

cz. 10

ASTRONOMIA

SPOJRZENIE KU GWIAZDOM

Piotr Kawalerowicz

Jedną z najbardziej ludzkich, spośród wielu charakterystycznych dla człowieka cech, jest **ciekawość**. W połączeniu z uporem, pracowitością i dociekliwością często była źródłem odkryć - zarówno tych popychających cywilizację do przodu, jak i tych, które na lata pograżały ją w mrokach. Jaka jest historia wynalazków i odkryć, skąd się brały, kto i gdzie ich dokonywał, jaki był ich dalszy los i wpływ na cywilizację?

ASTRONOMIA

Od pradawnych czasów człowieka intrzygowało niebo i widoczne na nim gwiazdy, wśród których szczególne miejsce zajmowało zawsze Słońce. W wielu kulturach Słońce - źródło dnia: światła i ciepła, a zatem plonów i życia - było przedmiotem boskiego kultu. Człowiek z jednej strony oddawał Słońcu nabożną cześć, z drugiej zaś próbował dostrzec i zrozumieć prawa, które rządzą ruchem gwiazd - poznać i zrozumieć świat. Tak powstała astronomia. Od swoich prapoczątków aż do wynalezienia lunety astronomia była nauką obserwacji gołym okiem. Pięć ruchomych ciał niebieskich: Merkury, Wenus, Mars, Jowisz i Saturn (nazwy te są oczywiście późniejsze) oraz Słońce i Księżyc znane były od niepamiętnych czasów, informacje o nich odnajdujemy w wielu kulturach na różnych kontynentach. Grecy nazywali je planetami (od słowa planetes - wędrujący), jako że widzieli ich ruch na niebie.

Zadawano sobie pytanie: **jak to wszystko jest zawieszone (i w czym) oraz co, jak i wokół czego się porusza?**

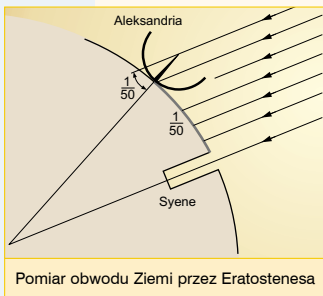
Już w starożytności powstało wiele koncepcji dotyczących wyobrażenia świata. Arystoteles utrzymywał np., że świat jest jeden i wieczny. Platon twierdził, że świat jest stworzony (choć nie uważał, aby został on stworzony z niczego), Empedokles zaś, że jest tworzony i niszczone na przemian. Byli też tacy, którzy sądzili, że istnieje wiele światów, które współistnieją ze sobą (sic!). Metrodor z Chios, uczeń Demokryta, powiedział nawet, że: *tak jak nieprawdopodobne jest, aby na wielkiej równinie wyrósł jeden kłos zboża, tak nieprawdopodobne jest, aby w bezgranicznej próżni istniał jeden tylko świat.*

Obserwatorium astronomiczne Ulug-Beja w Samarkandzie (pozostałości)

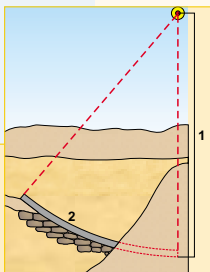
1. promień wielkości 40,10 m
2. zachowana część wymurowanego sektora kołowego, część kwadrantu



Atlant z Farnese
- najstarszy zachowany globus świata



Pomiar obwodu Ziemi przez Eratostenesa



Australopitek i *Homo habilis* - człowiek pierwotny.

Homo sapiens - człowiek rozumny.

Pierwsze wyraźne przejawy tzw. kultury rolnej - uprawy, co pociąga za sobą początki osiadłego trybu życia (Mezopotamia, Azja Wschodnia, Meksyk, Peru). Wiedzę astronomiczną wykorzystywali już egipcjcy budownicowie piramid - związki takie można zauważyć np. w rozkładzie korytarzy.

Inkowie (Ameryka) budowali tzw. słoneczne wieże pełniące rolę prostych obserwatoriów astronomicznych. Były one również istotnymi elementami kultowymi. Różnią się znacznie od wschodnich i zachodnich budowli tego typu. Są prostymi, ale zdumiewająco dokładnymi instalacjami do określania najważniejszych pozycji Słońca w ciągu roku (w okresie zrównania dnia z nocą i odwrotnie, oraz przesilenia letniego i zimowego).

