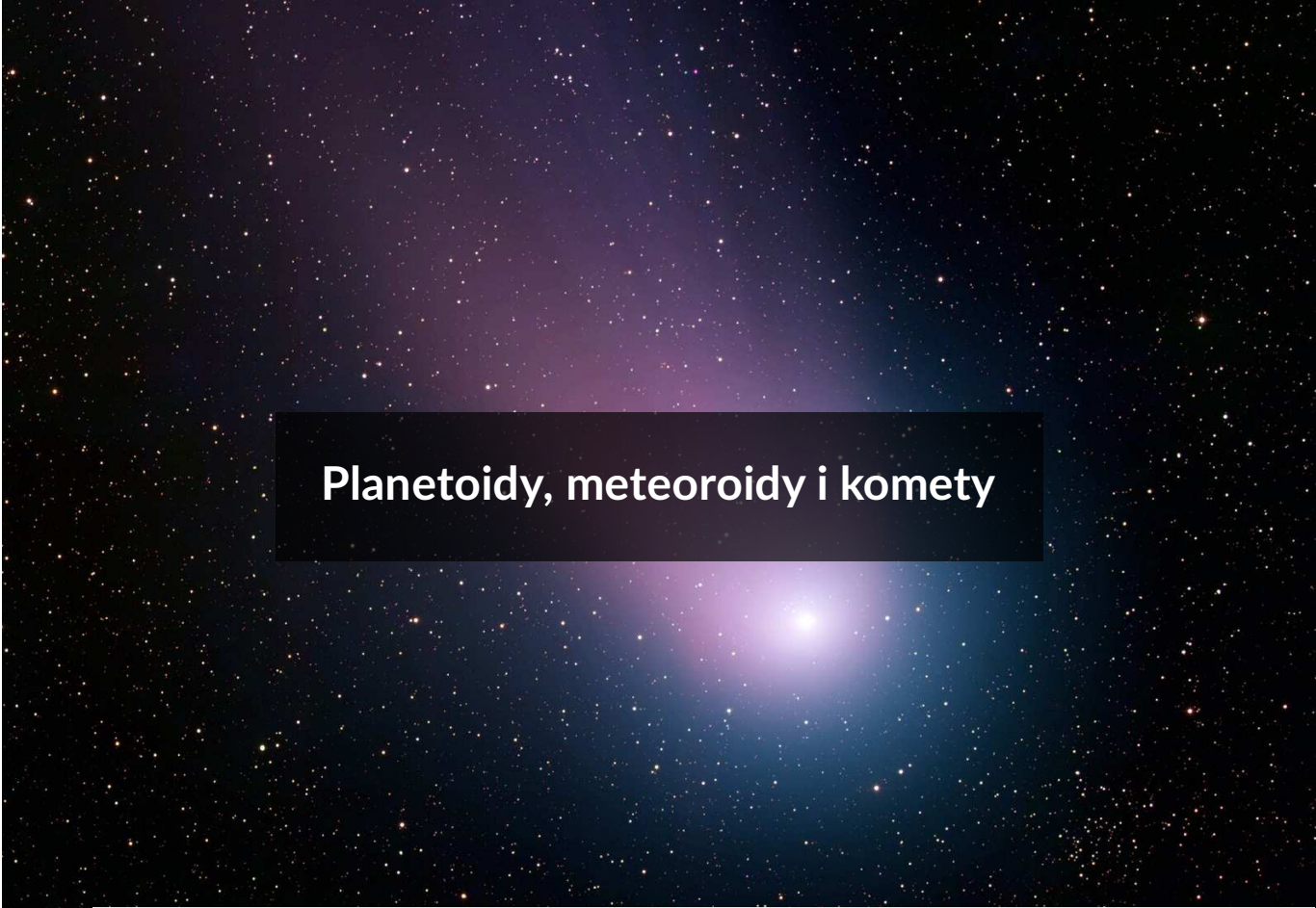




Planetoidy, meteoroidy i komety

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



Planetoidy, meteoroidy i komety

Źródło: dostępny w internecie: <https://wallpapercave.com/wp/IDFrLal.jpg> [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Czy to nie ciekawe ?

