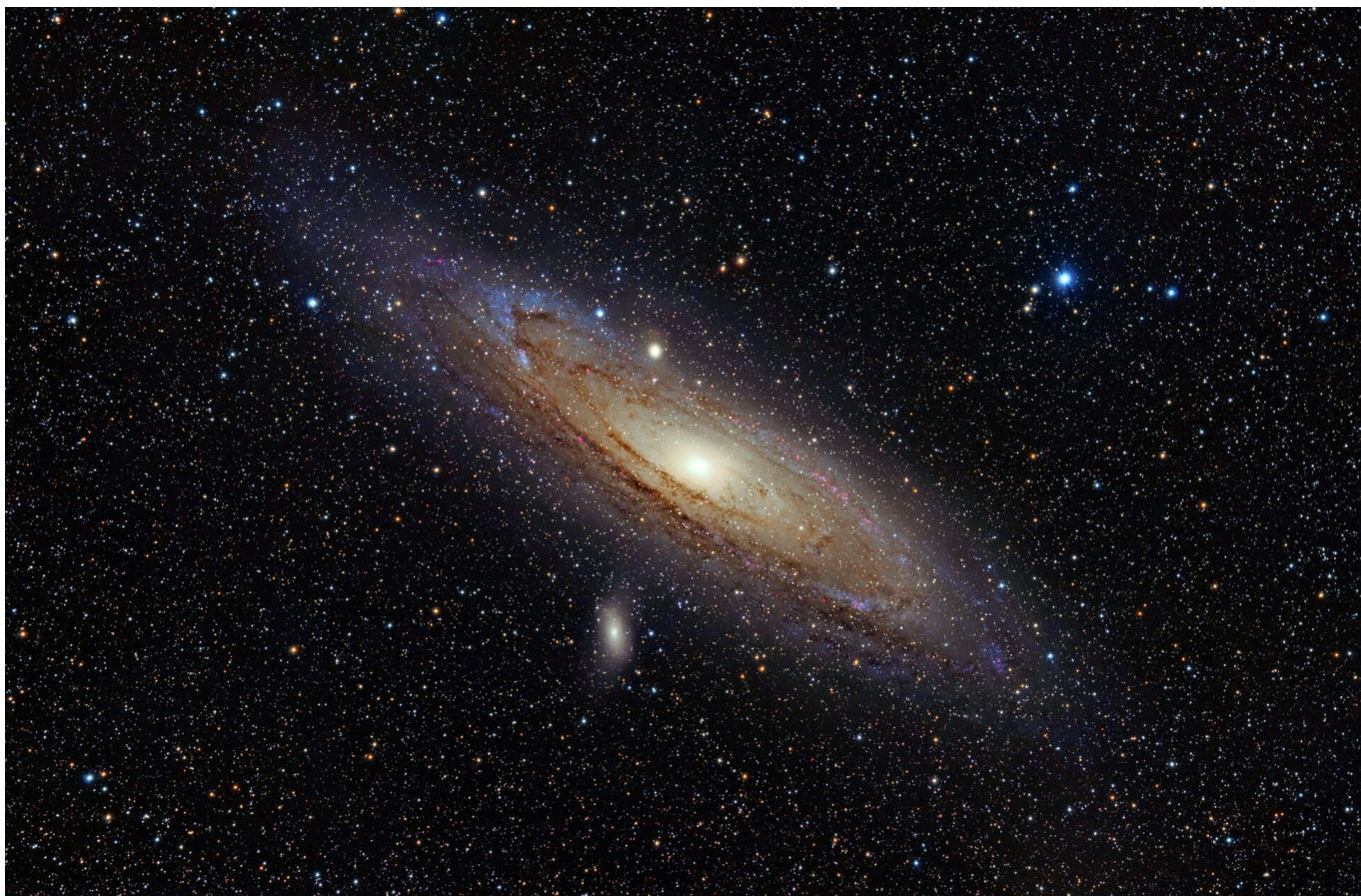




Co to jest kosmiczny teleskop Hubble`a?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co to jest kosmiczny teleskop Hubble'a?

