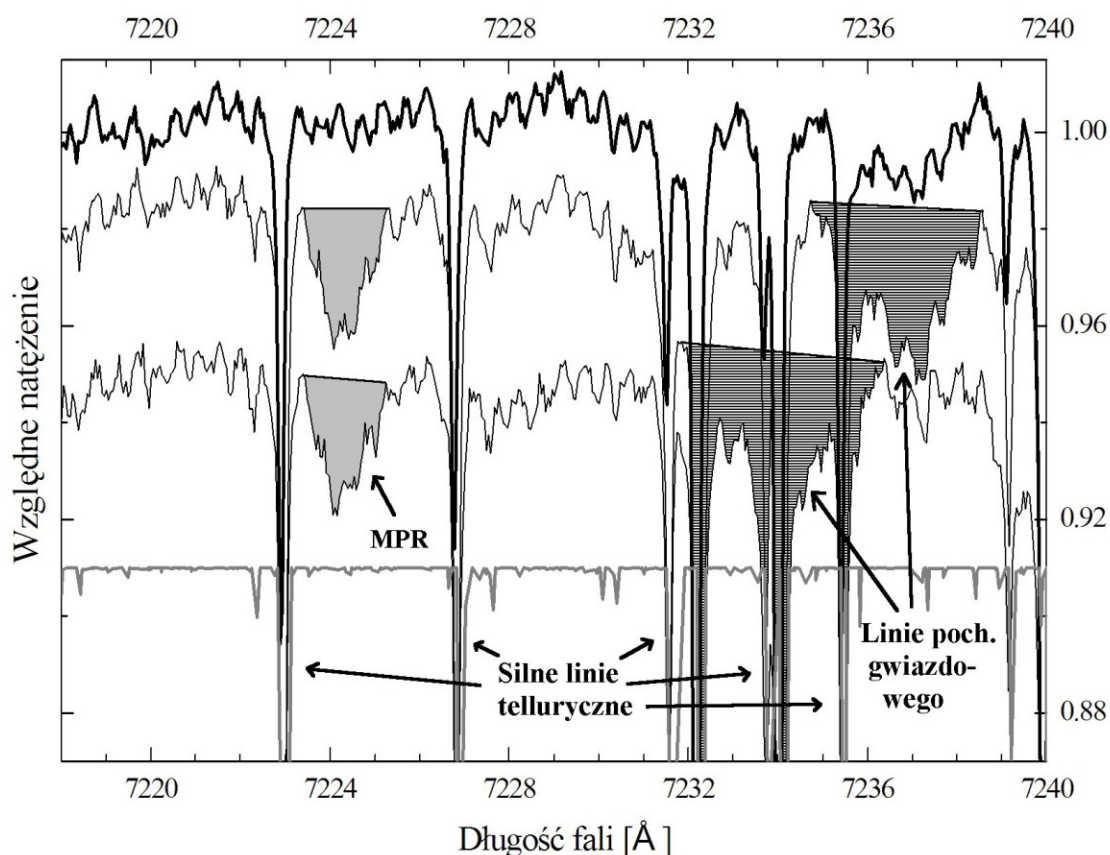
²Instytut Fizyki, Akademia im Jana Długosza w Częstochowie

W widmach gwiazdowych licznie występują linie absorpcyjne, pochodzące od pierwiastków i molekuł znajdujących się w różnorodnych ośrodkach pomiędzy gwiazdą i obserwatorem. Gdy linie absorpcyjne powstają w atmosferach gwiazd, nazywamy je gwiazdowymi. Jeśli powstają w ośrodku międzygwiazdowym, mówimy wówczas o liniach międzygwiazdowych. W zakresie widzialnym nie znajdujemy zbyt wielu linii międzygwiazdowych. Wyróżnić można kilkanaście linii pochodzących od znanych nośników (np. Fe, Na, Ca, K, CN, CH) oraz kilkaset tzw. międzygwiazdowych pasm rozmytych (MPR), o nieznanym jeszcze nośniku. Najbliższym obserwatorem źródłem linii absorpcyjnych w widmie gwiazdy jest atmosfera ziemiska. Linie tam powstające nazywamy tellurycznymi. Są to pojedyncze linie bądź całe ich pasma produkowane przez związki wchodzące w skład atmosfery, np. H₂O, O₂, CO, CO₂.

Z punktu widzenia analizy widmowej bardzo ważna jest poprawna klasyfikacja linii absorpcyjnych, jakie obserwujemy w widmie gwiazdy. Odróżnienie linii gwiazdowych od tellurycznych jest łatwe, ponieważ linie pochodzenia gwiazdowego są liniami szerokimi, poszerzonymi termicznie, często silnymi oraz w przybliżeniu jednolitymi dla gwiazd o podobnych typach widmowych. Linie telluryczne są natomiast liniami wąskimi (powstają w znacznie niższych temperaturach niż linie gwiazdowe), a ich natężenie zmienia się w zależności od stanu atmosfery ziemskiej oraz od odległości zenitalnej gwiazdy w czasie obserwacji.

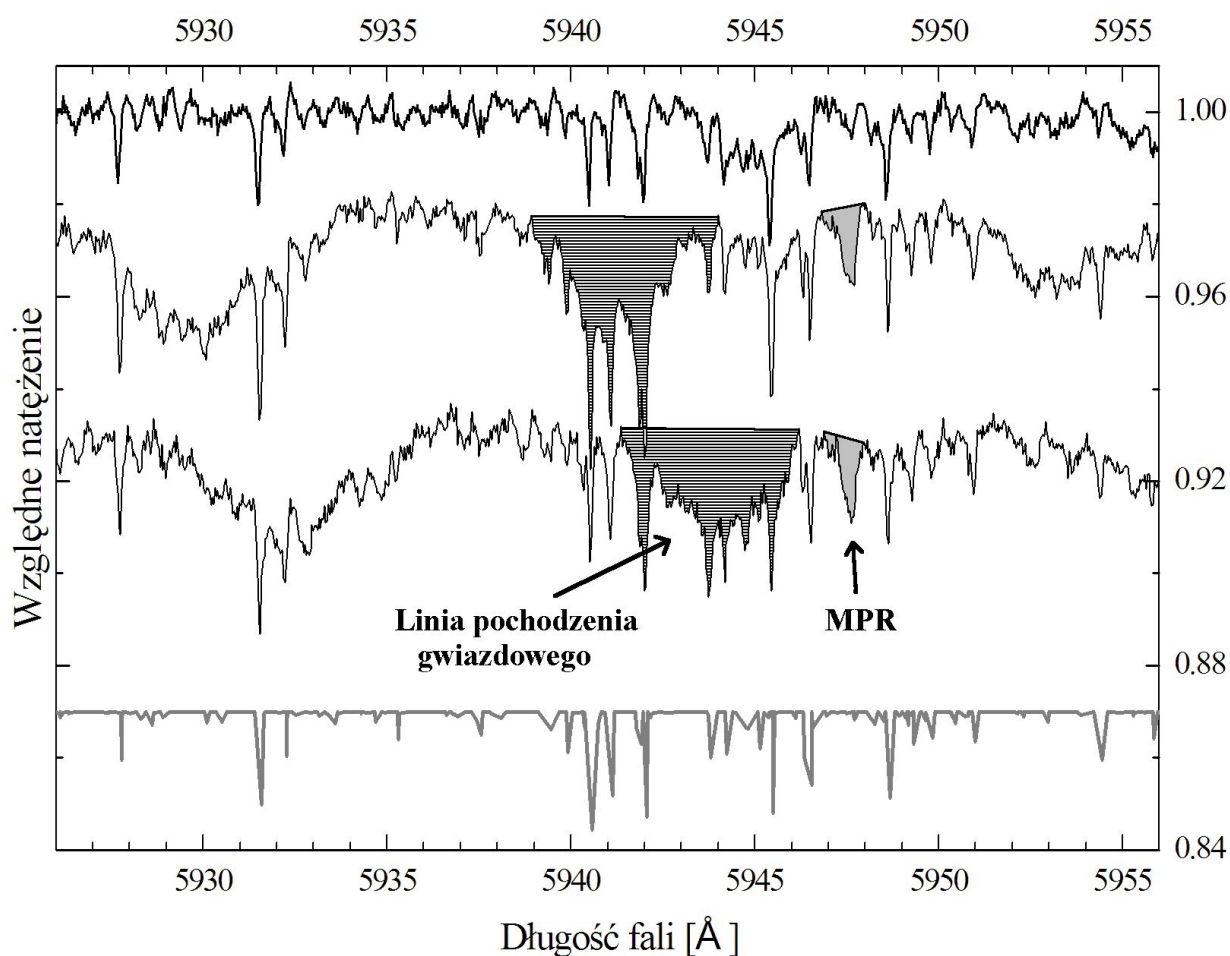
Większym problemem jest odróżnianie MPR od tellurycznych linii absorpcyjnych. MPR występują tylko w gwiazdach poczerwienionych, takich jak np. gwiazda oPer (Rys.1). Jeśli porównać widma gwiazdy poczerwienionej z widmem gwiazdy niepoczerwienionej, to na ogół można oddzielić MPR, które mają prawo wystąpić tylko w widmie gwiazdy poczerwienionej, od linii tellurycznych, których obecność w widmie zupełnie nie zależy od poczerwienienia gwiazdy. Jednakże skład oraz intensywność linii tellurycznych istotnie zależy od stanu atmosfery w czasie obserwacji. Może się zdarzyć, że podczas obserwacji gwiazdy poczerwienionej przez ekstynkcję międzygwiazdową atmosfera ziemiska wyprodukuje stosunkowo silne i liczne linie telluryczne. Widmo gwiazdy porównania (niepoczerwienionej) wykonane w pewnym odstępnie czasowym, i przy innej tzw. masie powietrza, może zawierać już znacznie słabsze linie telluryczne, a niektórych może nawet wcale nie posiadać. Mało ostrożna analiza porównawcza tak otrzymanych widm może prowadzić do odkrycia w widmie gwiazdy poczerwienionej struktur fałszywie

klasyfikowanych jako MPR. Wiele takich „udawanych” MPR znajduje się w autoryzowanych atlasach tego rodzaju linii, np. w pracy [1].



Rys. 1. Wybrane fragmenty widm gwiazdowych. Na samej górze mamy widmo nie poczerwienionej gwiazdy β Tau. Dwa środkowe widma wykonano dla spektroskopowo podwójnej gwiazdy – oPer. Widma wykonano w dwie kolejne noce dla uchwycenia różnic w położeniach linii gwiazdowych, wynikających z różnych faz ruchu głównego składnika układu spektroskopowo podwójnego. Najniżej zamieszczono syntetyczne widmo telluryczne uzyskane w oparciu o dane z bazy danych HITRAN (www.cfa.harvard.edu/HITRAN). Oprócz silnych i słabych linii tellurycznych występujących we wszystkich widmach obserwujemy również MPR dla gwiazdy poczerwienionej. Użycie krótkookresowej gwiazdy spektroskopowo podwójnej (tutaj oPer) pozwala łatwo oddzielić linie gwiazdowe (struktura z prawej), które z nocy na noc zmieniają swoje położenie w widmie (efekt Dopplera) od linii międzygwiazdowych (tu MPR na lewo od środka rysunku), które nie mają prawa zmienić położenia

Na Rys.2 zaznaczono strzałką słabą strukturę zdającą się należeć do grupy MPR. Skądinąd, w widmie gwiazdy nie poczerwienionej można w tym miejscu też dopatrzeć się struktury, choć wyraźnie słabszej. Daje się też zauważyć, że wszystkie linie telluryczne dla gwiazdy poczerwienionej są trochę silniejsze niż dla gwiazdy porównania. W tej sytuacji, mimo dobrej jakości materiału obserwacyjnego, status rozważanej struktury jest nie do końca jednoznaczny.



Rys. 2. Widma w kolejności jak na rysunku 1. Obserwujemy szerokie linie pochodzenia gwiazdowego przesunięte względem siebie, oraz przypuszczalną linię pochodzenia międzygwiazdowego. W powyższym przypadku nie mamy pewności czy linia jest z grupy MPR czy telluryczna.

Analiza spektroskopowa ośrodka międzygwiazdowego napotyka zatem na poważne trudności w związku ze słabą jeszcze wiedzą (brak odpowiednich atlasów linii tellurycznych w literaturze naukowej) odnośnie atmosfery ziemskiej. Ostatnio, w grupie polsko-francusko-włoskiej [2], staramy się oddzielić prawdziwe MPR od struktur mylnie zakwalifikowanych jako takie, wobec nie uwzględnienia, albo tylko pobieżnego uwzględnienia, absorpcji wnoszonej przez ziemską atmosferę.

Literatura:

[1] Galazutdinov G. A., Musaev F. A., Krełowski J., Walker G. A. H., 2000, *PASP*, 112, 648

[2] Wszolek B., Auriere M., Kuźmich A., Joblin C., Mulas G., 2012, *A&A*

(w przygotowaniu)



Studenci I roku fizyki w AJD również uczestniczyli w konferencji (fot. K. Wszółek)



Od lewej: Kamil Wszółek, Magdalena Wszółek, Agnieszka Kuźmicz i Bogdan Wszółek
(fot. S. Kusiak)

Obraz spektroskopowy obłoków międzygwiazdowych w kierunku gwiazdy ξ Persei

Julita Ozga¹ i Bogdan Wszolek²

¹Instytut Fizyki, Politechnika Częstochowska

²Instytut Fizyki, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie

Wprowadzenie

Dla zrozumienia chemicznych i fizycznych procesów zachodzących w obłokach międzygwiazdowych opracowano wiele rodzajów mniej lub bardziej skutecznych obserwacji. Uznaje się, że najbogatszym źródłem informacji o ośrodku międzygwiazdowym są odpowiednio przeprowadzone obserwacje spektroskopowe gorących gwiazd, częściowo przesłanianych przez ekstyngujące obłoki międzygwiazdowe. Cząsteczki i pierwiastki występujące w międzygwiazdowym środowisku mogą pochłaniać fotony i tym samym tworzyć linie lub całe pasma absorpcyjne, które daje się z łatwością rejestrować w spektrogramach gorących gwiazd. W widmach gwiazd chłodniejszych występuje w zakresie optycznym mnóstwo silnych linii gwiazdowych, w których gęszczu nie sposób odnaleźć stosunkowo słabych linii pochodzenia międzygwiazdowego. Gorące gwiazdy w zakresie optycznym mają tylko pojedyncze linie gwiazdowe, a na długich odcinkach gładkiego continuum łatwo jest rejestrować nawet bardzo słabe linie międzygwiazdowe.

W optycznych widmach gwiazd już od prawie 100 lat odkrywa się linie międzygwiazdowe. Oprócz linii absorpcyjnych neutralnych i zjonizowanych atomów (np. NaI, CaII, KI) oraz prostych molekuł (np. CN, CH, CH⁺, C₂) znaleziono kilkaset niezidentyfikowanych struktur, nazywanych międzygwiazdowymi pasmami rozmytymi (MPR) [1]. Bardzo intrygującym problemem spektroskopii i astrochemii stała się natura nośników MPR. Upłynęło 90 lat od odkrycia pierwszych MPR, a do dzisiaj nie udało się zidentyfikować nawet jednego spośród znanych już kilkuset pasm tego rodzaju. Gorzej, spośród setek zarejestrowanych MPR nie udało się dotąd wyodrębnić spektroskopowych „rodzin” tego rodzaju struktur [2]. (Do określonej rodziny spektroskopowej wchodzi z definicji tylko te struktury, które powstają na tym samym nośniku. Każdy nośnik odpowiada za powstanie jednej rodziny spektroskopowej). Wszolek i in. [3] wypracowują obecnie nową metodę wyodrębniania rodzin spektroskopowych z użyciem widm pierwszorzędnej jakości dla wybranych gwiazd, w tym dla gwiazdy spektroskopowo podwójnej, *o* Persei. Niniejsza praca ma komplementarny charakter w stosunku do pracy [3]. Jej celem jest sprawdzenie, w jakim stopniu charakterystyki widmowe obłoków międzygwiazdowych różnią się dla względnie blisko siebie położonych kierunków, ku gwiazdom: *o* Per and ξ Per.