Kiedy słyszysz - Układ Słoneczny, przed Twoimi oczami zapewne ukazuje się widok Słońca i planet krążących wokół niego. Jednak układy planetarne to nie tylko duże ciała niebieskie, takie jak planety i ich księżyce, ale również drobne obiekty. Takich małych ciał w Układzie Słonecznym są miliardy, a większość z nich jest cały czas nieodkryta i niezbadana. Drobne ciała niebieskie możemy podzielić na trzy główne grupy: planetoidy, meteoroidy i komety. Ale czym one się od siebie różnią? Jak wyglądają? I najważniejsze pytanie: skąd się biorą? Często w telewizji, Internecie lub radiu można usłyszeć o planetoidzie zagrażającej Ziemi. Niektóre teorie mówią o tym, że właśnie kolizja planetoidy z Ziemią kilkadziesiąt milionów lat temu sprawiła, że dinozaury wyginęły. Czy to prawda? Czy możemy przewidzieć i zapobiec zderzeniu Ziemi z innym ciałem niebieskim? Jak duże straty mogą spowodować komety, planetoidy i meteoroidy? O tym dowiesz się w tym e-materiale.



Rys. a. Deszcz meteorów utrwalony z wykorzystaniem wydłużonego czasu naświetlania pozwala nam uświadomić sobie, jak liczne obiekty napotyka Ziemia w swoim ruchu wokół Słońca.

Źródło: dostępny w internecie:

https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/side_image/public/thumbnails/image/geminid20091209-full.jpg?itok=xKYZ96Jg
[dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Twoje cele

- poznasz różnicę pomiędzy drobnymi ciałami niebieskimi,
- zrozumiesz, jak powstają meteoryty,
- poznasz budowę komet i planetoid.

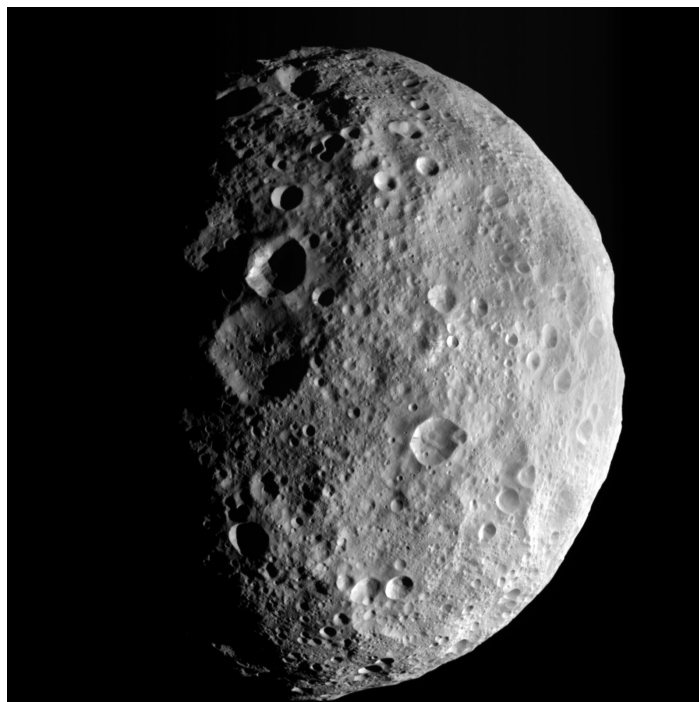
Przeczytaj

Warto przeczytać

1. Planetoidy

Zgodnie z [teorią Titiusa-Bodego](#) z XVIII wieku, pomiędzy planetami Marsem i Jowiszem powinna znajdować się planeta na orbicie o promieniu 2.8 [AU](#). Jednak w tamtych czasach nikt nie zaobserwował planety w takiej odległości od Słońca. Dopiero w 1801 roku, włoski astronom Palermo G. Piazzi odkrył niewielkie ciało poruszające się po orbicie, której wielka półoś wynosi 2.77 [AU](#). Odległość tego ciała od Słońca była zgodna z [regułą Titiusa-Bodego](#). Ciało było niewielkie i przypominało gwiazdę, lecz poruszało się po nieboskłonie podobnie do ruchu planet. Drobną planetkę nazwano Ceres. Następne lata przyniosły kolejne odkrycia małych planetek, które nazwano w kolejności odkrycia: Pallas, Juno, Westa. Trzecia i czwarta planetka miały nieco mniejsze orbity niż Ceres i Pallas. Środowisko astronomiczne zdecydowało nazywać te obiekty planetoidami lub asteroidami. W języku polskim stosuje się zazwyczaj tę pierwszą nazwę, natomiast w języku angielskim powszechnie używanym w astronomii tę drugą. Obecnie obszar pomiędzy orbitą Marsa i Jowisza nazywany jest pasem planetoid. Do końca 2019 roku znanych było prawie 800 000 planetoid, ale każdego roku odkrywane są kolejne.

