



**POLSKA  
AGENCJA  
KOSMICZNA**



World Space  
Week WROCLAW



POLSKA  
AGENCJA  
KOSMICZNA

# Polacy w kosmosie,

czyli półtora wieku obecności w badaniach i eksploracji  
bliskiej i dalekiej przestrzeni kosmicznej

Przemysław Rudź  
Departament Edukacji PAK

*niepodległa* | POLSKA  
STULECIE ODZYSKANIA  
NIEPODLEGŁOŚCI

[WWW.NIEPODLEGLA.GOV.PL](http://WWW.NIEPODLEGLA.GOV.PL)

# Pracownicy współczesnej techniki raketowej

Ignacy Łukasiewicz (1822-1882)



Pionierskie prace nad praktycznym wykorzystaniem nafty, twórca przemysłu naftowego (1853)



Rocket Propellant-1, nafta (kerazyna)

Konstanty Ciołkowski (1857-1935)



Pionierska teoria lotu rakiety wielostopniowej (1903-1929) w ziemskim polu grawitacyjnym, teoria silnika raketowego na paliwo ciekłe



Model sterowca (1887)

Zygmunt Wróblewski (1845-1888)



Otrzymali ciekły tlen – jeden ze składników paliwa raketowego (1883)

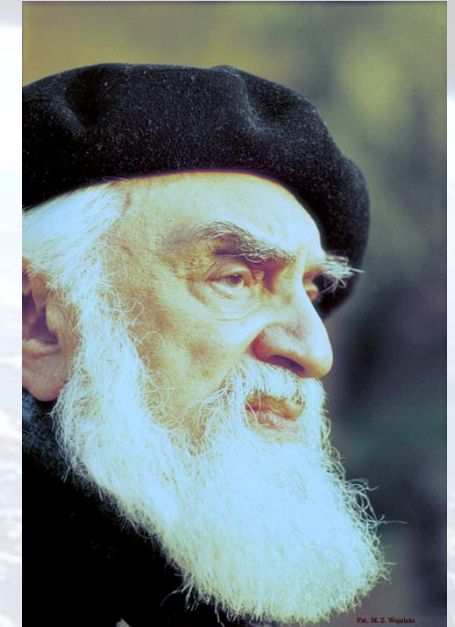


Probówka z ciekłym tlenem (-183 C)

Karol Olszewski (1846-1915)



Ary Sternfeld (1905-1980)



„Wstęp do kosmonautyki” (1934) - teoria rakiety wielostopniowej, obliczenia orbit statków kosmicznych, w tym Sputnika 1



Sputnik 1 (1957)

# Prekursor technologii wytwarzania układów scalonych

Jan Czochralski (1885-1953)

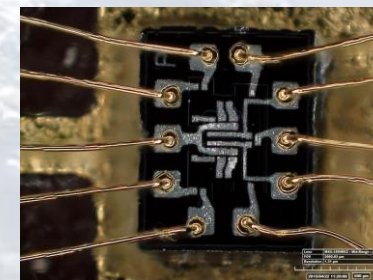
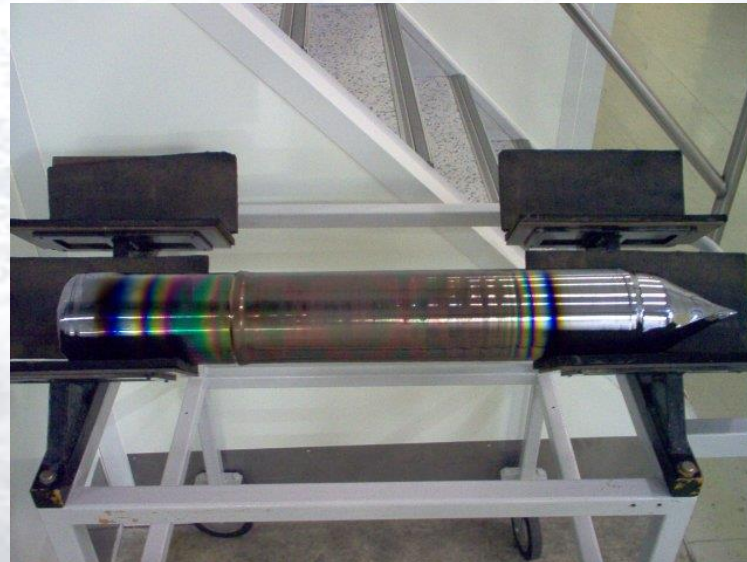


W 1916 roku wynalazł i opisał metodę produkcji monokryształów półmetali, metali i ich stopów. Najczęściej cytowany polski uczyony. Jego metoda dała podstawę produkcji układów scalonych, **na których opiera się cała współczesna technologia komputerowa, bez której niemożliwe byłyby loty w kosmos.**



Pierwsze krzemowe tranzystory wyprodukowane przez Texas Instruments w 1954 roku

Monokryształ krzemu, wytworzony metodą Czochralskiego

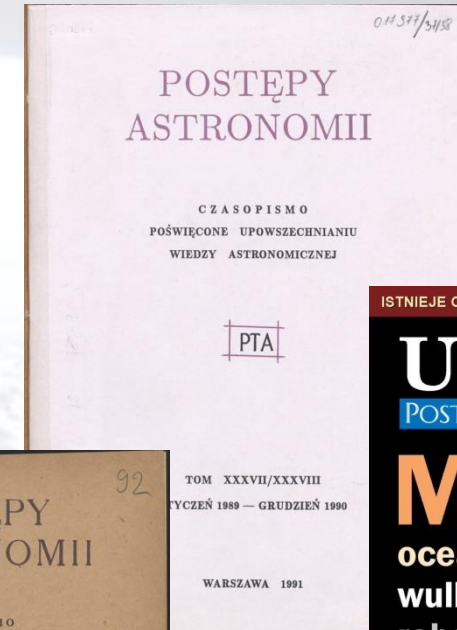
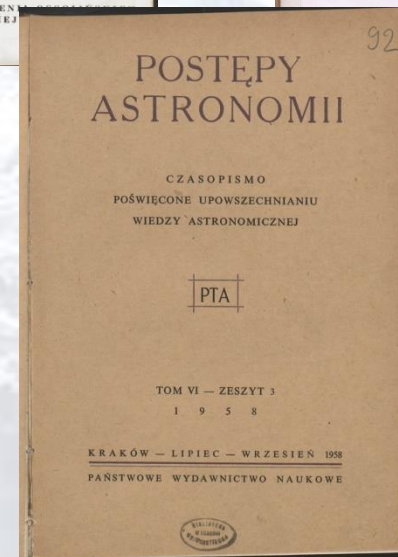
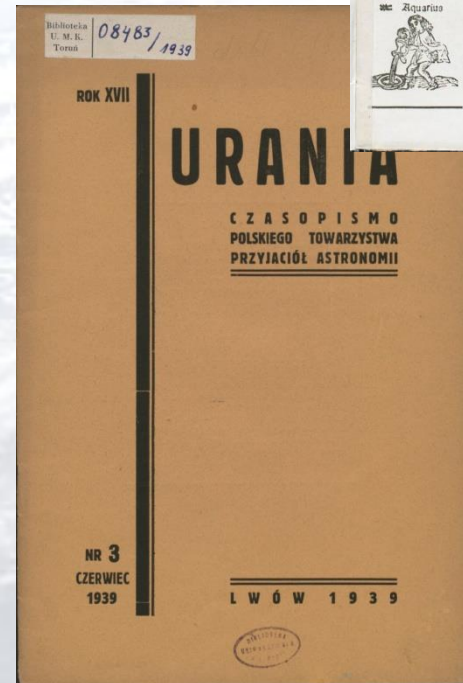
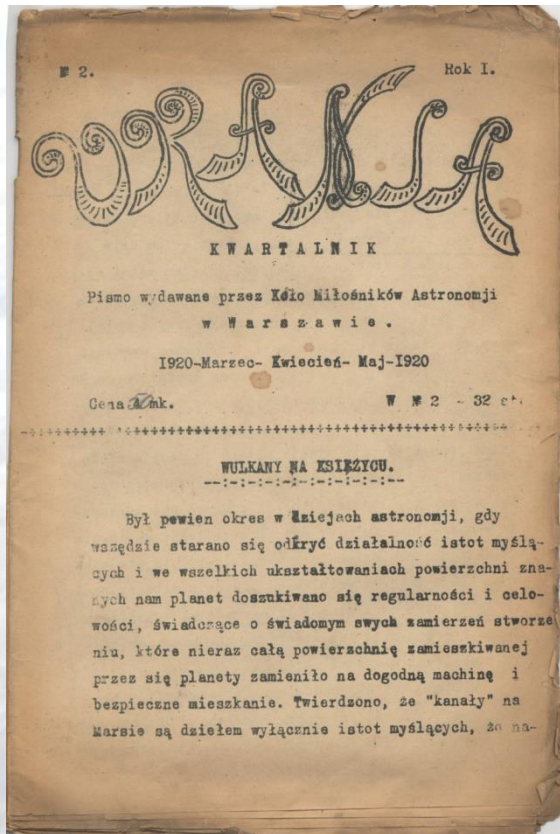


Apollo Guidance Computer

# Najstarszy istniejący periodyk astronomiczny na świecie



Poprzedniczką „Uranii” był kwartalnik „Uranja” wydawany od listopada 1919 roku przez Koło Miłośników Astronomii w Warszawie. Założyli je znani późniejsi astronomowie, min. Jan Mergentaler i Felicjan Kępiński. W 1922 roku czasopismo o tej samej nazwie stało się oficjalnym wydawnictwem PTMA. Po reformie ortografii w 1936 r. tytuł czasopisma przyjął obecną formę „Urania”.



