



CENTRUM NAUKI
KOPERNIK



Poland

esero

KOSMICZNE EKSPLORACJE

Z sondą OSIRIS-REx na planetoidę Bennu



180 minut (4 godziny lekcyjne)



szkoła podstawowa (klasy VII–VIII)



fizyka, technika



badanie kosmosu | aparatura badawcza |
układ hydrauliczny | prawo Pascala



www.esero.kopernik.org.pl

KOSMICZNE EKSPLORACJE

Z sondą OSIRIS-REx na planetoidę Bennu

Autorka: Aneta Kołton-Janiga

Opracowane dla ESERO-Polska

Poruszane wątki

- sondy kosmiczne i ich zadania
- planetoidy (asteroidy) i ich wpływ na losy Ziemi
- budowa sondy kosmicznej na przykładzie sondy OSIRIS-REx
- kosmiczne narzędzia pomiarowe i badawcze
- zasada działania i wykorzystanie układu hydraulicznego
- prawo Pascala

Rozwijane umiejętności

- uzyskiwanie wiedzy z różnych źródeł
- dostrzeganie podobieństw i różnic
- obserwacja i wnioskowanie
- stosowanie się do instrukcji
- obsługa maszyn
- dostrzeganie zależności między konstrukcją elementu a jego działaniem
- sprawność motoryczna – motoryka mała
- współpraca w grupie

Metody i formy pracy

- praca z tekstem
- praca z materiałem graficznym
- praca manualna (makieta powierzchni Bennu, model sondy, model ruchomego ramienia oraz próbnika)
- praca indywidualna
- praca w grupie



CZAS

180 minut
(4 godziny lekcyjne)



MIEJSCE

sala lekcyjna



NIEZBĘDNE MATERIAŁY

- arkusz do dyskusji (dla każdej grupy) – załącznik 1
- arkusz ćwiczeniowy (dla każdego ucznia) – załącznik 2
- arkusz do wycinania (dla każdej grupy) – załącznik 3
- zdjęcia powierzchni Bennu – załącznik 4
- ilustracja pokazująca budowę sondy OSIRIS-REx – załącznik 5
- ilustracje obrazujące rozmiary planetoidy Bennu i sondy OSIRIS-REx – załącznik 6
- zestaw do budowy makiety powierzchni Bennu (dla każdej grupy):
 - węgiel drzewny pokruszony na kawałki
 - kawałek tektury lub arkusz brystolu o wymiarach ok. 1 m x 1 m
 - ołówek
 - sznurek
 - nożyczki
 - taśma klejąca
 - klej do papieru lub drewna
 - pistolet do klejenia na gorąco z klejem
- zestaw do budowy modelu ruchomego ramienia sondy:
 - 48 szpatulek laryngologicznych
 - 2 strzykawki o pojemności 20 ml
 - 2 strzykawki o pojemności 10 ml
 - gumowy wężyk (np. do kroplówki) o przekroju 3 mm
 - 4 cienkie drewniane patyczki po lodach
- listewka o kwadratowym przekroju 1 cm x 1 cm i długości ok. 20 cm
- drewniany kółek o długości 7 cm i średnicy ok. 0,5 cm
- wykałaczka
- 4 opaski zaciskowe (tzw. trytytki)
- taśma izolacyjna
- pistolet do klejenia na gorąco z klejem
- mocne nożyczki
- wiertła nr 3 i 6
- gwóźdź
- taśma miernicza lub linijka
- woda
- piła do drewna
- wiertarka
- zestaw do budowy modelu kosmicznego próbnika (dla każdej grupy):
 - butelka plastikowa o pojemności 1 l
 - 2 słomki do napojów o dwóch grubościach (tak aby jedna miała trochę mniejszą średnicę od drugiej)
 - 4 szpatułki laryngologiczne
 - 4 gumki recepturki
 - taśma izolacyjna
- materiały do pobierania próbek (np. jabłko, banan, ziemniak, pojemnik z ziemią, błotem, piaskiem)
- komputer lub tablet z dostępem do Internetu



Wskazówka

Szpatułki laryngologiczne, strzykawki i gumowe wężyki można nabyć w aptece (warto też poprosić tam o gumki recepturki, które niekiedy można otrzymać bezpłatnie). Szpatulek najlepiej kupić całą paczkę (50 szt.). Drewniany kotek, taśma izolacyjna, listewki i opaski zaciskowe (trytytki) są dostępne w markecie budowlanym.

Przygotowanie zajęć

Zapoznaj się z historią misji kosmicznych i ich zadań. Możesz opracować to zagadnienie w formie osi czasu.



Wskazówka

Zachęć uczniów, by kilkoro z nich wspólnie przygotowało na lekcję krótką historię badań kosmosu. Zagadnienie może być opracowane w dowolnej formie: plakatu, komiksu, wykresu, sprawozdania. Na początku zajęć zaprezentują swoją pracę reszcie klasy, dzieląc się swoją wiedzą.

Podczas zajęć uczniowie będą pracować z arkuszami ćwiczeniowymi (załącznik 2). Będziecie też korzystać z komputera lub tabletu z dostępem do Internetu. Klasa powinna być podzielona na grupy czteroosobowe.

Do ćwiczenia **Misja sondy OSIRIS-REx** będzie Ci potrzebny arkusz do dyskusji (załącznik 1) dla każdej grupy.

W ćwiczeniu **Makieta powierzchni Bennu** wykorzystasz zdjęcia powierzchni Bennu (załącznik 4) i zestawy materiałów do budowy makiety (po jednym dla każdej grupy).

Na potrzeby ćwiczenia **Model sondy OSIRIS-REx** rozdaj każdej grupie kopię arkusza do wycinania (załącznik 3) na papierze technicznym oraz klej i nożyczki (uczniowie korzystali z nich w poprzednim ćwiczeniu). Przygotuj też ilustracje przybliżające budowę sondy OSIRIS-REx (załącznik 5) oraz rozmiary sondy OSIRIS-REx i planetoidy Bennu (załącznik 6).



Wskazówka

W **arkuszu do wycinania** zamieszczono dwa modele: dwuwymiarowy i trójwymiarowy. W ramach założonego czasu zajęć uwzględniono model trójwymiarowy, składany według szczegółowej instrukcji zamieszczonej w **arkuszu ćwiczeniowym**. Jeśli jednak nie dysponujesz taką ilością czasu lub zadanie jest zbyt trudne dla klasy, w której prowadzisz lekcję, możesz zdecydować się na uproszczony model dwuwymiarowy, który wystarczy wyciąć.

W ćwiczeniu **Ruchome ramię** sondy wspólnie skonstruujecie model urządzenia przy użyciu materiałów z zestawu do budowy ruchomego ramienia sondy oraz piły i wiertarki.

Do przeprowadzenia ćwiczenia **Zbudujcie swój kosmiczny próbnik** będziecie potrzebować dla każdej grupy zestawu do budowy modelu kosmicznego prób- nika oraz materiału do pobrania próbek (może to być jabłko, banan, ziemniak, ziemia, błoto, piasek).



15 min

Sondy kosmiczne



Porozmawiaj z uczniami na temat eksploracji kosmosu przez człowieka. Jeżeli przygotowałaś/przygotowałeś oś czasu, omów ją z uczestnikami zajęć, a jeżeli uczniowie sami opracowali to zagadnienie, niech zaprezentują swoją pracę klasie.

Zorientuj się, jaką wiedzę mają uczniowie na temat sond kosmicznych, ich budowy i przeznaczenia. Możesz posłużyć się pytaniami pomocniczymi.

Przykładowe pytania i odpowiedzi:

- Co to jest sonda kosmiczna? (*bezzałogowy statek kosmiczny przeznaczony do prowadzenia badań naukowych przestrzeni pozaziemskiej*)
- W jaki sposób sondy dostają się w kosmos? (*są wynoszone przez rakiety albo indywidualnie, albo na pokładach wahadłowców*)
- Jakiego rodzaju sond kosmicznych? (*sztuczne satelity, teleskopy kosmiczne, sondy międzyplanetarne*)
- Jakiego ciała niebieskiego lub zjawiska badają sondy kosmiczne? (*planety Układu Słonecznego, np. Marsa, Jowisza, Saturna; księżyce i pierścienie planet, komety, planetoidy, promieniowanie kosmiczne*)
- Jak daleko docierają sondy kosmiczne? (*na orbitę Ziemi i innych planet, na orbitę słoneczną oraz księżyców Układu Słonecznego, w przestrzeń międzyplanetarną, a nawet w przestrzeń międzygwiazdową, czyli poza Układ Słoneczny*)
- Z jakich elementów składają się zwykle sondy kosmiczne? (*w zależności od zadania: orbiter, lądownik, łazik, panele słoneczne, antena*)

- W co są wyposażone? (w aparaturę naukową: urządzenia rejestrujące, np. kamery, urządzenia pomiarowe, np. magnetometry, spektrometry, mierniki promieniowania; urządzenia do pobierania próbek)
- Czy znacie nazwy jakichś sond kosmicznych? (Pioneer, Viking, Voyager, Mars Pathfinder, COBE, Galileo, Rosetta)
- Czy potraficie wymienić kraje lub organizacje, które wysyłają sondy w przestrzeń kosmiczną? (większość krajów ma swoje agencje kosmiczne, największa to amerykańska agencja NASA, istnieją też agencje zrzeszające kilka lub kilkanaście krajów, z których największa to ESA obejmująca kraje europejskie; swoje biuro kosmiczne ma także ONZ)



Ciekawostka

Pierwszą sondą, która pokonała oddziaływanie grawitacyjne Ziemi, była radziecka Łuna 1.

Pierwszą sondą, która wydostała się poza Układ Słoneczny w przestrzeń międzygwiazdową, był amerykański Pioneer 10. Później dokonali tego także Pioneer 11, Voyager 1 i 2 oraz New Horizons.

Najdłużej pracującą sondą kosmiczną jest amerykański Voyager 2, który przebywa w przestrzeni kosmicznej od roku 1977 i wciąż przesyła na Ziemię dane.

Zaprezentuj uczniom wybrane sondy, korzystając z linków zamieszczonych na końcu scenariusza.



20 min

Misja sondy OSIRIS-REx



Zapytaj uczniów: *Jak myślicie, dlaczego ludzie wysyłają w kosmos sondy? Z jakiego powodu chcą badać przestrzeń kosmiczną?*

Podziel klasę na czteroosobowe grupy i rozdaj im **arkusze do dyskusji**. Wyjaśnij, że zebrane tam materiały dotyczą niedawnej, bardzo ważnej misji kosmicznej. Zadaniem grup będzie przeanalizowanie materiałów, znalezienie ich punktów wspólnych i zastanowienie się, jaki jest cel i powód zorganizowania zaprezentowanej misji oraz dlaczego jest ona taka ważna. Omówcie wspólnie wnioski, do jakich doszli uczniowie.

Rozdaj uczniom **arkusze ćwiczeniowe** i poproś, by wykonali zadanie 1 – przeczytali tekst i odpowiedzieli na pytania. Przeanalizujcie wspólnie odpowiedzi.



Makieta powierzchni Bennu



Po zapoznaniu się z materiałem zawartym w **arkuszu do dyskusji** uczniowie wiedzą już, jak wygląda Bennu, ale nie znają szczegółów dotyczących budowy i wielkości planetoidy. Zapytaj: *Jak wyobrażacie sobie powierzchnię Bennu? Czy jest skalista, czy zbudowana z innych pierwiastków? Gładka czy raczej nierówna? Twarda czy grząska?*

Wyjaśnij, że zespół badawczy uczestniczący w misji OSIRIS-REx spodziewał się, że Bennu ma gładką, skalistą powierzchnię z pojedynczymi głazami, tymczasem okazało się, że powierzchnia planetoidy jest bardzo nierówna, z wieloma kraterami, pokryta w większości odłamkami skalnymi, z których największe mogą osiągać długość nawet 7 m.