Gwiazda robocza i jej obserwacja

ξ Per (HD24912) jest gorącą gwiazdą typu widmowego O7.5 III. Przy widomej jasności 4 magnitudo jest średnio poczerwieniona, $E(B-V)=0.29$, zupełnie tak samo jak σ Per. Widma dla ξ Per otrzymano 10 i 11 września 2007 roku, przy użyciu spektropolarymetru współpracującego z 2-m teleskopem Bernarda Lyota w Obserwatorium na Pic du Midi w Pirenejach francuskich. Widma są typu echelle (40 rządów), pokrywają ściśle cały zakres wizualny i kawałek podczerwieni, stosunek sygnału do szumu wynosi prawie 1000 przy rozdzielczości $R=67000$. Jakość widm jest odpowiednia dla rejestracji silnych i zupełnie słabych linii międzygwiazdowych. Koniecznej redukcji widm oraz pomiaru parametrów poszczególnych linii dokonano z użyciem programu REWIA, autorstwa Jerzego Borkowskiego z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.

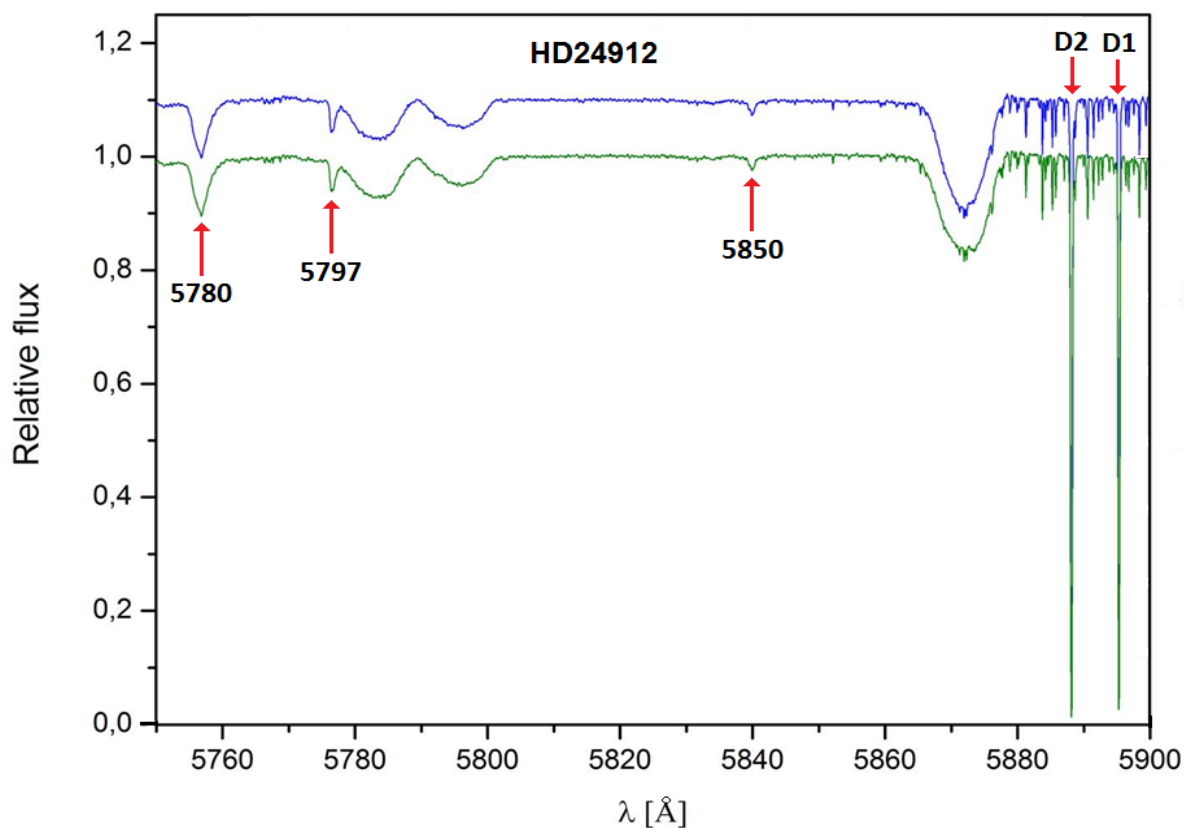
Tabela 1. Wyniki pomiarów wybranych silniejszych międzygwiazdowych struktur absorpcyjnych w widmie ξ Per. W kolumnach mamy odpowiednio: przybliżone położenie centrum profilu (λ), nazwę struktury, głębokość profilu (D) (w procentach poziomu continuum), szerokość równoważną (EW) oraz jej niepewność pomiarowa (uEW).

λ [Å]	Nazwa struktury	D [%]	EW [mÅ]	uEW [mÅ]
3860.02	Fe I (3859.913)	1.7	1.55	0.15
3874.69	CN (3874.608)	1.7	1.15	0.35
3886.52	CH (3886.410)	4.9	3.15	0.35
3890.32	CH (3890.213)	2.6	1.10	0.3
3933.81	Ca I(K) (3933.663)	89.5	119.65	0.35
3957.8	CH ⁺ (3957.700)	14.8	12.00	0.45
3968.6	Ca II(H) (3968.468)	43.7	70.25	1.55
4226.83	Ca I (4226.728)	1.5	2.40	0.05
4232.67	CH ⁺ (4232.280)	17.1	22.13	0.60
4300.42	CH (4300.321)	7.5	9.90	0.30
4726.44	DIB	1.6	45.00	1.10
4734.93	DIB	0.5	1.75	0.10
4762.94	DIB	2.6	42.25	0.95
4964.05	DIB	1.1	9.80	0.60
4979.85	DIB	0.7	2.50	0.20
4984.94	DIB	0.8	4.60	0.20
5170.53	DIB	0.5	2.5	0.05
5494.26	DIB	1.3	11.20	0.90
5512.76	DIB	0.7	4.60	0.20
5541.96	DIB	0.8	11.80	0.65
5545.17	DIB	0.7	10.45	0.45

5780.65	DIB	9.3	213	5.80
5797.16	DIB	4.8	41.4	0.20
5828.53	DIB	0.4	4.50	0.20
5850.00	DIB	2.3	31.8	5.50
5890.13	Na I (D2)	90.1	299.33	7.00
5896.12	Na I (D1)	88.4	258.90	1.70
6089.98	DIB	1.5	13.15	0.45
6140.26	DIB	0.7	6.27	0.30
6194.83	DIB	0.7	4.55	0.05
6196.18	DIB	4.3	21.37	0.50
6234.20	DIB	0.9	9.05	0.15
6269.93	DIB	3.3	70.25	7.95
6284.37	DIB	9.5	853.05	21.15
6367.54	DIB	0.5	7.47	0.85
6376.18	DIB	1.9	17.93	2.35
6379.44	DIB	4.4	32.7	0.30
6439.57	DIB	0.8	8.85	1.45
6445.42	DIB	1.2	13.2	0.2
6449.43	DIB	0.4	7.35	0.25
6613.75	DIB	8.8	91.6	1.20
6660.86	DIB	1.8	18.6	2.10
6672.43	DIB	1.2	10.40	2.7

Uwagi końcowe

Analizując widma ξ Per znaleźliśmy i pomierzyliśmy wiele struktur międzygwiazdowych, wyszczególnionych w tabeli 1. Wszystkie struktury występowały w obu analizowanych widmach, a wyniki ich pomiarów były zgodne. Pomiary ograniczyliśmy tylko do łatwo zauważalnych linii, aby otrzymać minimalne niepewności pomiarowe. Rys.1 przedstawia jeden z fragmentów analizowanych widm. Wyniki naszych pomiarów posłużą do znalezienia subtelnych różnic w charakterystykach spektroskopowych blisko siebie leżących kierunków, ξ Per oraz σ Per, co zostanie wykorzystane w przygotowywanej pracy [3].



Rys.1. Krótki wycinek dwóch widm ξ Per, otrzymanych w dwie kolejne noce, 10 i 11 września 2007 roku. Strzałki skazują wyraźne struktury międzygwiazdowe. Zdecydowanie najsilniejszy jest tu międzygwiazdowy żółty dublet sodu neutralnego (NaI - D1, D2) oraz struktury z rodzaju MPR - 5780, 5797 and 5850 Å.

Literatura:

- [1] Herbig G. H., 1995, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 33, 19
- [2] Wszolek B., Godłowski W., 2003, Mon.Not.R.Astron.Soc., 338, 990
- [3] Wszolek B., Auriere M., Kuźmich A., Joblin C., Mulas G., 2012, A&A
(w przygotowaniu)

Моделирование синтетических спектров углеродных гигантов с новым списком молекулы аммиака

Г.А. Полиновский¹, Я.В. Павленко¹, J. Tennyson², С.Н. Юрченко², R.J. Barber²

¹Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
Заболотного 27, Киев-127, 03680, Украина

²Department of Physics and Astronomy, University College London
Gower Street, WC1E 6BT London, UK

Абстракт

В данной статье описано применение списка линий молекулы аммиака ВУТе для моделирования синтетических спектров холодных звезд. Этот список линий содержит более 1.1 миллиарда переходов и может использоваться для моделирования сред с температурами до 1500 К. Данные со списка ВУТе были пересчитаны в необходимые для расчетов величины: были посчитаны силы осцилляторов, статистические суммы, длины волн для соответствующих переходов и другие спектроскопические параметры молекулы NH_3 . В результате, пересчитанный список линий, использованный как входной для программы расчета астрофизических спектров WITA содержит 846 585 508 линий в диапазоне длин волн от 1 до 5 мкм. Также была создана программа расчетов для однослойной модели атмосферы, с помощью которой были рассчитаны спектры пропускания, которые сравнивались с теоретическими спектрами полученными с использованием списка линий NH_3 из базы данных HITRAN. В работе обсуждается возможность обнаружения линий поглощения аммиака в спектрах холодных гигантов и ультрахолодных карликов.

1. Введение

Одним из важных источников непрозрачности в холодных астрофизических средах является аммиак (химическая формула NH_3). Например, в атмосферах поздних карликов Т-типа NH_3 проявляется в поглощении, особенно в области около 10.5 мкм [2,12]. Аммиак найден, как в оболочках проэволюционировавших звезд [11], так и в очень молодых протозвездных системах низких масс [14]. Аммиак присутствует в Солнечной системе в атмосферах планет-гигантов [3,7], а также, в газовых оболочках малых тел [1,6]. Как показывают теоретические расчеты, молекула NH_3 может быть найдена в атмосферах экзопланет [13].

Существует несколько баз молекулярных данных, используемых в различных астрофизических и геофизических задачах. Самая известная из них — HITRAN (high-resolution transmission molecular absorption database) является набором спектроскопических параметров — изначально была создана для

моделирования процессов переноса и эмиссии в атмосфере Земли. Для аммиака, авторы работы [10] представляют рассчитанный список линий молекулы NH_3 в диапазоне частот от 0 до $5\,295\text{ cm}^{-1}$. Однако, база данных HITRAN содержит много неточностей. Таким образом, работа над созданием более совершенных и полных баз данных различных молекул продолжается.

На сегодняшний день ведется работа по созданию большой, теоретически рассчитанной, молекулярной базы данных в Университете Колледж Лондон (UCL). Этот проект носит название ExoMol. База данных проекта ExoMol будет содержать различные квантово-механические и спектроскопические параметры таких молекул: H_3^+ , HCN и HNC, H_2O и HDO, HeH^+ , NH_3 , HD и HD^+ , LiH и LiH^+ . Для аммиака были посчитаны два списка линий - «холодный» (температуры до $< 300\text{ K}$ в частотном интервале от 0 до $8\,000\text{ cm}^{-1}$) [15] и «горячий» (VUTE) список линий (температуры до $< 1\,500\text{ K}$ в частотном интервале от 0 до $12\,000\text{ cm}^{-1}$) [16].

Также существуют различные списки линий аммиака, полученные в экспериментах. Так, в работе [4] представлен список линий молекулы NH_3 , полученный путем записи преобразования Фурье инфракрасных спектров излучения. Другой экспериментальный список линий молекулы NH_3 представленный в [5] покрывает диапазон частот в $4\,000 - 11\,000\text{ cm}^{-1}$ и предназначен только для температур до 300 K .

2. Расчеты

Для расчетов синтетических спектров холодных углеродных гигантов, как входной список линий молекулы аммиака для программы WITA [8] использовался список линий VUTE [15]. Этот список линий является каталогом переходов, представленных частотами, коэффициентами Эйнштейна, энергетическими уровнями и квантовыми числами, которые вместе полностью характеризуют дипольные переходы молекулы аммиака $^{14}\text{NH}_3$ в частотном интервале от 0 до $1\,2000\text{ cm}^{-1}$. VUTE может быть использован для температурного диапазона до $1\,500\text{ K}$. Этот список содержит $1\,137\,650\,964$ линий, построенных из $1\,366\,519$ энергетических уровней с энергиями до $18\,000\text{ cm}^{-1}$, которые имеют значения $J \leq 36$.

Для создания входных данных используемых программой WITA, с помощью которой были смоделированы синтетические спектры углеродного гиганта, список линий VUTE был пересчитан в необходимые величины.

Были посчитаны силы осцилляторов для переходов (gf); статистические веса уровней молекулы NH_3 ; статистические суммы молекулы аммиака, также необходимые как входные параметры для программы WITA.

Рассчитанные статистические суммы молекулы аммиака с использованием данных списка VUTE были сравнены со статистическими суммами из базы HITRAN. Сравнение показало отличное совпадение.

После компиляции, новый список линий молекулы NH_3 имел следующую структуру: длина волны (в ангстремах), сила осциллятора, энергия терма (в эВ); покрывал диапазон длин волн от 1 до 5 мкм и состоял из 846 585 508 линий.

2.1. Спектр пропускания молекулы аммиака

Для получения спектров пропускания молекулы аммиака, была создана программа расчетов для однослойной модели атмосферы. С помощью этой программы можно получать спектры пропускания молекулы аммиака в различных астрофизических средах и при различных условиях (как, например, температура, концентрация частиц и др.). Спектр пропускания в верхних слоях атмосферы холодных гигантов может описываться такой однослойной моделью, при условии,

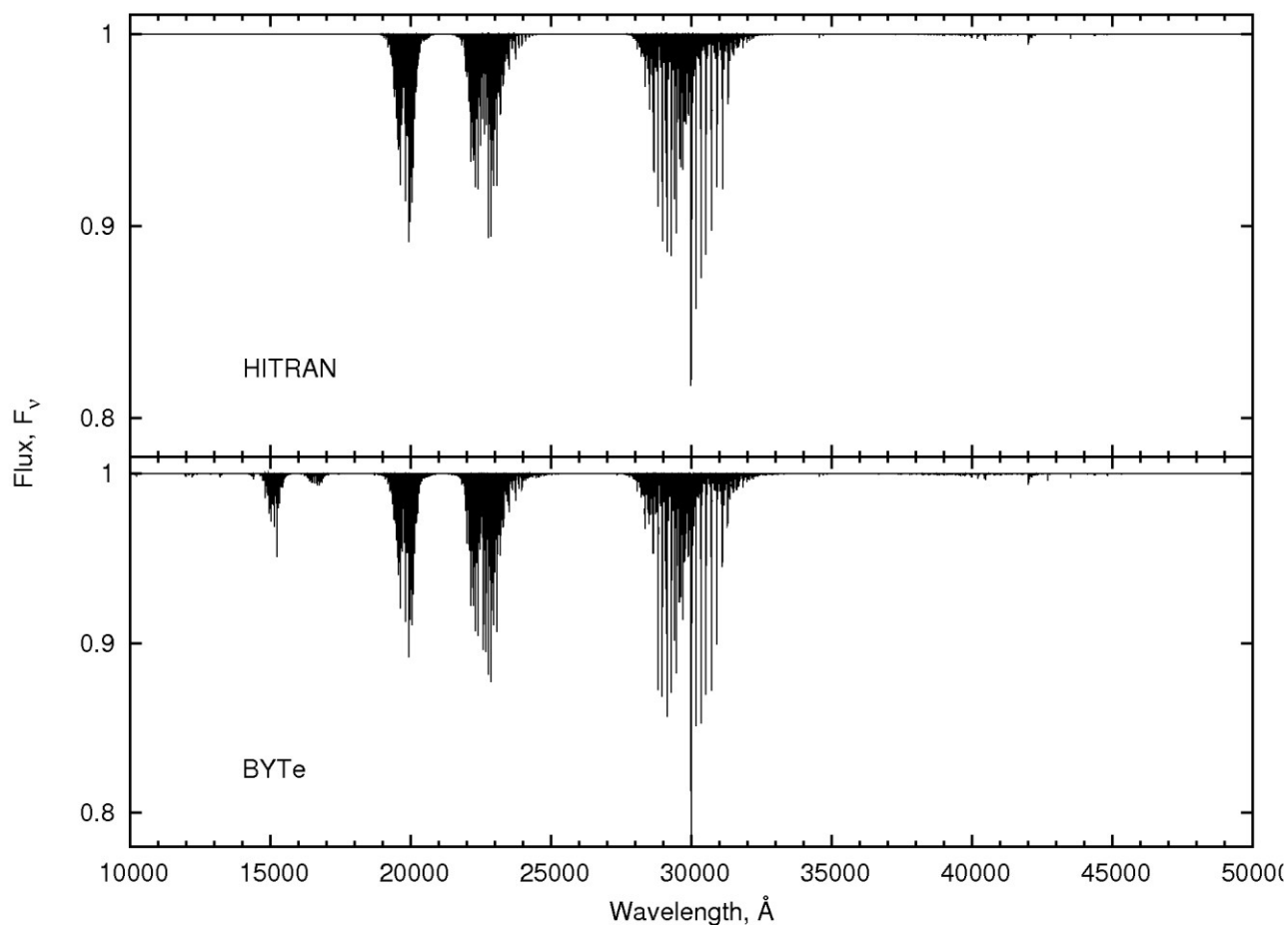


Рис. 1. Спектры пропускания, рассчитанные с использованием списков линий молекулы аммиака BYTe и HITRAN.

