

PRZEWODNIK DLA NAUCZYCIELA

ODKRYWANIE WSZECHŚWIATA

Zadanie dotyczące historycznego startu **Kosmicznego Teleskopu Webba** nadzorowanego przez NASA

Klasowy zestaw
MAGAZYNÓW



UCZÉN:

- Przeczyta o inżynierii, Układzie Słonecznym, świetle, planetach pozasłonecznych, i nie tylko
- Przeprowadzi badania i stworzy modele skali
- Pozna specjalistów STEM



Połączenie Video

Dowiedz się razem ze swoimi uczniami, jak doszło do startu Kosmicznego Teleskopu Webba nadzorowanego przez NASA dzięki nowemu filmowi dokumentalnemu od CNN Films: **Polowanie na Planetę B**.

Pobierz wideoklipy i dodatkowe artykuły ze strony:
scholastic.com/nasawebb.

ZADANIE 1: Modelowanie Skali Wszechświata

Cel

Uczniowie stworzą model przedstawiający skalę Wszechświata.

Czas 30 minut

Materiały

- Magazyn strony 2–4
- Zdjęcia Jowisza: bit.ly/Webb01A i bit.ly/Webb01B

Lekcja

1 **Zaciekaw** uczniów, pokazując im obrazek przedstawiający Jowisza. Skłoń uczniów do zgadywania, czym ich zdaniem może być Wielka Czerwona Plama. (Burza—którą obserwowano od stuleci.) Poproś ich o zgadnięcie, jakiej jest wielkości. Powiedz im, że jest większa od Ziemi! Wyświetl złożony obrazek przedstawiający skalę.

2 **Poproś** uczniów, aby podali przykłady modeli, których używali w przeszłości. W jaki sposób model był pomocny? Wyjaśnij, że modele mogą pomóc nam w poznawaniu trudnych pojęć, takich jak skala Wszechświata.

3 Poleć uczniom stworzenie modelu Wszechświata przy pomocy ich ciał, biorąc pod uwagę względne odległości między obiektami (np. nasz Układ Słoneczny; Ziemia; Alfa Centauri; i Proxima Centauri) i mierząc, gdzie powinni stanąć w klasie lub na podwórku szkolnym. Uczniowie powinni wyszukać informacje w Internecie, aby poznać odległości między wybranymi przez nich obiektami.

- Co się dzieje, jeśli uczniowie próbują dodać Alfa Centauri do swojego modelu skali Układu Słonecznego? Omów sposób, w jaki skala musi zostać przesunięta podczas przechodzenia od modelowania względnie bliskich obiektów (Słońca) do odleglejszych obiektów (Alfa Centauri), aby uczniowie mogli pozostać w zasięgu swojego wzroku!

Modyfikacja do zdalnego przeprowadzenia

badania: Uczniowie mogą stworzyć i sfotografować model z wykorzystaniem przedmiotów z domu lub narysować model skali. **Rozszerzenie dla szkół średnich:** Uczniowie mogą korzystać z metod 2D i 3D do modelowania tego samego konceptu i porównać zalety i ograniczenia każdego rodzaju modelu.

ZADANIE 2: Czego dowiadujemy się z teleskopów

Cel

Uczniowie wykorzystają model, aby wyjaśnić, jak naukowcy poznają odległe obiekty we Wszechświecie.

Czas 20 minut

Materiały

- Magazyn strony 3, 6–7
- Okrągłe obiekty i źródło światła
- Opcjonalnie: Wykres przejścia od NASA: bit.ly/Webb02A i zdjęcie przejścia Merkurego przez tarczę Słońca bit.ly/Webb02B
- Szkoła średnia: "Badanie przesunięcia ku czerwieni" artykuł (scholastic.com/nasawebb)

Lekcja

1 **Wyjaśnij**, że teleskopy nie tylko pomagają nam w zobaczeniu, jak wyglądają odległe obiekty, ale umożliwiają nam obserwację sposobu, w jaki obiekty niebieskie zmieniają nasze postrzeganie innych obiektów, dzięki czemu możemy wyciągać wnioski dotyczące przestrzeni kosmicznej.

2 **Przedstaw na modelu**, jak przechodząca planeta blokuje światło emitowane przez gwiazdę poprzez trzymanie okrągłych obiektów różnej wielkości przed źródłem światła z różnymi prędkościami i przy różnych odległościach. **W miarę możliwości:** Zaprezentuj film i/lub obraz od NASA, wspomniany powyżej. Zapytaj: *W jaki sposób ten koncept może pomóc astronomom?*

3 **Zapytaj** uczniów: *Jak wielkość obiektu wpływa na ilość światła, jaką blokuje? A co z odległością między obiektem i źródłem światła?* Wyjaśnij, że naukowcy także dokonują takiego rodzaju obserwacji w celu obliczenia masy przechodzącej planety i zbadania orbity planety.

4 **Zaznacz**, że NASA odkryło ponad 1000 planet pozasłonecznych poprzez szukanie spadku w jasności odległych gwiazd, jaki powodują przechodzące planety!

5 **Diaszkoty średniej:** Po przeczytaniu strony 3 magazynu, poproś uczniów, aby zadali pytania, jakie mają na temat przesunięcia ku czerwieni. Następnie nakłoń uczniów do przeczytania artykułu "Badanie przesunięcia ku czerwieni" i odpowiedź na

ZADANIE 3: Eksploracja Galaktyki

Cel

Uczniowie przeprowadzą badanie dotyczące obiektu we wszechświecie i podzielą się uzyskanymi przez siebie wynikami.

Czas 90 minut

Materiały

- Magazyn strony 6–7
- Gimnazjum: Zadanie Badawcze A i przykładowe źródła badań (bit.ly/Webb03A)
- Szkoła średnia: Zadanie Badawcze B, przykładowe źródło (bit.ly/Webb03B), i), oraz artykuł zatytułowany "Star Power" („Moc gwiazd") (scholastic.com/nasawebb)

Lekcja

1 Po przeczytaniu stron 6–7 magazynu, **poproś** uczniów, aby omówili następujące pytania w parach: Jak badanie planet pozasłonecznych pomaga nam w lepszym zrozumieniu naszej własnej planety? Jeśli istnieją inne formy życia w kosmosie, co chciałbyś o nich wiedzieć?