# Polscy „łowcy” komet

Antoni Wilk (1876-1940)



Komety odkryte przez Antoniego Wilka:

- C/1925 V1 (Wilk-Peltier), odkryta 19 listopada 1925
- C/1929 Y1 (Wilk), odkryta 20 grudnia 1929
- C/1930 F1 (Wilk), odkryta 21 marca 1930
- P/1937 D1 (Wilk), odkryta 27 lutego 1937

Odkryć dokonał z balkonu swojego mieszkania w Krakowie, przy użyciu lornetki i lunety Zeissa o średnicy obiektywu 80mm.



Sprzęt optyczny wykorzystywany przez Antoniego Wilka

Lornetka BINOCTAR 7x50 firmy Carl Zeiss

# Polscy „łowcy” komet

Inni bezpośredni odkrywcy „polskich” komet:

- Jan Heweliusz (min. 1647, 1652, 1661, 1664, 1665, 1672, 1677)
- Lucjan Orkisz C/1925 G1 (Orkisz)
- Władysław Lis C/1936 O1 (Kaho-Kozik-Lis)
- Konrad Rudnicki C/1966 T1 (Rudnicki)
- Grzegorz Pojmański C/2004 R2 (ASAS) i C/2006 A1 (Pojmanski)
- Michał Kusiak/Rafał Reszelewski/Marcin Gędek/Michał Żołątowski C/2015 F2 (Polonia)

Jan Heweliusz (1611-1687)



Konrad Rudnicki (1926-2013)



Lucjan Orkisz (1899-1973)



Grzegorz Pojmański (1959)



Władysław Lis (1911-1980)

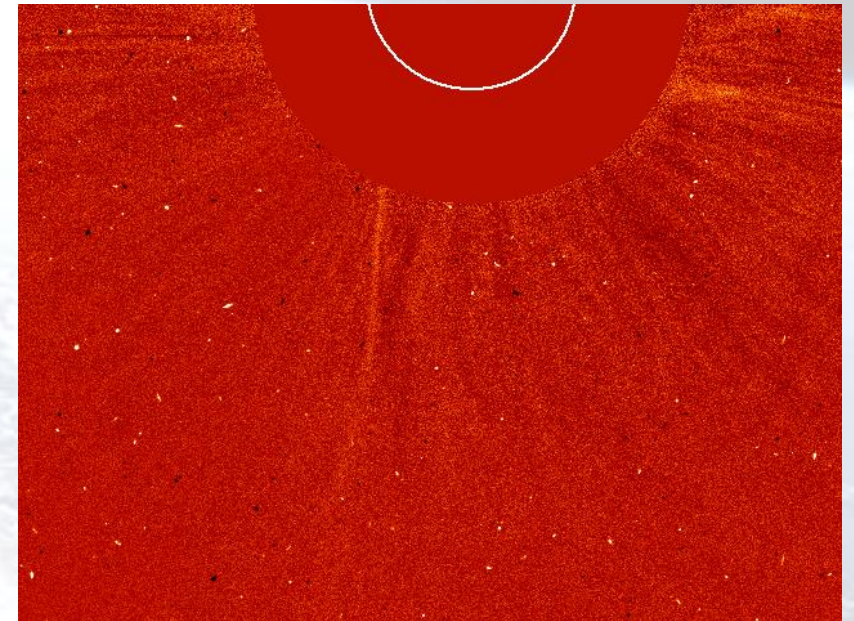
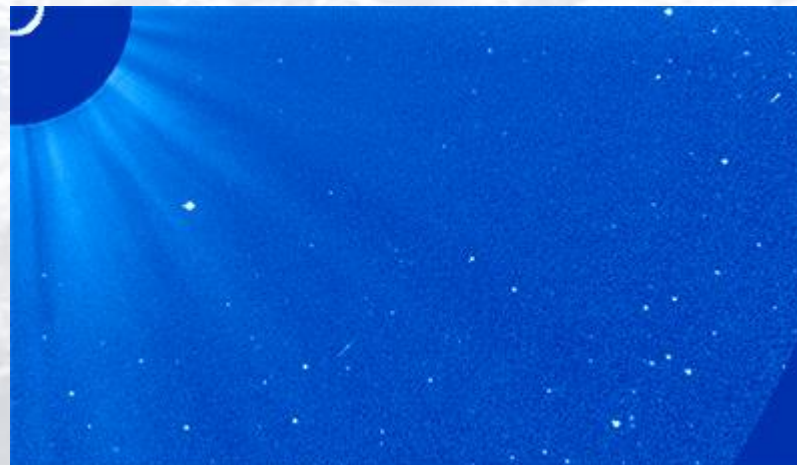
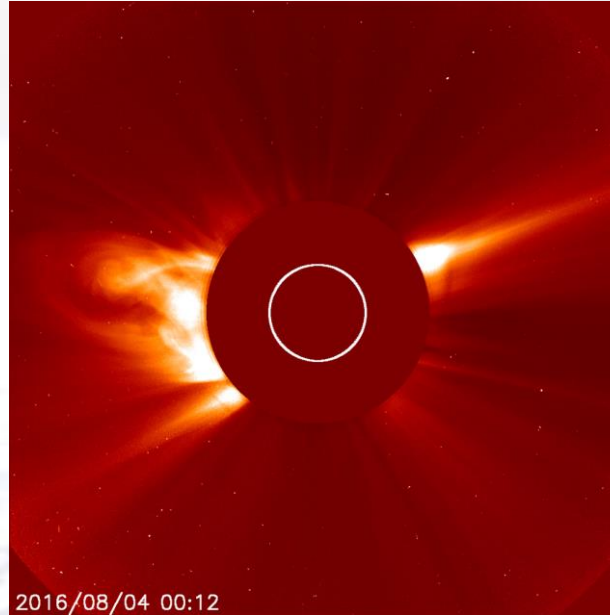
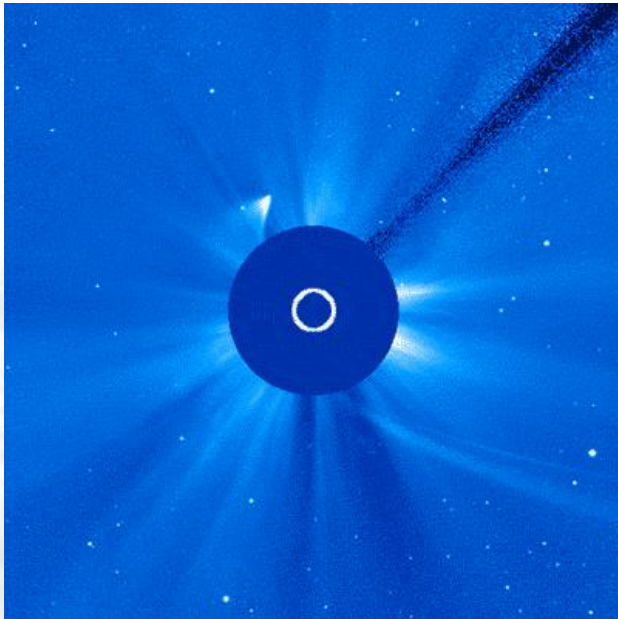


Michał Kusiak, Rafał Reszelewski,  
Marcin Gędek, Michał Żołątowski



# Polscy internetowi „łowcy” komet

Do poprzednio wymienionych doliczyć trzeba kilkaset (!!!) komet odkrytych przez miłośników astronomii na fotografiach ze słonecznych sond SOHO i STEREO, udostępnianych w Internecie. Liderzy w tej kategorii to **Michał Kusiak, Krzysztof Kida, Arkadiusz Kubczak, Szymon Liwo, Eryk Banach, Marek Kałużny** i inni.