что температура слоя достаточно низкая для существования молекулы аммиака и не существенно изменяется с глубиной.

При создании однослойной модели атмосферы были приняты приближения о том, что: выбранный участок атмосферы находится в условиях локального термодинамического равновесия (ЛТР); атмосфера является тонким слоем, в котором отсутствуют эффекты градиента температуры и плотности вещества; уширение линий происходит вследствие эффекта Доплера с учетом микротурбулентных скоростей газа; остальные эффекты уширения линий упускаются.

С помощью созданной программы для однослойной модели были посчитаны синтетические спектры пропускания молекулы аммиака для различных параметров среды. В расчетах учитывался коэффициент поглощения для центральной частоты линии в условиях ЛТР в области видимых частот, в который входили также такие величины как: населенность уровней и сила осциллятора перехода при поглощении. При расчете населенности уровней учитывалась рассчитанная статистическая сумма уровней, а так же статистические веса уровней и полная заданная концентрация частиц. Таким образом, с учетом коэффициента поглощения для центральной частоты линии был посчитан коэффициент поглощения вне центра линии, в котором также учитывался профиль линии, в нашем случае, гауссовский. Профиль линии включал в себя уширение вследствие микротурбулентной скорости газа, которая была принята равной 2 км/с.

Спектр пропускания был получен по закону Бугера, с использованием посчитанного коэффициента поглощения вне центра линии.

Спектры пропускания были посчитаны для списка линий ВУТе и для списка линий из базы данных HITRAN. В обоих списках линии были отсеяны по интенсивности, с пределом $gf < 10^{-6}$ для увеличения скорости расчетов. Полученные спектры представлены на Рис. 1. Можно видеть, что список линий ВУТе содержит гораздо больше линий, чем список линий HITRAN.

2.2. Синтетический спектр С-гиганта

Для расчета синтетического спектра углеродного гиганта, мы использовали процедуру, описанную в [9]. Для добавления нового списка линий молекулы аммиака к уже существующим спискам других молекул, принимающих участие в расчетах синтетического спектра, сначала были посчитаны константы равновесия для молекулы NH_3 . Были рассчитаны два синтетических спектра холодного углеродного гиганта с эффективной температурой $T_{\text{eff}} = 2000$ К. В расчете одного спектра принимали участие следующие молекулы: C_2 , CN , CS , HCN и NH_3 , в расчете второго спектра молекула NH_3 была исключена. Полученные спектры были разделены один на другой. Отношение потоков, полученное в результате, показано на Рис. 2 из которого видно, что наибольшее поглощение молекулой аммиака в спектрах холодных гигантов

можно наблюдать около таких участков: 1.5 мкм, 2 мкм, 2.3 мкм и 2.8 — 3.0 мкм.

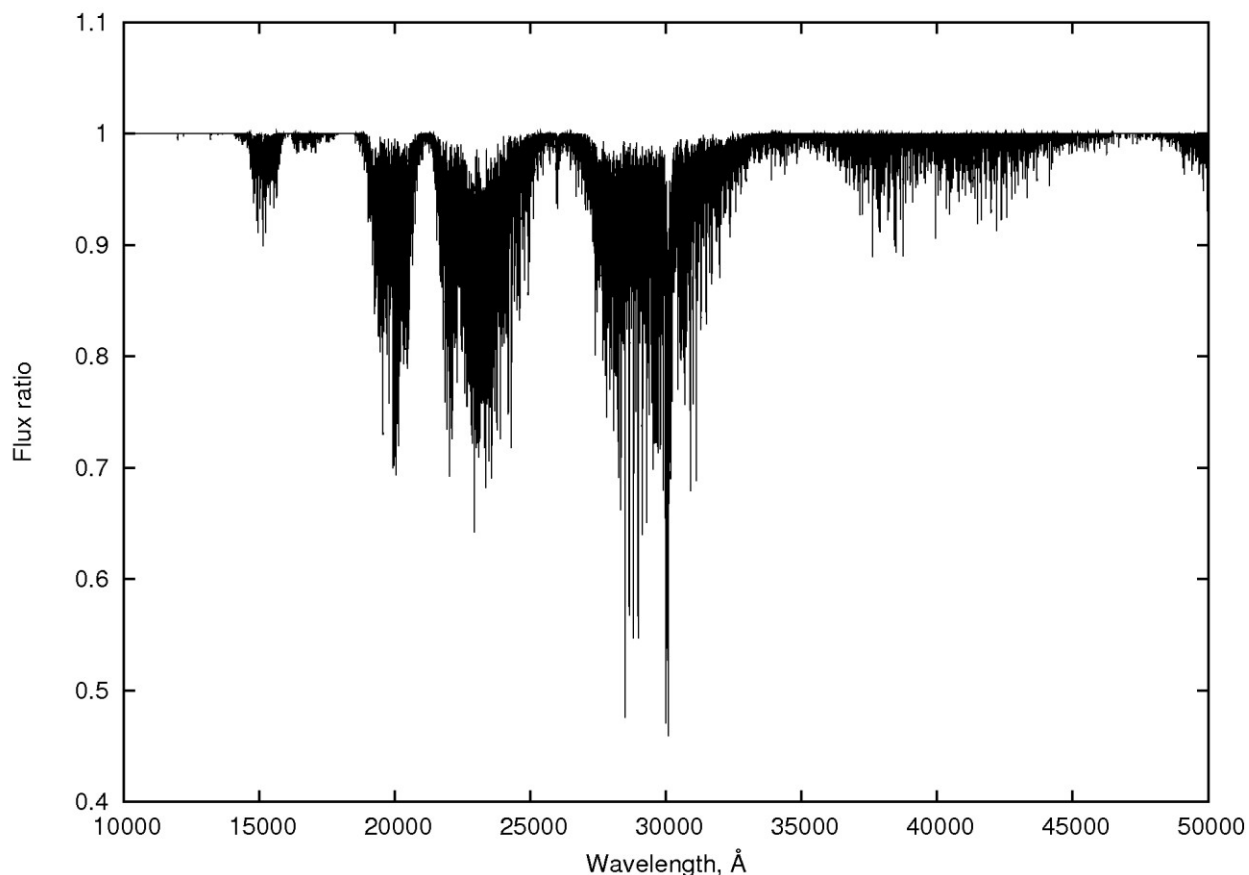


Рис. 2. Отношение потоков спектров углеродного гиганта, полученных с участием молекулы NH_3 и без нее.

3. Выводы

В настоящей работе мы применили данные из нового, недавно созданного списка линий молекулы аммиака ВУТе для моделирования спектров холодных углеродных гигантов и спектров пропускания холодной плазмы. Мы показали, что полосы поглощения молекулы аммиака могут присутствовать в спектрах холодных объектов в спектральных областях около 1.5 мкм, 2 мкм, 2.3 мкм и 2.8 — 3.0 мкм. Результаты данной работы могут найти применение в изучении атмосферы Земли, атмосфер ультрахолодных карликов, углеродных звезд, экзопланет и других астрофизических объектов.

4. Благодарности

Мы благодарим за финансирование EU PF7 Marie Curie Initial Training Networks (ITN) проект ROPACS (GA N213646), POSTAGBinGALAXIES (N269193) и грант ERC ERC-2010-AdG-267129 ExoMol.

Литература

- [1] Bonev B. P., Mumma M. J., Gibb E. L. et al., 2009, AP J., V. 699, pp. 1563-1572
- [2] Burrows A., Marley M., Hubbard W. B. et al., 1997AP J., V. 491, pp. 856-875
- [3] Encrenaz T., Owen T., Woodman J., H., 1974, A & A, V. 37, pp. 49-55
- [4] Hargreaves R. J., Li G., Bernath P. F., 2011, Submitted to the AP J
- [5] Irwin P., G. J., Calcutt S. B., Sihra K. et al., 1999, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, V. 62, pp. 193-204
- [6] Kawakita H., Watanabe J.-I., 2002, APJ., V. 572, pp. L177-L180
- [7] Lara L.-M, Bezard B., Griffith C., A., Lacy J. H., Owen T., 1998, Icarus, V. 131, pp. 317-333
- [8] Pavlenko Ya.V., Yakovina L.A., Astroph. and Space Sci., 1997, V. 253, pp.43-53
- [9] Pavlenko Ya.V., Yakovina L.A., 2009, Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel, V. 25, pp. 452-462
- [10] Rothman L. S., Gordon I. E., Barbe A. et al., 2009, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, V. 110, pp. 533-572
- [11] Schmidt M. R., Neufeld D. A., Szczerba R. et al. , 2011, The Molecular Universe, Posters from the proceedings of the 280th Symposium of the International Astronomical Union held in Toledo, Spain, May 30-June 3, 2011, #335
- [12] Sharp C. M., Burrows A., 2007, APJ. Suppl., V. 168, pp. 140-166
- [13] Sudarsky D., Burrows A., Hubeny I., 2003, APJ., V. 588, pp. 1121-1148
- [14] Wiseman J. J., Barsony M., Sahai R., 2011, Americ. Astron. Soc. Bull., V. 43
- [15] Yurchenko S. N., Barber R. J., Tennyson J., 2011, M. N. R. A. S., V. 413, pp. 1828-1834
- [16] Yurchenko S. N., Barber R. J., Yachmenev A. et al., 2009, J. Phys. Chem. A, V. 113, pp. 11845-11855

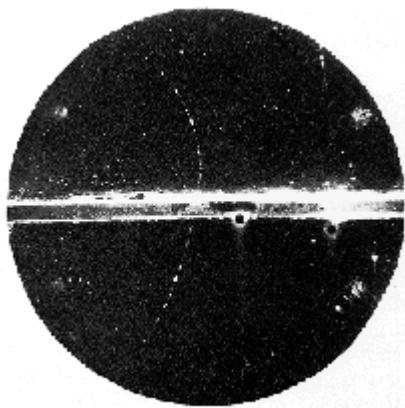
Symetria CP a ewolucja Wszechświata

Michał Silarski

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Wstęp

Początek XX wieku to okres narodzin i bardzo dynamicznego rozwoju fizyki cząstek elementarnych. Intensywne badania promieniowania kosmicznego oraz struktury atomu doprowadziły do narodzin mechaniki kwantowej oraz odkrycia pierwszych cząstek elementarnych. W 1928 r. Paul Dirac przedstawił Królewskiemu Towarzystwu Naukowemu w Londynie swą pracę "Kwantowa teoria elektronu". Wyprowadził w niej nowe relatywistyczne równanie dla elektronu, które połączyło mechanikę kwantową ze szczególną teorią względności Einsteina. Teoria Diraca bardzo dobrze opisywała relatywistyczne elektrony jednak zawierała również rozwiązania z ujemną energią. Kilka lat później Dirac doszedł do wniosku, że rozwiązania te mogłyby opisywać anty-elektrony, hipotetyczne cząstki różniące się od elektronów tylko znakiem ładunku elektrycznego. W 1932 roku Carl Anderson podczas badań promieniowania kosmicznego zaobserwował w komorze Wilsona ślad przewidzianej przez Diraca antycząstki nazywanej obecnie pozytonem.



Rys.1. Tor pozytonu w komorze Wilsona zarejestrowany przez C. Andersona w 1932 roku (zdjęcie pochodzi ze strony <http://www.if.uj.edu.pl/Foton/55/fizyk.html>)

Było to pierwsze potwierdzenie istnienia antimaterii. Dalsze badania promieniowania kosmicznego i zderzeń cząstek we wciąż udoskonalanych akceleratorach doprowadziły do odkrycia nowych cząstek i ich antycząstek (np. antyprotonu w 1955 roku) oraz fundamentalnych składników materii: kwarków. Sformułowany został również tzw. Model Standardowy, zwarta teoria oddziaływań cząstek elementarnych oparta na kwantowej teorii pola. W Modelu Standardowym każdej cząstce elementarnej towarzyszy jej antycząstka. Mogą one, analogicznie jak protony, elektrony oraz neutrony, formować antyatomy oraz antycząsteczki tworząc antimaterię. Ponadto wszystko wskazuje na to, że antimateria ma takie same własności jak materia. Już Dirac zauważył, że: „ (...) *Jeśli przyjmujemy pogląd, iż*

istnieje całkowita symetria między dodatnimi i ujemnymi ładunkami elektrycznymi jako fundamentalne prawo przyrody, to musimy traktować jako przypadek, że Ziemia (i przypuszczalnie cały Układ Słoneczny) zawiera przewagę ujemnych elektronów i dodatnich protonów. Jest możliwe, że w niektórych gwiazdach jest odwrotnie i są one złożone głównie z pozytonów i ujemnych protonów. W istocie może być tyle samo gwiazd obu rodzajów. Oba te rodzaje gwiazd miałyby dokładnie jednakowe widma i nie byłoby można ich rozróżnić obecnymi metodami astronomicznymi (...)". Jak dotąd nie jesteśmy w stanie stwierdzić eksperymentalnie czy założenie to jest prawdziwe. Od 1995 roku prowadzone są jednak w CERNie intensywne badania nad produkcją antywodoru, którego widmo będzie badane m.in. w eksperymencie ATRAP.

Złamana symetria

Obecnie znamy pośredni sposób na stwierdzenie obecności skupisk antymaterii w obserwowalnym Wszechświecie. Jest to możliwe dzięki zjawisku tzw. anihilacji. Cząstki i antycząstki przy bliskim kontakcie znikają zamieniając się w inne cząstki, w przypadku elektronu i pozytonu najczęściej w dwa kwanty gamma. Zjawisko to jest wykorzystywane np. w pozytonowej tomografii emisyjnej, gdzie pozytony powstające z rozpadów promieniotwórczych radiofarmaceutyku anihilują z elektronami w ciele pacjenta, a powstające kwanty gamma rejestrowane są przez tomograf. Możliwy jest również proces odwrotny, kwant gamma o odpowiednio dużej energii może „rozpaść się” produkując np. parę elektron-pozyton. Jeżeli gdzieś we Wszechświecie istniałyby skupiska antymaterii, w promieniowaniu kosmicznym badanym od początku XX wieku powinniśmy rejestrować duże ilości kwantów gamma pochodzących z obszarów granicznych, gdzie zwykła materia wyrzucona z galaktyk spotykałaby się z antymaterią wyrzuconą z „antygalaktyk”. Jak dotąd nie zaobserwowano takiego promieniowania, ponadto w rejestrowanym promieniowaniu kosmicznym obserwujemy bardzo małe ilości antycząstek. W zakresie energii pomiędzy 1 GeV a 50 GeV antyprotony stanowią mniej niż 0.01% docierających do Ziemi cząstek pierwotnego promieniowania kosmicznego, a ich liczba i rozkład energii są zgodne z obliczeniami przeprowadzonymi przy założeniu, że są one cząstkami wtórnymi, produktami zderzeń pierwotnego promieniowania z cząsteczkami gazu międzygwiazdowego. Sugeruje to, że skupiska antymaterii nie istnieją lub są one w jakiś sposób całkowicie odizolowane od materii, na co nie mamy żadnych argumentów. Według współczesnej kosmologii w Wielkim Wybuchu powstało tyle samo cząstek, co antycząstek. W bardzo wczesnym Wszechświecie, gdy temperatura była jeszcze bardzo wysoka (powyżej 10^{12} K), cząstki i antycząstki były w równowadze z promieniowaniem, tzn. procesy kreacji par cząstka-antycząstka i ich anihilacji zachodziły jednakowo często. Wraz z rozszerzaniem się Wszechświata spadała również jego temperatura. W pewnym momencie procesy kreacji par przestały zachodzić i nastąpiła niemal całkowita anihilacja materii

i antymaterii w promieniowanie, które dziś obserwujemy jako tzw. promieniowanie reliktowe. Oczywiście gdyby w ewolucji Wszechświata występowała idealna symetria między materią i antymaterią, byłby on wypełniony obecnie tylko promieniowaniem. Musiał zatem istnieć jakiś mechanizm, który choćby w niewielkim stopniu złamał tę symetrię. W 1967 roku Andriej Sacharow opublikował trzy warunki, jakie musiały być spełnione we wczesnym Wszechświecie, aby mogła powstać otaczająca nas materia:

1. Niezachowanie liczby barionowej (liczba kwantowa rozróżniająca cząstki zbudowane z trzech kwarków, tzw. bariony, od mezonów będących parami kwark-antykwarok oraz cząstek typu elektron czy neutrino, tzw. leptonów),
2. Naruszenie symetrii ładunkowej C oraz przestrzenno-ładunkowej CP,
3. Brak równowagi termodynamicznej.