2 **Szkoła średnia:** Nakłoń uczniów do przeczytania artykułu „Moc gwiazd” i odpowiedzi na pytania dotyczące tego, jak gwiazdy tworzą hel i inne pierwiastki. Następnie zapytaj: *Dlaczego ludzie mówią, że „składamy się z pyłu gwiazdowego”?*

3 **Wszystkie klasy:** Rozdaj arkusz z zadaniem badawczym (i w razie potrzeby źródła badawcze). Uczniowie mogą pracować w parach lub samodzielnie.

Modyfikacja do zdalnego wykonania zadania przy ograniczonym dostępie do Internetu: Wydrukuj teksty z przykładowych źródeł i dodaj je do pakietów dla uczniów.

4 **Nakłoń** uczniów do wykonania Części 3 arkusza zadania poprzez stworzenie podcastu, wpisu na blogu, prezentacji multimedialnej lub infografiki. Zachęć uczniów do przedstawienia swoich projektów kolegom w klasie.

Zadanie pisemne: Planety w układzie TRAPPIST-1 są zablokowane względem siebie i gwiazdy, co oznacza, że po jednej stronie planety trwa wieczny dzień, a po drugiej stronie - wieczna noc. Nakłoń uczniów do wyobrażenia sobie, jak mogłoby wyglądać życie na takiej planecie i napisania twórczego opowiadania na ten temat.

Opracowane przez

**NORTHROP
GRUMMAN**
FOUNDATION

STANDARDY NGSS

KL. 7-8: MS-ESS1-1: Stwórz model układu Ziemia-Słońce-Księżyc. MS-ESS1-3: Określ skalę obiektów znajdujących się w Układzie Słonecznym.

NGSS, KL. 9-10: Ćwiczenie 2: Modele: Oceń zalety i ograniczenia dwóch różnych modeli tego samego układu.

Nazwa _____

BADANIE UKŁADY PLANET POZASŁONECZNYCH

Planety pozasłoneczne to planety występujące poza naszym Układem Słonecznym. Naukowcy odkryli wiele informacji na temat planet pozasłonecznych—a jeszcze wielu rzeczy o nich nie wiedzą! Skorzystaj z poniższych podpowiedzi, aby przeprowadzić swoje własne badanie.

Część 1: Urządź burzę mózgów i planuj

1. Wybierz układ planet pozasłonecznych do badania. Możesz wykorzystać jedną z wymienionych opcji lub wybrać swoją własną.

☐ TRAPPIST-1 ☐ Kepler-452 ☐ 55 Cancr ☐ Inne:

2. Jeśli pracujesz w parze z drugą osobą, wyznacz zadania do wykonania dla każdej osoby z waszej pary.

Część 2: Badanie

Spisz notatki i źródła w następującej tabeli lub stwórz podobną na osobnej kartce.

Pytanie	Notatki	Źródło
Jak daleko, w latach świetlnych, znajduje się ten układ planet pozasłonecznych?		
Czy naukowcy oszacowali jego wiek?		
Wybierz jedną z jego planet pozasłonecznych. Czy jest podobna do Ziemi?		
Na jakie pytania dotyczące tych planet pozasłonecznych Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba nadzorowanego przez NASA mógłby pomóc w udzieleniu odpowiedzi?		
Jak brzmi kolejne pytanie dotyczące tej planety pozasłonecznej, na które chciałbyś uzyskać odpowiedź?		

Część 3: Podziel się opinią i przemyśleniami

Wybierz sposób przedstawienia swoich wyników klasie:



podcast



wpis na
blogu



prezentacja
multimedialna



infografika

Jeśli pracowałeś w parze, w jaki sposób praca w zespole pomogła ci w wykonaniu tego projektu?

Nazwa _____

ZBADAJ UKŁAD SŁONECZNY

Naukowcy odkryli wiele informacji na temat obiektów w naszym Układzie Słonecznym—a jeszcze wielu rzeczy o nich nie wiedzą! Postępuj zgodnie z poniższymi podpowiedziami, które ułatwią ci przeprowadzenie Twojego badania dotyczącego jednego obiektu w naszym Układzie Słonecznym.

Część 1: Urządź burzę mózgów i planuj

1. Wybierz temat badania. Możesz wykorzystać jedną z wymienionych opcji lub wybrać swoją własną.

☐ Jowisz ☐ Kometę 238P/Przeczytaj ☐ Eris (planeta karłowata) ☐ Olnne:

2. Jeśli pracujesz w parze z drugą osobą, wyznacz zadania do wykonania dla każdej osoby z waszej pary.

Część 2: Badanie

Zapisz swoje notatki i źródła w następującej tabeli lub stwórz podobną na osobnym arkuszu.

Pytanie	Notatki	Źródło
Jak daleko od Ziemi znajduje się ten obiekt?		
Jakiej wielkości jest ten obiekt porównując go do wielkości Ziemi?		
W jaki sposób grawitacja wpływa na ten obiekt?		
Na jakie pytania dotyczące tego obiektu Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba nadzorowanego przez NASA mógłby pomóc w udzieleniu odpowiedzi?		
Jak brzmi kolejne pytanie dotyczące tego obiektu, na które chciałbyś uzyskać odpowiedź?		

Część 3: Podziel się opinią i przemyśleniami

Wybierz sposób przedstawienia swoich wyników klasie:



podcast



wpis na
blogu



prezentacja
multimedialna



infografika

Jeśli pracowałeś w parze, w jaki sposób praca w zespole pomogła ci w wykonaniu tego projektu?
Jakie mocne strony każdej z osób przydały się w pracy zespołowej?