Na przełomie XX i XXI wieku odkryto, że poza orbitą Plutona również znajdują się drobne ciała niebieskie. Obszar ten nazywany jest [pasem Kuipera](#). Jest znacznie większy niż pas planetoid i prawdopodobnie zawiera znacznie więcej planetoid. Ponadto w 2006 roku [Międzynarodowa Unia Astronomiczna](#) (International Astronomical Union) wprowadziła dodatkowy typ ciał niebieskich znajdujących się w Układzie Słonecznym – planety karłowate. Kilka obiektów, nazywanych planetoidami trafiła do grupy planet karłowatych. Taki los spotkał między innymi Ceres. Tym samym planetoida Westa stała się największą planetoidą pasa planetoid.



Rys. 1. Planetoida Westa. Zdjęcie wykonane przez sondę kosmiczną Dawn w sierpniu 2012 roku. Dzięki tej misji jest też jedną z niewielu dokładnie zbadanych planetoid. Westa jest największą znaną planetoidą krążącą w pasie planetoid. Sonda Dawn wykluczyła, żeby Westa była planetą karłowatą. Mimo kulistego kształtu planetoida ta nie zachowuje równowagi hydrostatycznej, czyli jednego z dwóch warunków niezbędnych do zakwalifikowania jako planeta karłowata.

Źródło: dostępny w internecie: https://solarsystem.nasa.gov/system/content_pages/main_images/209_4_vesta_main.jpg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Wszystkie ciała niebieskie Układu Słonecznego są pozostałością po pierwotnej mgławicy, z której powstał cały Układ Słoneczny, również planetoidy. Jednak ze względu na bardzo małe rozmiary, bardzo trudno się je bada. Dopiero rozwój techniki XXI wieku a także misje badawcze umożliwiły dokładniejszą analizę takich obiektów. Ogromna liczba odkrywanych planetoid sprawiła, że zaczęto segregować je na różne typy i grupy występowania.

Planetoidy dzieli się na trzy główne typy związane z ich składem chemicznym.

1. typ C (chondryty) – najbardziej powszechne, składają się z krzemianów, węgla i związków węgla.
2. typ S (kamienne) – składają się z krzemianów i niklu.
3. typ M (metaliczne) – składające się w znacznej części z niklu i żelaza.

Ponadto planetoidy dzieli się również ze względu na ich położenie:

- planetoidy najbliższe Ziemi (prawdopodobnie są to pozostałości po „umarłych” kometach):

- grupa Atiry i grupa Ateny – poruszają się wewnątrz orbity Ziemi;
- grupa Apollo – przecinają orbitę Ziemi i Wenus;
- grupa Amora – zbliżają się do Ziemi w ruchu dookoła Słońca;

- pas planetoid;
- trojańczycy, czyli planetoidy znajdujące się w punktach libracyjnych masywnych planet tzw. punktach Lagrange'a;
- centaury, które krążą głównie pomiędzy orbitami Saturna i Neptuna;
- obiekty transneptunowe (wszystkie znajdujące się poza orbitami planet):
 - plutonki (ang. *plutino*) – planetoidy w **pasie Kuipera** w **rezonansie orbitalnym** 3:2 z Neptunem lub Plutonem;
 - twotino – planetoidy w **pasie Kuipera** w **rezonansie orbitalnym** 2:1 z Neptunem (nazwa pochodzi od kombinacji wyrazów *two* (ang. dwa) – i *plutino*);
 - cubewano – planetoidy w **pasie Kuipera** bez oznak **rezonansu orbitalnego** z innymi ciałami (nazwa pochodzi od oznaczenia tymczasowego pierwszego odkrytego obiektu z tej grupy QB₁, czyt. *kiu-bi-uan-ou*);
- obiekty **dysku rozproszonego**;
- **obiekty odłączone**.



Rys. 2. Planetoida Ida i jej księżyc Daktyl. Zdjęcie wykonane przez sondę Galileo w sierpniu 1993 roku. Daktyl był pierwszym odkrytym księżycem okrążającym inne ciało niebieskie niż planeta.

Źródło: dostępny w internecie: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpeg/PIA00069.jpg> [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.



Rys. 3. Planetoida Eros. Zdjęcie wykonane przez NEAR, niskobudżetowy statek kosmiczny budowany przez NASA w programie NASA's Discovery. Struktura powierzchni Eros jest bardzo podobna do tych zaobserwowanych na planetoidzie Gaspra. Gaspra jest pierwszą planetoidą odwiedzoną przez sondę kosmiczną. Miało to miejsce w październiku 1991 roku dzięki misji Galileo.

Źródło: dostępny w internecie: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/jpeg/PIA02480.jpg> [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Planetoidy wskutek zderzeń z innymi drobnymi ciałami niebieskimi, głównie innymi planetoidami, lub w wyniku oddziaływania grawitacyjnego planet mogą rozpaść się na mniejsze fragmenty. Odłamek planetoidy nazywamy meteoroidem.