Jak dotychczas nie zaobserwowano żadnego procesu łamiącego zachowanie liczby barionowej, choć Model Standardowy przewiduje, że zjawiska takie powinny zachodzić. Wiemy natomiast, że zarówno symetrie C jak i CP są łamane w oddziaływaniu słabym, odpowiedzialnym min. za rozpad beta jąder atomowych. W dalszej części artykułu skupimy się właśnie na tych symetriach.

Naruszenie symetrii CP w Modelu Standardowym

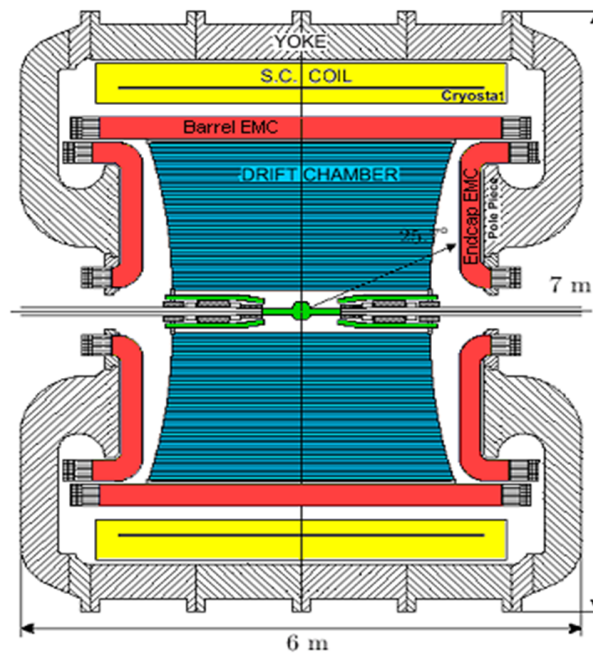
Symetrie odgrywają w fizyce bardzo ważną rolę, m.in. upraszczając formułowanie teorii i przeprowadzanie obliczeń oraz pozwalając na przewidywanie przebiegu szeregu zjawisk. W fizyce cząstek szczególną rolę odgrywają dyskretne symetrie względem odwrócenia czasu T, zamiany cząstki na antycząstkę C oraz symetria lustrzana P. W symetrii lustrzanej wszystkie zdarzenia powinny odbywać się dokładnie w ten sam sposób, niezależnie od tego czy widziane są bezpośrednio, czy w lustrze. Nie powinno być różnicy między stroną prawą a lewą i nikt nie powinien być w stanie rozstrzygnąć czy znajduje się we własnym świecie, czy w jego lustrzanym odbiciu. Symetria ładunkowa postuluje, że cząstka powinna zachowywać się zupełnie tak samo jak jej antycząstka, natomiast zgodnie z symetrią T procesy fizyczne powinny przebiegać identycznie po odwróceniu biegu czasu. W 1957 roku Chien-Shiung Wu przeprowadziła eksperyment ze spolaryzowanymi jądrami kobaltu ^{60}Co , który jasno pokazywał, że w rozpadach β tych jąder symetria względem operacji P jest łamana. Wkrótce odkryto również, że oddziaływania słabe łamią również niezmienniczość względem sprzężenia ładunkowego C. Do połowy lat sześćdziesiątych XX wieku panowało przekonanie, że symetrie P i C są wprawdzie łamane, ale ich złożenie, symetria CP jest bezwzględnie zachowywana. Złamanie tejże symetrii zostało niespodziewanie zaobserwowane w 1964 roku przez Jamesa Cronina i Vala Fitcha podczas badania własności neutralnych mezonów K (kaonów). Okazało się, że długożyciowy kaon K_L (ang. „long”) o parzystości CP = -1 może ulegać rozpadowi na układ dwóch mezonów π o CP = 1. W Modelu Standardowym istnieją dwa mechanizmy niezachowania symetrii CP. Jednym z nich jest tzw.

mieszanie stanów o różnej parzystości CP. Obserwowane w przyrodzie neutralne kaony można przedstawić wtedy jako:

$$K_S = \frac{1}{\sqrt{1+|\varepsilon|^2}} (K_1 + \varepsilon K_2)$$

$$K_L = \frac{1}{\sqrt{1+|\varepsilon|^2}} (K_2 + \varepsilon K_1)$$

K_1 to stan z CP = 1 natomiast K_2 posiada parzystość CP równa -1, ε to tzw. parametr mieszania. Zgodnie z teorią, krótko żyjący mezon K_S również ulega rozpadom do stanów o przeciwnym CP (układy trzech pionów). Procesy te są jednak około milion razy rzadsze niż łamiące symetrie CP rozpadły mezonu K_L . Okazuje się, że neutralne kaony nie zachowują symetrii również w innych procesach, istnieje np. mała różnica w częstości rozpadów $K_L \rightarrow \pi^- e^+ \nu_e$ oraz $K_L \rightarrow \pi^+ e^- \nu_e$. Ponadto, w układach cięższych neutralnych cząstek takich jak mezony B lub D obserwujemy analogiczne zjawiska łamiące niezmienniczość względem CP. Pociąga to za sobą powstanie asymetrii



Rys.2. Schemat układu detekcyjnego KLOE-2

materia-antymateria, która jednak jest znacznie mniejsza niż wynikałoby to z ilości obserwowanej materii we Wszechświecie. Dlatego symetria CP jest wciąż bardzo intensywnie badana, poszukuje się również nowych, nieujętych w Modelu Standardowym, zjawisk łamiących tę symetrię. Wspomniane badania prowadzone są przez wiele grup eksperymentalnych z całego świata przede wszystkim w rozpadach mezonów B oraz D (np. BELLE, BaBar, LHCb), ale również w układach neutralnych kaonów. Eksperymenty tego typu prowadzone są min. na akceleratorze wiązek przeciwbieżnych DAΦNE we Frascati za pomocą detektora KLOE-2.

DAΦNE zderza wiązki elektronów z pozytonami, w wyniku czego powstaje mezon ϕ , który z kolei rozpada się praktycznie natychmiast na pary kaonów (w przeważającej liczbie przypadków). Produkty rozpadów mezonów K są rejestrowane za pomocą detektora KLOE-2. Zbudowany jest on z cylindrycznej komory dryfowej, o długości 3.3 m i średnicy 4 m, otoczonej kalorymetrem elektromagnetycznym. Całość umieszczona jest w polu magnetycznym nadprzewodzącego solenoidu o natężeniu $B \approx 5.2$ T (Rys.2). Komora dryfowa detektora KLOE-2 wypełniona jest mieszanką helu i izobutanu, i pozwala na rekonstrukcję pędu cząstek naładowanych ze względną dokładnością rzędu 0.4%, oraz określenie punktu ich rozpadu z przestrzenną rozdzielczością wynoszącą około 3mm. Natomiast kalorymetr składa się z beczki scyntylacyjnej zbudowanej z 24 modułów o trapezoidalnym kształcie, oraz detektorów bocznych. Każdy z modułów zbudowany jest z włókien scyntylacyjnych zatopionych w ołowiu i połączonych światłowodami z zestawem fotopowielaczy. Kalorymetr KLOE-2 pozwala na pomiary energii cząstek oraz czasu ich oddziaływania. Z rozkładu amplitud sygnałów można również określić miejsce oddziaływania cząstki z modułem kalorymetru. Ponieważ mezony ϕ produkowane są praktycznie w spoczynku, kaony powstające w wyniku ich rozpadu poruszają się z małymi prędkościami ($\beta \approx 0.2$) ze względnym kątem zbliżonym do 180° . W konsekwencji produkty ich rozpadów rejestrowane są w dobrze odseparowanych częściach detektora, co pozwala na identyfikację np. mezonu K_L poprzez zidentyfikowany rozpad K_S . Jest to wyjątkowa cecha akceleratora DAΦNE, który wraz z detektorem KLOE-2 stanowi unikatowe w skali światowej laboratorium dedykowane badaniom fizyki kaonów, w szczególności procesów niezachowujących symetrii CP.

Podsumowanie

Choć od odkrycia pierwszej antycząstki minęło już prawie osiemdziesiąt lat wciąż nie potrafimy jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie, dlaczego nie znajdujemy we Wszechświecie skupisk antymaterii. Jednym z potencjalnych mechanizmów prowadzących do zaburzenia symetrii materia-antymateria we wczesnym etapie ewolucji Wszechświata jest złamanie niezmienniczości względem symetrii przestrzenno-ładunkowej CP. Znane mechanizmy naruszenia tej niezmienniczości są jednak za mało wydajne, aby wyjaśnić ilość obserwowanej materii we Wszechświecie. Dlatego prowadzone od kilkudziesięciu lat badania fundamentalnych symetrii przyrody są wciąż kontynuowane, poszukuje się min. nowych mechanizmów niezachowujących CP i nieujętych w Modelu Standardowym. Warto również wspomnieć, że w 1995 roku zespół pod kierownictwem prof. W. Oelerta otrzymał po raz pierwszy na świecie kilka atomów antywodoru (stan związany antyprotonu i pozytonu). I choć jak dotąd nie jesteśmy w stanie wyprodukować dużych ilości tego antypierwiastka, to wydaje się, że wkrótce

będziemy mogli sprawdzić w laboratorium, czy widma antyatomów są rzeczywiście nieodróżnialne od światła emitowanego przez materię.

Literatura:

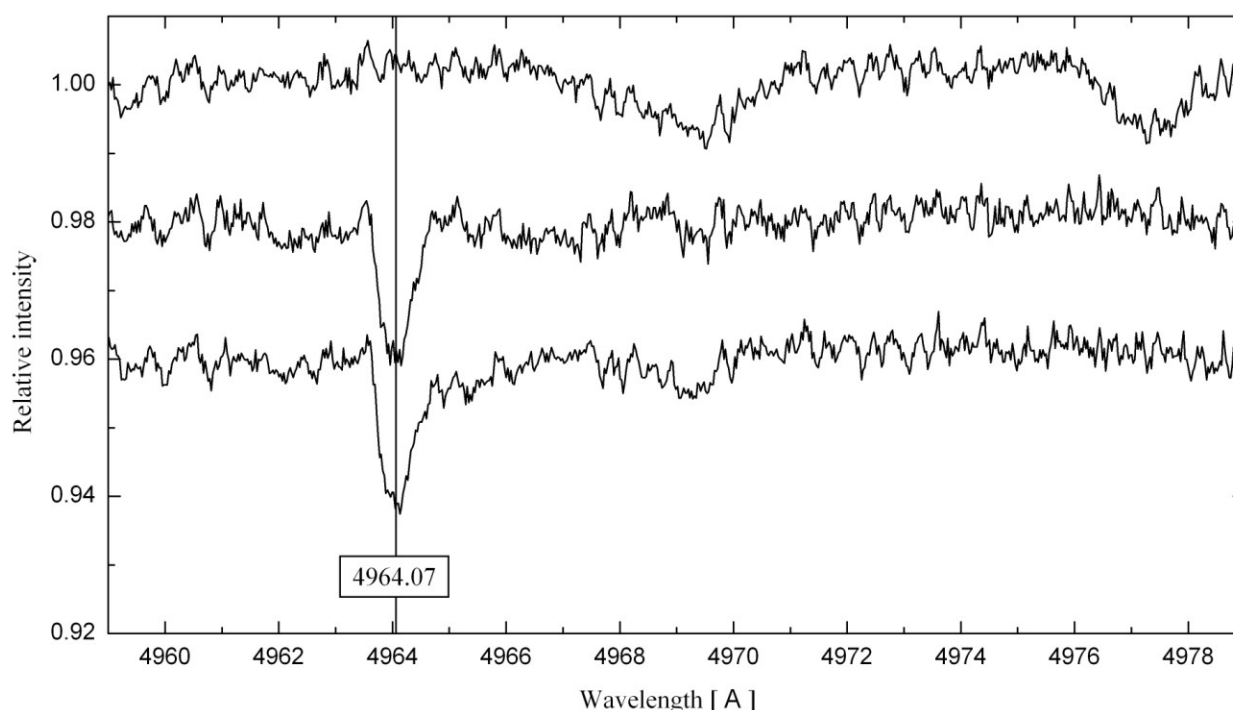
- [1] Dirac P. A. M., 1931, Proc. Roy. Soc. London, 133, 60
- [2] Anderson C. D., 1932, Science, 76, 238
- [3] Beach A.S. et al., 2001, Phys. Rev. Lett., 87, 271101
- [4] Cohen A.G., A de Rújula, Glashow S.L., 1998, Astrophys. J., 495, 539
- [5] Sakharov A. D., 1967, J. Exp. Theor. Phys., 5, 24
- [6] Cronin J. W., Fitch V. L. et al., 1964, Phys. Rev. Lett., 13, 138
- [7] Bossi F. et al., 2008, Riv. Nuovo Cim., 031, 531

Międzygwiazdowe pasma rozmyte i ich badanie w Częstochowie

Bogdan Wszolek

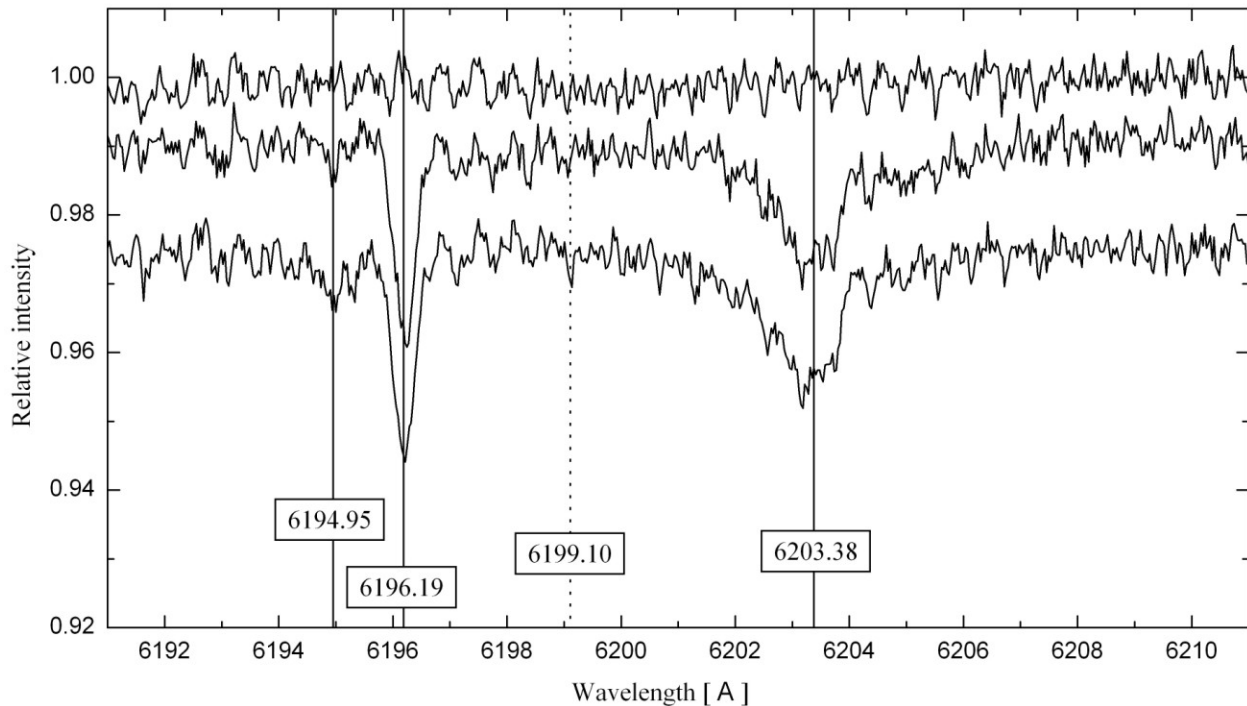
Instytut Fizyki, Akademia im Jana Długosza w Częstochowie

W widmach poczerwienionych gwiazd obserwuje się kilkaset linii absorpcyjnych, tzw. międzygwiazdowych pasm rozmytych (MPR), o ciągle niezidentyfikowanych nośnikach [1, 2]. Rysunki 1-3 demonstrują wybrane fragmenty widma optycznego gwiazdy *o* Per, zawierające przykłady tego rodzaju struktur.