WPATRUJĄC SIĘ W GALAKTYKI

Suplement do magazynów Scholastic. SCHOLASTIC i inne powiązane logo są znakami towarowymi i/lub zarejestrowanymi znakami towarowymi Scholastic Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone. © 2021. 697843 Zdjęcie: za zgodą Northrop Grumman

Czy może istnieć życie na innych planetach?

Wielu rzeczy nadal nie wiemy na temat Wszechświata—ale inżynierowie i naukowcy na całym świecie współpracują, aby zbudować teleskop, który pozwoli na prowadzenie obserwacji znacznie bardziej oddalonych obiektów niż kiedykolwiek wcześniej. W rzeczywistości zarejestruje on światło wyemitowane miliardy lat temu—zasadniczo działając jak maszyna czasu.

WPRAWNE OKO



Potężny nowy teleskop ma zostać wkrótce wysłany w kosmos—i może zmienić wszystko.

Spróbuj wyobrazić sobie siebie jako punkt w naszym ogromnym wszechświecie, otoczony pyłem kosmicznym, obszarami głębokiej ciemności i ognistymi gwiazdami rozchodzącymi się we wszystkich kierunkach. To zdumiewające—ale fajne! Od początków istnienia ludzkości zdumiewał nas Wszechświat i pytania, które go dotyczyły: Jak wielki jest Wszechświat? Czy istnieje życie na innych planetach? Jak w ogóle powstał Wszechświat—czy się zmienia? Czytaj dalej, aby dowiedzieć się, jak niezwykle zespół różnych naukowców współpracuje ze sobą, aby znaleźć odpowiedzi.

PRZYJRZYJMY IM SIĘ BLIŻEJ

Jednym z najstarszych sposobów badania naszej galaktyki było stosowanie teleskopów. Gdy byliśmy mali, mogliśmy bawić się w prowadzenie obserwacji przy pomocy rolki z ręcznika papierowego i kierowanie jej na sufit. Prawdziwe teleskopy wykorzystują zwierciadła optyczne by zbierać i skupiać światło z nocnego nieba.

Pierwszy znany teleskop zwrócony w kierunku nieba został zaprojektowany w 1609 r. przez włoskiego naukowca znanego dzisiaj jako Galileo. Udało mu się wykryć księżycy krążące wokół Jowisza, co pozwoliło mu wysunąć wniosek, że nie wszystkie obiekty

niebieskie krążą wokół Ziemi—była to wówczas wywrotowa teoria astronomiczna.

Z czasem astronomowie i naukowcy budowali większe, bardziej złożone narzędzia

"Zawsze fascynowały mnie ekstremalne warunki we wszechświecie, w miejscach, w których nasza wiedza okazuje się niewystarczająca."

—Nora Luetzgendorf, naukowiec pracujący nad teleskopem

do badania kosmosu. Bardziej zaawansowane teleskopy pozwoliły na odkrycie podstawowych faktów na temat naszego Wszechświata. Przed teleskopami wnikliwa obserwacja doprowadziła do powstania teorii, że planety

krążą wokół naszego Słońca, a teleskopy tylko to potwierdziły. Teleskopy pokazały, że gwiazdy nie są ciałami stałymi, ale są kulami gazowymi—a najbliższą nam gwiazdą jest Słońce. Teleskopy także udowodniły, że istnieją setki miliardów gwiazd w naszej galaktyce i setki miliardów galaktyk we Wszechświecie! Bardziej

KOSMICZNY TELESKOP JAMESA WEBBA NADZOROWANY PRZES NESA

ZWIERCIADŁO To idealnie gładkie lustro składa się z 18 osobnych części, które rozwijają się po znalezieniu się teleskopu w kosmosie do 21 stóp długości. Każde lustro jest wykonane z lekkiego, ale mocnego materiału zwanego berylem, który może utrzymać swój kształt w warunkach ekstremalnego chłodu panujących w kosmosie. Lustra są pokrywane mikroskopijnie cienką warstewką złota, aby lepiej odbijały światło podczerwone.

OSŁONA PRZECIWSŁONECZNA

Pięciowarstwowa osłona przeciwsłoneczna ma wielkość boiska do tenisa! Ma za zadanie zminimalizować ilość ciepła docierającego ze słońca—o ponad milion razy!

CHŁODNICA KRIOGENICZNA Zasadniczo bardziej zaawansowana lodówka w kosmosie, chłodnica kriogeniczna umieszczona za zwierciadłem wykorzystuje hel w postaci gazu i zaawansowane urządzenia do chłodzenia MIRI (jednego z narzędzi, które jest wykorzystywane do obserwacji kosmosu) do -448 stopni Fahrenheita. (To dopiero jest ZIMNO!)

NIEBO

czułe teleskopy pokazały nam, że praktycznie każda gwiazda ma co najmniej jedną planetę, która wokół niej krąży—i wiele z nich ma wiele planet wokół siebie, jak w przypadku naszego Układu Słonecznego. Teleskopy także pomogły nam w poznaniu skali Układu Słonecznego—jak duża jest każda z planet oraz jak daleko znajduje się ona od innych planet i Słońca.

Ale jak powstały pierwsze gwiazdy i planety? Czy istnieją w kosmosie inne planety, nadające się do zamieszkania? Czy jesteśmy sami we wszechświecie? W poszukiwaniu odpowiedzi NASA, Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) i Kanadyjska Agencja Kosmiczna (CSA) skupiły różnicowaną grupę naukowców i inżynierów—ze wszystkich środowisk i obszarów wiedzy—w celu wynalezienia i zbudowania najbardziej zaawansowanego teleskopu, jaki kiedykolwiek zbudowano: Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba nadzorowanego przez NASA.