Zaprezentuj uczniom zdjęcia powierzchni Bennu (załącznik 4). Poproś, żeby uważnie się im przyjrzeni, gdyż za chwilę spróbują odtworzyć powierzchnię planetoidy na makiecie.



Wskazówka

Jeśli dysponujesz czasem, możesz pokazać uczestnikom zajęć więcej zdjęć powierzchni Bennu wykonanych przez sondę OSIRIS-REx i zamieszczonych na stronach misji prowadzonych przez NASA (<https://www.nasa.gov/bennu>) oraz Uniwersytet Arizoński (<https://www.asteroidmission.org/galleries/spacecraft-imagery/>).

Rozdaj grupom zestawy materiałów do budowy makiety. Każda grupa wykonuje model według instrukcji zamieszczonej w zadaniu 2 **arkusza ćwiczeniowego**. Dopilnuj, żeby przy wycinaniu okręgu uczniowie zostawili kawałki tektury na pasek podstawy. Pomagaj im w obsłudze pistoletu do klejenia na gorąco.



Wskazówka

Najlepiej, gdyby każda grupa miała własny pistolet do klejenia na gorąco, gdyż uczniowie będą z nich korzystać często, także w dalszej części zajęć. Wprawdzie zajęcia można też zrealizować, jeśli pistoletów będzie mniej, np. jeden na dwie lub trzy grupy, ale praca będzie utrudniona i może się wydłużyć.



30
min

Model sondy OSIRIS-REx



Powiedz uczniom: *Model powierzchni planetoidy Bennu jest gotowy. Najwyższa pora wystać na nią sondę.*

Omów z uczniami budowę sondy i funkcje jej poszczególnych elementów, korzystając z ilustracji w załączniku 5.

Rozdaj uczniom **arkusze do wycinania** i wskaż, który model wykorzystacie. W przypadku modelu dwuwymiarowego uczniowie jedynie go wycinają. Jeżeli wybrałeś/wybrałaś model trójwymiarowy, po wycięciu wszystkich elementów będą go składać według instrukcji zamieszczonej w zadaniu 3 **arkusza ćwiczeniowego**. W zależności od wybranego modelu wyposaż grupy w nożyczki i ewentualnie klej.

Gdy model jest gotowy, niech każda grupa zawiesi go nad swoją makietą powierzchni Bennu.



Wskazówka

Makiety są dość duże, zatem najlepiej ustawcie je na podłodze, a modele powieście na sznurku (pozostałym z pracy nad makietą). Drugi koniec sznurka możecie wówczas przykleić taśmą klejącą do blatu ławki. Ustawcie makietę tak, żeby sonda wisiła tuż nad powierzchnią planetoidy, jakby przymierzała się do pobrania próbki ruchomym ramieniem.

Porozmawiajcie o proporcjach modelu. Zapytaj uczniów: *Jak myślicie, czy planetoida Bennu jest mała, czy duża? Jaką może mieć wielkość?*

Zaprezentuj uczniom ilustrację porównującą rozmiary Bennu i znanych budowli oraz zestawienie wielkości planetoidy i sondy OSIRIS-REx (załącznik 6).

Przypomnij uczniom pojęcie proporcji. Niech przypatrzą się swoim modelom i ocenią, czy mają odpowiednią wielkość w stosunku do makiety, czy raczej powinny być większe/mniejsze.



Ciekawostka

Bennu, ze swoją średnicą ok. 500 m, jest jak dotąd najmniejszym ciałem niebieskim, wokół którego orbitowała sonda kosmiczna.



Ruchome ramię sondy



Powiedz uczniom: *Znacie już budowę sondy OSIRIS-REx i wiecie, do czego służą poszczególne elementy. Za pomocą jakiego elementu sonda pobierze próbkę materiału z powierzchni Bennu?*

Zaprezentuj uczniom mechanizm działania automatycznego ramienia, korzystając z linku zamieszczonego na końcu scenariusza. Wyjaśnij, że przed pobraniem próbek sonda będzie skanować powierzchnię planetoidy, aby wybierać najlepsze miejsce do tego celu. Dopiero potem wyciągnie w jej stronę ramię, na końcu którego znajduje się mechanizm umożliwiający pobranie regolitu.

Zapowiedz uczniom, że teraz wspólnie zmierzycie się z konstrukcją podobnego mechanicznego ramienia. Zgromadź zestaw materiałów potrzebnych do konstrukcji ramienia. Przygotuj też piłę i wiertarkę.

Wykonujcie model wspólnie według instrukcji zamieszczonej w zadaniu 4 **arkusza ćwiczeniowego**. Przydziel grupom zadania – niech każda grupa zrobi jakiś element konstrukcji (przy większych częściach mogą pracować dwie grupy).



Wskazówka

Model wymaga wiercenia otworów przy użyciu wiertarki oraz przecinania listewek i patyczków piłą ręczną. Uczniowie mogą to robić samodzielnie, możesz tę część zrealizować Ty, traktując to jako czynność pokazową, a możesz też przygotować te elementy wcześniej. Nim wybierzesz któreś rozwiązanie, oceń poziom techniczny klasy i oszacuj ryzyko oddania narzędzi w ręce uczniów. Jeżeli zdecydowałeś/zdecydowałaś się pozwolić uczniom wiercić i ciąć samodzielnie, niech każda grupa robi to pod Twoim ścisłym nadzorem. Przed rozpoczęciem pracy omów z uczniami zasady bezpiecznego korzystania z tego typu narzędzi.

Zaprezentuj uczniom, w jaki sposób obsługiwać poszczególne narzędzia: pistolet do klejenia na gorąco, piłę i wiertarkę. Pomagaj grupom przy trudniejszych fragmentach. Następnie wspólnie zmontujcie wszystkie elementy w całość. Gdy ramię jest gotowe, sprawdźcie, czy spełnia swoje zadanie.

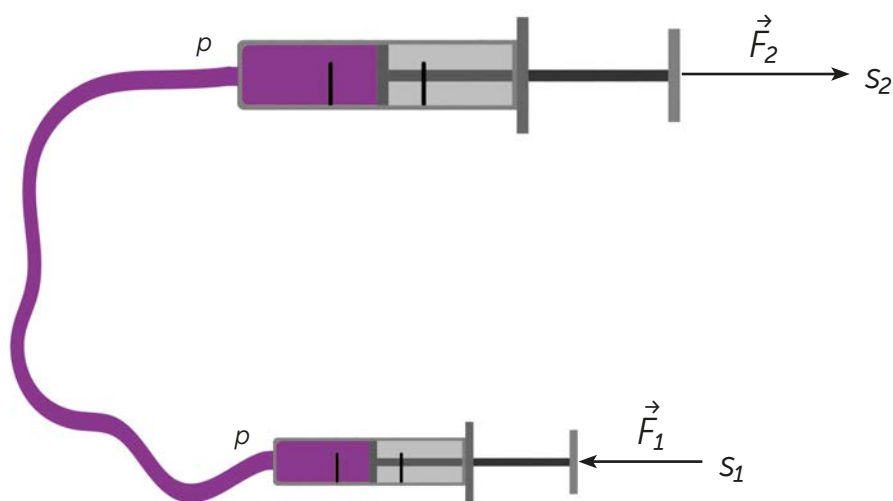
Zaznacz, że skonstruowane przez was ramię jest przykładem mechanizmu (siłownika) hydraulicznego, czyli napędanego przez wodę. Objasnij uczniom zasadę działania tego typu napędu, demonstrując to na modelu. Naciśnięcie tłoka

mniejszej strzykawki powoduje wysunięcie tłoka większej strzykawki połączonej z nią wężem, a jednocześnie ruch ramienia. Dlaczego? Nacisk na tłok skutkuje wzrostem ciśnienia wody w strzykawce, a to z kolei powoduje nacisk wody na tłok drugiej strzykawki i w efekcie jego wysunięcie. A wysuwający się tłok naciska na ramię, które się przesuwa. Wynika to z prawa Pascala.

Prawo Pascala

Jeśli na ciecz lub gaz w zbiorniku zamkniętym wywieramy ciśnienie zewnętrzne, to ciśnienie wewnątrz zbiornika jest wszędzie jednakowe i równe ciśnieniu zewnętrznemu. Ciśnienie to rozchodzi się jednakowo we wszystkich kierunkach.

Podkreśl, że z prawa Pascala wynika jedna bardzo ważna zasada praktyczna: im mniejsza jest powierzchnia tłoka, który naciskamy, tym mniej musimy użyć siły, a im większa jest powierzchnia tłoka, a na który naciska ciśnienie od wewnątrz, tym większą siłę uzyskujemy. Dlatego to duża, a nie mała strzykawka jest przymocowana do ramienia. Ilustruje to poniższy schemat.



$\vec{F}_1$ – mała siła

S_1 – mała powierzchnia

$\vec{F}_2$ – duża siła

S_2 – duża powierzchnia

W tym przypadku mamy do czynienia z układem hydraulicznym, czyli zawierającym wodę. Ale podobna zasada ma zastosowanie w układach pneumatycznych, czyli zawierających sprężony gaz.

Poproś uczniów, by się zastanowili, gdzie można wykorzystać ten mechanizm. Wymieńcie kilka przykładowych maszyn na nim opartych.

Przykładowe urządzenia:

- Z siłownikami pneumatycznymi (gaz): młot pneumatyczny, prasa pneumatyczna, hamulce pneumatyczne.
- Z siłownikami hydraulicznymi (ciecz): układ hamulcowy, podnośnik hydrauliczny, prasa hydrauliczna, pompa hydrauliczna, młot hydrauliczny, hydrauliczne napędy w obrabiarkach skrawających, wtryskarkach, różnego rodzaju podnośnikach (np. windach).



Zbudujcie swój kosmiczny próbnik



Przypomnij uczniom, że samo ramię nie wystarczy do zdobycia próbek Bennu. Do wykonania zadania sondzie niezbędny jest też mechanizm pobierający, czyli próbnik. Zapytaj: *Jak według was mógłby działać taki mechanizm? Z czego powinien się składać?* Zaprezentuj uczniom działanie próbnika ramienia TAGSAM sondy OSIRIS-REx, korzystając z linku zamieszczonego na końcu scenariusza.

Wyjaśnij, że aby ich model sondy był kompletny, powinni jeszcze wykonać ten element.

Rozdaj grupom zestawy do budowy kosmicznego próbnika oraz materiały do pobierania próbek (np. jabłko, banana, ziemniak, pojemnik z ziemią, błotem lub piaskiem). Uczniowie konstruują model według instrukcji z zadania 5 [arkusza ćwiczeniowego](#). Następnie testują funkcjonowanie przyrządu, pobierając próbki materiałów.



Zadanie dodatkowe

Cennym ćwiczeniem dla uczniów byłoby dokumentowanie poszczególnych etapów powstawania sondy. Każda grupa może wybrać sobie operatora, który będzie filmował (np. smartfonem) pracę zespołu oraz jej efekty – wygląd i funkcjonowanie gotowych modeli. Następnie mogą zmontować z tych materiałów film, wykonać prezentację lub plakat, wzbogacając je o zdjęcia i dane na temat misji sondy OSIRIS-REx i planetoidy Bennu, z którymi zapoznali się w toku zajęć. A na koniec zaprezentować swoje dzieło na forum klasy lub szkoły.