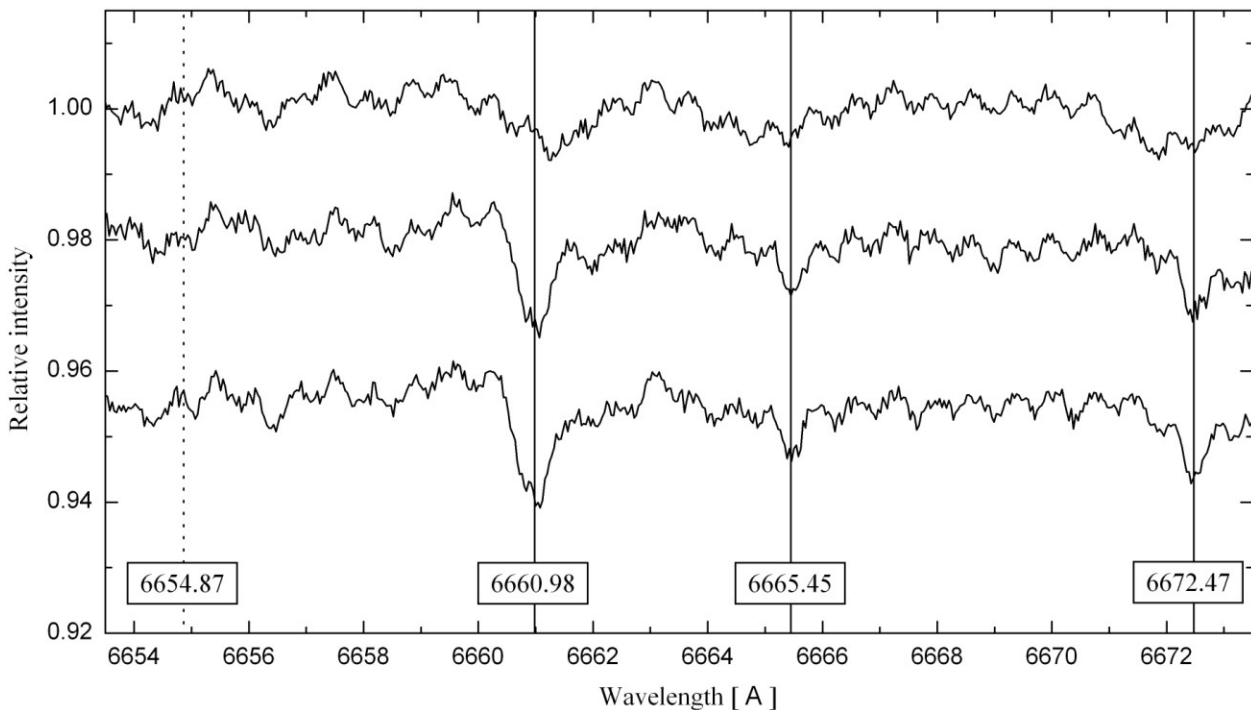


Rys. 1. Fragment widma obejmujący MPR w okolicy 4964 Å. Idąc od góry mamy kolejno widma gwiazd: β Tau (13 marca 2010), *o*Per(13 marca 2010) i *o*Per(12 marca 2010). Widma wykonano spektropolarymetrem NARVAL podpiętym do teleskopu Bernarda Lyota w Obserwatorium Pic du Midi we Francji.

Ważnym kierunkiem badań spektroskopowych środowiska międzygwiazdowego jest poszukiwanie rodzin spektroskopowych [2] wśród wszystkich znanych MPR. Do jednej rodziny spektroskopowej miałyby należeć MPR powstałe na jednym nośniku. Spodziewamy się w materii międzygwiazdowej wielu cząsteczek (nośników) odpowiedzialnych za powstawanie MPR, przy czym każdy nośnik produkowałby swoją rodzinę pasm. W widmie gwiazdy MPR ze wszystkich oczekiwanych rodzin są zmieszane i nie daje się ich w łatwy sposób rozdzielić na odrębne rodziny spektroskopowe. Skądinąd, trudno jest oczekiwać identyfikacji laboratoryjnej nośników MPR bez wcześniejszego wskazania takich rodzin.

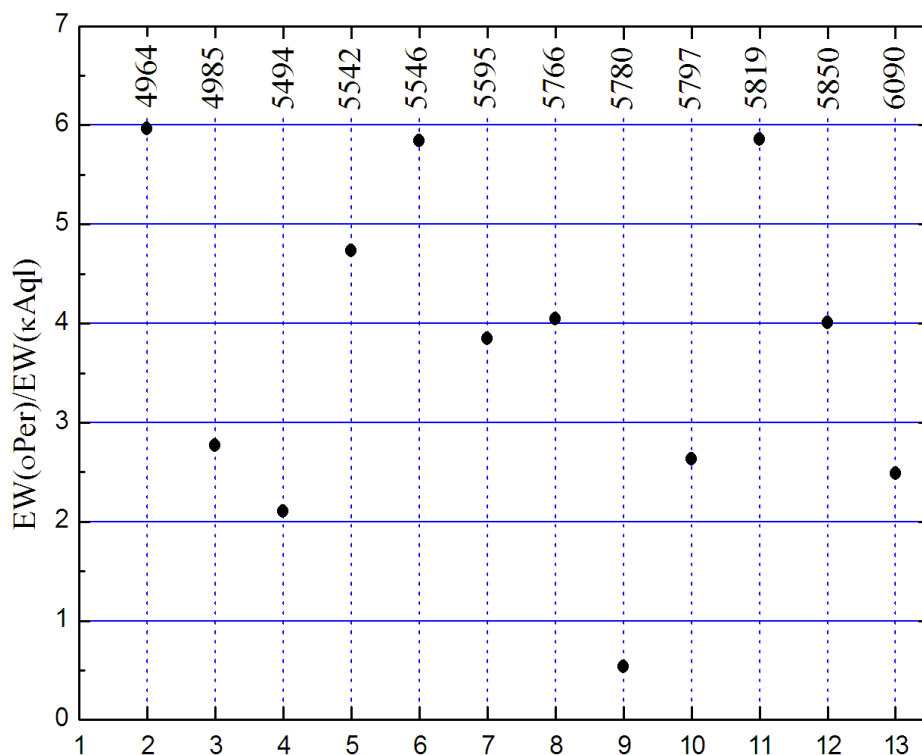


Rys. 2. Tak jak opis do Rys. 1, tylko fragment widma obejmujący MPR 6195, 6196 i 6203 Å. Linia przerywaną oznaczono strukturę prawdopodobnie błędnie uznaną za MPR przez wcześniejszych autorów – np. [3].



Rys. 3. Tak jak opis do Rys. 1, tylko fragment widma obejmujący MPR 6661, 6665 i 6672 Å. Linia przerywana, jak w opisie do Rys.2.

W roku 2010 został uruchomiony międzynarodowy (Polska, Francja, Włochy) program badawczy, zmierzający do wyłonienia pierwszych pewnych rodzin spektroskopowych. Testujemy w Częstochowie kolejną metodę wyodrębniania takich rodzin, polegającą na śledzeniu stosunków szerokości równoważnych poszczególnych MPR w odpowiednio dobranych widmach par gwiazd [4]. Dokonujemy pomiarów szerokości równoważnych (EW) tych MPR, dla których to idzie zrobić ze względnie dużą dokładnością. Pary gwiazd dobieramy tak, żeby znacząco różniły się stopniem poczerwienienia. Budujemy diagramy, podobne do tego na Rys.4 i poszukujemy struktur o takim samym stosunku natężeń. Dla przykładu, posilując się przedstawionym tu diagramem (Rys.4) łatwo zauważamy, że struktury 4964, 5546 i 5819 Å mają bardzo podobny stosunek natężeń R (około 6) i pretendują do tej samej rodziny spektroskopowej. Struktury 5766 i 5850 Å (ze stosunkiem natężeń równym około 4) pretendują do innej rodziny spektroskopowej. Przyjmuje się bowiem, co wcześniej nie zostało podkreślone, że stosunek intensywności struktur absorpcyjnych z tej samej rodziny spektroskopowej pozostaje stały.



Rys.4. Diagram R_i/i dla pary gwiazd: oPer (HD23180) –kAql (HD184915). U góry wyszczególniono MPR, dla których zmierzono stosunki natężeń (w zwyczajowej konwencji – przybliżona wartość długości fali dla centrum profilu linii w angstrmach). U dołu podano umowne numery kolejne badanych MPR(numerator i).

Literatura:

[1] Herbig, G. H., 1995, ARA&A, 33, 19

[2] Wszolek B., Godłowski W., 2003, MNRAS, 338, 990

[3] Galazutdinov G. A., Musaev F. A., Krełowski J., Walker G. A. H., 2000, PASP, 112, 648

[4] Wszolek B., Auriere M., Kuźmich A., Joblin C., Mulas G., 2012, A&A (in preparation)

Koncepcja utworzenia polskiego interferometru radiowego

Bogdan Wszolek

Instytut Fizyki, Akademia im Jana Długosza w Częstochowie

Cztery z pośród siedmiu anten radiowych zlikwidowanych w Psarach koło Kielc w 2010 roku [1], czeka na instalacje w nowych miejscach. Szczegóły dotyczące rozmieszczenia tych anten zawiera tabela 1.

Tabela 1. Wykaz anten pochodzących z Psar ze wskazaniem ich właścicieli i umiejscowienia.

Antena	Miejscowość	Współrzędne geogr.	Właściciel
16m	Kraków	$\varphi = 50^{\circ}04'$ $\lambda = - 19^{\circ}58'$	Uniwersytet Jagielloński
13m A	Częstochowa	$\varphi = 50^{\circ}49'$ $\lambda = - 19^{\circ}07'$	Marek Pelian
13m B	Wieruszów	$\varphi = 51^{\circ}17'$ $\lambda = - 18^{\circ}10'$	Kazimierz Błaszczak
9m	Rzepiennik Biskupi	$\varphi = 49^{\circ}47'$ $\lambda = - 21^{\circ}05'$	Bogdan Wszolek

Stowarzyszenie Astronomia Nova (www.astronomianova.org), które uratowało anteny od zniszczenia, widzi możliwość utworzenia polskiego interferometru radiowego w oparciu o odzyskane instrumenty. Idei sprzyja chociażby to, że instrumenty trafiły do miejscowości znacznie od siebie oddalonych i korzystnie ułożonych w przybliżeniu na linii prostej o orientacji południowy wschód – północny zachód. Oddalenie skrajnych anten wynosi około 300 km.

Każda z czterech anten najprawdopodobniej zostanie zainstalowana i w taki czy inny sposób będzie pełnić rolę pojedynczego instrumentu. Dla idei interferometru istotne jest by już podczas instalacji każdej z anten zabezpieczyć możliwość jej przyszłej pracy w połączeniu z pozostałymi. Proces tworzenia interferometru radiowego dostarczyłby niepowtarzalnych doświadczeń wielu polskim specjalistom. Gotowy instrument, jako jedyny tego rodzaju w Polsce, służyłby znakomicie zarówno samej nauce jak i jej popularyzacji.

Obecnie poszukuje się specjalistów i sponsorów gotowych swoimi kompetencjami i środkami wesprzeć budowę interferometru.

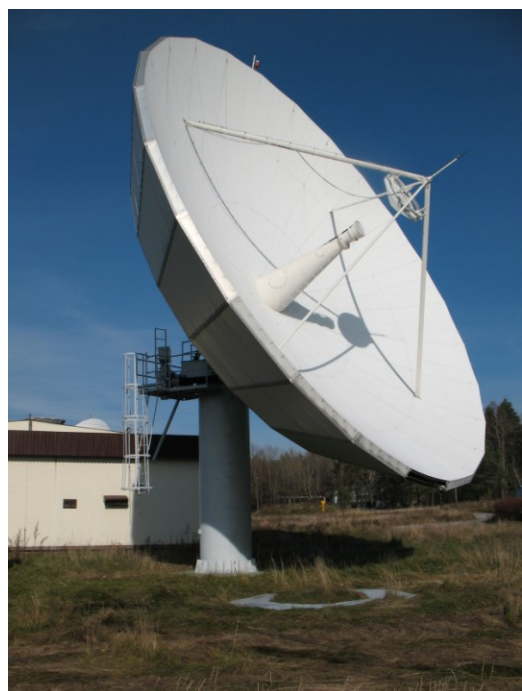
Poniżej zostały zamieszczone zdjęcia wszystkich czterech anten na pierwotnych stanowiskach w Psarach (fotografie wykonał Bogdan Wszolek latem 2010 roku).



13m A



13m B



16m



9m

Literatura:

[1] Wszolek B., 2011, „Siedem anten radiowych z Psar” – w Częstochowskim Kalendarzu Astronomicznym 2011 (Red. B.Wszolek), Wydawnictwo AJD w Częstochowie, s. 87-90.

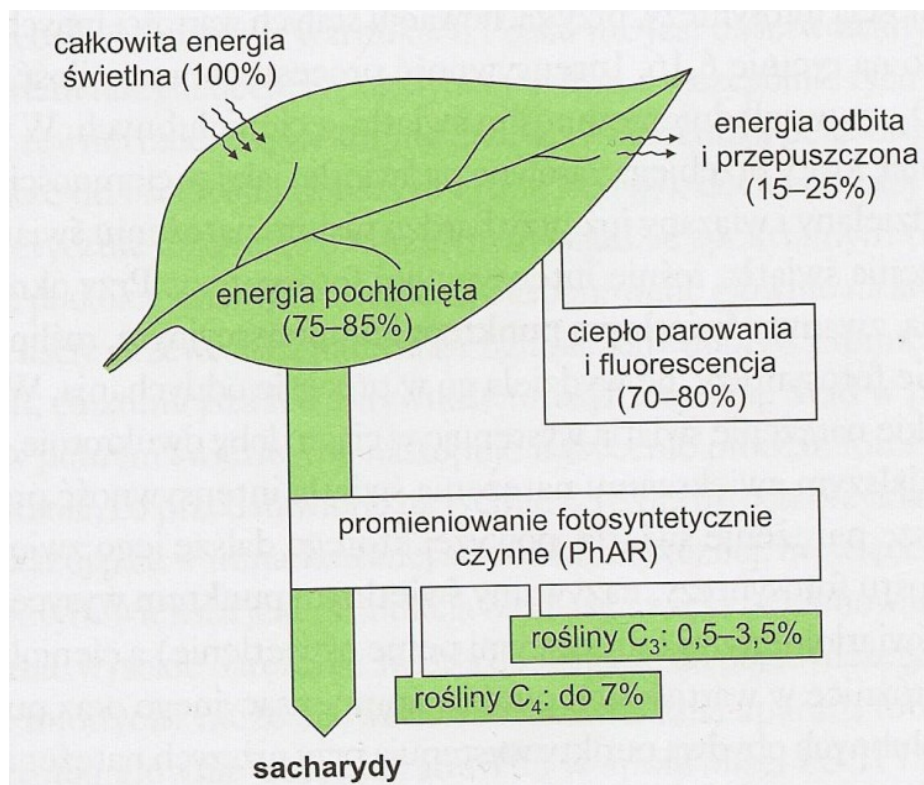
Wpływ astronomii na nauki rolnicze

Magdalena Wszolek

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Astronomia jako jedna z najstarszych nauk miała wpływ na rozwój różnych dziedzin życia, w tym między innymi na nauki rolnicze. Biosfera Ziemi podlega rytmom biologicznym, które wynikają ze zjawisk astronomicznych, choćby takich jak ruch wirowy i obiegowy Ziemi czy pływy księżycowo-słoneczne. Organizmy żyjące na Ziemi podlegają fotoperiodyzmowi, który warunkuje aktywność roślin i zwierząt. Rolnictwo biodynamiczne jako jeden z rodzajów rolnictwa, realizuje uprawę roli zgodnie z tzw. kalendarzem biodynamicznym, odwołującym się m.in. do zjawisk astronomicznych.