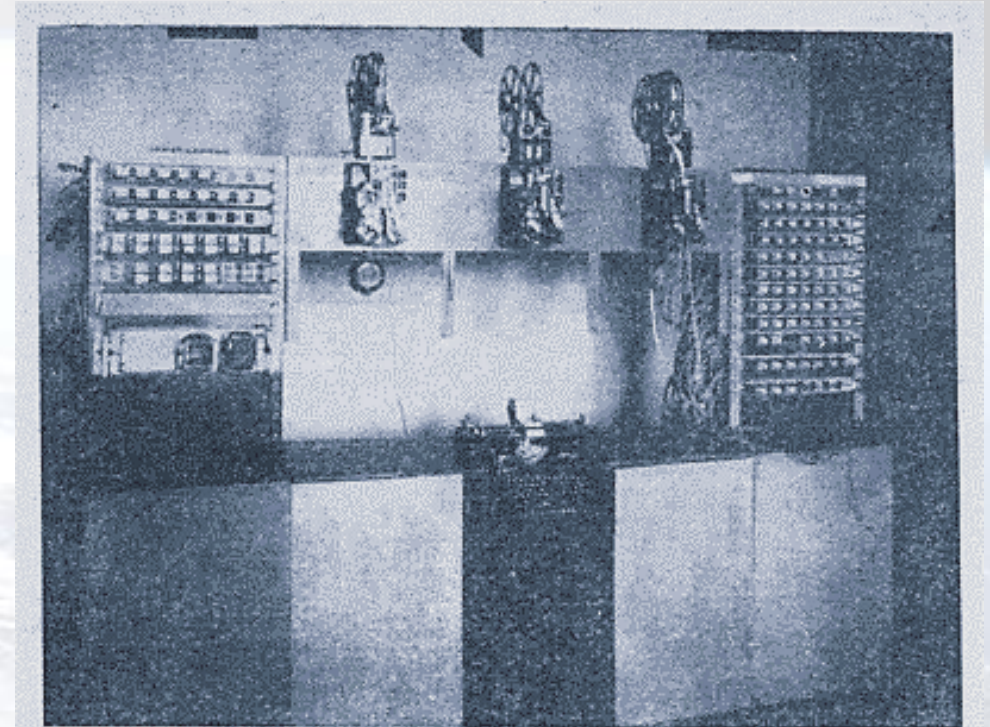
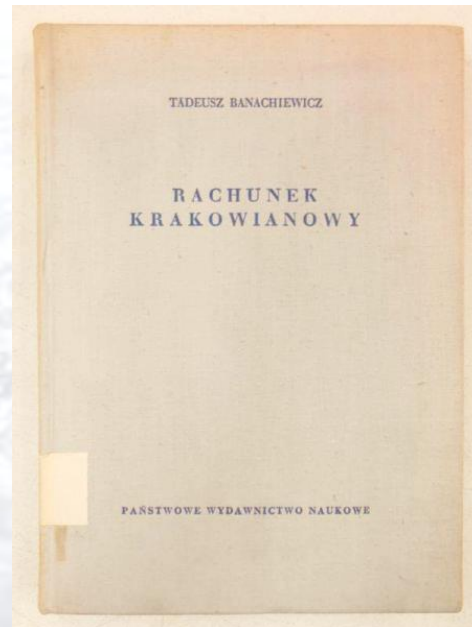


# Rachunek krakowianowy

W 1925 roku opracował metodę tzw. krakowianów - typu macierzy stosowanych w geodezji i mechanice nieba, znacznie ułatwiających obliczenia przy użyciu stosowanych wówczas ręcznych arytometrów. Dzięki nim w marcu 1931 roku zaprezentował pierwsze obliczenia orbity Plutona odkrytego w lutym 1930 roku przez Clyde'a Tombaugh.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{m1} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{m2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{1n} & a_{2n} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Tadeusz Banachiewicz (1882-1954)



Przełącznikowy automat do rachunków krakowianowych PAR(K). Po środku znajduje się maszyna fakturująca, po bokach stojaki zawierające urządzenie sterujące. U góry widać trzy charakterystyczne czytniki taśmy dziurkowanej połączone z reperforatorami

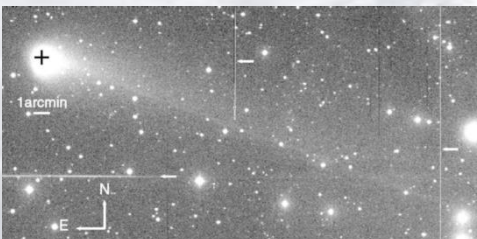
PARK (Programowany Automat Rachunków Krakowianowych) - komputer zerowej generacji do obliczania macierzy krakowianowych (1957, Warszawa)

# Mechanika nieba w epoce przedkomputerowej

Felicjan Kępiński (1885-1966)



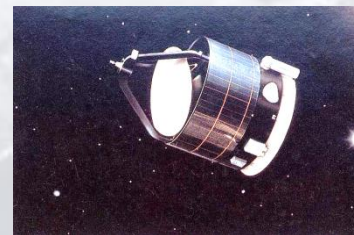
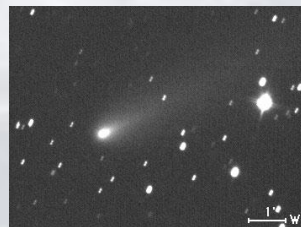
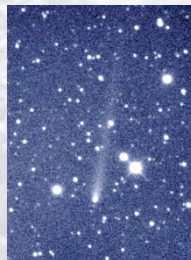
Wieloletnie badania zmian orbity komety 22P/Kopff



Grzegorz Sitarski (1932-2015)



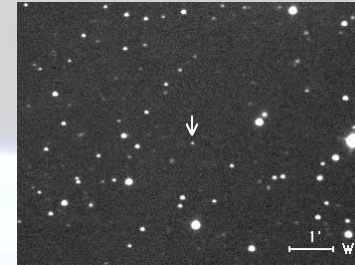
Wieloletnie badania zmian orbity komet: 56P/Slaughter-Burnham, 43P/Wolf-Harrington i 26P/Grigg-Skjellerup. Dzięki nim ta ostatnia stała się celem sondy Giotto (1992)



Michał Kamiński (1879-1973)



Wieloletnie badania zmian orbity komet: 14P/Wolf, 1P/Halley i 2P/Encke

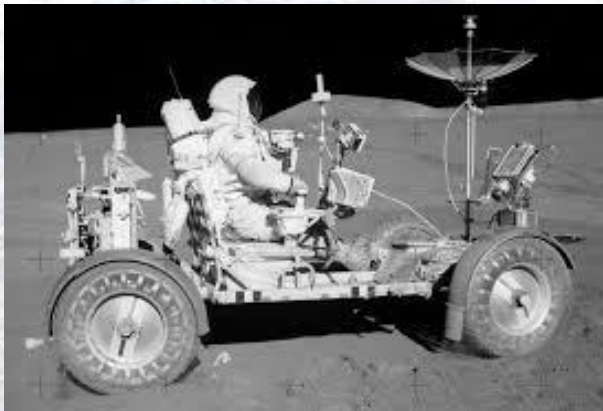


# Polacy w programie Apollo

Mieczysław Bekker (1905-1989)



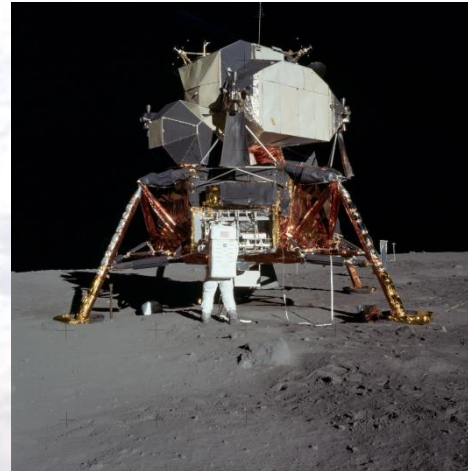
Główny konstruktor  
załogowego pojazdu  
księżycowego LRV programu  
Apollo, twórca  
terramechaniki



Werner Ryszard Kirchner (1918-2008)



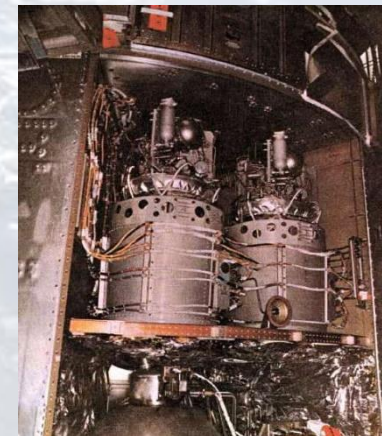
Pracował nad silnikiem lądownika  
księżycowego Eagle, dla którego  
opracował specjalne paliwo.