Podsumowanie

Na zakończenie przypomnijcie główne cele misji sondy OSIRIS-REx. Nawiązując do zagrożenia potencjalnym zderzeniem z planetoidą Bennu, uświadom uczniom, że taka kolizja nie byłaby niczym niezwykłym. Planetoidy wielokrotnie uderzały w planety i księżyce (świadczą o tym choćby kratery uderzeniowe, które obserwujemy na Marsie, Merkury czy Kallisto – księżycu Jowisza), a także zderzają się między sobą (pozostałości po takich zdarzeniach spadają na Ziemię w postaci meteorytów). W ziemskiej historii nie odnotowano takiego zderzenia na dużą skalę, ale naukowcy uważają, że taka kolizja nastąpiła w czasach prehistorycznych (ponad 60 milionów lat temu) i w jej efekcie wyginęły dinozaury, a wraz z nimi większość organizmów żywych. Podkreśl, że to nie groźba zderzenia jest głównym motorem badań planetoid, ale ich znaczenie dla Ziemi. Ponieważ powstały w tym samym czasie i z tej samej materii co planety Układu Słonecznego, mogą stanowić klucz do przyszłych losów naszej planety. Jeżeli poznamy dokładnie proces powstania Ziemi i będziemy w stanie go odtworzyć, być może zyskamy szansę na odbudowanie zniszczonego środowiska naturalnego i wyeksploatowanych zasobów naturalnych uznawanych za nieodnawialne. W tym rozumieniu Bennu, podobnie jak jej mityczny imiennik, może rzeczywiście sygnalizować odrodzenie się ziemskiego globu.

Wykaz przydatnych linków:

- zdjęcia przykładowych sond kosmicznych:
Voyager: jedna z dwóch identycznych sond NASA, które opuściły Układ Słoneczny i znalazły się w przestrzeni międzygwiazdowej:
https://commons.wikimedia.org/wiki/Voyager_1#/media/File:Voyager.jpg
prace konstrukcyjne przy sondzie COBE, której zadaniem było badanie promieniowania kosmicznego:

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:COBE#/media/File:COBE_during_works.jpg

Rosetta: sonda ESA z lądownikiem, której zadaniem było badanie materii kometarnej:

https://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2014/08/rosetta_arrives_at_comet/14700787-1-eng-GB/Rosetta_arrives_at_comet_node_full_image_2.jpg

- animacja pokazująca działanie automatycznego ramienia TAGSAM w sondzie OSIRIS-REx:
<https://vimeo.com/300578625>
- animacja pokazująca mechanizm pobierania próbek:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TagsamBlue_ipod_lg.webm
- przykłady konstrukcji ramion pneumatycznych:
https://www.instructables.com/id/Hydraulic-JudoBots/?fbclid=IwAR2HAzA9tfYsP7uzAdNOgDLqz4A_-8E5NuqrgORB_VXtvTGn1_d7mKXu7x8
https://www.instructables.com/id/EASIEST-INEXPENSIVE-Hydraulic-Arm/?fbclid=IwAR3BJTgctmlz7WbVT_7qqal8_gfOexFKU3sjRm0u_CNwo9lt1CUev7XDxSc

Odniesienie do podstawy programowej

FIZYKA

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.
- Postępowanie z informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- Właściwości materii. Uczeń:
 - postępuje się pojęciem ciśnienia atmosferycznego;
 - postępuje się prawem Pascala, zgodnie z którym zwiększenie ciśnienia zewnętrznego powoduje jednakowy przyrost ciśnienia w całej objętości cieczy lub gazu.

TECHNIKA

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- II. Planowanie i realizacja praktycznych działań technicznych (od pomysłu do wytworu).
 - 2) Planowanie i wykonywanie pracy o różnym stopniu trudności.
 - 3) Postępowanie się rysunkiem technicznym, czytanie instrukcji słownej i rysunkowej podczas planowania i wykonywania pracy wytwórczej.
 - 11) Rozwijanie cech: dokładności, precyzji i ostrożności.
 - 13) Poczucie odpowiedzialności za wyniki pracy grupowej.
- III. Sprawne i bezpieczne postępowanie się narzędziami i sprzętem technicznym.
 - 3) Sprawne postępowanie się podstawowymi narzędziami do obróbki ręcznej i mechanicznej, narzędziami pomiarowymi oraz urządzeniami domowymi.
 - 6) Przyjmowanie postawy odpowiedzialności i ostrożności przy postępowaniu się narzędziami i obsłudze urządzeń technicznych.
- V. Rozwijanie kreatywności technicznej.
 - 2) Rozwijanie zainteresowań technicznych.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- VI. Technologia wytwarzania. Uczeń:
 - 8. dokonuje montażu poszczególnych części w całość;
 - 9. stosuje różne rodzaje połączeń (rozłączne i nierozłączne, pośrednie i bezpośrednie, spoczynkowe i ruchowe).

Źródło: Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej (Dz. U. z 2017 r., poz. 356).

Załącznik 1

Arkusze do dyskusji

PLANETOIDA

(asteroida, planetka) – ciało niebieskie zbudowane podobnie jak planeta, lecz znacznie mniejsze, krążące wokół gwiazdy, np. Słońca.

Osiris – z ang. Ozyrys, egipski bóg śmierci i odradzającego się życia, władca ziemi, podziemi i krainy umarłych.

OSIRIS-REx – fakty i liczby

Obiekt: sonda kosmiczna.

Nazwa: *Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security, Regolith Explorer* (sonda badająca regolit pod kątem pochodzenia i bezpieczeństwa, interpretująca widma, identyfikująca zasoby)

Kraj: USA (NASA).

Misja: pobranie próbek z planetoidy (101955) 1999 RQ₃₆ i dostarczenie ich na Ziemię do badań laboratoryjnych. Gdy misja się powiedzie, sonda powróci w pobliże Ziemi i zrzuci kapsułę zawierającą 60–2000 g materiału pobranego z powierzchni planetoidy.

Planowany czas trwania misji: 2016–2023.

Masa sondy: 2110 kg.

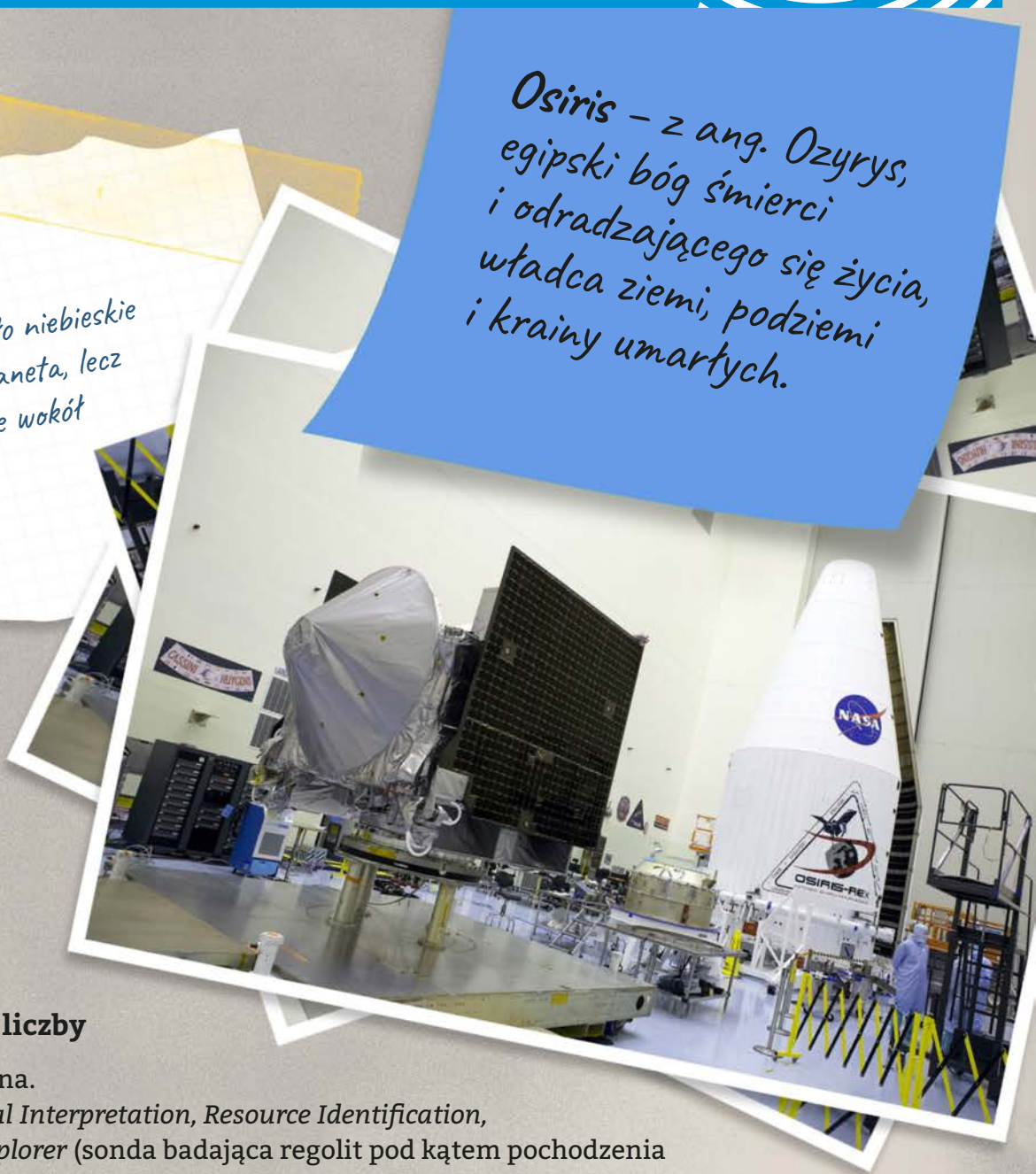
Rakieta nośna: Atlas V 411.

Miejsce wystrzelenia: przylądek Canaveral, Floryda, USA.

Data wystrzelenia: 09.09.2016, godz. 1:05 czasu polskiego (08.09.2016, godz. 19:05 czasu lokalnego).

Data osiągnięcia celu: orbitę Bennu sonda osiągnęła w grudniu 2018 r.

W tym samym miesiącu sonda przekazała pierwsze dane ze wstępnych pomiarów.



Załącznik 1

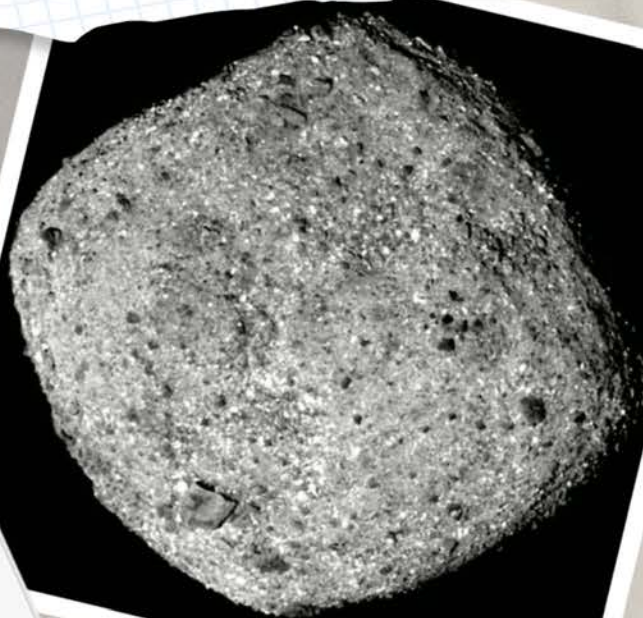
Arkusz do dyskusji

Obiekt (101955) 1999 RQ₃₆

(101955) 1999 RQ₃₆ należy do planetoid bliskich Ziemi (NEA – Near Earth Asteroid). Odkryto ją w 1991 r. W wyniku konkursu otrzymała nazwę Benu. Benu krąży po orbicie wokół Słońca, a na jeden pełny obieg potrzebuje 1 roku i 71 dni czasu ziemskiego. Orbita planetoidy przecina orbitę Ziemi.