Czy to nie ciekawe ?

Edwin Hubble był amerykańskim astronomem, który na początku XX wieku badał odległe obiekty kosmiczne. Przypisuje mu się między innymi takie przełomowe odkrycia, jak opisanie zjawiska rozszerzania się Wszechświata, analizę galaktyk spiralnych i stworzenie podziału morfologicznego galaktyk. Ze względu na ogromne zasługi Hubble'a w świecie astronomii, jego imieniem nazywane są nie tylko diagram podziału galaktyk (diagram Hubble'a) oraz wzór opisujący ekspansję Wszechświata (wzór Hubble'a), ale także urządzenia obserwacyjne. Na orbicie okołoziemskiej znajduje się teleskop nazywany Kosmicznym Teleskopem Hubble'a (HST od angielskiego Hubble Space Telescope). Pomysł stworzenia takiego kosmicznego obserwatorium narodził się jeszcze za życia Edwina Hubble'a, ale doszedł do skutku wiele lat po jego śmierci. W tym e-materiale dowiesz się, jak powstawał kosmiczny teleskop i co dzięki niemu wiemy.

Twoje cele

- poznasz historię Kosmicznego Teleskopu Hubble'a,
- zapoznasz się z odkryciami, których dokonano dzięki obserwacjom Kosmicznego Teleskopu Hubble'a,
- poznasz przyrządy, w które wyposażony był teleskop i przeanalizujesz ich rolę w jego misji,

- ocenisz przydatność teleskopu kosmicznego w rozwoju badania kosmosu.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Już na samym początku XX wieku, w roku 1923, niemiecki naukowiec Hermann Oberth wpadł na pomysł wyniesienia instrumentów badawczych przy pomocy rakiet na orbitę okołozemską. Jednak taki pomysł wymagał ogromnego nakładu finansowego oraz technicznego – poza samym teleskopem, który jest łatwy w konstrukcji, potrzebne są specjalistyczne rakiety do wyniesienia sprzętu w przestrzeń, o których w swoich pracach pisał właśnie Oberth. W tym czasie Edwin Hubble pracował w kalifornijskim obserwatorium. Analizując wiele galaktyk odkrył, że Wszechświat się rozszerza. W roku 1946 amerykański astronom Lyman Spitzer napisał pracę, w której opisał zalety kosmicznego obserwatorium. Teleskop kosmiczny dostarczałby zdjęć wolnych od zniekształceń powodowanych przez atmosferę, a ponadto mogłby dostarczać obrazy robione w pasmach fal elektromagnetycznych, które na Ziemi blokowane są przez atmosferę. Dodatkową zaletą jest to, że obserwacje czynione byłyby nieprzerwanie, bez względu na porę dnia na Ziemi. Taki teleskop umożliwiłby potwierdzenie naziemnych badań ekspansji Wszechświata.