Eugeniusz Lachocki (1921-2010)



Odpowiadał za opracowanie  
zasilaczy do urządzeń  
statków Apollo.



# Polacy w programie Apollo

Wojciech Rostafiński (1921-2002)



Specjalizował się w systemach sprężarek osiowych i pomp używanych w silnikach rakietowych (w tym Saturn V).



Kazimierz Piwoński (1920-1996)



Zaprojektował tzw. Rendezvous Radar umożliwiający spotkanie na orbicie księżycowej modułu CSM z pojazdem księżycowym LM.



Stanisław Stankiewicz (1923-2008)

Prowadził badania nad prawidłowym składem powietrza w modułach załogowych programu Apollo.

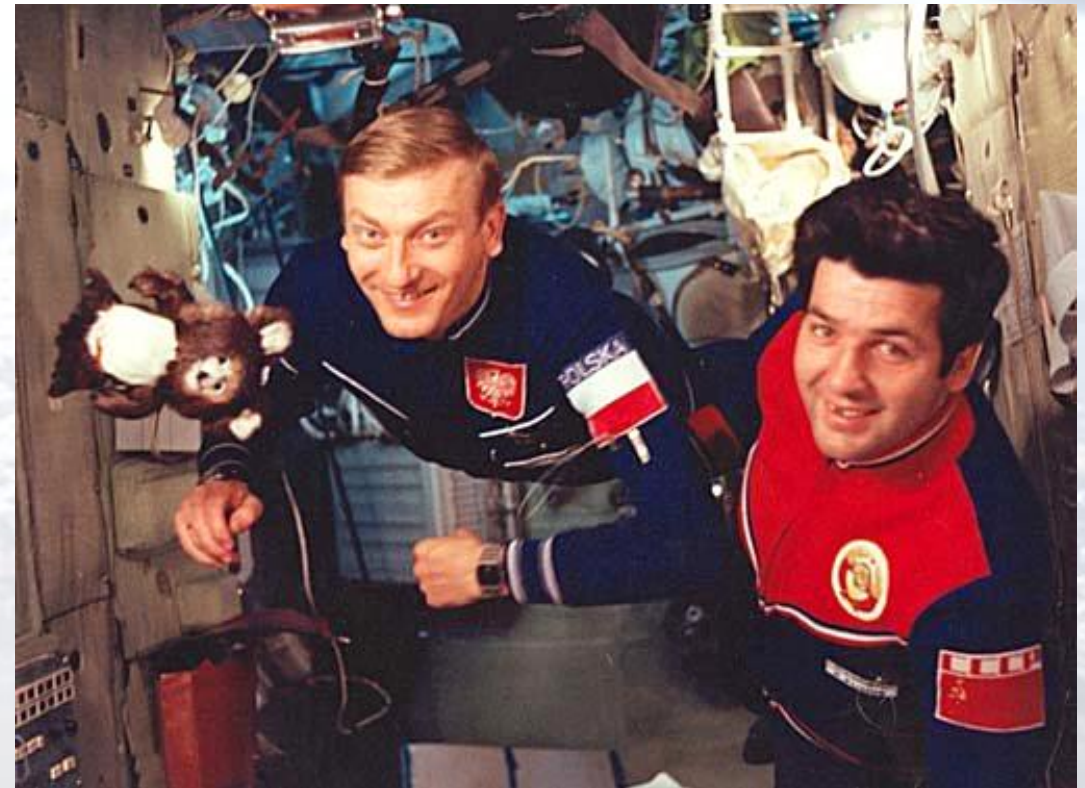
# Program Interkosmos – pierwszy polski kosmonauta

Mirosław Hermaszewski (1941)



Misja Sojuz 30/Salut 6 trwała w dniach 27 czerwca – 5 lipca 1978 roku. W tym czasie wykonano 126 okrążeń Ziemi, przeprowadzono eksperymenty biologiczne (min. reakcja organizmu na stan nieważkości, psychologiczne aspekty lotu, próby wydolnościowe) i geofizyczne (mi. obserwacje zasobów wodnych i lądowych Ziemi, obserwacje zorzy polarnych).

Zenon Jankowski (1937),  
kosmonauta rezerwowy



Mirosław Hermaszewski i Piotr Klimuk na pokładzie stacji Salut 6

# Program STS (Space Transportation System)

Karol Bobko (1937)



Misje: STS-6 (1983), STS-51-D (1985), STS-51-J (1985)

Scott Parazynski (1961)



Misje: STS-66 (1994), STS-86 (1997), STS-95 (1998), STS-100 (2001), STS-120 (2007)

James Pawelczyk (1960)



Misja: STS-90 (1998)

George Zamka (1962)



Misje: STS-120 (2007), STS-130 (2010)



Wahadłowiec Atlantis

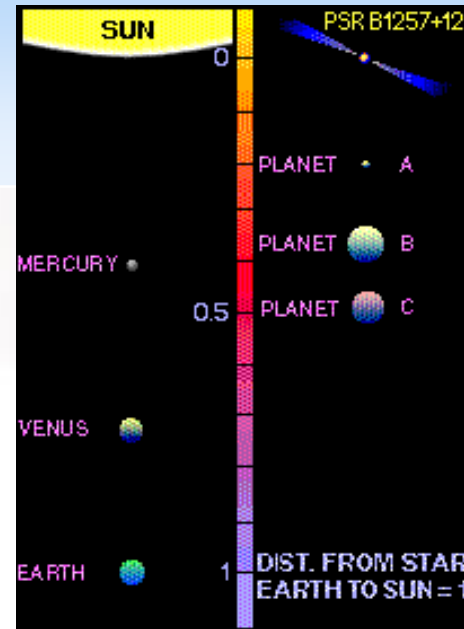
# Odkrycie pierwszych egzoplanet

Aleksander Wolszczan (1946)



W 1992 roku, wraz z kanadyjskim astronomem Dale Frailem, poinformowali świat o odkryciu układu planetarnego wokół milisekundowego pulsara PSR 1257+12 w konstelacji Panny (160 obr/min). Obserwacji dokonali 300-metrowym radioteleskopem w Arecibo. Znamy obecnie trzy planety tego systemu:

- Draugr (PSR 1257+12 A)
- Poltergeist (PSR 1257+12 B)
- Phobetor (PSR 1257+12 D)



Geometria układu planetarnego wokół pulsara PSR 1257+12 w porównaniu do wewnętrznego Układu Słonecznego



Radioteleskop w Puerto Rico, wykorzystany przez A. Wolszczana w odkryciu pierwszych egzoplanet

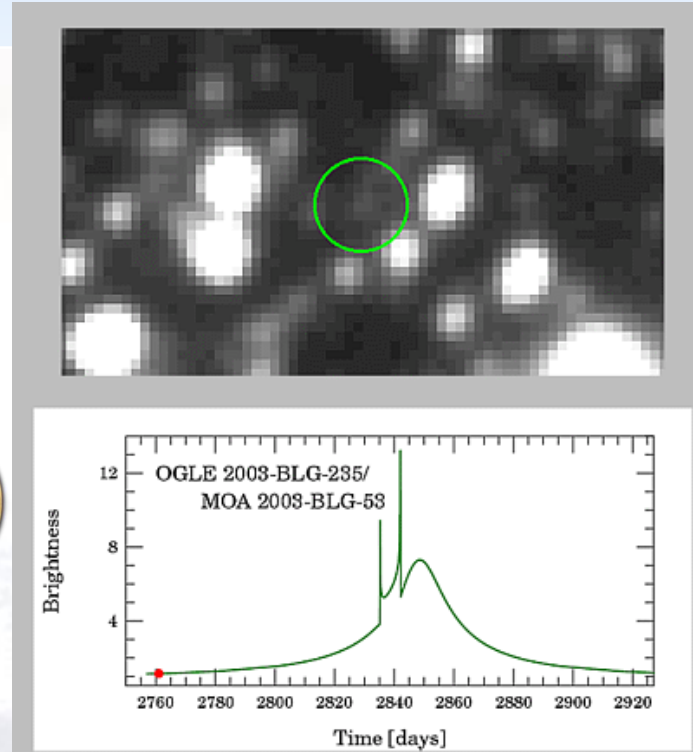
# Projekt OGLE

The Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE) to projekt naukowy mający na celu wykrywanie i obserwację zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego, prowadzony za pomocą polskiego teleskopu w Las Campanas Observatory w Chile przez astronomów z Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem prof. Andrzeja Udalskiego. Teoretyczne podstawy eksperymentu stworzył prof. Bohdan Paczyński z Princeton University. Szefem zespołu jest prof. Andrzej Udalski.