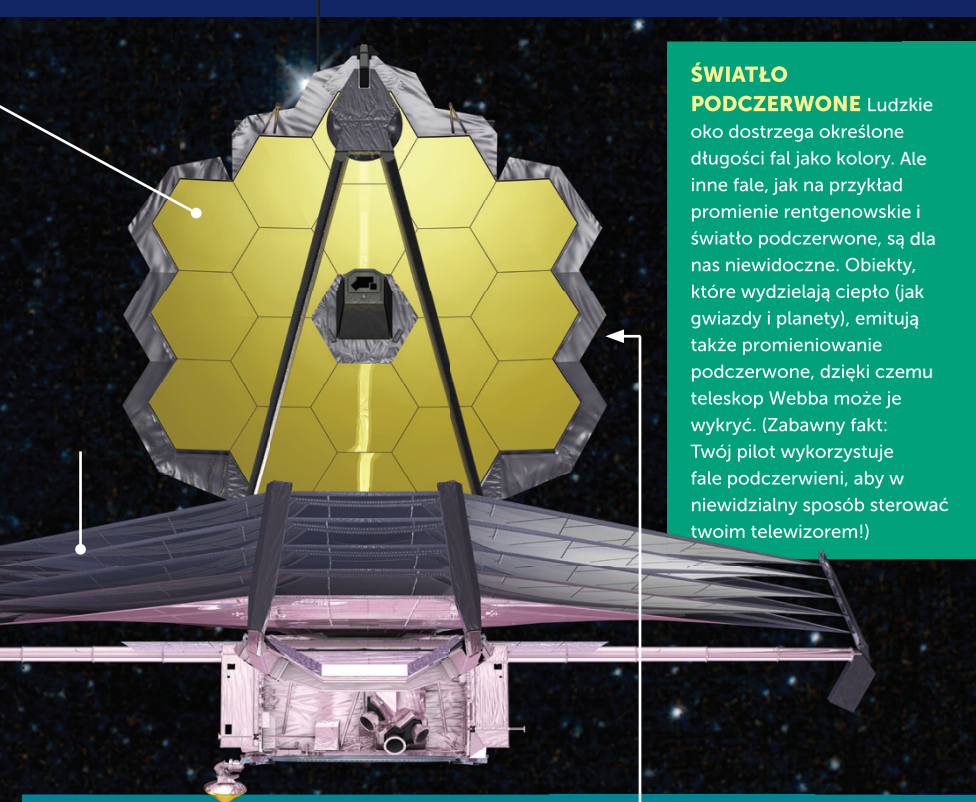
NASTĘPNA GRANICA

Zbudowanie Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba nadzorowanego przez NASA wymagało kilkuletniej współpracy tysięcy inżynierów i naukowców.

Start Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba nadzorowanego przez NASA zaplanowano na terenie Gujany Francuskiej (w Ameryce Południowej). Dzięki największemu zwierciadłu odbijającemu światło, jakie zostało kiedykolwiek wystawione w kosmos, będzie on **100 razy potężniejszy** od naszego obecnie największego teleskopu Hubble'a! Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba nadzorowany przez NASA będzie mógł obserwować ciała, których obserwacja nie była możliwa przy wykorzystaniu innych teleskopów—w tym niektóre z ciał powstałych *miliard* lat temu. Zrozumienie tego, jak powstały wczesne galaktyki, może nam więcej powiedzieć o tym, jakie były początki naszej własnej galaktyki. Teleskop pokaże naukowcom, jak daleko od siebie—i od naszej galaktyki—są inne galaktyki, mierząc tzw. **przesunięcie ku czerwieni**, zjawisko, w którym fale świetlne obiektu stają się czerwieniejsze, gdy rozciągają się coraz dalej.

Jeśli to brzmi zbyt skomplikowanie, po prostu zapamiętaj: Ci naukowcy, tak jak ty, byli kiedyś dziećmi—ciekawymi świata, szukającymi odpowiedzi, które mogłyby zmienić świat.

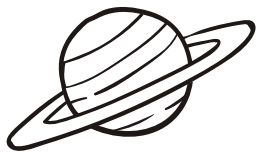
Przekonaj się, jakie wyjątkowe cechy decydują o tym, że ten teleskop jest niesamowitym osiągnięciem inżynieryjnym. Zespół musi dbać o każdy szczegół podczas budowy i testowania, ponieważ stawki są wysokie—jeśli nawet najmniejsza rzecz pójdzie nie tak podczas startu lub po znalezieniu się w kosmosie, cała misja zakończy się niepowodzeniem!



ŚWIATŁO

PODCZERWONE Ludzkie oko dostrzega określone długości fal jako kolory. Ale inne fale, jak na przykład promienie rentgenowskie i światło podczerwone, są dla nas niewidoczne. Obiekty, które wydzielają ciepło (jak gwiazdy i planety), emitują także promieniowanie podczerwone, dzięki czemu teleskop Webba może je wykryć. (Zabawny fakt: Twój pilot wykorzystuje fale podczerwieni, aby w niewidzialny sposób sterować twoim telewizorem!)

KAMERY I SPEKTROMETRY Cztery urządzenia Webba (znajdujące się za zwierciadłem) mogą rejestrować niezwykle słabe sygnały i mierzyć różne spektra światła. Narzędzie NIRSpec może obserwować do 100 obiektów jednocześnie!



PRĘDKOŚĆ ŚWIATŁA



Wszechświat jest zbyt ogromny, aby można go było zmierzyć korzystając z mil. Co zamiast tego robią naukowcy?

Gdy przetącasz włącznik światła, światło wydaje się natychmiastowo wypełniać pomieszczenie. Światło porusza się szybciej od czegokolwiek innego we wszechświecie z prędkością 186000 mil na sekundę. To zdumiewająco szybko—ale nie natychmiastowo. W rzeczywistości, promień światła potrzebuje 8 minut, aby przebyć drogę 93 milionów mil od Słońca do twoich oczu. W przypadku znacznych odległości, możesz czekać latami, aby zobaczyć światło pochodzące z odległych gwiazd.

Naukowcy korzystają z miary odległości zwanej **rokiem świetlnym** lub odległością, którą światło może pokonać w ciągu roku. Nasza najbliższa galaktyczna sąsiadka, Galaktyka Andromedy, jest

oddalona od nas o 2,5 miliona lat świetlnych—zatem światło z niej pochodzące, które widzimy teraz, opuściło Galaktykę Andromedy 2,5 miliona lat temu. To znaczy, że widzimy Galaktykę Andromedy taką, jaka była 2,5 miliona lat temu. Nie wiemy, jak wygląda teraz, ponieważ to nowe światło jeszcze do nas nie dotarło.