BENNU

ŚWIĘTY PTAK MITOLOGII EGIPSKIEJ ZWIĄZANY
Z BOGIEM SŁOŃCA I STWORZENIA, MAJĄCY
ZDOLNOŚĆ DO ODRADZANIA SIĘ NA NOWO;
SYMBOLIZOWAŁ DAR I ODRADZANIE SIĘ ŻYCIA.



MAJA KOŁODZIEJCZYK, 05.08.2019

Koniec świata 2019. Asteroida Benu zbliża się w kierunku Ziemi. Zdaniem NASA zderzenie jest bardzo możliwe.

Koniec świata 2019 – asteroida Benu
Według informacji podanych przez NASA asteroida Benu znajduje się na kursie kolizyjnym z Ziemią i chociaż zazwyczaj asteroidy przelatują daleko od nas, tym razem może być inaczej. Amerykańska agencja kosmiczna podkreśla, że prawdopodobieństwo zderzenia wynosi 1:2700 i miałyby do niego dojść za 117 lat.

Koniec świata – NASA ostrzega
NASA zauważa, że jeżeli Benu uderzy w Ziemię, życie na naszej planecie zostanie doszczętnie zniszczone. Sama siła uderzenia asteroidy może spowodować śmierć ok. 60 proc. ludzi. Natomiast skutkiem jej uderzenia w ocean byłoby wywołanie gigantycznego tsunami. Naukowcy oszacowali, że fala powstała w wyniku takiego uderzenia mogłaby pochłoniąć wszystkich mieszkańców Ziemi.

Na podstawie: <https://wiadomosci.wp.pl/koniec-swiata-2019-asteroida-benu-zbliza-sie-w-kierunku-ziemi-zdaniem-nasa-zderzenie-jest-bardzo-mozliwe-6410177948543105a>



1 Misja sondy OSIRIS-REx

1. Wystanie sondy OSIRIS-REx to duży krok w kierunku zdobywania kosmosu i uzyskania nowych informacji o odległych obiektach. Zapoznaj się z tekstem dotyczącym misji sondy kosmicznej na planetoidę Bennu.

OSIRIS-REx poszukuje odpowiedzi na kluczowe pytania: Skąd pochodzimy? Jakie jest nasze przeznaczenie? Asteroidy, jako pozostałość po czasach formowania się Układu Słonecznego, mogą odpowiedzieć na te pytania i zdradzić nam wiele na temat historii Słońca i planet.*

*Celem sondy OSIRIS-REx jest Bennu – asteroida węglowa, której regolit** może zawierać ślady i wskazówki dotyczące najwcześniejszych dziejów naszego systemu planetarnego. Przypuszcza się, że na Bennu mogą znajdować się molekuły, które zapoczątkowały proces powstawania życia i oceanów na Ziemi.*

Bennu może być również jedną z najbardziej niebezpiecznych planetoid, ponieważ istnieje stosunkowo duże prawdopodobieństwo, że pod koniec XXII w. uderzy w Ziemię. OSIRIS-REx określi właściwości fizyczne i chemiczne Bennu, które mogą mieć ogromne znaczenie dla łagodzenia skutków ewentualnego uderzenia.

Ponadto asteroidy w rodzaju Bennu dysponują różnymi bogactwami naturalnymi, takimi jak woda, substancje organiczne i metale szlachetne. Dzięki nim być może w przyszłości asteroidy te zapewnią napęd niezbędny do eksploracji Układu Słonecznego za pomocą zrobotyzowanych i załogowych statków kosmicznych.

* Asteroida – inna nazwa planetoidy.

** Regolit – zwietrzała, luźna warstwa skalna na powierzchni planety lub innego ciała niebieskiego, która powstała w wyniku zachodzących tam procesów fizycznych i chemicznych.

Na podstawie: <https://www.asteroidmission.org/objectives/>

Załącznik 2

Arkusze ćwiczeniowy



2. Na podstawie tekstu oraz materiałów z [arkusza do dyskusji](#) odpowiedz na pytania.

A. Dlaczego NASA postanowiła wysłać sondę kosmiczną w kierunku Bennu?

B. Ile ma potrwać misja OSIRIS-REx?

C. Jakie substancje lub materiały znajdujące się na Bennu są ważne dla ziemskich naukowców? Dlaczego?

D. Czy uważasz, że wysyłanie sond kosmicznych do takich obiektów, jakim jest planetoida Bennu, jest słuszne?

TAK / NIE

ZAZNACZ właściwą odpowiedź i uzasadnij ją



2 Makieta powierzchni Bennu

Materiały i narzędzia

- węgiel drzewny pokruszony na kawałki
- kawałek tektury lub arkusz bristolu o wymiarach ok. 1 m x 1 m
- ołówek
- sznurek
- nożyczki
- taśma klejąca
- klej do papieru lub drewna
- pistolet do klejenia na gorąco z klejem

Wykonanie

1. Narysujcie na tekturze okrąg o średnicy ok. 70 cm. Okrąg nie musi mieć idealnego kształtu. Możecie go wyznaczyć za pomocą sznurka. Najpierw narysujcie ołówkiem dwie średnice przecinające się pod kątem prostym (punkt przecięcia powinien znajdować się mniej więcej pośrodku arkusza tektury). Połączcie końce narysowanych odcinków sznurkiem w kształt jak najbliższy okręgowi, a następnie wykreślcie linię biegnącą wzdłuż sznurka.
2. Wytnijcie okrąg wzdłuż narysowanej linii.



Uwaga!

Przetnijcie tekturę znajdującą się poza wyznaczonym obszarem okręgu tylko w jednym miejscu. Będzie wam ona potrzebna do wykonania podstawy makiety.

3. Zmierzcie sznurkiem obwód okręgu i zaznaczcie na sznurku jego długość kawałkiem taśmy.
4. Z pozostałego kawałka tektury odetnijcie kilka pasków o szerokości ok. 5 cm. Ich łączna długość powinna wynosić o 1–2 cm więcej niż długość obwodu zaznaczona na sznurku.
5. Sklejcie paski razem, używając taśmy klejącej.



- Wykonajcie z nich obwódkę wokół okręgu i przyklejcie ją klejem lub taśmą od spodu okręgu, żeby powstała podstawa makiety. Jeżeli pasek jest za długi, sklejcie jego końce od środka „na zakładkę”.
- Przyklejajcie do okręgu kawałki węgla, aby stworzyć fragment powierzchni planetoidy. Do większych kawałków możecie użyć kleju na gorąco, do mniejszych – zwykłego kleju do drewna lub papieru.

3 Model sondy OSIRIS-REx

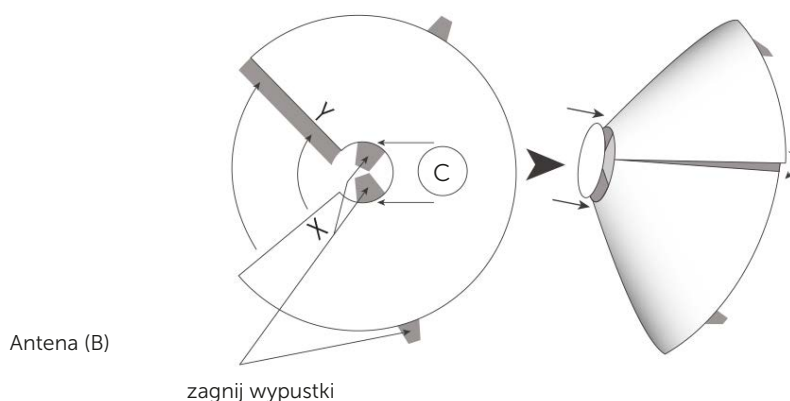
Materiały i narzędzia

- kopia [arkusza do wycinania](#) na papierze technicznym (załącznik 3)
- nożyczki
- klej



Wykonanie

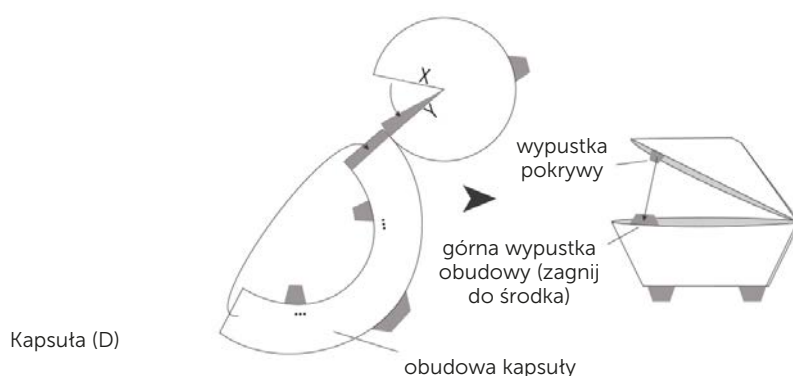
- Wytnijcie elementy modelu sondy z arkusza do wycinania razem z białymi wypustkami. Nie przecinajcie linii ciągłych i kropkowanych zaznaczonych na elementach.
- Zwińcie antenę (B) w stożek zadrukowaną stroną na zewnątrz. Przyklejcie część X na wypustkę Y. Zagnijcie małe wypustki i naklejcie na wypustki w górnej części stożka szczyt anteny (C).



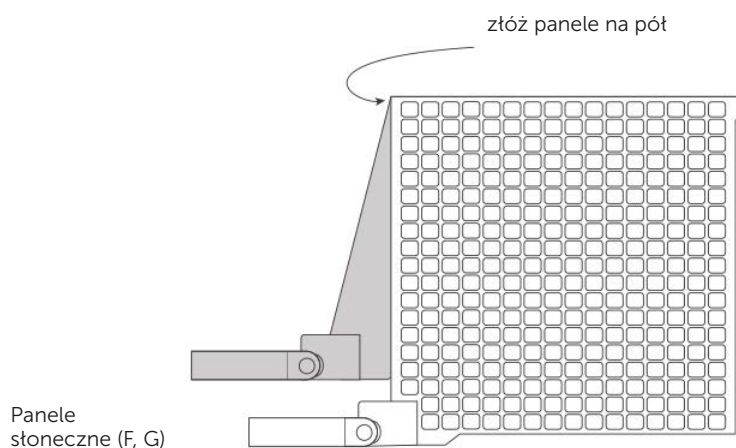
Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy

3. Zwińcie pokrywę kapsuły (D) w stożek zadrukowaną stroną na zewnątrz. Przyklejcie część X na wypustkę Y. Powtórzcie te czynności z pierścieniem stanowiącym dolną część kapsuły. Zagnijcie do środka górną wypustkę obudowy kapsuły i naklejcie na nią wypustkę pokrywy.



4. Zegnijcie panele słoneczne (F, G) na pół wzdłuż białej linii zadrukowanej stroną na zewnątrz. Sklejcie obie połowki ze sobą.



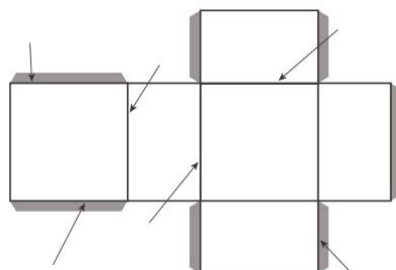
5. Zagnijcie obudowę sondy (A) w dół wzdłuż linii zaznaczonych strzałkami na rysunku. Na razie nic nie sklejać.