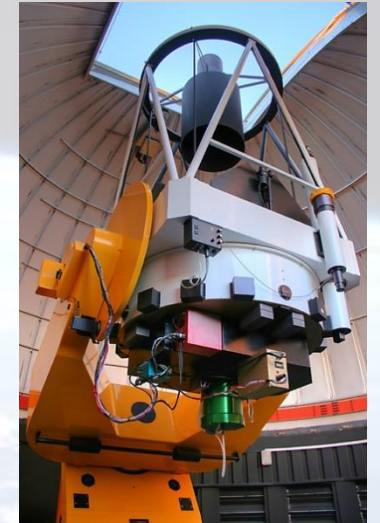
Bohdan Paczyński (1940-2007)



Andrzej Udalski (1957)

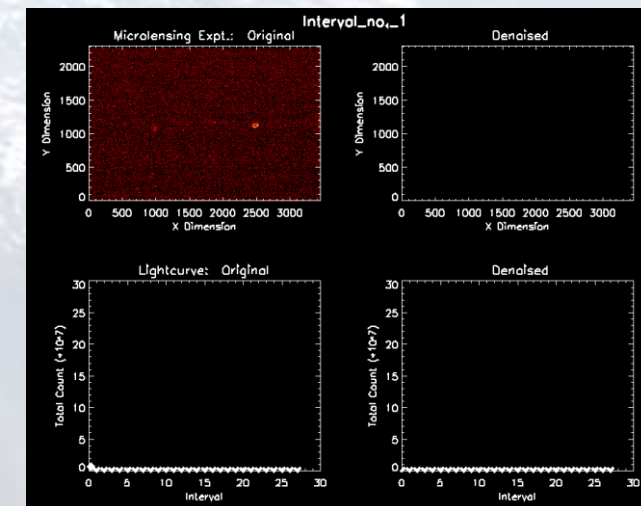


Przykłady zarejestrowanych zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego w projekcie OGLE



1.3-m teleskop projektu OGLE

Odkrycia: tysiące zjawisk mikrosoczewkowania, wiele egzoplanet, mordercy, setki tysięcy gwiazd zmiennych, kalibracja świec standardowych, nowe obiekty Pasa Kuipera, pierwsza cefeida w układzie podwójnym i inne.





# Projekt ASAS

ASAS (All Sky Automated Survey) to automatyczny monitoring całego nieba w poszukiwaniu wszelkiego rodzaju zmienności. Obserwacje prowadzone są za pomocą dwóch stacji: południowej w Obserwatorium Las Campanas w Chile oraz północnej, znajdującej się na wyspie Maui na Hawajach. Pomysłodawcą projektu był również prof. Bohdan Paczyński. Instrumenty badawcze zaprojektował prof. Grzegorz Pojmański, który od lat jest liderem zespołu.

## Grzegorz Pojmański (1959)



Osiągnięcia:

- odkrycie dwóch nowych komet
- odkrycie 40 tysięcy nowych gwiazd zmiennych
- odkrycie wielu rozbłysków gwiazd nowych
- stały monitoring 20 milionów gwiazd nieba południowego
- minimalizacja kosztów – maksymalizacja efektów



Polskie obserwatorium w Las Campanas w Chile



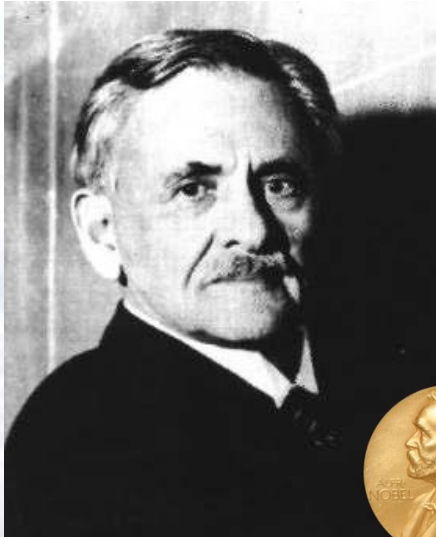
System kamer projektu ASAS



# Eksperymenty LIGO i VIRGO – detekcja fal grawitacyjnych

LIGO (Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory) i VIRGO to detektory fal grawitacyjnych, bazujący na zasadzie interferometru Michelsona. Fale grawitacyjne udało się zarejestrować w 2015, a potwierdzono w lutym 2016 roku.

Albert Michelson (1852-1931)



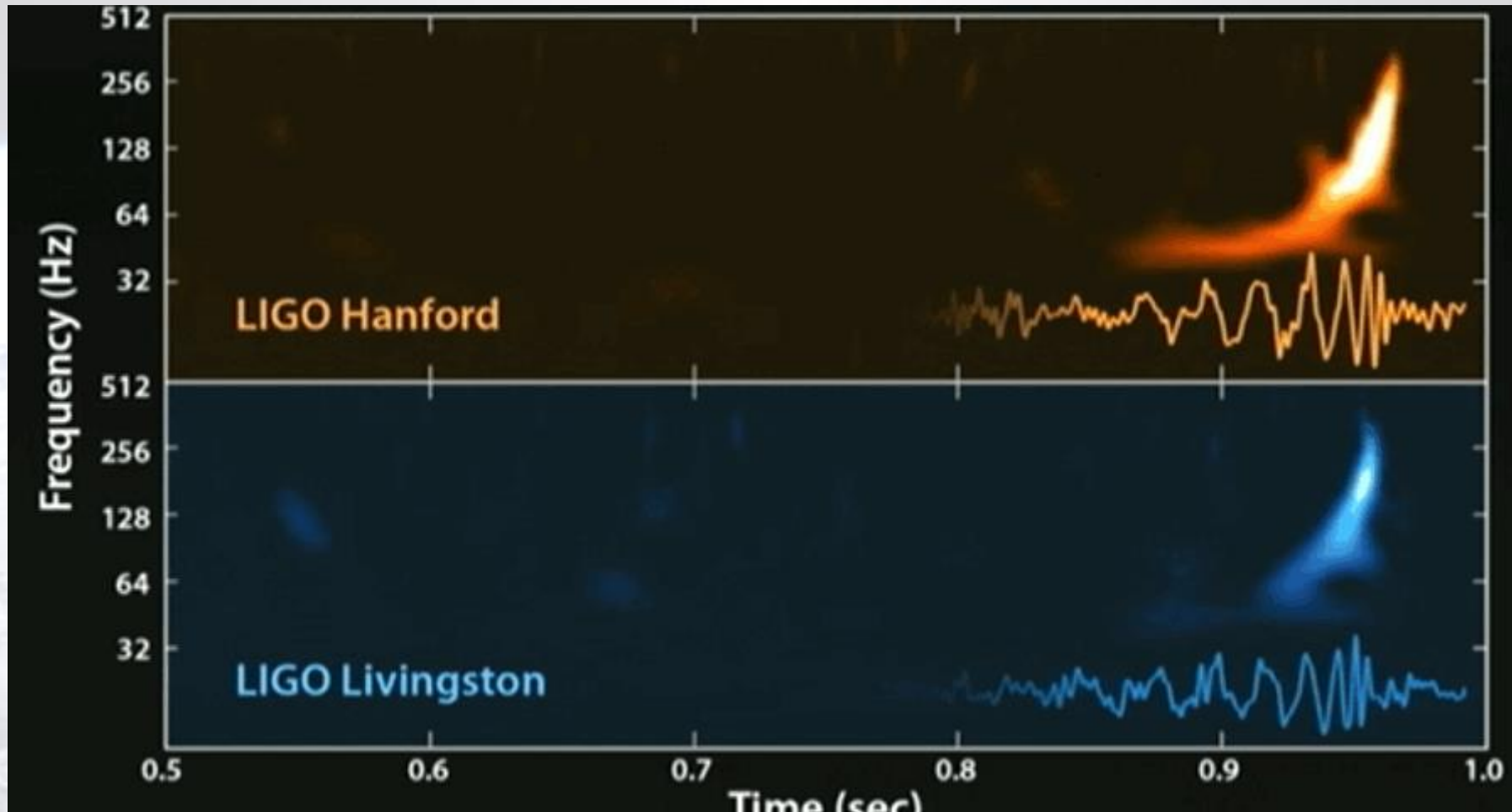
W eksperymencie brali udział polscy naukowcy skupieni w grupie POLGRAW, której liderem jest **prof. Andrzej Królak** z Instytutu Matematycznego PAN. Grono zaangażowanych w projekt uczonych uzupełniają pracownicy Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Warszawie, Obserwatorium Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Zielonogóskiego, Uniwersytetu Białostockiego oraz Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Warszawie.