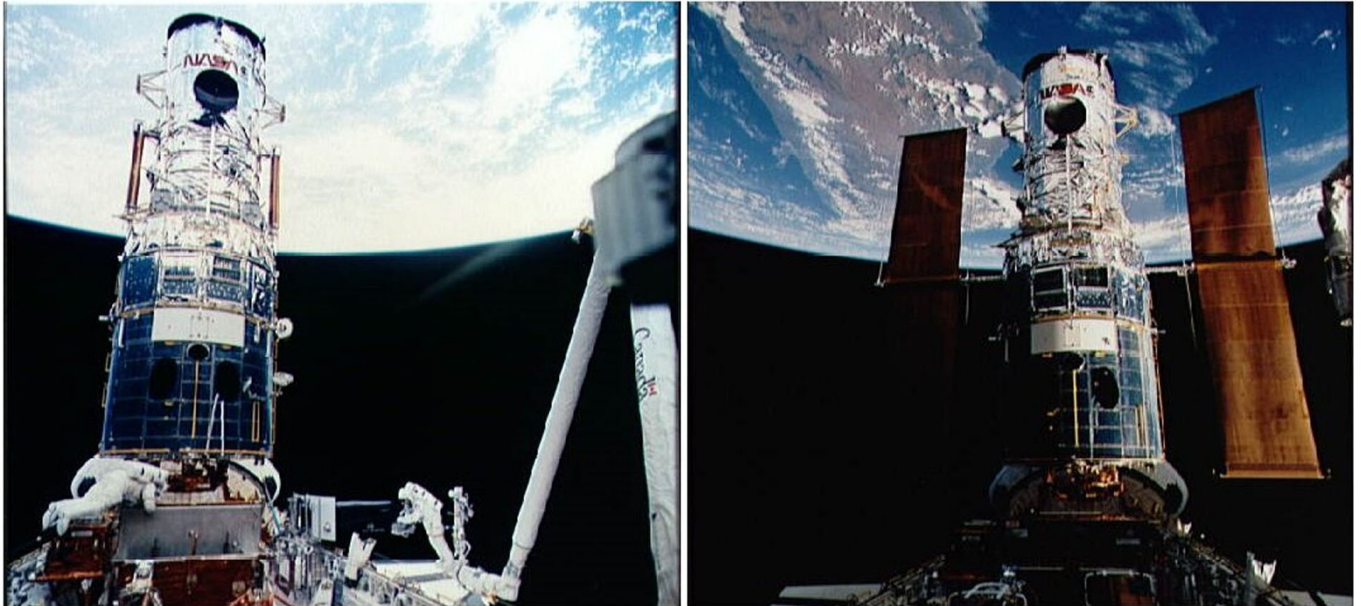
Historia

- Rok 1946 uznawany jest za początek historii Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Jednak dopiero w 1971 roku powstaje w NASA (Amerykańska Agencja Kosmiczna) zespół badający wykonalność takiego ogromnego projektu. Po kilku latach do badań dołącza też Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), co czyni projekt międzynarodowym.
- Prace rozpoczęto w 1979 roku od tworzenia zwierciadła głównego – największego i najważniejszego elementu teleskopu. Zwierciadło główne ma średnicę 2.4 metra.
- W roku 1983 oficjalnie Kosmiczny Teleskop dostaje nazwę na cześć amerykańskiego astronoma Edwina Hubble'a. Niestety, wskutek katastrofy kosmicznego promu Challenger w 1986 roku wszelkie misje związane z wystrzeliwaniem promów kosmicznych na orbitę zostają wstrzymane – to opóźnia znacznie umieszczenie teleskopu HST na orbicie.
- Ostatecznie 24 kwietnia 1990 roku Kosmiczny Teleskop Hubble'a zostaje wystrzelony na orbitę.
- 20 maja 1990 dostarcza na Ziemię pierwsze obserwacje. Niestety, wszystkie zdjęcia wykonane przez HST okazują się nieostre – wychodzi na jaw bardzo poważna wada zwierciadła teleskopu. Jednak astronomowie, inżynierowie i astronauta nie poddają się.
- Już w grudniu 1993 roku do Kosmicznego Teleskopu Hubble'a lecą astronauta z misją naprawczą. To sprawia, że Kosmiczny Teleskop Hubble'a nie dość, że jest prekursorem

obserwacji z orbity, to dodatkowo staje się również pierwszym teleskopem w kosmosie, który jest naprawiany przez astronautów.

W ciągu 30 pierwszych lat pracy HST na orbicie przeprowadzono pięć misji naprawczych – każda z nich zakończyła się sukcesem. Naprawiano drobne usterki, wymieniano baterie, a także modernizowano cały teleskop, aby mógł służyć jak najdłużej.

Zdjęcia teleskopu HST wykonane podczas piątej misji naprawczej.



Rys. 1a. Z lewej strony widać dwóch astronautów dokonujących niezbędnych napraw i modernizacji.