Załącznik 2

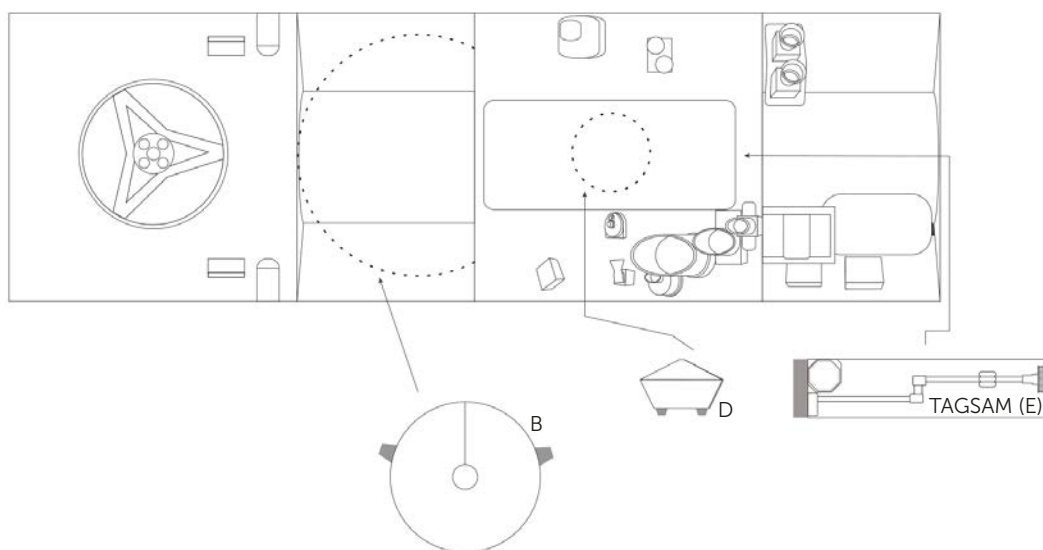
Arkusz ćwiczeniowy



Obudowa sondy (A)



6. Zagnijcie w dół wypustki przy dolnej krawędzi anteny (B). Umieście antenę na obudowie sondy (A) na obszarze niepełnego koła zaznaczonego wykropkowaną linią. Przyklejcie wypustki anteny (B) do obudowy (A).
7. Zagnijcie w dół wypustki przy dolnej krawędzi obudowy kapsuły (D). Umieście kapsułę na obudowie sondy (A) na obszarze małego koła zaznaczonego wykropkowaną linią. Przyklejcie wypustki kapsuły (D) do obudowy (A).
8. Zegnijcie automatyczne ruchome ramię TAGSAM (E) na pół wzdłuż białej linii zadrukowanej stroną na zewnątrz. Sklejcie obie połowki ze sobą. Zagnijcie wypustkę w dół pod kątem prostym i przyklejcie do obudowy sondy (A) w miejscu wskazanym na rysunku.

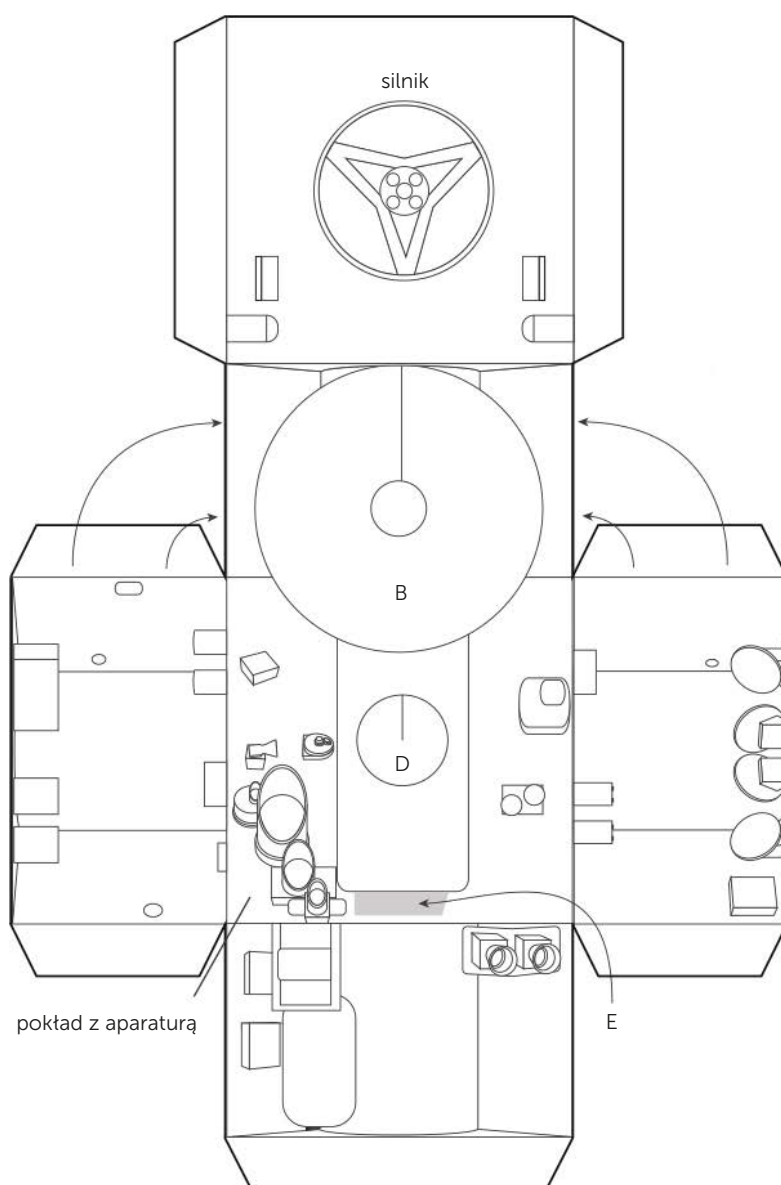


Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy



9. Zagnijcie wypustki obudowy sondy (A) w dół. Złóżcie obudowę w taki sposób, aby powstało pudełko. Przyklejcie wypustki pudełka do przylegających fragmentów od wewnętrznej strony, jak pokazano na rysunku. Zaczynajcie od czterech wypustek pokładu z aparaturą. Nie sklejać wypustek części z silnikiem – najpierw trzeba tam zamontować panele słoneczne.

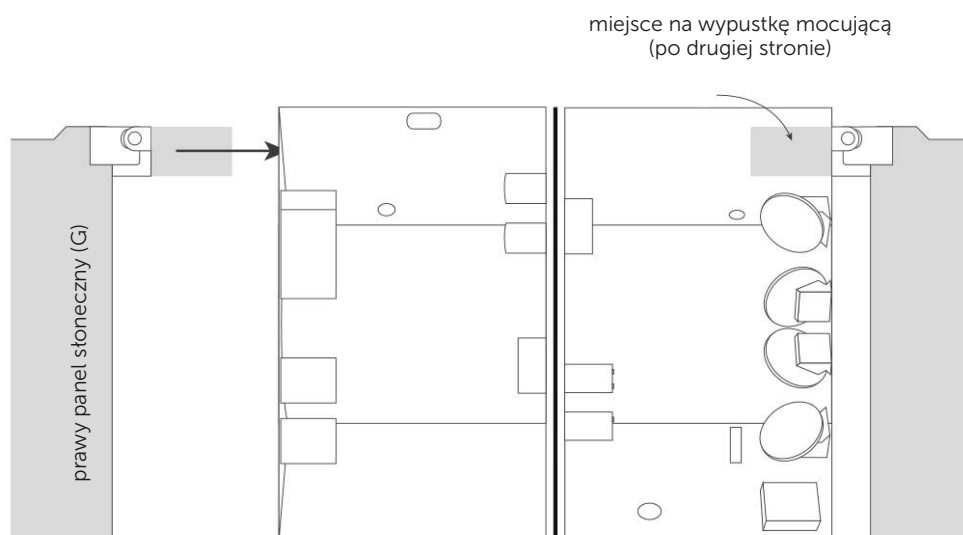


Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy



10. Przyklejcie wypustki paneli słonecznych (F, G) od wewnątrz odpowiedniej części obudowy sondy (A), jak pokazano na rysunku. Każdy panel powinien być umieszczony równoległe do boku, przy którym jest zamontowany. Strona z panelami powinna znajdować się na górze. Zamontowane panele zegnijcie przy mocowaniu lekko w górę, aby razem ułożyły się w kształt litery V. Zamknijcie górną część (z silnikiem) obudowy sondy (A) i przyklejcie wypustki od wewnątrz do odpowiednich części, podobnie jak w punkcie 9.





4 Ruchome ramię sondy

Ten model wykonacie wspólnie – poszczególne części skonstruujecie w grupach, a następnie połączycie je w całość z pomocą nauczyciela. Zaznacz część, którą robisz ze swoją grupą, wpisując w okienko obok tej części znak ✓.



Uwaga!

Przy używaniu piły i wiertarki zachowaj ostrożność i przestrzegaj zasad bezpieczeństwa. Postępuj się tymi narzędziami w wyznaczonym miejscu i nie przenoś ich w trakcie pracy. Upewnij się, że twoi koledzy i koleżanki znajdują się w bezpiecznej odległości. Nie obsługuj wiertarki (i innych urządzeń elektrycznych) mokrymi rękami.

Materiały i narzędzia

- 48 szpatulek laryngologicznych
- 2 strzykawki o pojemności 20 ml
- 2 strzykawki o pojemności 10 ml
- gumowy wężyk (np. do kroplówki) o przekroju 3 mm
- 4 cienkie drewniane patyczki po lodach
- listewka o kwadratowym przekroju 1 cm x 1 cm i długości ok. 20 cm
- drewniany kołek o długości 7 cm i średnicy ok. 0,5 cm
- wykałaczka
- 2 opaski zaciskowe (tzw. trytytki)
- taśma izolacyjna
- klej na gorąco
- pistolet do klejenia na gorąco
- mocne nożyczki
- wiertła nr 3 i 6
- gwóźdź
- taśma miernicza lub linijka
- woda
- piła do drewna
- wiertarka

Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy



Wykonanie

Podstawa ramienia



Przygotujcie: 29 szpatulek laryngologicznych, listewkę, drewniany kołek.

1. Odetnijcie piłą z listewki trzy kawałki – każdy w odległości 1 cm od krawędzi. Otrzymacie trzy sześciany o boku 1 cm.
2. W jednym sześcianie wywierćcie wiertłem nr 6 otwór (prawie na wylot) pośrodku dowolnego boku.
3. Połączcie 27 szpatulek klejem na gorąco, tworząc konstrukcję podstawy. Wzorujcie się na zdjęciach (1, 2), zwracając uwagę na wygląd podstawy od spodu (1) i z wierzchu (2).
4. Doklejcie szpatułkę pod kątem prostym do podstawy od strony wierzchniej (2) wzdłuż prostokątnej przestrzeni przy środkowej części konstrukcji. Ułóżcie wzdłuż niej sześciany, umieszczając w środku sześcian z otworem.
5. Przetnijcie nożyczkami szpatułkę na pół i wsuńcie pomiędzy środkowy sześcian i sześciany boczne po połowce szpatułki. Przyklejcie wszystkie elementy klejem na gorąco.
6. Wsuńcie w sześcian z otworem drewniany kołek i przyklejcie. To będzie element mechaniczny ramienia.