To znaczy, że jeśli popatrzyś wystarczająco daleko, możesz dostrzec światło pochodzące sprzed miliardów lat. Czytaj dalej, aby dowiedzieć się, dlaczego jest to tak wyjątkowo ważne dla misji Kosmicznego Teleskopu Webba nadzorowanego przez NASA, który pozwoli ludziom spojrzeć dalej niż kiedykolwiek wcześniej.

Wydaje Ci się, że masz długą listę rzeczy do zrobienia? Zobacz, jakie ambitne cele mają naukowcy dla Kosmicznego Teleskopu Webba

nadzorowanego przez NASA:

Podróż w czasie: Dzięki widzeniu podczerwieni, Kosmiczny Teleskop Webba nadzorowany przez NASA zadziała jak "maszyna czasu" poprzez obserwację obiektów znajdujących się tak daleko, że będzie mógł wykryć światło sprzed 13,5 miliarda lat temu. Pozwoli to na obserwację pierwszych

gwiazd i galaktyk powstających w początkach istnienia Wszechświata. Niesamowite!

Jak rodzą się gwiazdy i planety: Kosmiczny Teleskop Webba nadzorowany przez NASA będzie umożliwiał bardziej szczegółową obserwację nawet przez grubą warstwę chmur pyłu niż teleskop Hubble'a! Te chmury pyłu są miejscem, w którym gwiazdy i układy

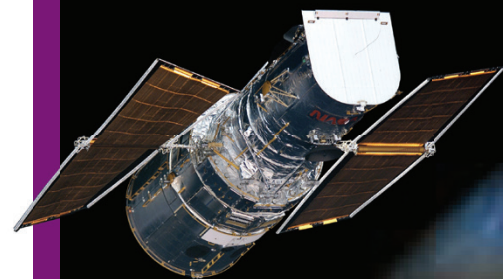
planet mają swój początek.

Tworzenie się galaktyk: Kosmiczny Teleskop Webba wykryje niezwykle słabe sygnały podczerwone, dzięki czemu astronomowie będą mogli porównać najwcześniejsze galaktyki do obecnych struktur galaktycznych, tych eliptycznych i wielkich spirali. Ułatwi to odkrycie, jak przez miliardy lat tworzyły się galaktyki.

Jest jeszcze jeden ostatni, specjalny cel... sprawdź, o jaki chodzi na stronie 6!



ZROZUMIEĆ WIELKI WYBUCH



CIEKAWOSTKA

TELESKOP HUBBLE'A

Wykorzystując matematykę w połączeniu z obserwacją, astronomowie określili, że Wszechświat powstał 13,8 miliarda lat temu w dużo mniejszym rozmiarze niż to teraz obserwujemy. Niezwykłe wydarzenie znane jako Wielki Wybuch spowodowało znaczące rozszerzanie się Wszechświata. Oprócz tego naukowcy znaleźli dowód na to, że Wszechświat nadal się rozszerza, w tej samej chwili, gdy czytasz te strony!

W pierwszej sekundzie po Wielkim Wybuchu temperatura wynosiła 10 miliardów stopni Fahrenheita a Wszechświat stanowił „kosmiczną zupę”: gęstą mieszaninę maleńkich cząstek materii, energii i światła. Gdy ta „zupa” rozprzestrzeniła się i zaczęła zajmować większą przestrzeń, temperatura obniżyła się. (Zupełnie jakbyś rozlał gorącą zupę na podłogę, jej temperatura obniżyłaby się po rozlaniu.)

Maleńkie cząstki zaczęły się łączyć, tworząc atomy; atomy grupowały się, tworząc gwiazdy i galaktyki. Pierwsze gwiazdy tworzyły grupy atomów zwane cząsteczkami. Narodziło się więcej gwiazd! Gwiazdy umierały. Powstały także asteroidy, komety, planety i czarne dziury! I przez to wszystko, galaktyki w dalszym ciągu oddalają się od siebie wzajemnie wraz z rozszerzaniem się Wszechświata na zewnątrz.

„Jeśli zapytałbyś wcześniejszej wersji mnie o (prawdziwe!) planety, na których pada metalowy śnieg lub których temperatura stopiłaby stal, mógłbym w to nie uwierzyć. Czasami myślę, że moja wyobraźnia jest bardziej ograniczona niż Wszechświat, zatem czekają tam na nas jeszcze ciekawsze niespodzianki!”

—Dr Prabal Saxena, Astronom, NASA

W latach 70-tych XX w., Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej—NASA—oraz Europejska Agencja Kosmiczna—ESA—rozpoczęły współpracę w celu zbudowania najbardziej zaawansowanego teleskopu. Nazwały go Kosmicznym Teleskopem Hubble’a na cześć astronoma Edwina Hubble’a. W 1990 r. pięciu astronautów wyruszyło na pokładzie wahadłowca kosmicznego Discovery, aby umieścić Kosmiczny Teleskop Hubble’a w miejscu, z którego miał obserwować galaktykę: 380 mil nad powierzchnią Ziemi, gdzie pozostał do dzisiejszego dnia, robiąc zdumiewająco piękne zdjęcia z kosmosu i pogłębiając nasze zrozumienie Wszechświata.

Kosmiczny Teleskop Hubble’a (powyżej) uchwycił to ujęcie Marsa.



POZNAJMY SĄSIADÓW

CZY ŻYCIE MOŻE PRZETRWAĆ NA INNYCH PLANETACH?

Prawdopodobnie słyszałeś o innych planetach, które krążą wokół Słońca—jak na przykład nasz najbliższy sąsiad, Mars, lub planeta z pierścieniami, Saturn. Ale istnieją także planety poza naszym Układem Słonecznym, w skrócie **planety pozasłoneczne**—są to planety, które krążą wokół innych gwiazd.