Rys. 1b. Astronauta F. Story Musgrave na wysięgniku przygotowujący się do wyniesienia na szczyt teleskopu HST w celu umieszczenia na nim niezbędnych zasłon na magnetometrze. Poniżej stoi astronauta Jeffrey A. Hoffman w celu asekuracji kolegi.

Teleskop HST ma długość 13,2 metrów i średnicę 4,2 metra. Samo zwierciadło główne teleskopu ma średnicę 2,4 metra. Ogólnie można porównać go do zwykłego dużego

teleskopu zwierciadlanego typu Cassegraina, jakie znajdują się na Ziemi. Dodatkowo ma wiele osłon przed promieniowaniem kosmicznym oraz promieniowaniem ze Słońca. Poza całościowym systemem optycznym, zamontowanych ma kilka różnych detektorów (czyli instrumentów pomiarowych). Każdy z nich dedykowany jest innego rodzaju obserwacjom, dzięki czemu Kosmiczny Teleskop Hubble'a umożliwia tak różnorodne badania.

Ponieważ teleskop HST znajduje się na orbicie okołoziemskiej, sterowany jest w pełni zdalnie.

Parametry orbity:

- Znajduje się na wysokości około 547 km powyżej powierzchni Ziemi.
- Porusza się z prędkością 27300 km/h.
- W ciągu 95 minut dokonuje pełnego obiegu.

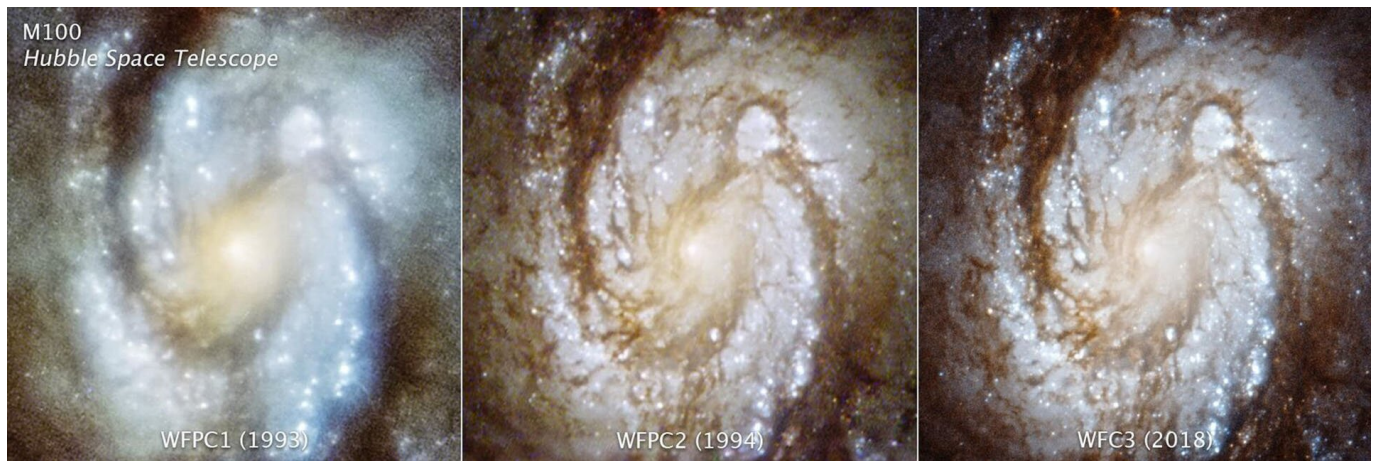
Dane obserwacyjne zebrane przez teleskop muszą przejść długą drogę zanim trafią do astronomów na Ziemi. Schemat działania składa się z 5 kroków:

1. Teleskop zbiera i rejestruje światło bez zakłóceń, których źródłem byłaby atmosfera ziemską.
2. Satelity odbierają dane z HST dwukrotnie w ciągu doby.
3. Stacja naziemna zbiera dane ze wszystkich satelitów.
4. Centrum Kontroli Kosmicznego Teleskopu odbiera dane ze stacji naziemnej.
5. Instytut Naukowy teleskopu opracowuje odebrane dane.