Zdjęcie 1



Zdjęcie 2

Załącznik 2

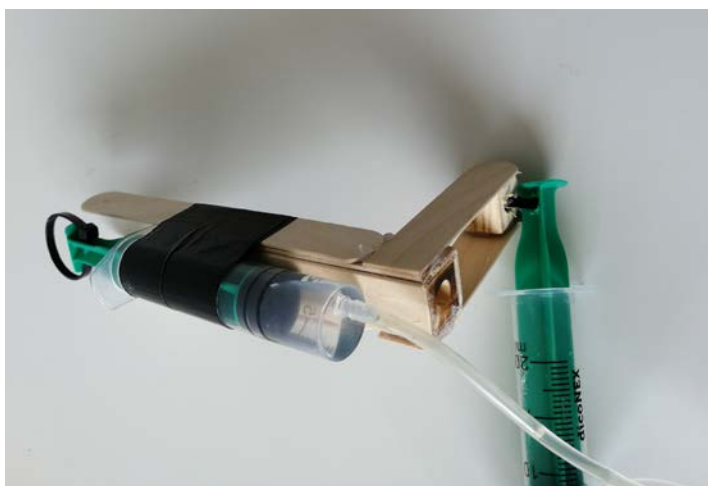
Arkusz ćwiczeniowy

Część pierwsza ramienia



Przygotujcie: 6 szpatulek laryngologicznych, listewkę.

1. Odetnijcie piłą z listewki kawałek o długości 1 cm, żeby powstał sześcián, oraz kawałek o długości 6 cm.
2. W jednym z kwadratowych boków dłuższego kawałka listewki wiertłem nr 6 wywierćcie pośrodku otwór na głębokość ok. 5 cm (otwór powinien pasować do kołka z podstawy), a sześcián przewierćcie pośrodku dowolnego boku na wylot (możecie użyć grubszego lub cieńszego wiertła).
3. Przytnijcie nożyczkami 2 szpatułki na długość 6 cm (tyle, ile ma listewka). Przyklejcie je wzdłuż przeciwległych boków listewki.
4. Odetnijcie nożyczkami z 2 szpatulek ok. $\frac{1}{3}$ ich długości, i przyklejcie je odciętymi końcami do pozostałych dwóch boków listewki przy tym końcu, w którym jest wywiercony otwór, ale prostopadle do niej – jedną od spodu, a drugą z wierzchu. Pomiedzy wystające końce szpatulek wklejcie sześcián w taki sposób, żeby otwór w sześcianie był skierowany w tę samą stronę co otwór w listewce. Wzorujcie się na zdjęciach (3, 4).
5. Z tych samych stron listewki, ale wzdłuż niej przyklejcie po jednej całej szpatułce (końce szpatulek będą wystawać poza listewkę na ok. $\frac{1}{3}$ ich długości). W wystających końcach zróbcie gwoździem otworki na wykałaczkę, tworząc ruchomy zawias, który będzie łączył dwie części ramienia.



Zdjęcie 3



Zdjęcie 4

Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy

Część druga ramienia



Przygotujcie: 12 szpatulek laryngologicznych, listewkę, 4 patyczki po lodach.

1. Odetnijcie piłą z listewki dwa kawałki o długości 4 cm. Oklejcie je z czterech dłuższych boków szpatułkami. Starajcie się umieścić listewkę pośrodku długości szpatułki i pilnujcie, żeby końce szpatulek układały się równo.
2. Połączcie listewki czterema szpatułkami, doklejając je na szpatułkach oklejających listewki mniej więcej w odległości $\frac{1}{4}$ od końca szpatulek, jak pokazano na zdjęciach (5, 6).
3. Na jednym końcu powstałej długiej części przyklejcie od środka szpatułki wzdłuż niej patyczek po lodach, tak, żeby kawałek patyczka wystawał poza krawędź szpatułki. Doklejcie do niego prostopadle następny patyczek (podstawa), a do jego krawędzi dwa kolejne (ramiona), żeby utworzyły trójkąt. To będzie wasz podnośnik.
4. Na drugim końcu tej części ramienia w dwóch szpatułkach zróbcie gwoździem otworki na wykałaczkę tak, aby układała się równolegle do patyczka tworzącego podstawę trójkąta.



Zdjęcie 5



Zdjęcie 6

Załącznik 2

Arkusze ćwiczeniowy

Mechanizm sterujący



Przygotujcie: wężyk, 2 strzykawki o pojemności 20 ml, 2 strzykawki o pojemności 10 ml, szpatułkę laryngologiczną, listewkę, 2 opaski zaciskowe (trytytki), taśmę izolacyjną, wodę.

1. Przetnijcie wężyk i szpatułkę laryngologiczną nożyczkami na pół.
2. Tłoki dwóch większych strzykawek przewierćcie na wylot tuż przed szerszym zakończeniem tłoka.
3. Dobierzcie strzykawki w pary: jedną mniejszą i drugą większą z otworem w tłoku. Połączcie pary od strony otworu w tulei – każdą za pomocą połówki wężyka.
4. Mniejsze strzykawki ułóżcie równolegle i umieśćcie pomiędzy nimi dla wzmocnienia dwie połówki szpatułki laryngologicznej, a następnie połączcie strzykawki ze sobą, owijając je razem ze szpatułką taśmą izolacyjną, jak pokazano na zdjęciu (7).
5. Przez otwory w tłokach większych strzykawek przeciągnijcie opaski zaciskowe (trytytki). Jedną z trytytek przeciągnijcie przez sześćian przy krótszym fragmencie pierwszej części ramienia i zaciśnijcie. Umożliwi to ruch ramienia w górę i w dół. Drugą strzykawkę przymocujcie do dłuższego kawałka pierwszej części ramienia, owijając oba elementy taśmą izolacyjną, jak pokazano na zdjęciu (8).
6. Napętnijcie strzykawki wodą – zdejmijcie wężyk z tulei większej strzykawki z każdej pary i nabierzcie przez wężyk do mniejszej strzykawki tyle wody, żeby strzykawka była niemal pełna (starajcie się, by do wężyka i tulei nie dostało się powietrze). Nałóżcie z powrotem wężyk na większą strzykawkę z pary. Przyklejcie wężyki do tulei wszystkich strzykawek klejem na gorąco. Wody powinno wystarczyć, żeby tłoki działały na zmianę.



Zdjęcie 7



Zdjęcie 8

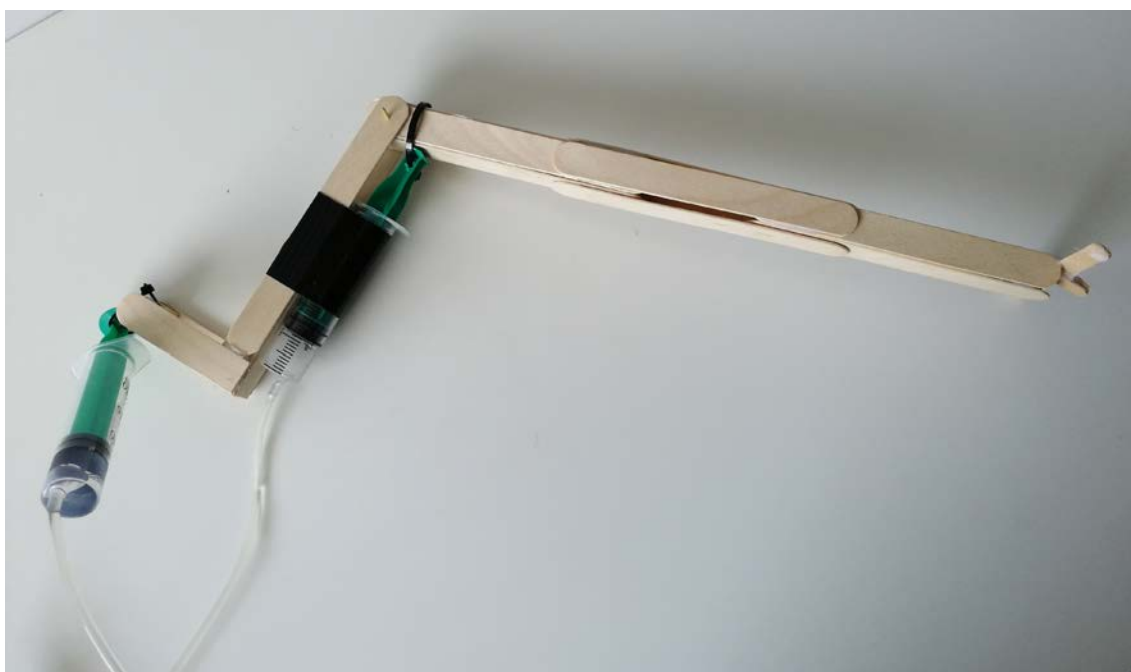
Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy

Łączenie w całość

Przygotujcie: wykałaczkę.

1. Nałóżcie pierwszą część ramienia od strony zawiasu (z otworami) prostopadłe na drugą część ramienia od strony z otworami i przetóńcie przez wszystkie cztery otwory wykałaczkę, tworząc pełne, dwuelementowe ramię. Dzięki zawiasowi dłuższą część ramienia zawsze można odmontować i złożyć model, żeby nie zajmował zbyt dużo miejsca. Trytytkę strzykawki przymocowanej do pierwszej części ramienia zaciśnijcie na drugiej części ramienia przy zawiasie, wzorując się na zdjęciu (9). Umożliwi to ruch ramienia w prawo i w lewo.
2. Połączcie ramię z podstawą, nakładając otwór w listewce pierwszej części ramienia na kołek podstawy. Przyklejcie strzykawkę przymocowaną do tej części ramienia do podstawy, jak pokazano na zdjęciu (10).
3. Cały układ powinien przypominać ten przedstawiony na ostatnim zdjęciu (11). Sprawdźcie, czy wszystkie elementy działają.



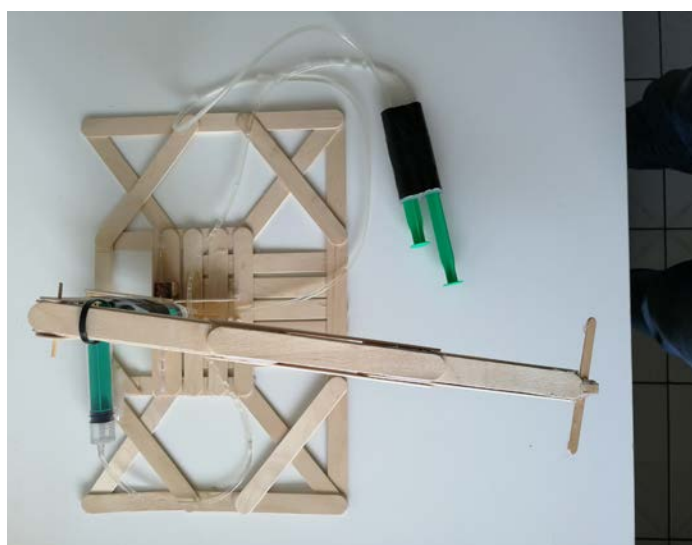
Zdjęcie 9

Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy



Zdjęcie 10



Zdjęcie 11



5 Zbudujcie swój kosmiczny próbnik

Materiały i narzędzia

- butelka plastikowa o pojemności 1 l
- 2 słomki do napojów o dwóch grubościach (tak aby jedna miała trochę mniejszą średnicę od drugiej)
- 4 szpatułki laryngologiczne
- 4 gumki recepturki
- taśma izolacyjna
- gwóźdź





Wykonanie

1. Odetnijcie plastikową butelkę na wysokości ok. 10 cm od otworu w szyjce.
2. Weźcie dwie szpatułki laryngologiczne i połączcie je taśmą izolacyjną w taki sposób, aby odległość między nimi wynosiła tyle co grubość grubszej słomki.



3. Ułóżcie szpatułki na odciętej krawędzi butelki i starannie do niej przyklejcie taśmą izolacyjną, pozostawiając w środku otwór na słomkę.



Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy



4. Oklejcie taśmą izolacyjną otwór w szyjce butelki i zróbcie na środku gwoździem otwór na cieńszą słomkę.



5. Wykonajcie tłok – włożcie grubszą słomkę między dwie pozostałe szpatułki i ściągnijcie całość gumką recepturką.



Załącznik 2

Arkusz ćwiczeniowy

6. Wsuńcie rurkę tłoka pomiędzy szpatułki przy odciętej krawędzi butelki.
7. Wsuńcie cieńszą słomkę w przygotowany otwór w taśmie od strony szyjki. Zamocujcie ją w otworze, owijając słomkę razem z szyjką taśmą izolacyjną.



8. Połączcie wewnątrz obie słomki, wsuwając cieńszą do grubszej.
9. Przytnijcie części słomek (wewnętrznej i zewnętrznej) wystające z szyjki na taką samą długość.



Próbnik gotowy! Naciskaj tłok i pobieraj próbki. Udanego próbkowania!

Załącznik 3

Arkusz do wycinania



Dwuwymiarowy model sondy OSIRIS-REx



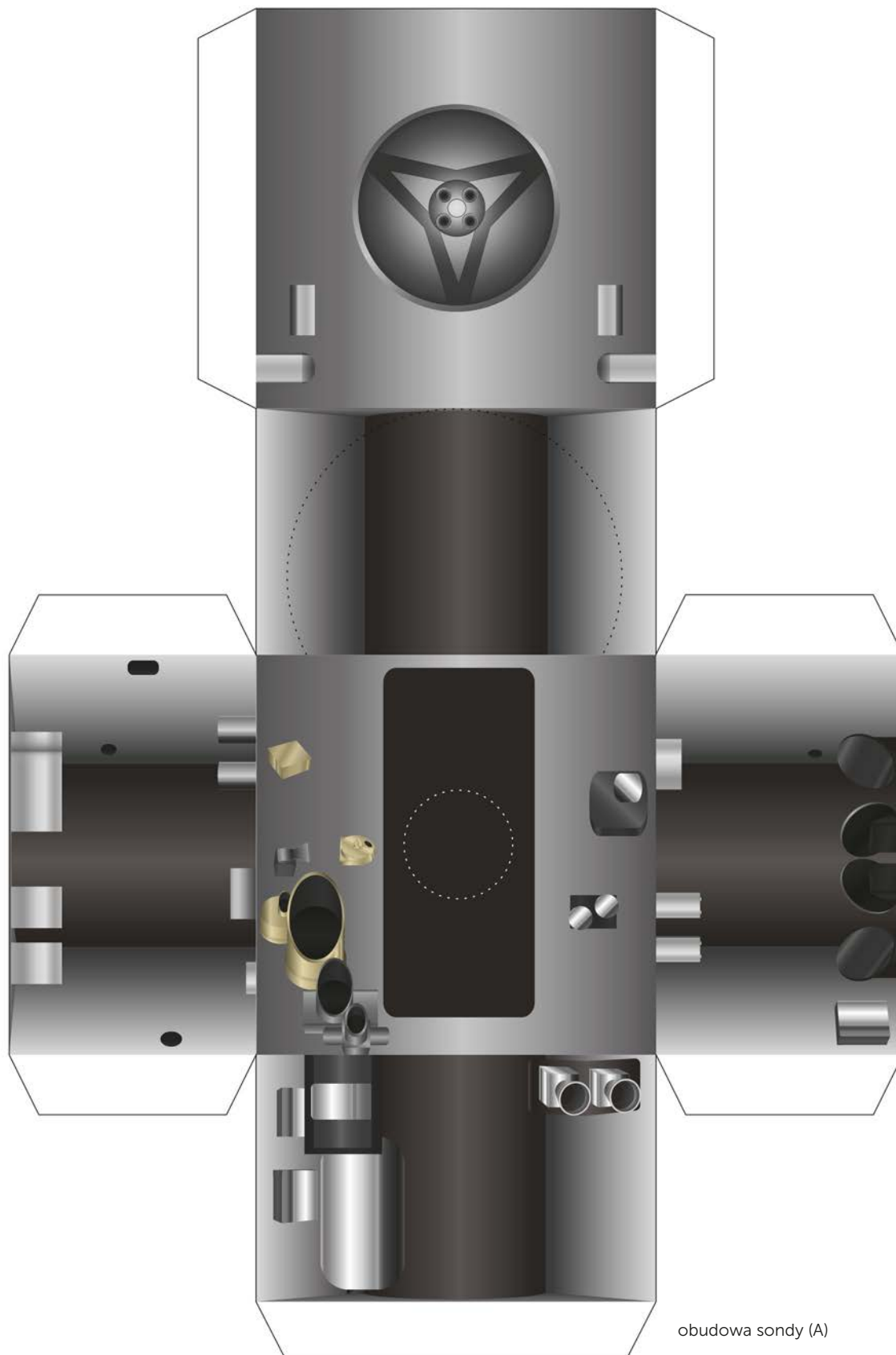
Źródło: <https://www.asteroidmission.org/galleries/collectables/>
<https://www.asteroidmission.org/wp-content/uploads/2017/05/MyOSIRISRExPocketSpacecraft.pdf>

Załącznik 3

Arkusz do wycinania



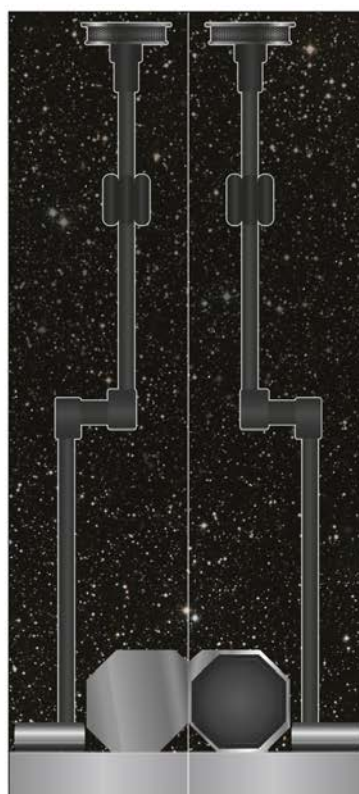
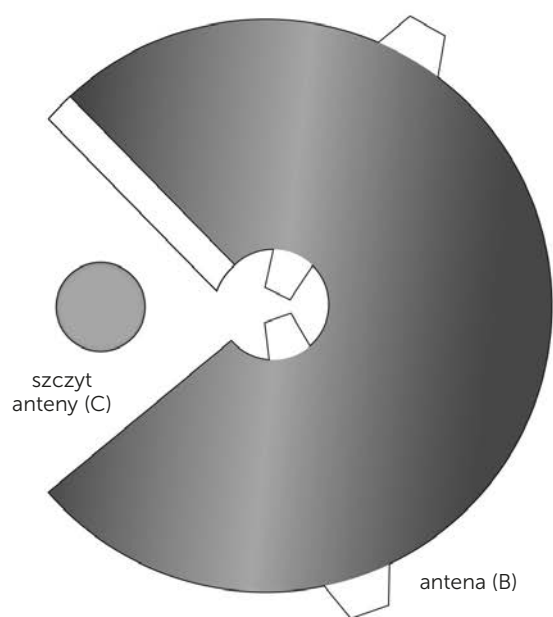
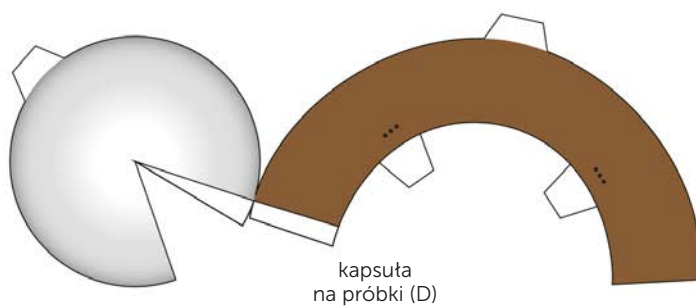
Trójwymiarowy model sondy OSIRIS-REx



obudowa sondy (A)

Załącznik 3

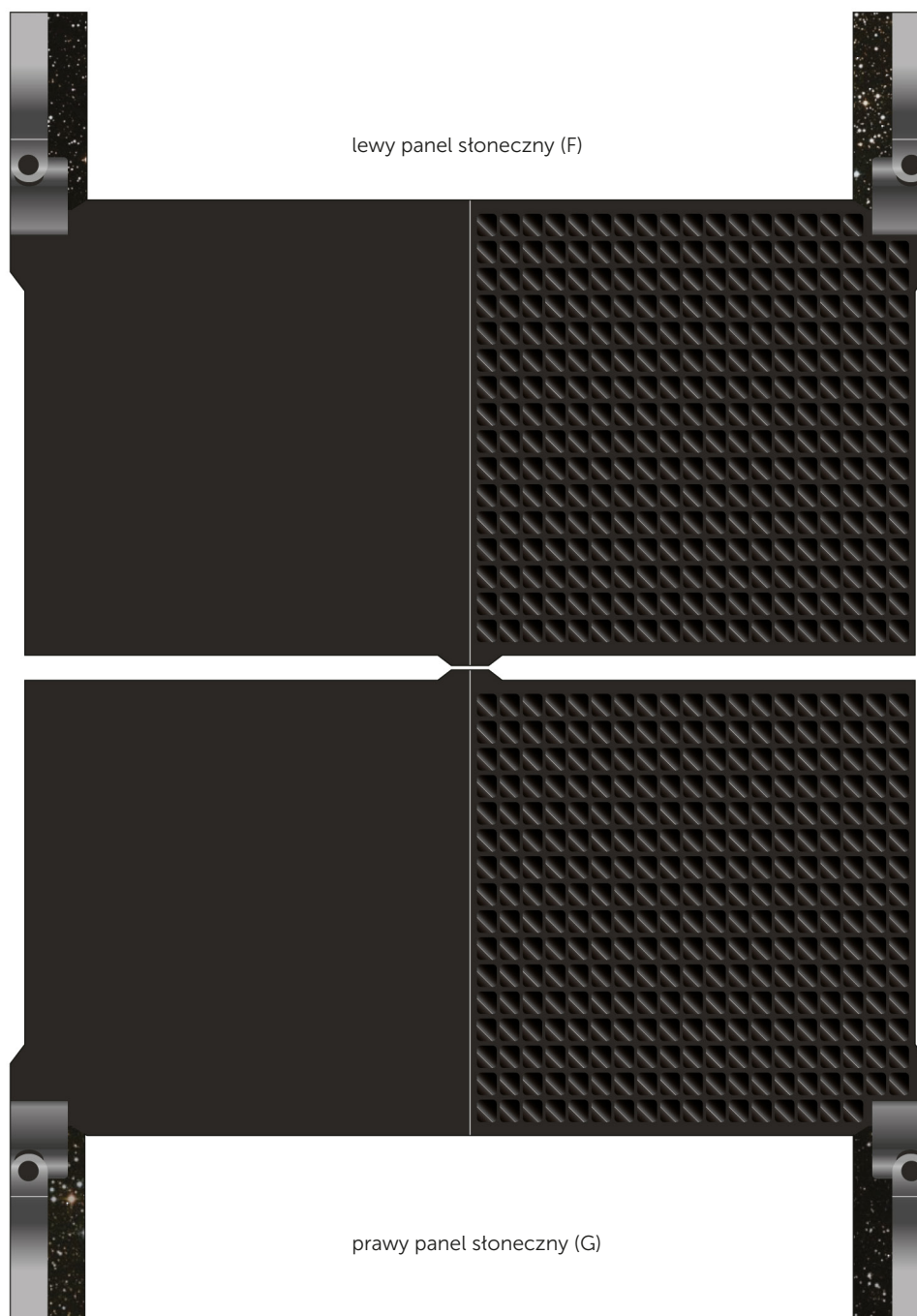
Arkusz do wycinania



automatyczne ruchome ramię TAGSAM (E)