Przez wieki naukowcy nie byli w stanie prowadzić obserwacji tych planet pozasłonecznych przy pomocy teleskopów, ponieważ możliwość ich zobaczenia jest zablokowana przez światło emitowane przez gwiazdy, wokół których krążą. Aby się o nich dowiedzieć, musieli polegać na innych sposobach, takich jak badanie sposobu, w jaki wpływają na pobliskie ciała niebieskie.

Kosmiczny Teleskop Webba nadzorowany przez NASA pozwoli na przejście na zupełnie nowy poziom naszego zrozumienia planet pozasłonecznych. Dzięki teleskopowi Webba możemy nie tylko odnaleźć te planety, ale także naprawdę zrozumieć, czym są i skąd pochodzą.



Ilustracja przedstawiająca wyobrażenie powierzchni jednej z planet z układu TRAPPIST-1. Naukowcy mają nadzieję, że na jej powierzchni znajduje się woda. Na niebie widać także inne planety

ODKRYCIA ASTRONOMICZNE

Naukowcy chcą dowiedzieć się jeszcze więcej na temat tzw. **układu TRAPPIST-1**, w którym najprawdopodobniej znajduje się siedem planet wielkości Ziemi krążących wokół swojej centralnej gwiazdy 39 lat świetlnych od nas.

Stosując połączenie teleskopów astronomowie odkryli, że większość planet w tym układzie jest skalista i ma stały stan skupienia (w porównaniu do planet zbudowanych z gazów, np. wodoru lub helu). To ważna sprawa, ponieważ skalista planeta może utrzymać wodę, która jest „podstawą życia”. Naukowcy zwykle szukają **płynnej wody** w celu określenia, czy na danej planecie możliwe jest utrzymanie życia. Jak dotąd Ziemia jest jedyną planetą, o której wiemy, że posiada płynną wodę na swojej powierzchni (mimo że niektóre planety mają pokrywę lodu). Jeszcze nigdzie nie zaobserwowaliśmy oznak życia, ale Wszechświat jest ogromny i



“Możliwość, że pewnego dnia będziemy mieszkać na powierzchni innej planety jest prawdziwą inspiracją.”

—Dr Geronimo Villanueva,
Naukowiec badający planety w NASA

PATRZENIE W PRZYSZŁOŚĆ

Gdy tylko Kosmiczny Teleskop Webba znajdzie się w kosmosie, wykona jakieś 180 manewrów, aby się rozłożyć. Ten proces zajmie około dwóch tygodni. (Wow!) Naukowcy i ciekawscy ludzie na całym świecie nie mogą doczekać się, aby świętować to rewolucyjne osiągnięcie inżynieryjne. A później—czekają na nas przetomowe odkrycia kosmiczne!



Ilustracje oparte o dane dotyczące TRAPPIST-1 z teleskopu Spitzera

przeszukaliśmy tylko mały jego kawałek.

Jednym z najbardziej ekscytujących odkryć astronomicznych ostatnich kilku lat jest to, że trzy spośród planet układu TRAPPIST-1 krążą prawdopodobnie w **strefie umożliwiającej zamieszkanie**, w której skaliste planety mogą posiadać płynną wodę (jak na Ziemi). To niezwykła możliwość! Czy mogą tam być ślady życia na którejkolwiek z tych planet? Bez potrzeby opuszczania Ziemi naukowcy wykorzystają Kosmiczny teleskop Webba do przeszukiwania **atmosfer** bardzo dalekich planet pod kątem określonych

cząsteczek, jak tlen, które podtrzymują życie!

Ale Kosmiczny Teleskop Webba nie będzie tylko badał obiekty w innych układach gwiazd i galaktykach—będzie także badał nasz Układ Słoneczny. Będzie obserwować planety takie jak Mars i planety kartowate jak Pluton i Eris, a także asteroidy, komety i obiekty z Pasu Kuipera (które tworzą wielki pierścień otaczający nasz Układ Słoneczny). Powie nam, jaka jest pogoda na Marsie i Saturnie, określi, jakie minerały budują asteroidy i znacznie więcej. Badając naszych kosmicznych sąsiadów możemy lepiej poznać nasz Wszechświat.

POZNAJ ZESPÓŁ

Poznaj kilku spośród tysięcy naukowców i inżynierów pracujących nad Kosmicznym Teleskopem Webba.



NORA LUETZGENDORF

Naukowiec zajmujący się narzędziami,
Europejska Agencja Kosmiczna

To dziadek Nory Luetzgendorf pokazał jej czym jest astronomia. „Opowiadał mi o czarnych dziurach podczas śniadania”, wspomina. W chwili obecnej ona i jej zespół upewniają się, że narzędzie NIRSPEC w Kosmicznym Teleskopie Webba będzie gotowe do użycia przez naukowców, gdy tylko teleskop znajdzie się w przestrzeni kosmicznej—i nie może się doczekać tego, czego się dowiemy. „Najbardziej interesują mnie czarne dziury i Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba będzie obserwował największe i najstarsze czarne dziury we wszechświecie.”

Droga Luetzgendorf do naukowego sukcesu była „w 100% tego warta”, mówi. **„Gdy postanowiłam studiować fizykę, niektórzy (nawet w mojej rodzinie) mówili mi, że to może być zbyt trudne i że wielu ludziom się nie udaje. Nie słuchajcie takich rzeczy. Musiałam ciężko pracować, ale tak bardzo kocham to, co robię.”**

Jej ulubioną częścią tej pracy rzeczywisty aspekt, „jak wtedy, gdy wsadzamy teleskop do gigantycznej lodówki i symulujemy kosmos w różnych ośrodkach NASA.”



DANNY MANUEL

Inżynier Mechanik,
Northrop Grumman

Gdy Danny Manuel dorastał, była jedna rzecz, którą uwielbiał ponad wszystko: gra w koszykówkę ze swoimi przyjaciółmi. Ale też interesował się matematyką, co ostatecznie sprawiło, że został inżynierem mechanikiem.