S125E012036

Rys. 2. Prawdziwe zdjęcie teleskopu HST, wykonane z pokładu promu kosmicznego Atlantis tuż po piątej misji naprawczej.



Rys. 3. Porównanie obrazu galaktyki M100 wykonywane przez HST w 1993 roku (przed naprawą), w 1994 roku po pierwszej naprawie wady technicznej, oraz w 2018 roku po modernizacjach. Na zdjęciach widać, jak bardzo obraz wyostrzał się dzięki kolejnym naprawom.

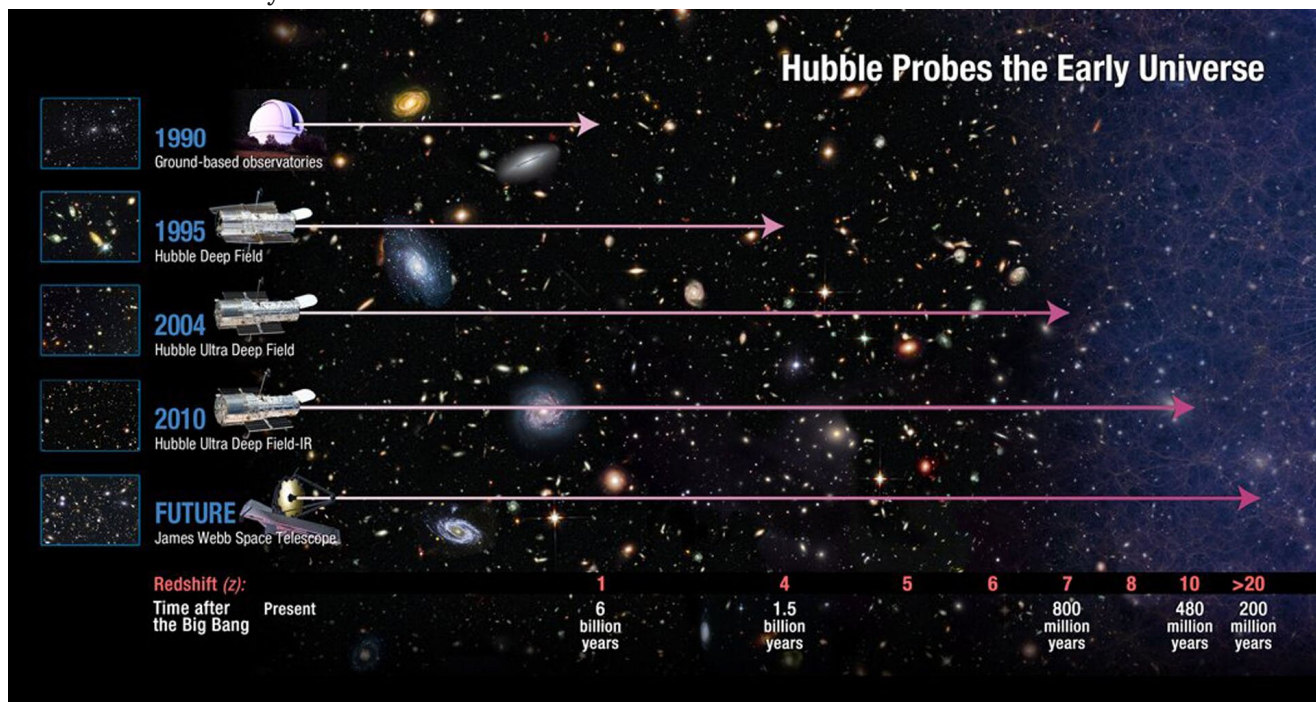
Teleskop HST umożliwił rozwiązanie wielu problemów astronomicznych, które wymagały **długoskalowych obserwacji** (czyli dokonywanych przez lata w określonych, niewielkich odstępach czasu) bardzo dobrej jakości. Niektóre odkrycia dokonane w połączeniu z obserwacjami HST sprawiły, że astronomowie zaczęli zadawać kolejne pytania związane z całym otaczającym nas Wszechświatem.