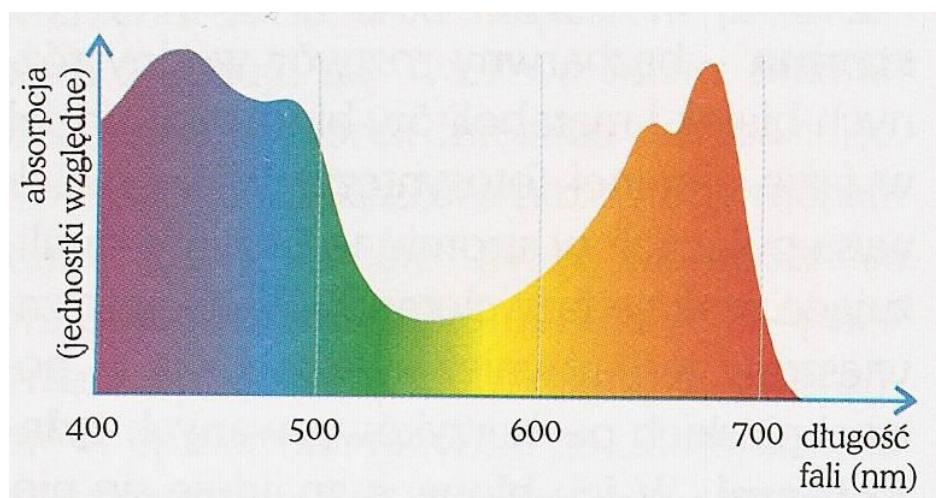
W starożytności panował kult Słońca. Ludzie doceniali jego nadzwyczajną moc emanacji światła i ciepła koniecznych dla wzrostu roślin, źródła pożywienia dla ludzi i zwierząt. Dziś wiemy, że podstawowym mechanizmem przemiany energii słonecznej na wzrost biomasy jest tzw. fotosynteza. Jest ona podstawowym procesem warunkującym autotrofizm roślin zielonych. Wiemy, że polega ona na syntezie związków organicznych – sacharydów, z prostych związków nieorganicznych, dwutlenku węgla i wody, z wykorzystaniem energii pochłanianego światła. Produktem ubocznym tego procesu jest tlen, konieczny do życia i wzrostu żywych organizmów.



Wykorzystanie energii światłnej w procesie fotosyntezy [3]

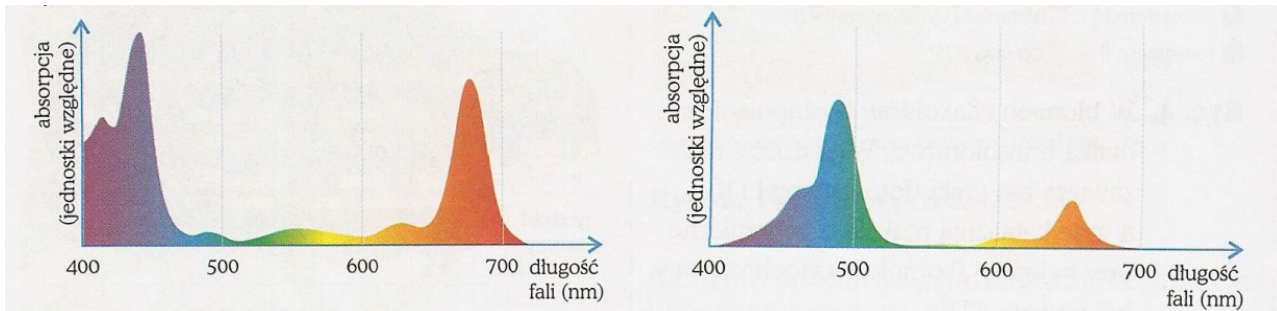
Ilość światła słonecznego zaabsorbowanego przez liście waha się w przedziale 75-85%. Zależy ona od właściwości optycznych blaszki liściowej takich jak: jej grubość, gładkość powierzchni, obecność warstwy kutykularnej, rodzaju i zawartości barwników. Dziś wiemy, że z całkowitej energii świetlnej emitowanej przez Słońce znaczenie dla produkcji masy roślinnej ma jedynie 0,5-3,5% (dla roślin C_3) oraz 7% (dla roślin C_4).

Taki niski procent wykorzystania energii świetlnej w procesie fotosyntezy wynika z dużej zawartości w komórkach roślinnych nieaktywnych fotosyntetycznie substancji absorbujących światło. W procesie fotosyntezy wykorzystywane jest jedynie promieniowanie PAR (photosynthetically active radiation) – niewielki zakres z całego widma światła słonecznego mieszczący się między 400 a 700 nm.

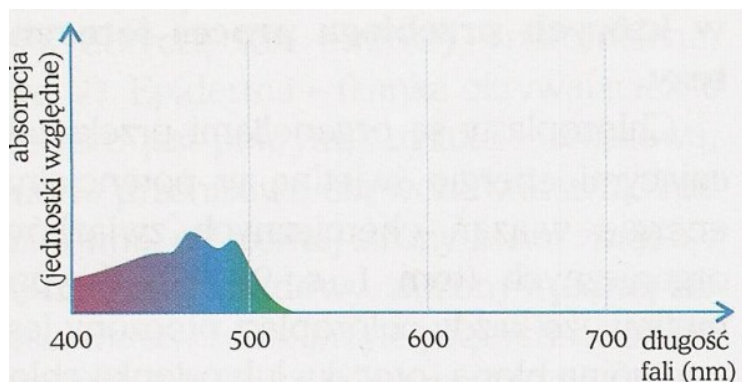


Widmo czynnościowe fotosyntezy [1]

Jak widać z powyższego rysunku, najsilniej pochłaniane jest promieniowanie niebieskofioletowe i czerwone, z maksimum absorpcji przy ok. 480 i 680 nm. Intensywność fotosyntezy nie zależy jedynie od zakresu widma, ale i od natężenia promieniowania, które zmienia się w zależności od strefy klimatycznej, pory roku, pory dnia, stopnia zachmurzenia oraz miejsca, w którym znajduje się roślina lub liść na roślinie. Absorpcja światła w procesie fotosyntezy zachodzi dzięki barwnikom fotosyntetycznym, którymi są chlorofile *a* i *b* oraz karotenoidy. Maksima absorpcji części widma promieniowania w zakresie widzialnym dla chlorofilu *a* wynoszą 430 i 660 nm, chlorofilu *b* 455 i 640 nm. Karotenoidy absorbują światło niebieskie w innym zakresie niż chlorofil – 350-500 nm. Ma to znaczenie w pełnionej przez karotenoidy funkcji – pochłaniają światło niebieskie, którego nie pochłania chlorofil, a następnie przekazują energię na cząsteczkę chlorofilu. Pochłanianie kwantów energii przez chlorofil czy też jej przekazanie z karotenoidów, powoduje wzbudzenie cząsteczki chlorofilu. W efekcie tego wzbudzenia elektron barwnika zostaje przeniesiony z orbitalu podstawowego na orbital o wyższym poziomie energetycznym.



Widmo absorpcji światła przez chlorofil *a* (z lewej) i *b* (z prawej) [2]



Widmo absorpcji światła przez karoten [2]

Biorąc pod uwagę Słońce oraz jego aktywność, która zmienia się średnio z cyklem 11 lat, można również rozważać nierówny w czasie wpływ aktywności słonecznej na przebieg niektórych procesów biologicznych, np.: na rozrastanie się słoń drzewnych. Promieniowanie słoneczne wpływa na powstawanie izotopu węgla ^{14}C . Izotop ten powstaje w górnych warstwach atmosfery Ziemi w wyniku oddziaływania promieniowania kosmicznego z azotem ^{14}N . Z tego powodu analiza przyrostów rocznych drzew jest wykorzystywana w wielu dziedzinach, między innymi w rekonstrukcjach ekologicznych i klimatycznych, ocenie stopnia zanieczyszczenia środowiska teraz i w przeszłości.

Konsekwencje wynikające z ruchu obrotowego Ziemi mają niebywały wpływ na uprawę roślin i hodowlę zwierząt. Istnienie dni i nocy, pozorna wędrówka Słońca po sklepieniu niebieskim to kluczowy czynnik ograniczający ilość promieniowania słonecznego docierającego do Ziemi, a także konsekwencje w technologiach produkcyjnych. Na przykład budowanie szklarni z uwzględnieniem stron świata, by jak najlepiej skorzystać z życiodajnej siły Słońca. W gospodarstwach pasiecznych ustawianie wylotków uli na kierunek wschodnio-południowy powoduje szybsze pobudzenie pszczół do pracy. Im wcześniej rano promienie słoneczne padną na wylotek, tym szybciej rozpoczyna się produkcja miodu.

Następstwem ruchu obiegowego Ziemi wokół Słońca jest występowanie stref klimatycznych i pór roku [4]. Zmianom pór roku zawdzięczamy zmiany długości

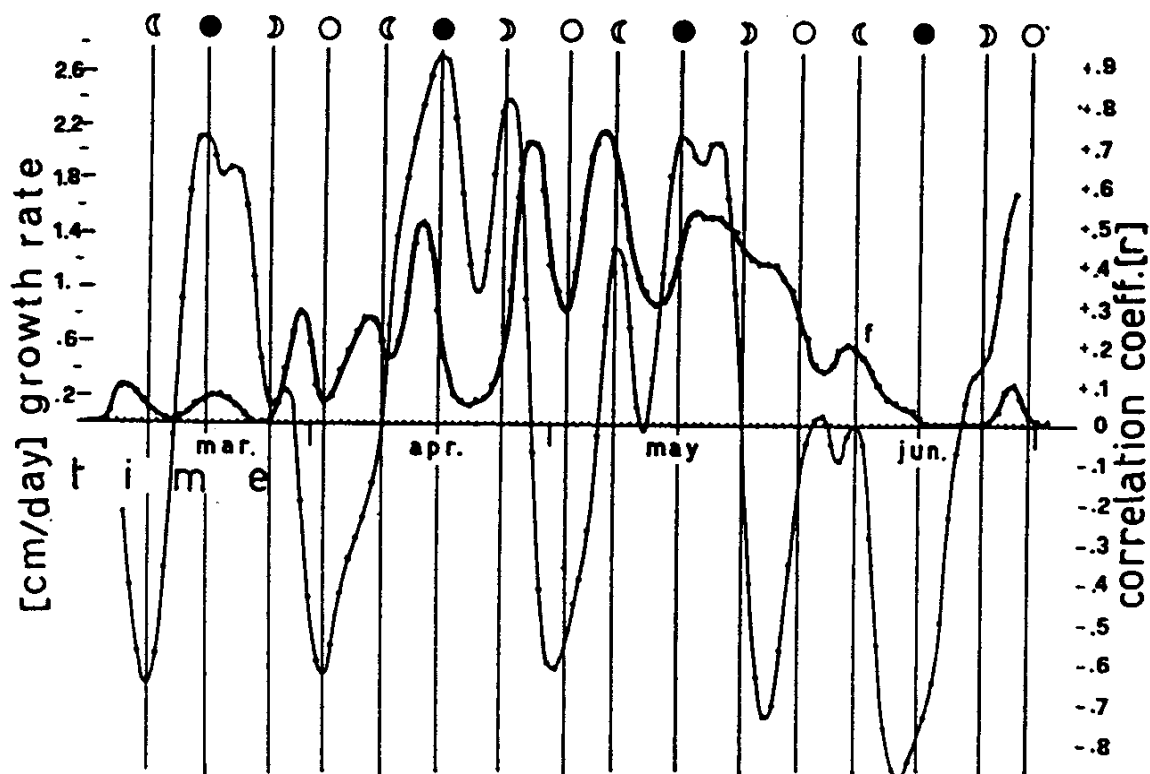
dnia i nocy. W fizjologii roślin funkcjonuje pojęcie fotoperiodyzmu, czyli reakcji roślin na czas trwania i następstwo okresów światła i ciemności, jakie zachodzą w rytmie dobowym. Rośliny reagują na sobie właściwy fotoperiod przez zakwitanie. To odpowiednia ilość dni, o danym naświetleniu indukuje u roślin kwitnienie. Pod względem reakcji roślin na dany fotoperiod wydzielono rośliny dnia długiego (RDD), rośliny dnia krótkiego (RDK) i rośliny neutralne. RDD wymagają do kwitnienia pewnej liczby dni o długim okresie naświetlania, kwitną na ogół latem, natomiast RDK wymagają pewnej liczby dni o krótkim okresie naświetlania, kwitną zazwyczaj wczesną wiosną lub jesienią. U roślin fotoperiodycznie obojętnych, nie wykazujących wrażliwości na długość naświetlania w ciągu roku, indukcja kwitnienia zachodzi po osiągnięciu odpowiedniego stadium rozwojowego, a więc wchodzi tutaj w grę czynniki wewnętrzne, niezwiązane z ruchem obiegowym. Akceptorem bodźca fotoperiodycznego są liście (zwłaszcza młode). Powstały sygnał jest przekazywany do stożków wzrostu, które to przekształcają się w zawiązki kwiatowe. Rolę fotoreceptora odgrywa fitochrom.

Okresowość procesów biologicznych jest efektem długotrwałego rozwoju filogenetycznego, podczas którego cykl rozwojowy organizmów przystosował się do zmian warunków otoczenia. Wszystkie procesy w świecie ożywionym (wspólne roślinom, zwierzętom oraz człowiekowi) przebiegają równomiernie lub rytmicznie. Wśród procesów o charakterze okresowym możemy mieć do czynienia z rytmem egzo- i endogennym. W naturalnych warunkach rytmy egzogenne zostały potwierdzone u wielu roślin. Rosną one przecież w środowisku, w którym wiele czynników zmienia się rytmicznie w okresie 24-godzinnym. Najistotniejsze są zmiany natężenia światła i temperatury, ale istotne też mogą być zmiany natężenia pola magnetycznego Ziemi, wywołane tzw. burzami magnetycznymi, oraz pływy.

Możemy wyróżnić następujące rytmy ze względu na długość okresu: dobowe (ok. 24 h), pływowe (12.8 h), półksiężycowe (14-15 d), księżycowe (28 d), roczne. Klasycznym przykładem rytmu dobowego mogą być ruchy liści fasoli, czy też indukowana luminescencja morskiej bruzdnicy *Gonyaulax polyedra*. Rytmy księżycowe, półksiężycowe i pływowe są związane ze zmianami grawitacji i stanowią odbicie przebiegu obrotu Ziemi i ruchu Księżyca wokół Ziemi, czyli sił które powodują przyływy i odpływy. Rytmika pływowa została stwierdzona u okrzemek morskich i brunatnic, np. *Fucus*. Głony te wykazują rytmikę procesów metabolicznych dostosowaną do czasu przyływów i odpływów. Rytmika księżycowa i półksiężycowa występuje u wielu gatunków roślin. Podporządkowany jej jest np. proces tworzenia zygot przez glony. Przypomina to rytm księżycowy gameto genezy zwierząt.

Rytm roczny występuje u roślin przebywających w warunkach stałej temperatury i oświetlenia. Szczególnie wyraźnej rytmice rocznej podlegają zmiany ciśnienia osmotycznego, aktywności niektórych enzymów, np. dehydrogenaz, zdolność kiełkowania nasion wielu gatunków roślin.

Wielu badaczy prowadziło badania z zakresu oddziaływania Księżyca na rośliny. W 1972 Giovanni Abrami [5] przedstawił wyniki obserwacji kilku gatunków roślin okrytonasiennych (*Angiospermae*). Wzrost roślin zależy od temperatury, wyższa temperatura przyspiesza wzrost, niższa hamuje – tak w dużym uproszczeniu można przedstawić wpływ temperatury na wzrost roślin. Abrami zaobserwował, że ta korelacja jest bardziej pozytywna podczas nowiu i bardziej negatywna podczas pełni. Badane rośliny wzrastały bardziej niezależnie od temperatury podczas pełni. Te księżycowe zmiany temperatury skorelowane ze wzrostem są łatwiej zauważalne u roślin dwuliściennych niż u jednoliściennych. Tego typu wyniki wykorzystują zwolennicy rolnictwa biodynamicznego, które powstało na gruncie antropozofii za sprawą Rudolfa Steinera. Polega ono na korzystaniu z kalendarzy księżycowych i używaniu tylko nawozów organicznych, bez stosowania jakiegokolwiek sztucznej chemizacji.



Tempo wzrostu (gruba linia) *Campanula ranunculoides* i jego korelacja z temperaturą (współczynnik korelacji „r”, cienka linia) otrzymana dla wartości 12°C i 18°C. Ogród Botaniczny w Padwie [5]).

Coraz częściej we współczesnym świecie jest podnoszony problem tzw. „zdrowej żywności”. Nadmierna chemizacja upraw rolnych doprowadziła do drastycznej degradacji jakości gleby w wielu krajach. Większość współcześnie dostępnych produktów spożywczych ma bardzo niską jakość w porównaniu do żywności otrzymywanej naturalnymi sposobami. Przekłada się to na ogólne obniżenie kondycji konsumentów niezdrowej żywności. Nauki rolnicze, od których, bardziej dziś niż

kiedykolwiek wcześniej, oczekuje się opracowania optymalnych metod wytwarzania zdrowej żywności, mogłyby wiele zyskać uwzględniając kosmiczne uwarunkowania wzrostu roślin i zwierząt, i w ogóle egzystencji człowieka na Ziemi.