Jedne z pierwszych teoretycznych prac poświęconych falam grawitacyjnych napisał polski uczone prof. Andrzej Trautman. Po raz pierwszy precyzyjnie zdefiniował, czym one tak naprawdę są oraz udowodnił, że niosą ze sobą energię, a więc są zjawiskiem fizycznym, które można będzie wykryć.

Andrzej Trautman (1933)



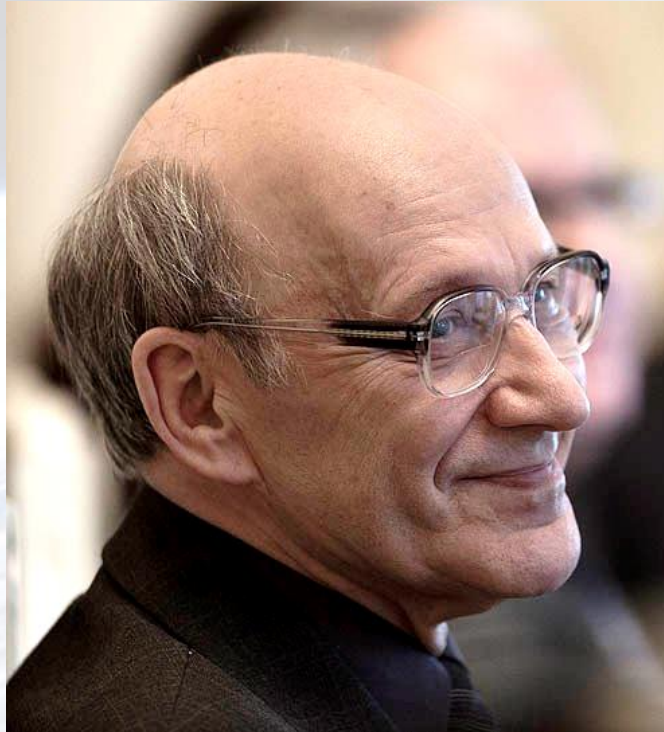
# Eksperymenty LIGO i VIRGO – detekcja fal grawitacyjnych



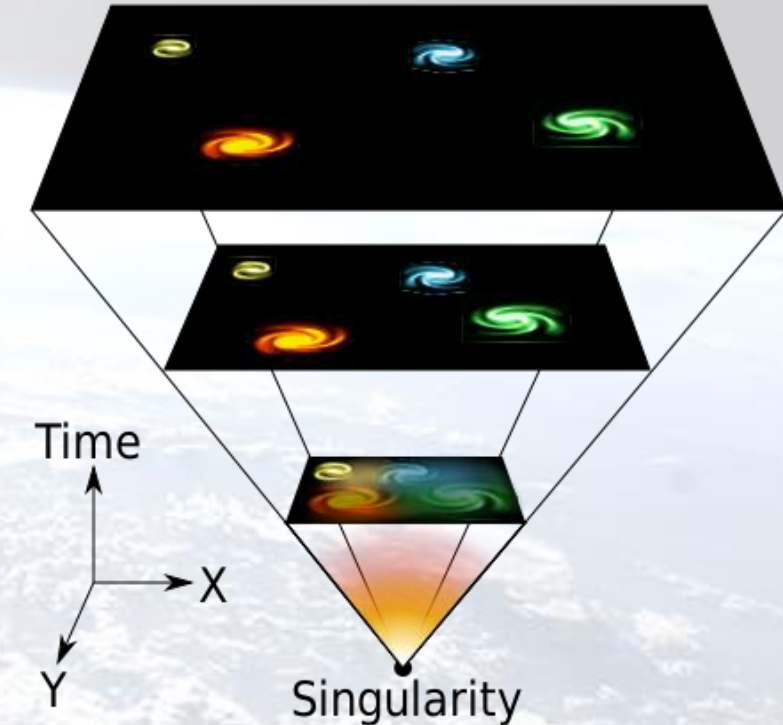
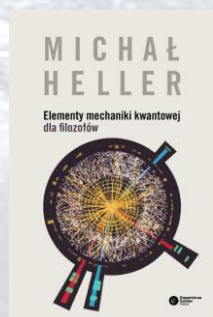
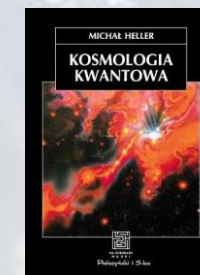
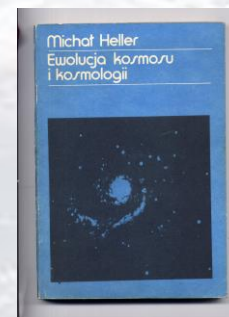
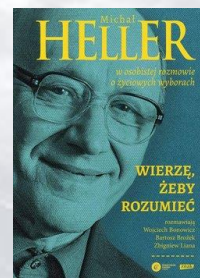
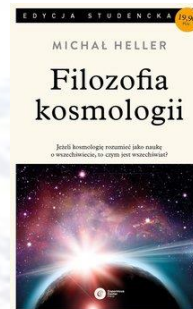
„Ćwierk” przechodzącej przez Ziemię fali grawitacyjnej, zarejestrowany w obserwatoriach LIGO

# Poszukiwania początku i sensu Wszechświata

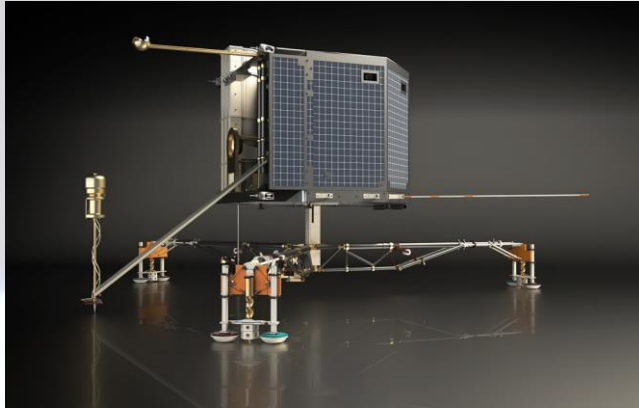
Michał Heller (1936)



Jeden z najwybitniejszych współczesnych kosmologów relatywistycznych. Zajmuje się poszukiwaniem drogi do stworzenia teorii kwantowej grawitacji, wyjaśnienia warunków i okoliczności, jakie doprowadziły do Wielkiego Wybuchu. Filozof nauki i jej popularyzator. Poszukuje punktów wspólnych pomiędzy nauką i wiarą.



# Polskie instrumenty na sondach kosmicznych



Rosetta/Philae (2004-2016)

Próbnik MUPUS – aktywowany po wylądowaniu na jądrze komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko, miał za zadanie wwiercić się w kometarny grunt. Zrobił to, ale tylko na kilka cm.



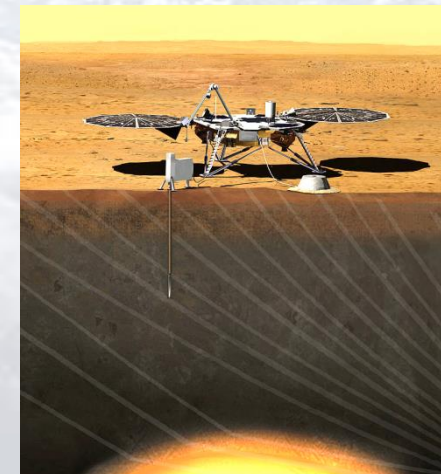
Cassini/Huygens (1997-2017)

Czujnik do pomiaru temperatury i przewodnictwa cieplnego Sensor THP (Thermal Properties). Czujnik został zamontowany na pokładzie lądownika Huygens, który w styczniu 2005 roku wylądował na powierzchni Tytana – księżycy Saturna.