Najważniejsze rezultaty HST to:

- Wiek Wszechświata – długoskalowe obserwacje gwiazd zmiennych, bez zakłóceń spowodowanych atmosferą, znajdujących się w innych galaktykach pozwoliły bardzo dokładnie wyznaczyć odległości do nich, a to prowadziło do wyznaczenia wieku Wszechświata.
- Rozszerzanie się Wszechświata – obserwacje odległych supernowych (są to gwiazdy, które w wyniku wypalenia się paliwa w ich wnętrzu wybuchają gwałtownie) pozwoliły dokładnie wyznaczyć stałą Hubble’a, opisującą tempo rozszerzania się Wszechświata.
- Analiza naszego Układu Słonecznego – dzięki HST zaobserwowano między innymi zderzenie komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem, odkryto piąty księżyc Plutona, analizowano drobne ciała niebieskie z pasa Kuipera, które następnie można było badać przy pomocy sond kosmicznych.
- Czarne dziury w centrach galaktyk – obserwacje wielu galaktyk i analiza ich promieniowania potwierdzają teorię, że w centrum każdej galaktyki znajduje się czarna dziura.
- Pierwszy obraz czarnej dziury.
- Pierwsze odkrycie i zbadanie atmosfery planety pozasłonecznej – HD209458b, nieoficjalnie nazywanej Ozyrys.
- Odkrycie pary wodnej na planecie pozasłonecznej, która znajduje się w **ekosferze**.

Dzięki dostępności danych z HST, wielu astronomów wielokrotnie wykorzystywało te obserwacje jako dodatkowe źródło informacji na temat interesującego ich obiektu. Napisano dziesiątki tysięcy prac naukowych wykorzystujących dane z Kosmicznego

Teleskopu Hubble'a. W 2020 minęło 30 lat pracy teleskopu, a mimo to nadal służy on astronomom na całym świecie.



Rys. 4. Porównanie zasięgu kolejnych instrumentów pomiarowych teleskopu Hubble'a z teleskopami naziemnymi oraz teleskopem kosmicznym przyszłości James Webb Telescope. Dzięki misjom naprawczym i modernizującym teleskop HST, osiągnięcia tego teleskopu są zaskakujące, pomimo wielu niepowodzeń przy jego powstawaniu.

Słowniczek

przesunięcie ku czerwieni

(ang.: *redshift* (z)) – używana w astronomii miara odległości w dalekim kosmosie.

Prędkość światła w kosmosie jest ograniczona i wynosi około $3 \cdot 10^8$ m/s. Obserwując bardzo dalekie obiekty, tak naprawdę widzimy światło wyemitowane z nich jakiś czas wcześniej. Światło ze Słońca potrzebuje 8 minut na to, aby dotrzeć do Ziemi – a im dalej, tym dłużej. Na przykład, oglądając odległą galaktykę widzimy ją taką, jaką była kilka milionów lat wcześniej, ponieważ tyle potrzebuje światło, aby do nas dotrzeć.

Przesunięcie ku czerwieni obserwowanego pasma fal elektromagnetycznych pozwala oszacować, ile lat wcześniej dany sygnał został wyemitowany. Im większy teleskop, tym dalej „sięga”, czyli widzi młodszy Wszechświat. Gdybyśmy mogli dostrzec światło pierwszych gwiazd, obserwowalibyśmy ich przesunięcie ku czerwieni o wartości około $z = 20$. Diagram na Rys. 4. pokazuje przesunięcie ku czerwieni, jakie jest w stanie obserwować HST.

ekosfera

(ang.: *habitable zone*) – strefa wokół gwiazd, wewnątrz której na powierzchni planet może pojawić się ciekła woda.