Literatura:

- [1] Duszyński J. i in., 2005, *Biologia*, Warszawa, PWN
- [2] Kopcewicz J., Lewak S., 2002, *Fizjologia roślin*, Warszawa, PWN
- [3] Kozłowska M., 2007, *Fizjologia roślin. Od teorii do nauk stosowanych*, Warszawa, PWRiL
- [4] Rudnicki K., 1975, *Astronomia*, WSiP
- [5] Schad W., 2001, “*Lunar influence on plants*”, *Earth, Moon and Planets*, Kluwer Academic Publishers



Anastaziia Zolotukhina (fot. B. Wszolek)

Observations obtained at Kyiv meridian axial circle with CCD-camera and their reduction

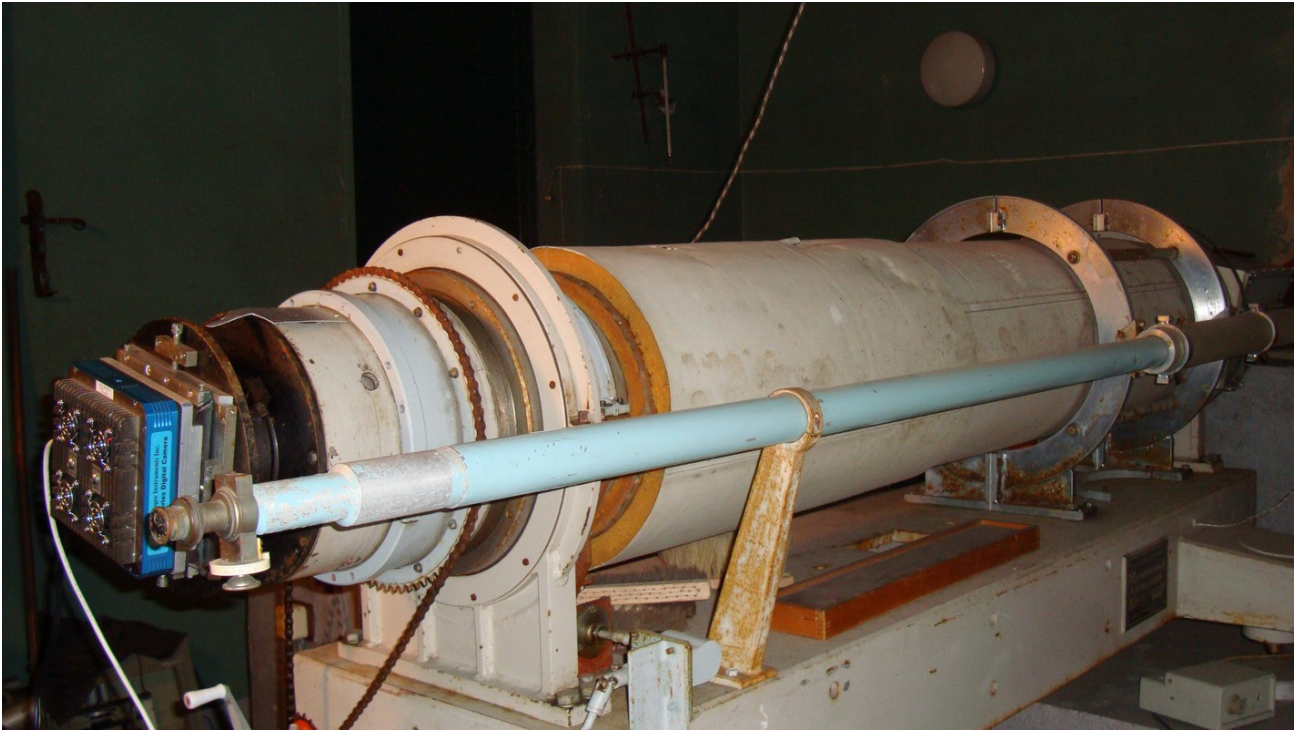
Anastasiia Zolotukhina

Main Astronomical Observatory
National Academy of Sciences of Ukraine

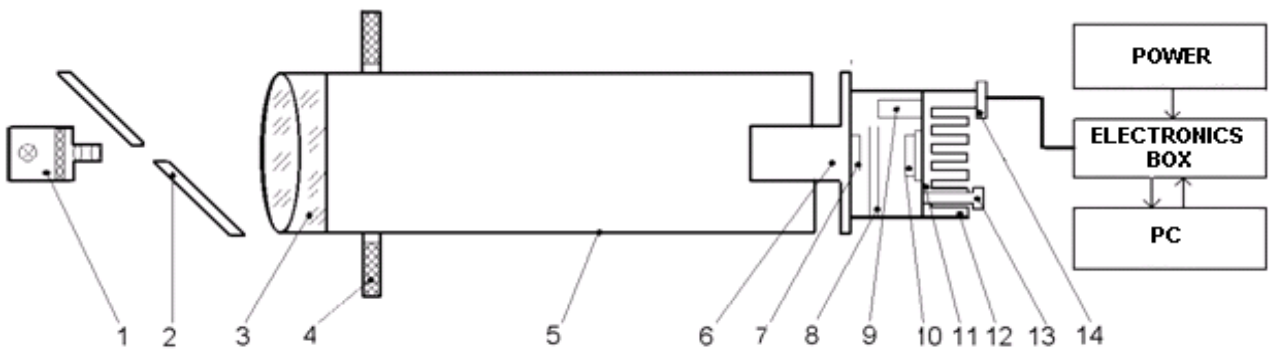
The Kyiv meridian axial circle (MAC) is a refractor ($D=180$ mm, $F=2.3$ m) which is used now in a CCD astrometric survey of the equatorial zone. In 2001, it was equipped with a ISD017AP CCD having 1040×1160 pxs, 16 mkm pixel size and 1.394" per pixel scale. The dark current is 7e/pks/sec, the readout noise is 18e, the output amplifier responsivity is 3.3 mkv/e. The photometric system of the MAC reproduces standard V photometric system; the limiting magnitude is about $V=17$. Star pixel coordinates are measured with an accuracy of 0.02 pxs and star fluxes to 0.02 mag. The frame size is $24' \times 28'$. Observations are obtained in the drift-scan mode allowing to form images of moving objects at telescopes with no moving parts. Exposure time is 108sec(Δ) seconds while the scan length may reach hours. Observed data are stored to CD disks. It was estimated that image degradation for this CCD micrometer caused by a CCD distortion mounts to 4.9"tg(Δ) in right ascension and 1.2"tg(Δ) in declinations owing to which the declination zone of observations was limited to 30 degrees. A special software is used for reduction of observations.



The Kyiv MAC



The Kyiv MAC

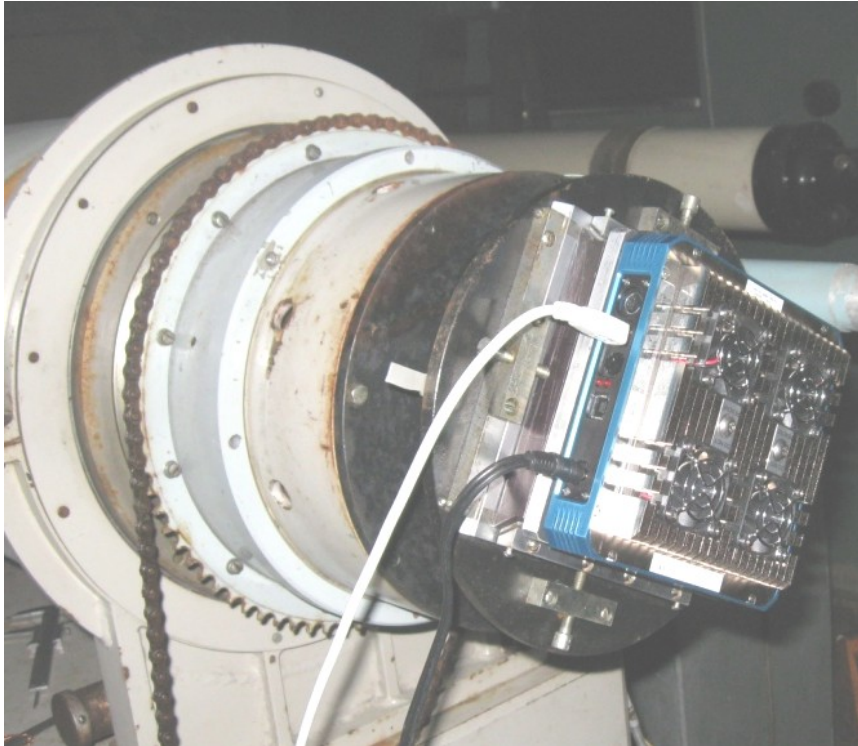


The module structure of a telescope MAC

- 1- reference light source; 2 – diagonal mirror; 3 – two-lens objective;
 4 – divided 5' glass circle; 5 –tube; 6 – straight-through flange;
 7 – front window of the micrometer; 8- glass filter box; 9 – pre-amplifier;
 10 – CCD matrix unit; 11 – Peltie cooling elements; 12 – radiator;
 13 – silica gel box; 14 – connector

Characteristics of the Kyiv MAC:

Entrance pupil	180 mm
Focal length	2335 mm
Photometric band	V (Johnson)
Scale	1.394"/pixel
Limiting stellar magnitude	V=17 mag
Modes of observations	direct imaging and scanning
Direct imaging:	
Frame size:	24.2' × 28'
Exposure:	108 sec δ s
Declination zone	0° ÷ +30°



The CCD-camera

Basic features of the CCD

Number of unit pixel (HxV)	1040x1160
Organization of the device	SFF
The size of a pixel, micron	16x16
The photosensing area, mm	16,6x18,6
Saturation charge, thousand el.	130
Readout noise, el.	18
Dark signal (T = -40°C), el/s/pixel	7
Conversion coefficient, μV/el.	3.3

Non-uniformity of sensitivity, %	3
Inefficiency of a charge transfer	
- along horizontal direction	1.5×10^{-5}
- along vertical direction	1.1×10^{-5}
Quantum efficiency, %	
- at 250 nm	12
- at 400 nm	25
- at 750 nm	60
- at 1000 nm	8

A telescope can operate in the two modes. In the first, direct imaging mode, a light signal from the sky forms charge packages simultaneously in all CCD pixels. Exposure length is controlled by a program; a fast reading of the data is performed when the observation is finished. A range of usable exposures is limited only by background and (or) dark current. This mode is used for observations of static images, mainly for testing purposes. In the second, scan-drift mode, accumulation of charge packages is synchronized with star image motion along the CCD. In this mode accumulation of a signal in CCD pixels occurs synchronically with its transfer along the matrix. In this mode an angular size of the observed sky area on declination is determined by the angular size of a CCD and is equal to $24'.2$. The scan length on right ascension is unlimited

The data was processed performing next steps of reductions: CCD-scan noise filtration, flat-fielding, reference stars identification, calculation of instrumental coordinates and star magnitudes, adding of instrumental reductions, removing systematic instrumental errors, correction of the magnitude scale, reduction to the equatorial coordinates and, finally, compilation of KMAC catalogue.

Analysis has revealed a presence of seasonal variations in the MAC – Tycho-2 differences in δ as a function of V . Systematic part of these functions have been fitted with a model function and removed based on use of the Tycho-2 catalogue for stars with $V < 13$ mag.

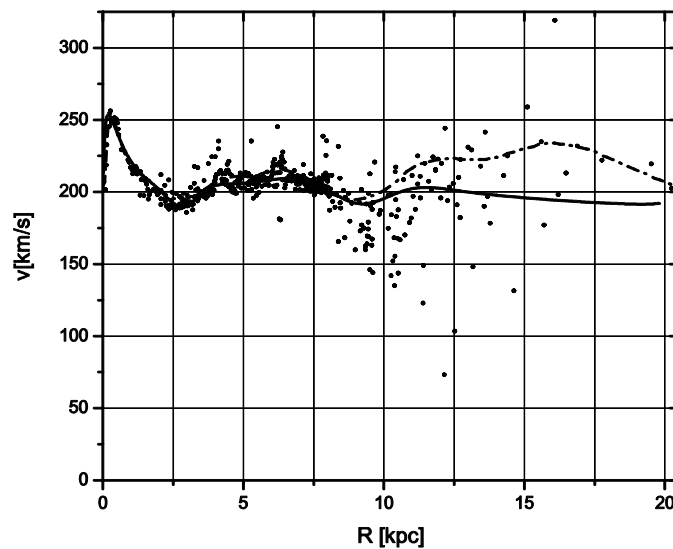
Reduction to the ICRF using the Tycho-2 catalogue can be reliable providing that a number of reference stars is sufficiently large. In our case, due to a rather short scan length, some fields with a low star density contained just 6-8 Tycho-2 stars, which, of course, is insufficient for the purpose of a rigorous reduction. In addition, an accuracy of the reduction is often affected by inhomogeneous sky distribution of reference stars.

Mikrosoczewkowanie w dyskowym modelu Galaktyki

Szymon Sikora

Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Każda galaktyka to zbiór ogromnej liczby gwiazd, gazu (głównie wodoru) i pyłu. W przypadku galaktyk spiralnych materia ta jest rozłożona głównie w cienkim dysku oraz centralnym zgrubieniu. Materia w dysku rotuje wokół centrum galaktyki z prędkością zależną od odległości od centrum $V(R)$. Relacja ta jest nazywana krzywą rotacji. Na wykresie 1 przedstawiony jest pomiar krzywej rotacji dla naszej Galaktyki.



Wykres 1. Krzywa rotacji dla Drogi Mlecznej. Ciągła linia – nowsze dopasowanie. Linia przerywana – dopasowanie starsze. Dane i ich analiza pochodzą od Sofue et. al. [1].

Aby wyjaśnić krzywą rotacji, która niesie w sobie informację o dynamice galaktyki, należy wyznaczyć potencjał pola grawitacyjnego, w którym materia się porusza. Konkretna postać funkcyjna potencjału zależy od geometrii rozkładu mas będących źródłami grawitacji. Przykładowo dla sferycznie symetrycznego rozkładu materii potencjał grawitacyjny jest opisany prostą funkcją:

$$\varphi(R) = -\frac{GM(R)}{R} \quad (1)$$

zależną od masy $M(R)$ zawartej wewnątrz sfery o promieniu R . Gęstość gwiazd i gazu jest największa w centrum i maleje z odległością. Gdyby więc gaz i gwiazdy miały stanowić decydujący wkład do $M(R)$, to funkcja ta nie powinna znacząco rosnać wraz ze wzrostem R , co prowadziłoby do tzw. keplerowskiego opadania krzywej rotacji. Brak obserwacji takiego opadania jest często tłumaczony zanurzeniem galaktyki w halo niewidzialnej, oddziałującej tylko grawitacyjnie

ciemnej materii, która stanowiłaby główny składnik masy galaktyki. W tym miejscu należy podkreślić, że gaz wraz z gwiazdami od samego początku nie może w tym modelu stanowić decydującego wkładu do $M(R)$, ze względu na fakt, że składniki te nie są sferycznie symetrycznie rozmieszczone, natomiast aby spełnione było założenie o sferycznie symetrycznym rozkładzie materii, przy którym wzór (1) obowiązuje, dominujący składnik materii musi być rozłożony sferycznie symetrycznie.

Opisanie potencjału grawitacyjnego w przypadku gdy źródłem grawitacji jest jedynie materia zawarta w gwiazdach i gazie jest możliwe. Pierwszym przybliżeniem jest model, w którym masa jest rozłożona w cienkim dysku. Wtedy osiowo symetryczny potencjał jest zadany bardziej skomplikowaną funkcją niż (1), którą można przedstawić jako złożenie bazowych, osiowosymetrycznych rozwiązań równania Laplace'a. W pracy [2], na podstawie tego potencjału, zostały wyprowadzone ściśle wyrażenia wiążące ze sobą prędkość rotacji $V(R)$ oraz powierzchniową gęstość masy $\sigma(R)$ w dysku.