Na terenach Meksyku pojawiają się Olmekowie, cywilizacyjni poprzednicy Majów. Rozwinęli oni astronomię do bardzo wysokiego poziomu - posługiwali się precyzyjnym kalendarzem i matematyką.

Umiera Anaksymander z Miletu. Był uczniem Talesa z Miletu. Prowadził obserwacje astronomiczne, szczególnie interesowało go Słońce, którego bieg obserwował za pomocą gnomonu (rodzaj słonecznego zegara cieniowego). Wyobrażał sobie świat jako pustą kulę w kosmosie, w środku której unosi się Ziemia w postaci cylindra. Odkrył krzywiznę ekliptyki. Sporządził też pierwszą grecką mapę terenów zamieszkałych i pierwszy globus nieba.

Pitagorejczyk Hikesas Ekfantos z Syrakuz naucza, że Ziemia jest okrągła i obraca się wokół swojej osi.

Chińczycy z epoki Chou posługują się trzema katalogami astronomicznymi przedstawiającymi łącznie ok. 1464 gwiazdy w 284 gwiazdozbiorach.

Arystarchos z Samos naucza, że Słońce i gwiazdy są nieruchome, a Ziemia porusza się wokół Słońca i własnej osi.

Eratostenes wprowadza stopniowy podział kąta. Wylicza obwód Ziemi na 2500 stadionów (czyli 44 250 km).

Hipparchos z Nicei, jeden z najwybitniejszych astronomów starożytności, tworzy podstawy trygonometrii sferycznej i planimetrii. Wprowadza długość i szerokość geograficzną jako współrzędne pozwalające określić położenie punktu na ziemi.

Chińscy astronomowie zaobserwowali supernową, której wybuch dał początek mgławicy Kraba. Dostrzegli ją jako nową, bardzo jasną gwiazdę w gwiazdozbiornie Byka.

Mongolski władca Ulug-Bej nakazał wybudować w Samarkandzie obserwatorium astronomiczne, którego mury kwadrant jest tak wysoki jak Hagia Sophia w Konstantynopolu.

W Norymberdze powstaje pierwsze w chrześcijańskiej Europie obserwatorium astronomiczne. Buduje je Bernhard Walter. Umiera Leonardo da Vinci, pozostawiając po sobie ok. 7000 stron notatek zawierających pomysły i wynalazki.

WYNALEZKÓW

3 000 000 lat p.n.e.
2 000 000-1 500 000 lat p.n.e.
350 000-250 000 lat p.n.e.
ok. 10 000 lat p.n.e.
ok. 8 000 p.n.e.
w IV tysiącleciu p.n.e.
ok. 2553 -2505 r. p.n.e.
ok. 1700 r. p.n.e.
ok. 1450 r. p.n.e.
ok. 800 r. p.n.e.
763 p.n.e.
ok. 547 r. p.n.e.
ok. 546 r. p.n.e.
ok. IV w. p.n.e.
ok. IV w. p.n.e.
ok. 350 r. p.n.e.
ok. 403-221 r. p.n.e.
ok. 260 r. p.n.e.
ok. 220 r. p.n.e.
ok. 146 r. p.n.e.
p.n.e. /n.e.
90-168 r.
1054 r.
1420 r.
1471 r.
V 1519 r.

Homo erectus - człowiek wyprostowany.

Człowiek z Cromagnon.

Pojawia się: pismo, koło, żagiel, wytop metali z rud.

W Mezopotamii i Indiach astronomowie obserwowali planety, gwiazdy i kreślili ich pozycje. W Mezopotamii i Indiach udało się też bez żadnych przyrządów odkryć fazy Wenus. Za układ odniesienia dla ruchu planet przyjęto ekliptykę, pozorna droga słońca po niebie. Drogę tę podzielono na 12 odcinków, a te na kolejnych 16 części. Poszczególne odcinki otrzymały nazwy pochodzące od zwierząt.

W Babilonie sporządzono pierwszy zapis informujący o obserwacji całkowitego zaciemnienia Słońca. Wkrótce zaczęto sporządzać sprawozdania z obserwacji zjawisk zachodzących na niebie.