obserwacje długoskalowe

(ang.: *long scale observations*) – są to obserwacje prowadzone przez wiele lat. Każdy tego typu projekt ma ustalony z góry schemat obserwacji. Każdy obiekt jest obserwowany w określonych odstępach czasu. Na przykład polski projekt OGLE, obserwujący Obłoki Magellana (sąsiednie, najbliższe nam galaktyki karłowate), wykonuje zdjęcia fragmentów galaktyk w średnich odstępach co 3 dni. Częstotliwość obserwacji dostosowuje się do okresu zmienności obiektu tak, aby otrzymywać pomiary pozwalające analizować tę zmienność w ciągu kilku lub nawet kilkudziesięciu lat.

Animacja

Co to jest kosmiczny teleskop Hubble'a?

Animacja pokazuje zasadę działania i wyposażenie Kosmicznego Teleskopu Hubble'a.



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/Rb5BW3mNOHQUE](https://preview/resource/Rb5BW3mNOHQUE)

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Na czarnym ekranie pojawia się biały tytuł: Co to jest kosmiczny teleskop Hubble'a? Następnie zaprezentowany jest teleskop Hubble'a na tle ciemnej przestrzeni kosmicznej. Teleskop widoczny jest w postaci poziomo ustawionego cylindrycznego kształtu. Jest koloru srebrnego, a jego lewa część pokryta jest osłonami wykonanymi z aluminium. Po bokach teleskopu znajdują się dwa prostokątne, ciemne panele słoneczne, których dłuższe boki są równoległe do teleskopu. Z lewej części teleskopu, w której znajduje się układ optyczny do obrazowania danych zebranych przez urządzenie, widoczna jest jasna metalowa klapa, którą można zamknąć, aby ochronić układ optyczny teleskopu. Na ekranie zaprezentowano grafikę przedstawiającą bieg promieni w teleskopie typu Cassegraina, jakim jest teleskop Hubble'a. Na schematycznym rysunku teleskopu Hubble'a pokazano jego cylindryczny kształt z prostokątnymi panelami słonecznymi z boku. Opisano poszczególne części teleskopu. Poza panelami słonecznymi opisane są: zasłona mogąca przesłonić część

teleskopu, do której wpadają promienie słoneczne, zwierciadło główne i zwierciadło wtórne. W tylnej części teleskopu znajdują się czujniki naprowadzające, systemy wspomagające, spektrograf obrazujący, kamera bliskiej podczerwieni oraz zaawansowana kamera do obserwacji przeglądowych. Kolejna infografika przedstawia zasięg obserwacji poszczególnych części teleskopu. Na ciemnym tle narysowano białą linią okrąg. Największy zasięg obserwacji mają systemy naprowadzania i lokalizacji. Następny schemat pokazuje teleskop Hubble'a, a nad nim widmo promieniowania elektromagnetycznego w postaci poziomego prostokąta z czarnymi obszarami na końcach i widmem tęczy na środku. Po lewej stronie prostokąta widoczne są obszary opisane jako częstotliwości radiowe i podczerwień, a po prawej stronie od widma tęczy widać częstotliwości odpowiadające ultrafioletowi i promieniowaniu oznaczonemu wielką literą X. W dolnej części schematu pokazany jest analogiczny prostokąt z powiększeniem zakresu bliskiego światła widzialnego.

Polecenie 1

Wyszukaj w Internecie przykłady zdjęć wykonanych przez HST.

Polecenie 2

Czy HST jest jedynym kosmicznym teleskopem? Wyszukaj w Internecie informacje niezbędne do odpowiedzi na to pytanie.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Czym nazwiskiem został nazwany teleskop HST?

- ☐ Jamesa Webba
- ☐ w nazwie nie ma nazwiska
- ☐ Lymana Spitzera
- ☐ Edwina Hubble'a

Ćwiczenie 2



W którym roku zrobiono pierwszą obserwację Kosmicznym Teleskopem Hubble'a? Wpisz rok.

Odpowiedź: .