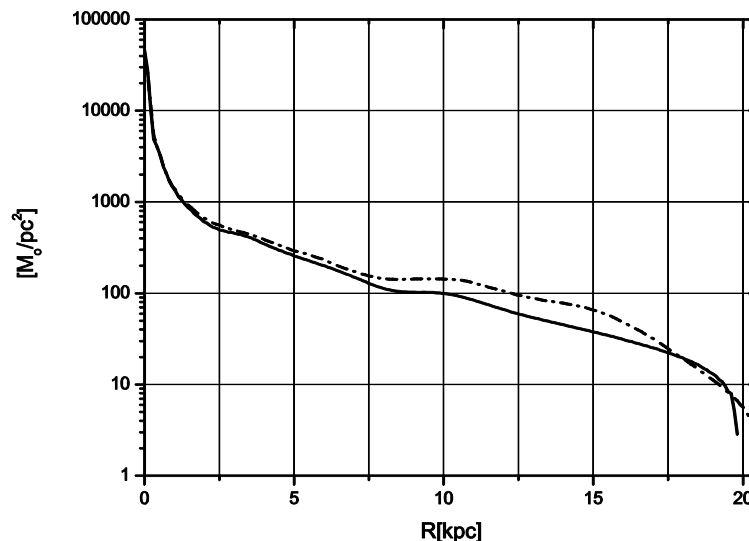
$$v^2(R) = 4GRP \left[\int_0^R \sigma(\chi) \frac{\chi E(\chi/R)}{R^2 - \chi^2} d\chi - \int_R^\infty \sigma(R) \left(\frac{\chi^2 E(R/\chi)}{R(\chi^2 - R^2)} - \frac{K(R/\chi)}{R} \right) d\chi \right] \quad (2)$$

$$\sigma(R) = \frac{1}{\pi^2 G} P \left[\int_0^R v^2(\chi) \left(\frac{K(\chi/R)}{R\chi} - \frac{R E(\chi/R)}{\chi R^2 - \chi^2} \right) d\chi + \int_R^\infty v^2(R) \frac{E(R/\chi)}{\chi^2 - R^2} d\chi \right]$$

Symbol P oznacza wartość główną całki, natomiast $K(x)$ oraz $E(x)$ to funkcje eliptyczne odpowiednio pierwszego i drugiego rodzaju. Charakterystyczną cechą tego modelu jest jego globalność, która oznacza, że na prędkość rotacji w danej odległości R wpływa całkowity rozkład materii, także tej położonej dalej od centrum niż R . Niewystarczające pomiary krzywych rotacji dla dużych R , oraz trudności rachunkowe były przyczyną odrzucenia tego modelu przez szeroką społeczność astrofizyków. (W literaturze, w miejsce wzorów (2), podawane są równoważne wyrażenia zawierające pochodną $V^2(R)$, która jest trudna do wyznaczenia metodami obserwacyjnymi). Prace [2,3] przyczyniają się do przezwyciężenia tych trudności.

Znajomość tylko ograniczonej części krzywej rotacji prowadzi do rozkładu gęstości powierzchniowej obarczonej pewnym błędem. Rozkład ten najbardziej odbiega od rzeczywistego rozkładu materii dla dużych R . Można więc go poprawić, sklejając go ze zmierzonym rozkładem gęstości powierzchniowej wodoru neutralnego na obrzeżach galaktyki (w punkcie w którym oba rozkłady się przecinają), w wyniku czego otrzymuje się z kolei poprawkę do krzywej rotacji. Dla tak poprawionej krzywej rotacji (zadanej także poza obszarem, w którym krzywa rotacji była mierzona) wyznacza się kolejną poprawkę do gęstości powierzchniowej. Dokonując analogicznego sklejenia z rozkładem wodoru (już w innym punkcie, w którym rozkład wodoru i poprawiony rozkład σ się przecinają) otrzymuje się kolejną poprawkę do krzywej rotacji. Powyższa procedura iteracyjna opisana precyzyjnie w [3] jest szybko zbieżna. Jako wynik otrzymuje się globalną krzywą rotacji, która pokrywa się z mierzoną krzywą rotacji w obszarze, w którym dostępne

są punkty doświadczalne (kolejne poprawki do krzywej rotacji w tym obszarze zmierzają do zera), oraz globalny rozkład gęstości powierzchniowej w dysku, który przechodzi w zmierzony rozkład wodoru neutralnego. Wynikiem tej procedury jest jedyna konfiguracja materii w cienkim dysku, która konsystentnie odtwarza pomiary krzywej rotacji oraz rozkładu wodoru. Dla kilkunastu przebadanych galaktyk, uzyskane tą metodą gęstości powierzchniowe odpowiadają niewielkiemu stosunkowi masa/jasność, jakiego można się spodziewać dla zwykłej, świecącej materii.



Wykres 2. Powierzchniowa gęstość masy odtworzona w modelu dyskowym dla Drogi Mlecznej na podstawie dwóch krzywych rotacji wyznaczonych przez Sofue et al. Linia ciągła odnosi się do nowszej krzywej rotacji, linia przerywana do starszej.

Mikrosoczewkowanie grawitacyjne jako test modelu dyskowego

Ponieważ model dyskowy galaktyki jest jednym z wielu modeli wyjaśniających obserwowane profile krzywych rotacji (choć jest solidnie umotywowany fizycznie), warto poszukiwać innych wielkości obserwacyjnych, które mogłyby świadczyć na korzyść tego modelu. Taką obserwablą jest przykładowo wertykalny gradient prędkości azymutalnej, czyli wielkość informująca o zmianie prędkości rotacji wraz z wysokością ponad dyskiem galaktyki. Okazuje się, że model dyskowy daje przewidywania zgodne z obserwacjami, podczas gdy inne modele mają z tym problemy [4].

Inną metodą weryfikacji masy dla naszej Galaktyki jest mikrosoczewkowanie grawitacyjne [5]. Podstawową wielkością, która jest mierzona w tej metodzie, jest tzw. głębokość optyczna τ . Wyraża ona prawdopodobieństwo zdarzenia polegającego na znalezieniu zwartego obiektu zwanego soczewką (np. gwiazdy) na linii patrzenia pomiędzy obserwatorem na Ziemi oraz źródłem światła. Soczewka musi się dodatkowo znajdować wewnątrz tzw. promienia Einsteina. Jeżeli takie zdarzenie ma miejsce, obserwuje się pojaśnienie gwiazdy będącej źródłem światła. Głębokość

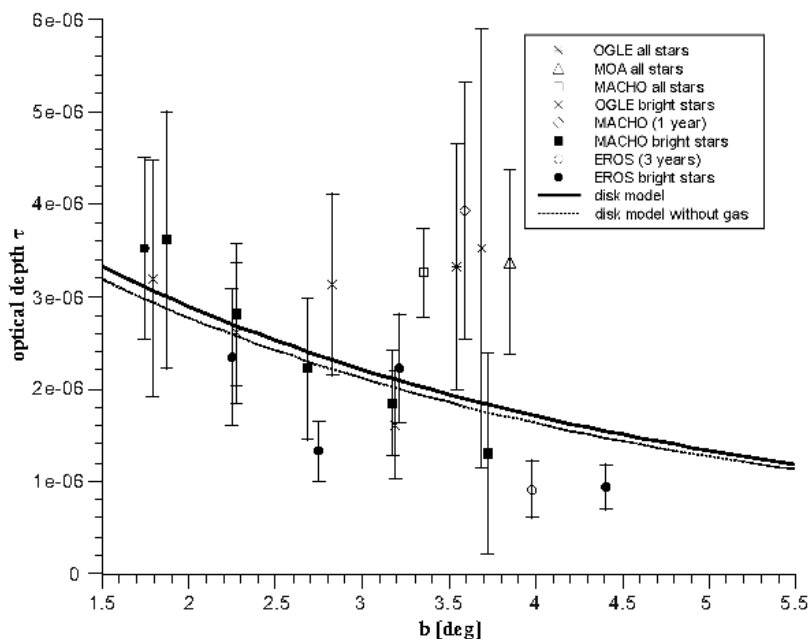
optyczna jest bezpośrednio powiązana z gęstością masy potencjalnych soczewek na linii patrzenia, pomiędzy obserwatorem, a źródłem światła.

$$\tau = \int_0^{D_S} \frac{4\pi G}{c^2} \frac{D_L(D_S - D_L)}{D_S} \rho(D_L) dD_L \quad (3)$$

Wyrażenia D_S , D_L związane z geometrią, oznaczają odpowiednio odległości pomiędzy obserwatorem a źródłem światła i obserwatorem a soczewką. Przyjmując położenia źródeł światła w centrum Galaktyki, wzór ten może posłużyć do sprawdzenia rozkładu masy w modelu dyskowym pomiędzy położeniem Słońca R_\odot a centrum Drogi Mlecznej.

Ponieważ wynikiem modelu dyskowego jest powierzchniowa gęstość masy, natomiast we wzorze (3) występuje gęstość trójwymiarowa, należy przyjąć np. eksponencjalny wertykalny profil gęstości ze standardowym parametrem skali $h=325\text{pc}$ dla dysku galaktycznego. Uwzględniając także położenie źródeł światła nad płaszczyzną dysku, otrzymuje się głębokość optyczną jako funkcję położenia źródeł nad płaszczyzną dysku, we współrzędnych galaktycznych:

$$\tau(b) = \int_0^{R_\odot} \frac{4\pi\pi}{c^2} \frac{(R_\odot - R)R}{R_\odot} \frac{\sigma(R)}{2h} \exp\left(-\frac{|(R_\odot - R)\tan b|}{h}\right) dR \quad (4)$$



Wykres 3. Głębokość optyczna w funkcji położenia źródeł nad płaszczyzną dysku (we współrzędnych galaktycznych). Przewidywanie modelu dyskowego zaznaczone jest ciągłą linią. Linia przerywana oznacza przewidywanie modelu dyskowego po odjęciu gęstości gazu i pyłu, które nie dają wkładu do głębokości optycznej.

Porównanie powyższego przewidywania z danymi obserwacyjnymi zebranymi przez różne kolaboracje [6] przedstawia wykres 3. Za najbardziej wiarygodne dane

przyjmuje się tę grupę, dla której źródłami światła były tylko jasne gwiazdy (czarne, pełne punkty na wykresie). Ogranicza to błędy związane z trudnością rozseparowania źródeł światła. W literaturze zjawisko to występuje pod nazwą *blending* [7].

Przewidywania modelu dyskowego (ciągła linia) odtwarzają dane obserwacyjne z dużą zgodnością. Linia przerywaną zaznaczono przewidywania modelu dyskowego, po odjęciu rozkładu gazu i pyłu, których w mikrosoczewkowaniu nie widać (nie są to zwarte soczewki). Ponieważ przewidywanie głębokości optycznej oparte o materię zawartą w dysku galaktycznym, której rozkład został odtworzony z dynamiki dysku Galaktyki, zgadza się z obserwacjami, można wyciągnąć wniosek, że w badanym obszarze nie ma dodatkowych, niewidocznych komponentów materii.

Literatura:

- [1] Sofue Y., Honma M., Omodaka T., 2009, PASJ, 61, 227
- [2] Bratek Ł., Jałocha J., Kutschera M., 2008, MNRAS, 391, 1373
- [3] Jałocha J., Bratek Ł., Kutschera M., 2008, ApJ, 679, 373
- [4] Jałocha J., Bratek Ł., Kutschera M., Skindzier P., 2010, MNRAS, 407, 1689
- [5] Sikora S., Bratek Ł., Jałocha J., Kutschera M., 2011, [arXiv:1103.5056v1](https://arxiv.org/abs/1103.5056v1)
[astro-ph.GA]
- [6] Moniez M., 2010, Gen. Relativ. Gravit., 42, 2047
- [7] Smith M. C., Woźniak P., Mao S., Sumi T., 2007, MNRAS, 380, 805

Osoby zainteresowane astronomią i/lub astronautyką zapraszamy do działających w Częstochowie organizacji astronomicznych. Oto one:

*

**Sekcja Astronomiczna Koła Naukowego Studentów Wydziału Matematyczno
Przyrodniczego AJD (w skrócie: SA przyrodników)**

Opiekun Sekcji: dr Bogdan Wszolek (bogdan@ajd.czyst.pl)

Przewodnicząca Sekcji: Agnieszka Debudej

Siedziba: Al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa, pok. 4002

Regularne spotkania: środy, godz. 19-20:30 (w planetarium, pok. 4004)

Członkowie: głównie studenci AJD, ale również studenci innych uczelni częstochowskich, a nawet zainteresowana młodzież częstochowskich szkół średnich.

Przynależność jest wolna od jakichkolwiek opłat

**PTMA - Oddział w Częstochowie im. Księdza Bonawentury Metlera
(w skrócie: „Metlerowcy”)**



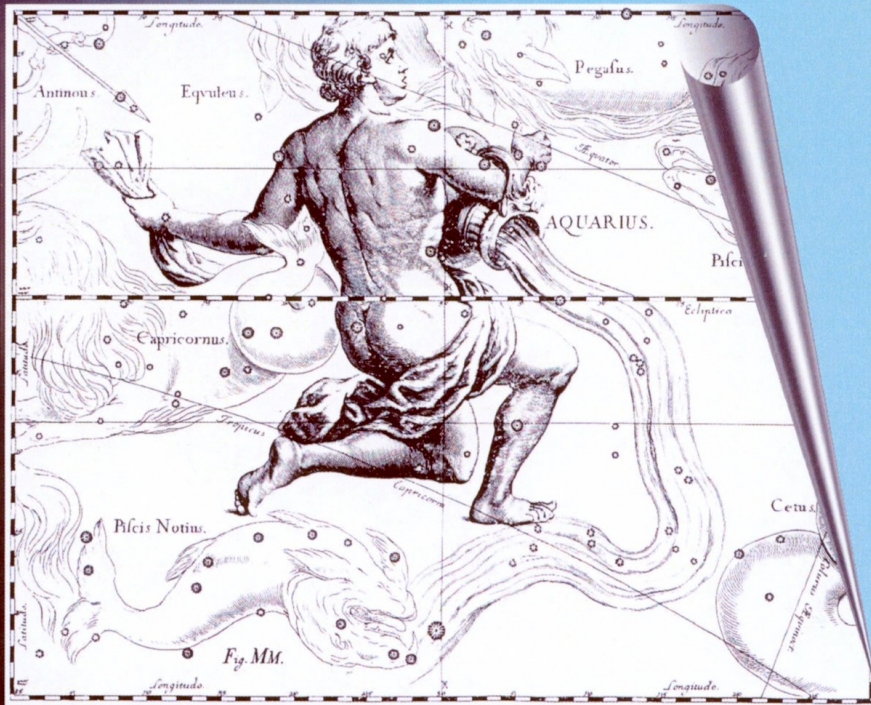
Bliższe szczegóły na stronie: www.ptma.ajd.czyst.pl

Stowarzyszenie Astronomia Nova



Bliższe szczegóły na stronie: www.astronomianova.org

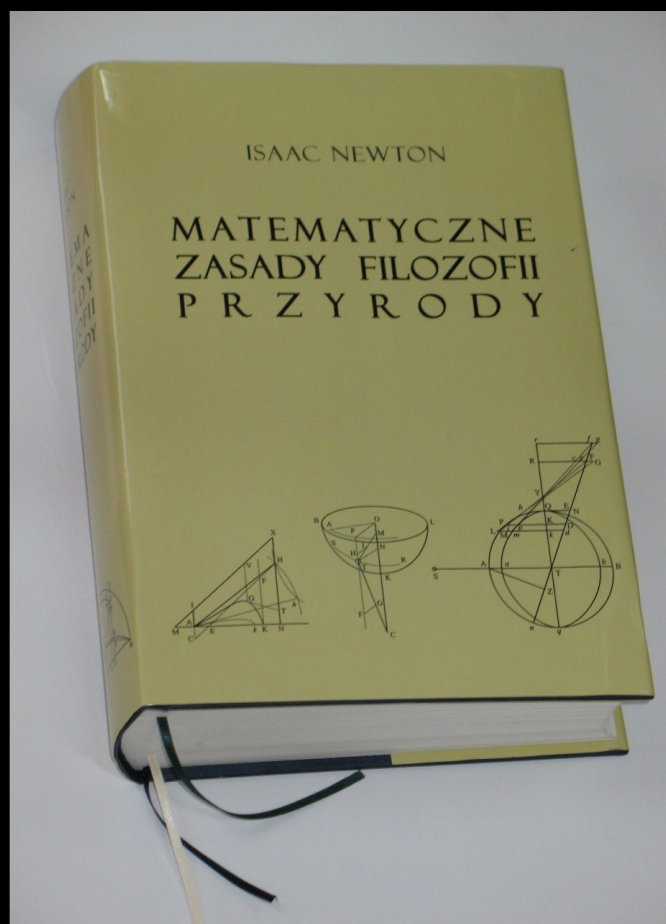
2012



*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



ISBN 978-83-7455-179-3
ISSN 1895-0787