Umiera Tales z Miletu. Jeden z mędrców starożytności - podaje on w wątpliwość „boską” genezę powstania świata - uważa wodę za przyczynę wszelkich rzeczy. Sprowadził astronomię do naukowo-empirycznych podstaw, eliminując z niej astrologię. Udało mu się np. dokładnie przewidzieć zaciemnienie Słońca 28 V 585 r. p.n.e. Był też niezwykle praktyczny, korzystając ze swojej wiedzy, wynajął w ziemię, poprzedzającej bogate zbiory oliwek, wszystkie prasy oleju, by potem podnając je z dużym zyskiem.

Arystoteles (384-322 p.n.e.), najwybitniejszy spośród uczniów Platona, przedstawia swój obraz świata.

Herakleides Pontikos w swoim dziele „O procesach zachodzących w niebie” oznajmia, że Ziemia obraca się raz dziennie wokół swojej osi, zaś niebo jest nieruchome. Zatem ruch nieba widziany przez obserwatora z Ziemi jest tylko pozorny. W związku z tym twierdzi, że Słońce również jest nieruchome. Istnienie dnia i nocy tłumaczy obrotami Ziemi, co więcej, uważa, że możliwe jest, że Ziemia w ciągu roku porusza się wokół Słońca, tak jak to zaobserwował w przypadku Merkurego i Wenus.

W latach tych żyje Klaudiusz Ptolemeusz z Aleksandrii, który opublikował zebrane dzieła dot. greckiej astronomii tzw. „Almagest”. Składa się on z 13 ksiąg i zawiera systematyczny wykład matematycznej teorii ruchów planet w układzie geocentrycznym. Dzieło to zdominowało zachodnie wyobrażenia o astronomii i wszechświecie na 14 wieków - aż do czasów Kopernika.



Ptolemeusz z Aleksandrii (90-168 r.) prowadził obserwacje za pomocą kwadrantu, za nim bogini Astronomia

Warto poznać

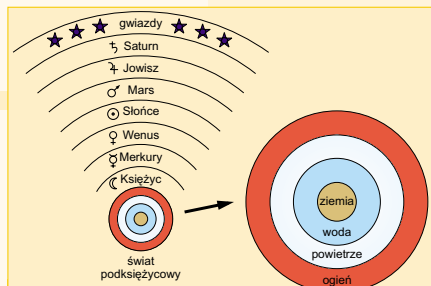
Astronomia

Astronomia to nauka o ciałach niebieskich, ich budowie, ruchach, pochodzeniu i ewolucji oraz o materii rozproszonej w przestrzeni kosmicznej. Astronomia, a ściślej jej dział zwany kosmologią, zajmuje się także wszechświatem jako całością. Nazwa astronomia pochodzi z greki: *astron* (gwiazda) + *nomos* (prawo).

Astronomię można inaczej określić jako naukę o wszelkich obiektach i zjawiskach znajdujących się poza Ziemią.

Dzisiejsza astronomia jest ściśle związana z astrofizyką, która jest zastosowaniem praw fizyki do interpretacji wyników obserwacji astronomicznych. Związek ten jest tak głęboki, że obecnie obie dziedziny są właściwie jednością. Mógł on powstać dzięki odkryciu, że ciała niebieskie składają się z takiej samej materii, jak wszystkie inne otaczające nas obiekty.

Obiekty, którymi zajmuje się astronomia, to ogół ciał niebieskich: planety, gwiazdy, gwiazdozbiory, asocjacje gwiazd, gromady gwiazd, galaktyki, mgławice, gromady galaktyk, materia międzygwiazdowa, gaz międzygalaktyczny, ma-



Uproszczony system Arystotelesa - wiele z jego teorii astronomicznych i fizycznych okazało się błędnymi i na długo blokowało rozwój tych nauk w Europie



Model Herakleidesa Pontikosa: Merkury i Wenus krążą wokół Słońca, które jednak nadal krąży wokół Ziemi