Załącznik 3

Arkusz do wycinania



Źródło: <https://www.asteroidmission.org/wp-content/uploads/2016/02/OSIRIS-REx-Paper-Spacecraft-Model-Simple-Version-Small.pdf>
<https://www.asteroidmission.org/galleries/collectables/>

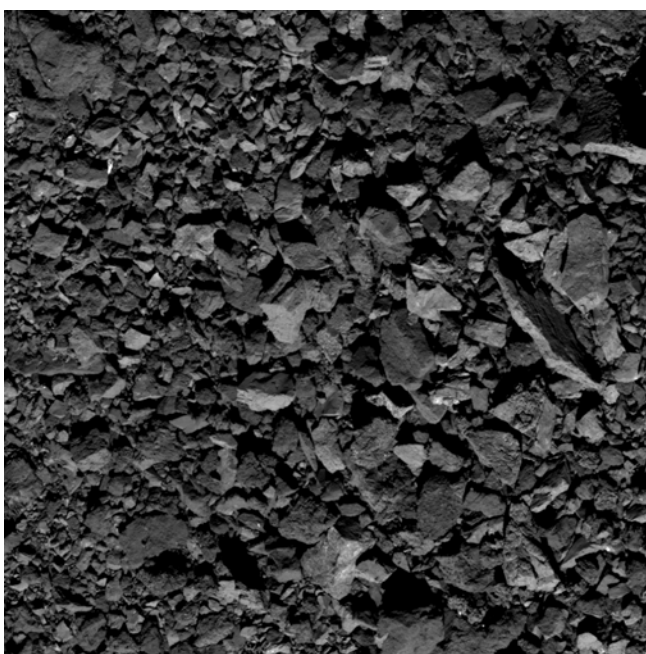
Załącznik 4

Zdjęcia powierzchni Bennu



Północne kratery Bennu

<https://www.asteroidmission.org/20190412-northern-crater/>

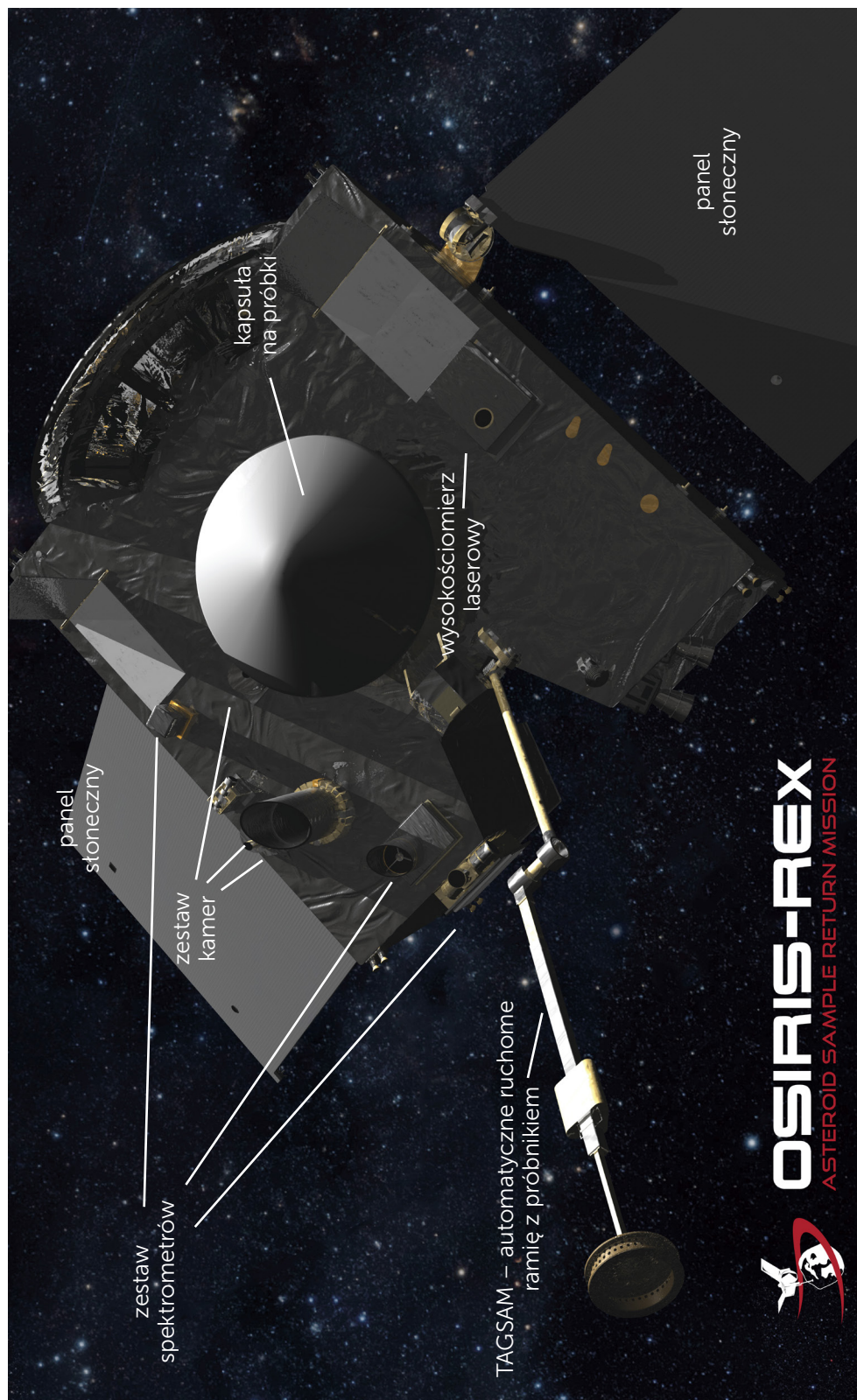


Skalisty region blisko równika Bennu

<https://www.asteroidmission.org/20190412gradient/>

Załącznik 5

Budowa sondy OSIRIS-REx

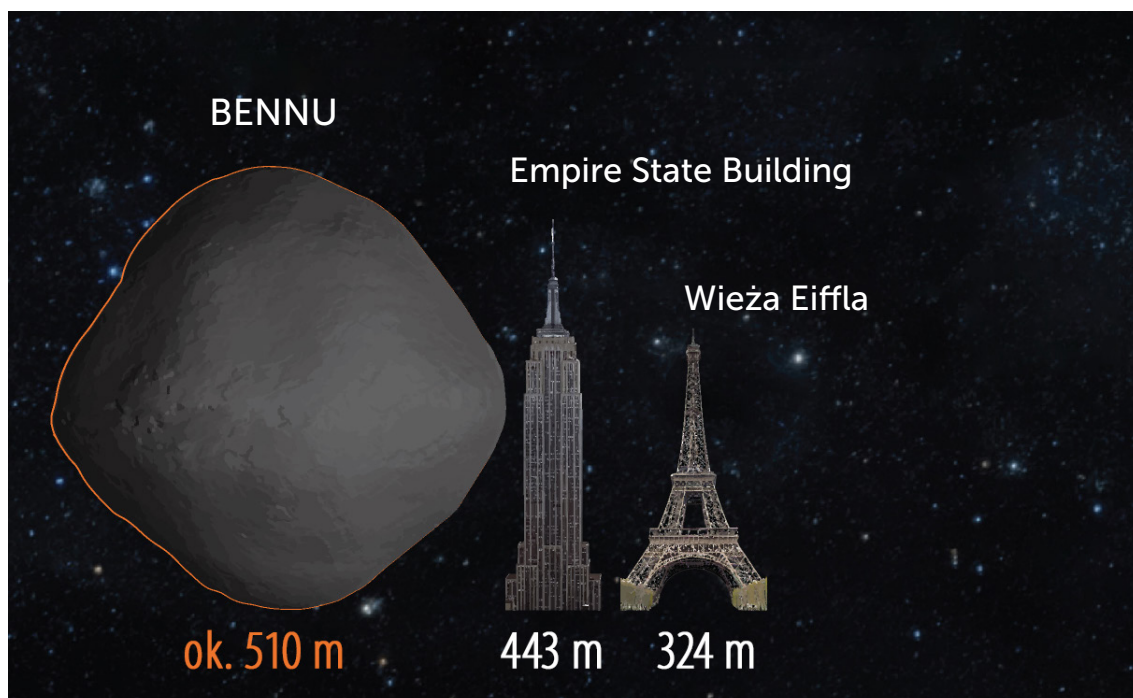


Aparatura sondy OSIRIS-REx

Źródło: https://www.asteroidmission.org/?attachment_id=721#main

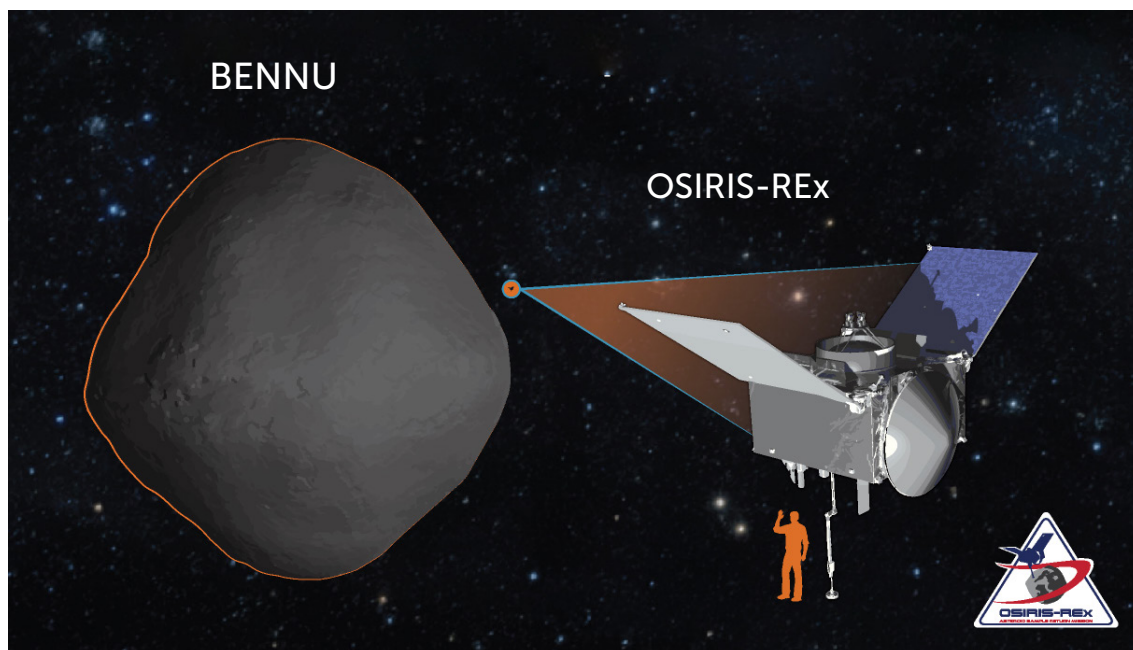
Załącznik 5

Rozmiary planetoidy Bennu i sondy OSIRIS-REx



Jak duża jest planetoida Bennu?

Źródło: <https://www.asteroidmission.org/bennu-height-landmark-comparison/>



Jak duża jest sonda OSIRIS-REx w porównaniu do Bennu?

Źródło: <https://www.asteroidmission.org/orex-bennu-human-size-comparison/>