„Wiele dzieci narzekało na to, że musiały uczyć się tyle matematyki albo myślały, że nie będą z niej nigdy już korzystać”, mówi. „W moim odczuciu, matematyka trenuje nas w krytycznym rozwiązywaniu problemów.”

Teraz porównuje swoją rolę jako inżynier mechanik w projekcie dotyczącym teleskopu Webba do „składania klocków LEGO, ale przy użyciu komponentów do budowy statków kosmicznych.” Jego zespół spędza mnóstwo czasu na testowaniu, aby upewnić się, że wszystko dobrze pójdzie w kosmosie. „Mamy tylko jedną szansę, aby wszystko dobrze działało!” mówi.

Manuel ma nadzieję, że teleskop Webba rzuci światło na to, czy jesteśmy sami we Wszechświecie i co sprawiło, że Wielki Wybuch wydarzył się w taki właśnie sposób. A spoglądając w przyszłość, wierzy, że odkrycia naukowe będą kształtowały nasze życie. **„Cieszę się, że żyję w tych niesamowicie ekscytujących czasach”,** mówi. **„Przyszłość czeka na to, żeby ją ukształtowały młode, bystre umysły.”**



NESTOR ESPINOZA

Astronom, Instytut Naukowy
Teleskopów Kosmicznych (STScI)

Odkąd Nestor Espinoza był w 7 klasie, nauka zawsze wydawała mu się niezwykła. „Było to dla mnie trochę magiczne, że ktoś mógł przewidzieć rzeczy takie jak ruch otaczającego nas świata korzystając z matematyki”, mówi.

Jego największą inspiracją była nauczycielka fizyki. „Zanim mnie dostrzegła, myślałem, że nie miałem szans na zajmowanie się nauką, ponieważ nie wpasowywałem się w stereotyp „telewizyjnego naukowca”, mówi. „I dorastając w Chile nie miałem pojęcia, że nauka była zajęciem, z którego mógłbym żyć. Ale powiedziała mi, że mogę być nie tylko naukowcem—wierzyła, że w rzeczywistości mogę być całkiem niezłym naukowcem.”

W swojej pracy Espinoza upewnia się, że narzędzia znajdujące się na pokładzie teleskopu Webba będą mogły wyodrębnić wszystkie rodzaje sygnałów z Wszechświata. Jego naukowe zainteresowania skupiają się na zagadnieniu: jak naukowcy mogą wykorzystać teleskop Webba do badania odległych planet pozasłonecznych.

„Każdy może zajmować się nauką”, uważa. „Nauka jest dla każdego. Nie musisz mieć samych piątek ani nie musisz być geniuszem. Ty—tak, ty—możesz zostać naukowcem.”



AMBER STRAUGHN

Astrofizyk, NASA

Amber Straughn dorastała na wsi w stanie Arkansas, gdzie nocne niebo było bardzo ciemne, pobudzając jej ciekawość dotyczącą gwiazd od bardzo młodego wieku. Teraz prowadzi badania nad tym, jak gwiazdy powstają w odległych galaktykach, jak galaktyki ewoluują i jak gigantyczne czarne dziury wpływają na rozwój galaktyki.

Wciąż wiele pytań pozostaje bez odpowiedzi. Straughn wyjaśnia, „Nie mamy pojęcia o istotnym fragmencie tego, jak galaktyki zmieniają się z czasem: nie widzimy, jak to wszystko się zaczęło. Dzięki teleskopowi Webba mamy nadzieję, że zobaczymy narodziny pierwszych galaktyk po Wielkim Wybuchu—pierwszą stronę w księdze kosmosu. Uważam, że Wszechświat jest pełen niespodzianek, które odkryjemy dzięki teleskopowi Webba.”

Jej rada dla nastolatków i profesjonalistów? Nie bójcie się prosić o pomoc! **„Jednym ze stereotypów obecnych w środowisku naukowym, którego naprawdę nie noszę, jest ten dotyczący „samotnego geniusza” pracującego nad swoimi badaniami z dala od innych... takie rzeczy zwyczajnie nie występują. Różnicowane zespoły ludzi, którzy myślą o rzeczach na różne sposoby, w sposób nieunikniony wymyślają więcej kreatywnych pomysłów.”**



BADANIE PRZESUNIĘCIA KU CZERWIENI (I WSZECHŚWIATA!)

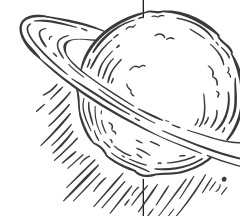
Dowiedz się o zjawisku przesunięcia ku czerwieni, czytając poniższy tekst, a następnie odpowiedz na pytania.

W jaki sposób samochód z lodami może pomóc ci w zrozumieniu Wszechświata?



Wyobraź sobie samochód z lodami grający radosną melodyjkę. Gdy samochód parkuje, melodyjka, którą słyszysz, jest taka sama jak melodyjka pochodząca z głośników samochodu—**długość fali** dźwięku nie zmienia się, gdy samochód jedzie. Jednakże, gdy samochód zbliża się do Ciebie, zauważysz, że **tony**, które słyszysz stają się coraz wyższe. Ta sama liczba fal dźwiękowych opuszcza samochód z lodami, ale ponieważ samochód się porusza, fale stają się sobie bliższe. W efekcie, **częstotliwość** fal dźwiękowych się zwiększa, więc słyszysz wyższy ton. Sytuacja się odwraca, gdy samochód odjeżdża—długość fali się zmniejsza i częstotliwość się zmniejsza, więc słyszysz, że ton staje się coraz niższy.