Już w starożytności określono pierwsze wielkości kosmiczne. Grecy uczeni prawidłowo wyznaczyli m.in. wielkość Ziemi oraz odległość Księżycy od Ziemi (również jego wielkość). Próbowali też określić odległość Ziemi od Słońca, lecz uzyskane wyniki obciążone były dużym błędem. Te znakomite odkrycia starożytnych z dziedziny astronomii zostały jednak na długi czas zapomniane. Dla cywilizacji Zachodu okres od V w. n.e. do X w. stanowił wieki ciemne. Nikt w tym czasie nie znał w pełni osiągnięć Greków, nie było mowy o twórczym uprawianiu astronomii czy matematyki. Przez długie stulecia uważano, że najdawniejsza i najgłębsza wiedza została zapomniana. Pogład ten przetrwał zresztą bardzo długo, sprawiając, że uczeni średniowiecza, a również i późniejszych epok częściej nadmiernie wierzyli dawnym autorytetom. Siła tego przekonania była tak wielka, że nawet Isaac Newton pod koniec XVII wieku był przekonany, że ponownie odkrył prawo grawitacji znane już starożytnym pitagorejczykom i potem zapomniane. Dorobek cywilizacji Greków przechował się głównie dzięki Arabom, którzy przełożyli wszystkie najważniejsze dzieła i często sami rozwinęli naukę przejętą od Greków. Dopiero podboje chrześcijańskie na Sycylii i na Półwyspie Iberyjskim umożliwiły zetknięcie się Europy z arabską wiedzą, a więc pośrednio również z dokonaniami starożytnych.

Korzystając z zapisów wiedzy starożytnych, astronomia w Europie rozwija się na nowo - w XV w. powstają pierwsze specjalistyczne obserwatoria i choć nie dysponują one jeszcze żadnymi przyrządami optycznymi, to przygotowują grunt pod przyszłe odkrycia. Rewolucyjną zmianę w astronomii przyniosło skonstruowanie lunety (w 1608 r.) oraz dalsze - odkrycie technik obserwacji w innych (niewidzialnych dla oka) zakresach fal (np. falach radiowych, promieniowaniu podczerwonym) czy wyniesienie teleskopów w przestrzeń kosmiczną w XX w. To dzięki nowym technikom współczesna astronomia sięga w przestrzeń tysiące razy dalej i bada obiekty odległe o wiele miliardów lat świetlnych - bo wiem to, co dziś widzimy - to obraz z przeszłości, ukazujący kosmos tak, jak wyglądał on miliardy lat temu.

Francuz Jean Fernel oblicza długość stopniową obwodu Ziemi. Swój wynik otrzymuje, wyznaczając astronomicznie różnicę szerokości geograficznej pomiędzy Paryżem a Amiens, równoległe dokonując pomiaru tej odległości za pomocą koła mierniczego. Otrzymuje: 56 746 „toison”. Uzyskany wynik jest niemalże równy dokładnej wartości obwodu Ziemi = 40 000 km. Petrus Apian, niemiecki astronom prowadzący obserwacje Słońca, proponuje po raz pierwszy, aby do obserwacji zaciemnień Słońca używać zaczernionego szkła. Najważniejszym z jego odkryć jest to, że ogon komety jest zawsze odchylony od Słońca.

Astronom Alessandro Piccolomini publikuje pierwszą mapę gwiazd. Niemiecki astronom Georg Joachim von Lauchen opracowuje tablice funkcji trygonometrycznych. Są one niezwykle przydatne w matematyce, astronomii i nawigacji.

Erasmus Reinhold, profesor matematyki w Wittenberdze, sporządza na podstawie nauk Kopernika pierwsze tablice planet tzw. „Tablice Pruteńskie”, które posłużą później do gregoriańskiej reformy kalendarza.

Duński astronom Tycho Brahe opisał system świata z Ziemią w punkcie centralnym. Opracowuje także ulepszone przyrządy astronomiczne m.in. kwadranty - instrumenty do obserwacji położenia gwiazd i planet na niebie.



Pierścienie Saturna określane przez Galileusza jako „uszzy” fot. z teleskopu Hubble'a

Włoski fizyk Galileo Galilei, ustyszawszy o wynalazku Hansa Lipperheya, zbudował własną udoskonaloną lunetę. Za jej pomocą obserwował m.in. góry i kraterzy na Księżycu, 4 księżyce Jupitera i fazy Wenus. Obserwował też pierścienie Saturna oraz odkrył plany na Słońcu.