Ćwiczenie 3



Czy Kosmiczny Teleskop Hubble'a był pozbawiony wad technicznych?

- ☐ Nie
- ☐ Tak

Ćwiczenie 4



Ile lat minęło od początku historii Kosmicznego Teleskopu Hubble'a do otrzymania pierwszego zdjęcia wykonanego przez ten teleskop? W pole poniżej wpisz liczbę lat.

Odpowiedź: lata.

Ćwiczenie 5



Kosmiczny Teleskop Hubble'a jest teleskopem zwierciadlanym typu Cassegraina. Wybierz z poniższych średnice odpowiadające średnicom zwierciadeł w HST.

☐ 10 m

☐ 5 m

☐ 0.3 m

☐ 20 cm

☐ 0.2 m

☐ 2.4 m

Ćwiczenie 6



Opisz pokrótce bieg promieni świetlnych w teleskopie zwierciadlanym typu Cassegraina.

Ćwiczenie 7



W maju 1993 roku otworzono Obserwatorium Keck na Hawajach. Teleskop Keck 1 znajduje się na górze Mauna Kea. Średnica tego teleskopu wynosi 10 metrów. Może on obserwować w pasmach światła widzialnego oraz podczerwieni. W 1996 roku zbudowano Keck 2, który jest bliźniakiem Keck 1, oddalonym od niego o 85 metrów. Teleskopy te mają czterokrotnie większe zwierciadła od Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Czy oznacza to, że po 3 latach działania HST przestał być najdokładniejszym teleskopem? Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Zastanów się, czy Kosmiczny Teleskop Hubble'a może oglądać wczesny Wszechświat? Jeśli tak, to HST ogląda obiekty o jak dużym przesunięciu ku czerwieni?

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji:

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Co potrafi Kosmiczny Teleskop Hubble'a ?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, rozszerzenie zapisu podstawy programowej dla kształcenia rozszerzonego
Podstawa programowa:	Poza podstawą programową
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wyjaśnia budowę teleskopu Hubble'a, 2. opisuje największe dokonania HST.
Strategie nauczania:	IBSE
Metody nauczania:	pokaz multimedialny, analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca indywidualna, praca w grupie
Środki dydaktyczne:	rzutnik do wyświetlania multimedium
Materiały pomocnicze:	e-materiały: 360, 357, 358, 361
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	

W czasie lekcji o tematyce związanej z Kosmicznym Teleskopem Hubble'a (takiej jak: budowa galaktyk, powstawanie galaktyk, budowa i rozszerzanie się Wszechświata), nauczyciel wspomina uczniom o Kosmicznym Teleskopie Hubble'a. Pokrótce mówi uczniom, co to jest HST i do czego służy. Zadaje uczniom pracę indywidualną, polegającą na analizie tego instrumentu naukowego. Nauczyciel może podsunąć uczniom materiały pomocnicze takie, jak ten e-materiał, strona internetowa hubblesite.org (dla osób biegłych w języku angielskim).

Faza realizacyjna:

Uczniowie samodzielnie zapoznają się z całym e-materiałem. Starają się zrozumieć idee związane z powstaniem teleskopu, jego konstrukcją, problematyką powstania, schematem działania i osiągnięciami naukowymi, odkryciami.

Faza podsumowująca:

Uczniowie wspólnie tworzą prezentację o Kosmicznym Teleskopie Hubble'a w formie prezentacji multimedialnej, plakatu, a może nawet przedstawienia szkolnego. Starają się również wykonać pod nadzorem nauczyciela model teleskopu HST. Prezentują swoje dzieło na szkolnym Festiwalu Nauki, dniach otwartych dla rodziców lub innym ciekawym wydarzeniu szkolnym.

Praca domowa:

Zadania sprawdzające z tego e-materiału: 1-5.
Pozostałe zadania dla chętnych, zainteresowanych tematem.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Multimedium uczniowie oglądają w domu. Nauczyciel może odtworzyć multimedium w klasie na dużym ekranie w celu zainteresowania uczniów tematem.