EXO Mars (2016-)

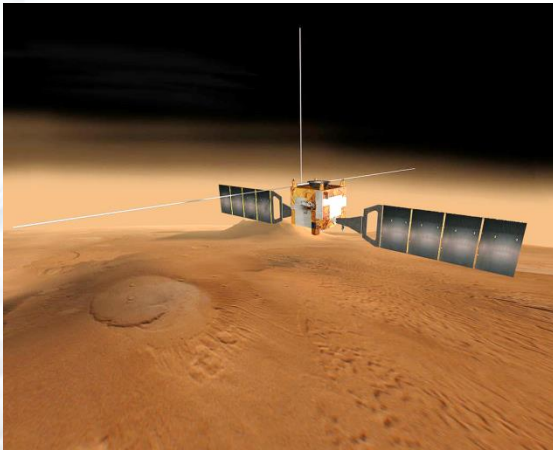
W CBK zbudowano zasilacz do kamery CaSSIS. Firma Creotech zamontowała elementy systemu zasilania kamery, a na pokładzie lądownika znajdują się **detektory podczerwieni** wykonane przez firmę Vigo System S.A.



InSight (2018)

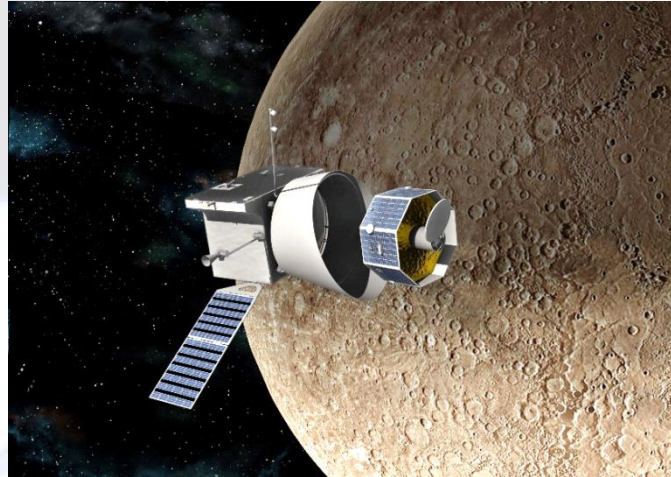
Badania sejsmologiczne [Mars](#). Instrument HP3 który wbije się w marsjańskie podłoże, aż do głębokości około 5 metrów.

# Polskie instrumenty na sondach kosmicznych



Mars Express (2003)

System zasilania oraz skaner służący do wyznaczania kierunku pomiaru dla Planetarnego Spektrometru Fourierowskiego. Zadaniem spektrometru jest analiza widma promieniowania odbitego i emitowanego przez powierzchnię i atmosferę Marsa.



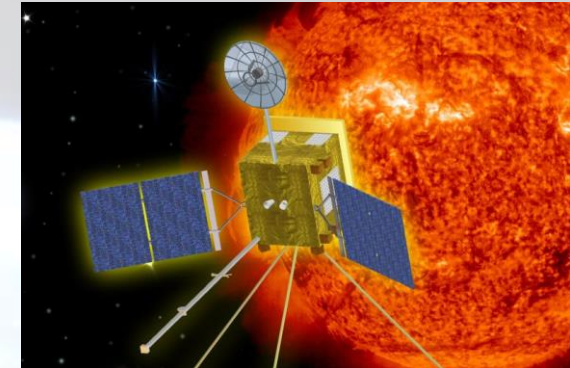
BEPI COLOMBO (2018)

Eksperyment **MERTIS** – sporządzenie mapy mineralogicznej powierzchni Merkurego z rozdzielczością spektralną mniejszą niż 500 metrów. W Polsce powstał system wyznaczający kierunek pomiaru spektrometru MERTIS dla realizacji pomiarów spektralnych powierzchni Merkurego i procedur kalibracyjnych instrumentu.



JUICE (2022)

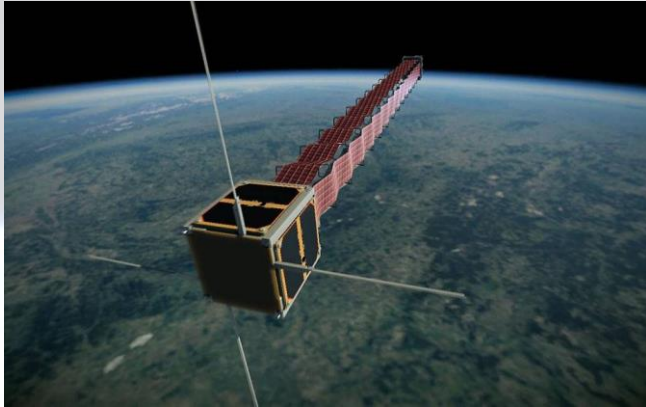
Dwa polskie **eksperymenty: plazmy i fal radiowych oraz fal submilimetrowych**, opracowywane z udziałem CBK. Dzięki nim dowiemy się w jaki sposób silne, pochodzące z Jowisza pola elektryczne i magnetyczne oddziałują na największe księżyce tej planety – Ganimedesa i Europę.



Solar Orbiter (2020)

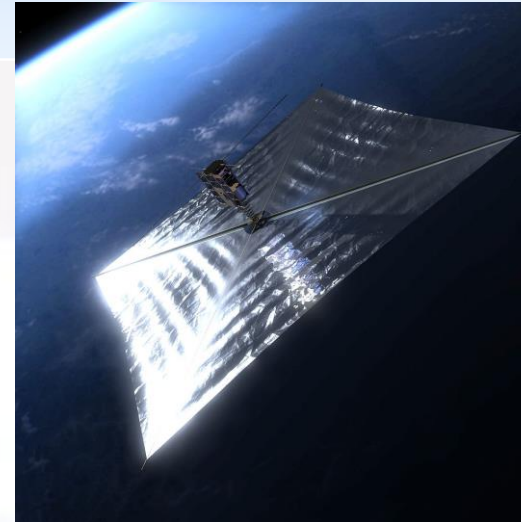
Eksperyment STIX do obrazowania spektralnego promieniowania X w zakresie od 4 do 150 keV.

# Polskie sztuczne satelity



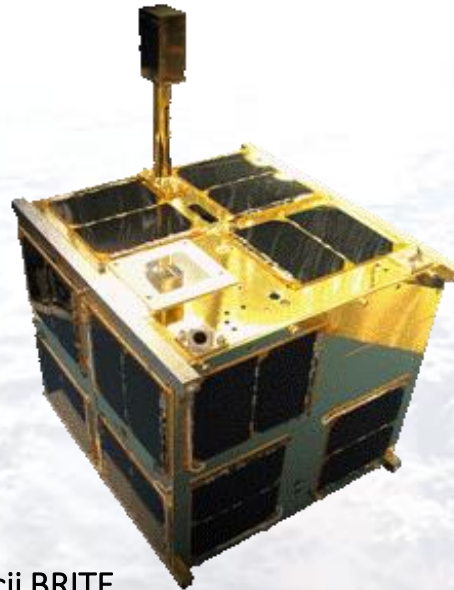
**PW Sat 1**

Pierwszy polski sztuczny satelita (2012),  
zbudowany przez studentów Politechniki  
Warszawskiej



**PW Sat 2**

Drugi sztuczny satelita (2018),  
zbudowany przez studentów  
Politechniki Warszawskiej



**Satelity konstelacji BRITE**

Konstelacja pięciu (dwóch austriackich **TUGSAT-1** i **UniBRITE**, dwóch polskich **Lem** (2013) i **Heweliusz** (2014) oraz jednego kanadyjskiego **Toronto**) wysłana na orbitę w celu precyzyjnego pomiaru jasności najjaśniejszych gwiazd Drogi Mlecznej.