Galileo Galilei wypiera się przed sądem inkwizycji w Rzymie heliocentrycznej teorii budowy świata - uratowało mu to życie i pozwoliło prowadzić dalsze badania.



Szkice księżycy wykonane przez Galileusza

Gdański astronom Jan Heweliusz, jeden z najwybitniejszych obserwatorów nieba w XVII w., konstruował olbrzymie teleskopy.

Astronom Friedrich Wilhelm Herschel, badając poszczególne zakresy widma światła słonecznego, odkrył promieniowanie podczerwone. Podczas pomiarów temperatury światła, rozszczepionego za pomocą pryzmatu, zaobserwował, że słupek rtęci w termometrze

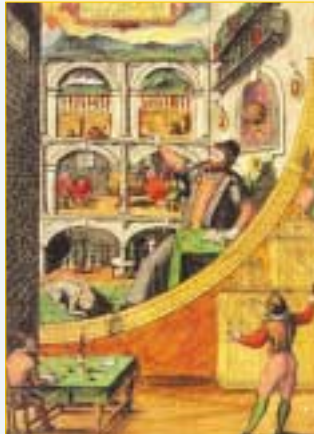


Teleskop Helweliusza o długości blisko 46 m, który zaprezentował pod murami Gdańska

podnosił się najwyżej bezpośrednio poza strefą czerwonego światła. Uznał, że jest to efektom nieznanego dotąd promieniowania świetlnego bądź ciepłego, niewidocznego dla oka.

Wilhelm Matthias Olbers odkrył zasady zachowania się materii w ogonach komet.

Wilhelm von Struve opublikował pracę o podwójnych gwiazdach zawierającą dane pomiarów 2710 obiektów tego typu.



Wielki kwadrant ścienny Brahego służący do pomiaru wysokości ciała niebieskiego w południku. Składał się z ćwiartki (stąd nazwa: łac. quadrans=ćwiartka) pierścienia o promieniu 1,8 metra ze skalą pomiarową od 0 do 90 stopni



Budowla do obserwacji słonecznych, Indie

WYNALEZKÓW

1520 r.
1515-1530 r.
1530 r.
1539 r.
1550 r.
1550 r.
1585 r.
1603 r.
1608 r.
1609 r.
1609 r.
1618 r.
23 VI 1633 r.
1668 r.
XVII w.
1781 r.
1800 r.
1801 r.
1812 r.
1837 r.

Mikołaj Kopernik tworzy dzieło: „Sześć ksiąg o obrotach ciał niebieskich”, w którym przedstawia heliocentryczny obraz świata. Dzieło zostaje opublikowane dopiero w 1543 r. z dedykacją dla papieża Pawła III, który natomiast zakazuje jego rozpowszechniania i umieszcza je na „Indeksie ksiąg zakazanych”.

Niemiecki astronom Johann Bayer publikuje dzieło pt.: „Uranometria” - pierwszy atlas nieba.

Optyk Hans Lipperhey z Middelburga wnosi o opatentowanie dwusoczekowej lunety. Rok później udoskonala dwuokularowy „teleskop” (z greckiego: *tele* - daleko, *skopein* - widzieć).

Astronom Johannes Kepler w „Nowej astronomii” sformułował pierwsze z dwóch praw ruchu planet: „Orbita każdej planety jest elipsą, w której w jednym z ognisk znajduje się Słońce”. Oraz: „Promień wodzący planety zakreśla równe pola w równych odstępach czasu”.

Johannes Kepler formułuje trzecie prawo ruchu planet: „Kwadraty czasu obiegu planet dookoła Słońca są proporcjonalne do sześcianów ich średnich odległości od Słońca”.

Newton skonstruował jeden z pierwszych teleskopów zwierciadlanych, czyli takich, w których światło jest skupiane nie przez obiektyw soczewkowy, lecz przez wklęsłe zwierciadło.

William Herschel odkrył nową planetę, zwaną dziś Uranem. Jak wkrótce później stwierdzono, tylko Herschel dysponował wówczas w Anglii teleskopem (zbudowanym własnoręcznie!), w którym Uran przedstawiał się jako tarcza. Nawet królewski astronom brytyjski Maskelyne widział Urana jako gwiazdkę i mógł go zidentyfikować tylko po jego ruchu: porównując wygląd nieba w odstępach kilku dni i szukając gwiazdki, która się przemieściła.