To zjawisko, znane jako **efekt Dopplera**, można także zaobserwować w przypadku fali świetlnych. Gdy przedmiot oddala się od Ciebie, fale świetlne, które emituje, rozciągają się dużo bardziej, a długość fali się zwiększa. W **spektrum** światła widzialnego, czerwony ma najdłuższą długość fali a niebieski i fiolet mają krótsze długości fal. Zatem, gdy przedmiot oddala się jeszcze bardziej, jego światło wydaje się przesunąć w kierunku czerwonego końca spektrum. Podczas gdy przedmiot sam w sobie emituje to samo światło co zwykle, **przesunięcie ku czerwieni** występuje zanim to światło do Ciebie dotrze. (Nie mógłbyś obserwować przesunięcia ku czerwieni gołym okiem; zamiast tego potrzebowałbyś narzędzi naukowych, umożliwiających oddzielenie światła na jego składowe długości fali.)



Przesunięcie ku czerwieni jest szczególnie ważnym konceptem w zrozumieniu Wszechświata. W 1929 r. astronom **Edwin Hubble** wykorzystał swoje obserwacje dotyczące przesunięcia ku czerwieni z odległych galaktyk do określenia, że galaktyki oddalają się od siebie wzajemnie— oraz że im dalej od siebie się znajdują, tym szybciej się od siebie oddalają. To odkrycie dostarcza dowód wspierający teorię **Wielkiego Wybuchu**.

Dzisiaj naukowcy w dalszym ciągu badają światło przesunięte ku czerwieni z odległych galaktyk, aby lepiej zrozumieć pochodzenie Wszechświata. Światło pochodzące z tak dawnych czasów, które jest tak daleko, przesunęło się ku czerwieni ze spektrum światła widzialnego i do **spektrum podczerwieni**, niewidocznej dla ludzkiego oka. To dlatego budowane są potężne teleskopy jak Kosmiczny Teleskop Webba nadzorowany przez NASA, aby wykrywać światło podczerwone, aby lepiej badać, jak powstały pierwsze galaktyki.



Przemyśl To

Odpowiedz na następujące pytania na osobnym arkuszu.



1. Na podstawie tego, czego się dowiedziałeś o przesunięciu ku czerwieni, spróbuj odpowiedzieć czym jest przesunięcie ku fioletowi. Jakie sytuacje powodują przesunięcie ku fioletowi?
2. Narysuj schemat przedstawiający koncept przesunięcia ku czerwieni w obserwacji kosmosu.

Dowiedz się więcej lub porównaj swoją pracę ze schematami przesunięcia ku czerwieni na stronie: go.nasa.gov/2PDPVN9.

MOC GWIAZD

Przeczytaj ten artykuł, aby dowiedzieć się, jak gwiazdy produkują pierwiastki, następnie odpowiedz na pytania.

Gwiazdy nie są tylko obiektami, na które fajnie jest popatrzeć—przekonaj się, że gwiazdy mają też inne powody do dumy! 

☆ Energia Gwiazd

Gwiazdy świecą, ponieważ wydzielają ogromne ilości energii—ale skąd ta energia pochodzi? Odpowiedź znajduje się w atomach wodoru w rdzeniu gwiazdy. Ciepło i ciśnienie we wnętrzu gwiazdy, razem z grawitacją gwiazdy, są wystarczająco duże, aby połączyć ze sobą dwa atomy wodoru w procesie **fuzji nuklearnej**. Podczas tego procesu wiele jonów wodoru łączy się i tak powstaje pojedynczy jon helu. Ponieważ protony w każdym atomie wodoru mają taki sam dodatni ładunek, aby ta reakcja mogła zajść, potrzebna jest ogromna ilość energii. W wyniku tego procesu powstaje jedno jądro wodoru, cząstki znane jako pozytony i neutrino, oraz ogromna ilość energii w postaci promieni gamma.

☆ Wodór, Hel i Wielki Wybuch

Według teorii Wielkiego Wybuchu Wszechświat gwałtownie się rozszerzył ze swojego początkowego gorącego, gęstego stanu. W ciągu pierwszych 20 minut po Wielkim Wybuchu, utworzyły się jądra wodoru i helu, gdy zderzyły się ze sobą protony i neutrony. Z upływem czasu, neutrony zaczęły się rozpadać i nie było już wystarczająco neutronów, aby utworzyć dodatkowe jądra helu. Naukowcy obliczyli, że na podstawie szybkości rozszerzania sugerowanej przez teorię Wielkiego Wybuchu, Wszechświat powinien składać się w **około $\frac{3}{4}$ z wodoru i w $\frac{1}{4}$ z helu**. I faktycznie, dokładnie taka proporcja jest obserwowana we wszechświecie w chwili obecnej!

W 1925 r., **Cecilia Payne** była pierwszą osobą, która określiła, że gwiazdy składają się przede wszystkim z wodoru i helu.

☆ Inne Pierwiastki

Jeśli wodór i hel zaczęły się tworzyć chwilę po Wielkim Wybuchu, skąd pochodzą pozostałe pierwiastki z okresowego układu pierwiastków? Te atomy są także produkowane przez gwiazdy. W starszych gwiazdach, tzw. **czerwonych supergigantach**, zmniejsza się ilość dostępnego wodoru i gwiazda staje się gorętsza. Wzrost energii pozwala atomom helu na rozpoczęcie fuzji, w wyniku której tworzą się nowe pierwiastki takie jak węgiel, tlen, magnez i krzem—wszystkie pierwiastki z układu okresowego do żelaza. W tym momencie, atomy żelaza nie będą w dalszym ciągu przeprowadzać fuzji z innymi atomami, ponieważ ta reakcja wymagałaby większej ilości energii. W końcu jednakże gwiazda się zapadnie, następnie wybuchnie jako **supernowa**, tworząc różne pierwiastki, które są cięższe od żelaza i które rozprószą się we Wszechświecie.

Pytania

Odpowiedz na następujące pytania na osobnym arkuszu.

1. Wyjaśnij, jak Wszechświat byłby inny bez istnienia gwiazd.
2. Stwórz wizualny model prezentujący, jak gwiazdy produkują hel i inne pierwiastki.

Chcesz dowiedzieć się więcej o tym, jak gwiazda się rodzi, żyje i umiera? Odwiedź stronę: go.nasa.gov/3sTKS9A.