**IceEye**

Fińsko-polski satelita obserwacyjny (2018)



# Polski sektor kosmiczny





# Kosmiczna współpraca międzynarodowa



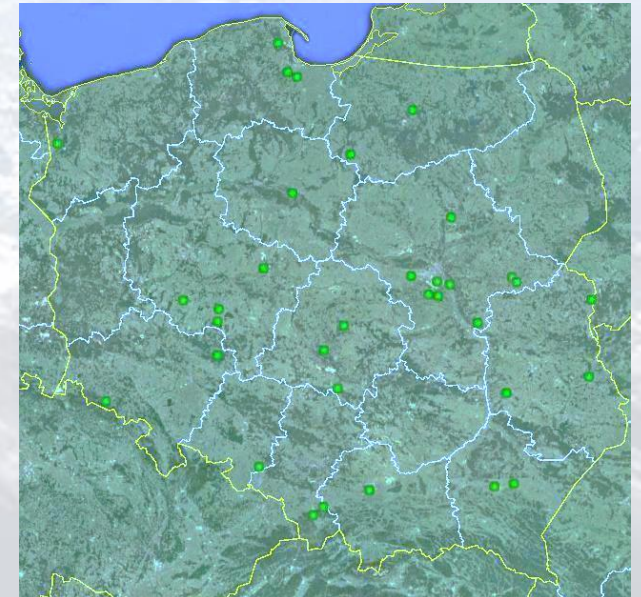
- Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU), 1922
- Międzynarodowa Federacja Astronautyczna (IAF), 1956
- Komitet do Spraw Badań Przestrzeni Kosmicznej (COSPAR), 1960
- Program INTERKOSMOS, 1975-1992
- Europejska Organizacja Eksploatacji Satelitów Meteorologicznych (EUMETSAT), 2009
- Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), 2012
- Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO), 2014-2015



# Polska Sieć Bolidowa (Polish Fireball Network)



Jedna z najlepiej funkcjonujących i generujących wyniki o znaczeniu naukowym sieć bolidowa na świecie. Działalność PFN ma szansę stać się częścią flagowych projektów ESA – SSA (Space Situational Awareness) i SST (Space Surveillance and Tracking).



# Monitorowanie przestrzeni kosmicznej

Sztandarowy program Europejskiej Agencji Kosmicznej to SSA, czyli Space Situational Awareness. Służyć ma on monitorowaniu pogody kosmicznej, satelitów i śmieci kosmicznych, a także obiektów NEO. W Polsce silnym ośrodkiem zaangażowanym w ten projekt jest Uniwersytet Poznański i jego Instytut Astronomiczny. Badania nad śledzeniem satelitów i kosmicznych śmieci prowadzi **dr Krzysztof Kamiński**.

Krzysztof Kamiński (1976)



Koronograf w Białkowie



Projekt nowego obserwatorium UAM w Chalinie. Planowane otwarcie – pierwsza połowa 2019 roku.

# Idzie młodość!

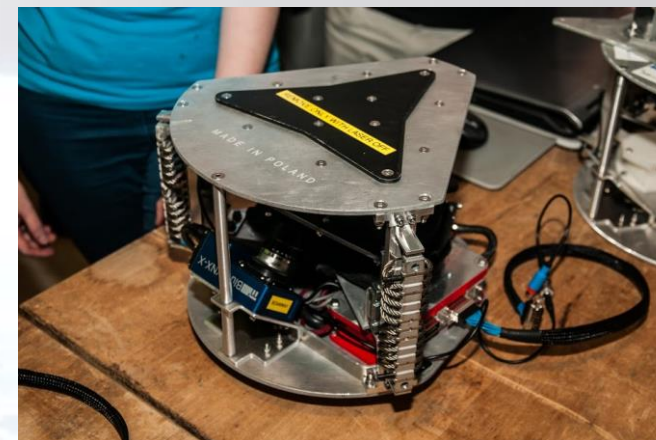
Łaziki marsjańskie



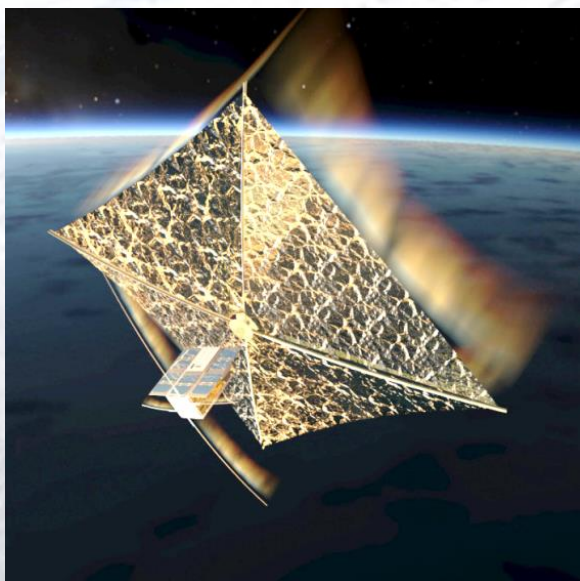
Satelita studencki PW Sat 2



Eksperymenty suborbitalne min. DREAM i HEDGEHOG



DRilling Experiment for Asteroid Mining



European Rover Challenge Starachowice 2018



Ekipa eksperymentu HEDGEHOG

# Idzie młodość!



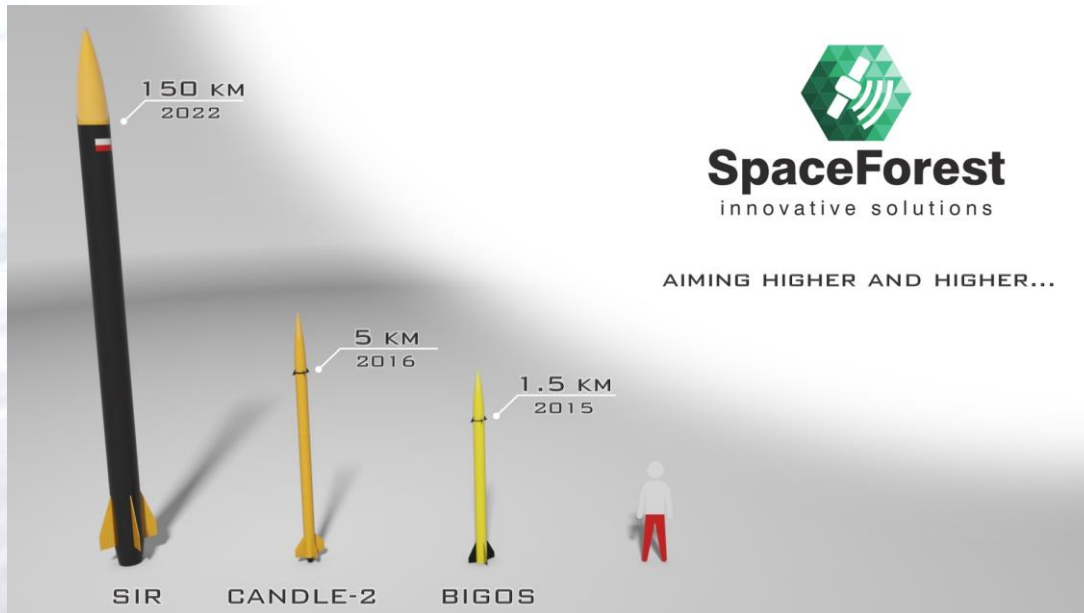
Habitat księżycowo-marsjański LUNARES koło PIŁY. Jest jedynym tego typu obiektem w Europie. Prowadzi się tam badania z zakresu psychologii czynników ludzkich podczas załogowych lotów kosmicznych oraz testy nowoczesnych technologii, nie tylko z sektora kosmicznego. Placówka jest całkowicie odizolowana od środowiska zewnętrznego, wliczając 250 metrów kwadratowych powierzchni do przeprowadzania symulowanych spacerów kosmicznych.



# Idzie młodość!

Technologia raketowa firmy Space Forest. Do 2022 roku Polska ma posiadać własną rakietę suborbitalną SIR (Suborbital Inexpensive Rocket). Na razie testowane są silniki w ramach mniejszej rakiety BIGOS. Ostatni test miał miejsce 25 listopada 2018 roku na poligonie w Drawsku Pomorskim. Osiągnięty pułap to 15 km.

Równolegle w Instytucie Lotnictwa w Warszawie toczą się prace nad rakietą ILR-33 Bursztyn.



Inżynierowie Space Forest z korpusem rakiety Bigos-4



Model rakiety Bursztyn-ILR3

# Astronarium



Jeden z najlepszych w historii polskiej telewizji programów popularnonaukowych poświęconych astronomii i technologiom kosmicznym. W pełni rodzima produkcja uwypuklająca wkład Polaków w badania wszechświata. Do tej pory powstało ponad [70 odcinków serii](#).



Można go aktualnie oglądać na antenach TVP 3 (w czwartki godz. 17:00 i 20:30). W różnych okresach powtórki programu emitowane są także na TVP 1, TVP 3, TVP Polonia i na regionalnych kanałach Telewizji Polskiej.



Maciej Mikołajewski

Krzysztof Czart



Bogumił Radajewski





World Space  
Week WROCLAW

ptma **szczecin**



POLSKA  
AGENCJA  
KOSMICZNA

Dziękuję za uwagę



*niepodległa* | POLSKA  
STULECIE ODZYSKANIA  
NIEPODLEGŁOŚCI

[WWW.NIEPODLEGLA.GOV.PL](http://WWW.NIEPODLEGLA.GOV.PL)