Mechanik precyzyjny Joann Georg Repsold w obserwatorium astronomicznym w Hamburgu zainstalował koło południkowe o średnicy 4 m.



Schemat układu Kopernika



Teleskop zwierciadlany Newtona o długości 15 cm dawał lepsze powiększenie niż tradycyjny teleskop soczewkowy o długości 64 cm



Mapa geograficzna i astronomiczna z 1781 r.

teria egzotyczna, materia ciemna, kwazary, czarne dziury i wiele innych. Astronomia zajmuje się badaniem procesów dotyczących tych ciał.

Czy wiesz, że...

Odległości w kosmosie określa się za pomocą lat świetlnych. Jeden rok świetlny to odległość, jaką przebywa światło w czasie jednego roku. Jest to prawie 9460,5 miliarda km!

Z przymrużeniem oka

Gwiazda sportu



Kosmiczne jajka



Kometka



ODKRYJ HISTORIĘ WYNALEZKÓW



Brytyjski astronom John Frederick William Herschel opublikował katalog 5079 mgławic astronomicznych.

W firmie Carl Zeiss skonstruowano w planów niemieckiego inżyniera Walthera Bauersfelda z roku 1919 pierwsze planetarium. Urządzenie to pozwala odtwarzać na sferycznym ekranie ruchy gwiazd i planet.



Obserwatorium NASA na Hawajach znajdujące się w wysokości 4100 m.n.p.m. Wyposażone w największy teleskop do obserwacji w podczerwieni o średnicy 3 m

Uruchomiono w Nowym Meksyku radioteleskop VLA (Very Large Array z ang. bardzo duża tablica). Oparty jest o nową zasadę działania - składa się z 27 ruchomych anten parabolicznych, połączonych ze sobą za pomocą komputera, które wspólnie tworzą w ten sposób dużą powierzchnię.



Do przygotowania kalendarium wykorzystano materiały źródłowe: „Nauka Technika i Wynalazki” Raymond L. Francis, wyd. AMBER „Kronika Techniki” - Praca zbiorowa, wyd. WEP PWN

1864 r.
1917 r.
1923 r.
1924 r.
1971 r.
1979 r.
1981 r.
1987 r.
1990 r.

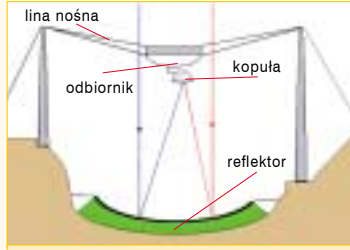
W Kalifornii (USA) w obserwatorium Mount Wilson zainstalowano lunetę o średnicy zwierciadła 250 cm.

Po raz pierwszy zespół astronomów określił odległość od Ziemi do obiektu kosmicznego poza Drogą Mleczną - gwiazdozbioru Andromedy. Odległość ta wynosi 1,8 miliona lat świetlnych.

W Arecibo na wyspie Puerto Rico na Karaibach uruchomiono największy na świecie radioteleskop o średnicy 340 m. Służy on nie tylko do nasłuchu - może również nadawać sygnały radiowe w przestrzeni kosmicznej. W 1974 r. nadano w kosmos, najśliszszy jak to było możliwe do uzyskania na Ziemi, sygnał radiowy na dwa tony, miał on moc 25 razy większą niż łącznie wszystkie elektrownie świata i trwał 3 minuty. Zawierał zakodowaną wiadomość przeznaczoną dla istot inteligentnych.



Reflektor paraboliczny radioteleskopu - anteny w Arecibo



Schemat radioteleskopu w Arecibo

Na głębokości 1200 m pod masywem Gran Sasso we Włoszech rozpoczęto prace nad wybudowaniem laboratorium, w którym mają być obserwowane neutrina. Badania te mają pomóc w poznaniu procesów zachodzących we wnętrzu Słońca.

Został umieszczony w przestrzeni kosmicznej teleskop Hubble'a. Ma on zwierciadło o średnicy 2,5 m. Umieszczony na orbicie w odległości 600 km nad powierzchnią Ziemi pozwala na obserwację kosmosu bez zniekształceń powodowanych przez ziemską atmosferę.