2. Meteoroidy i ich przemiany

Meteoroidy, meteory i meteoryty to tak naprawdę te same drobne odłamki planetoid, ale mają różne nazwy zależne od tego, gdzie je widzimy.

Meteoroidy to drobne kosmiczne skały o rozmiarach od kilku centymetrów do kilku metrów krążące w przestrzeni kosmicznej. Zazwyczaj tak jak i planetoidy okrążają Słońce zgodnie z trajektorią, jaką nadała im siła, która je wytworzyła (podczas oderwania od planetoidy). Ze względu na małe rozmiary te kosmiczne skały przyciągane są przez pole grawitacyjne większych obiektów i ściągane są na powierzchnie planetoid, księżyców i planet.



Rys. 4. Zdjęcie wykonane z Międzynarodowej Stacji Kosmicznej w sierpniu 2011 roku przez jednego z astronautów. Jasna smuga na zdjęciu to meteor, który widoczny jest w ziemskiej atmosferze.

Źródło: dostępny w internecie:

https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width_feature/public/thumbnails/image/18526403794_369738e1a9_o.jpg
[dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Gdy meteoroid wlatuje z ogromną prędkością w ziemską atmosferę, lub atmosferę innego ciała niebieskiego, zaczyna się rozgrzewać i topić w wyniku działania siły tarcia. Ślad pozostawiany przez ten gorący obiekt w atmosferze nazywany jest potocznie spadającą gwiazdą, a naukowo nazywamy ją **meteorem**.

Jeżeli meteoroid jest wystarczająco duży i przetrwa swój przelot przez atmosferę, uderza w powierzchnię planety, lub innego ciała niebieskiego. Taki kosmiczny kamień nazywany jest **meteorytem**. Jeżeli dane ciało niebieskie nie ma atmosfery, to meteoroid uderza bezpośrednio w powierzchnię bez efektu rozbłysku.



Rys. 5. Zdjęcie wykonane na pustyni w północnym Sudanie w lutym 2009 roku podczas poszukiwań meteorytów. Meteoryt widoczny na zdjęciu był pierwszym w historii badań meteorytem, który bez wątpienia związany był z konkretną planetoidą obserwowaną blisko Ziemi w 2008 roku. Dzięki dokładnym obserwacjom nie tylko wyznaczono orbitę planetoidy, ale również śledzono deszcz meteorów, który jej towarzyszył. Wyznaczenie dokładnych parametrów spadających odłamków umożliwiło odnalezienie na pustyni wielu meteorytów.

Źródło: dostępny w internecie: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/2256_2008-TC3_Meteor_1280.jpg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Szacuje się, że w ciągu doby na Ziemię spada kilkadziesiąt ton meteorytów (a nawet kilkaset ton, uwzględniając pył). W większości przypadków są one tak małe, że podczas dnia nie możemy dostrzec ich lotu przez atmosferę, a co za tym idzie, nie wiemy, gdzie upadają – jeśli w ogóle upadają – ani, jak ich szukać. Ponieważ większość powierzchni Ziemi jest niezamieszkała, to człowiek ma bardzo małe szanse znaleźć meteoryt, nie znając miejsca upadku.

Podczas bezchmurnych nocy możemy dostrzec kilka meteorów na godzinę. Kilka razy do roku pojawia się deszcz meteorów. W takie noce możemy podziwiać nawet po 100 meteorów na godzinę. Niektóre deszcze meteorów występują okresowo. W Polsce najbardziej znanym jest deszcz Perseidów. Jego maksimum przypada w okresie 11-13 sierpnia każdego roku. Perseidy są związane pochodzeniem z kometą Swift-Tuttle. Ziemia przechodzi przez pył pozostawiony przez tę kometę każdego roku. Jednak kometa ta jest okresowa, więc pozostawia po sobie kolejne chmury pyłu co 135 lat podczas okresowych zbliżeń do Słońca. Przez to sierpniowe deszcze meteorów nie słabną i możemy je podziwiać każdego roku, aż do czasu, gdy kometa ta straci całkowicie swoją otoczkę.

Deszcze meteorów na Ziemi związane są z:

- pyłem kometarnym (są one okresowe, jeśli kometa jest okresowa),

- planetoidami z grup Atiry, Ateny, Apollo i Amora (zazwyczaj są okresowe),
- pojedynczymi, bardzo rzadkimi dużymi zderzeniami ciał niebieskich w przestrzeni okołozemskiej.



Rys. 6. Zdjęcie wykonane podczas deszczu Perseidów w sierpniu 2018 roku. Na zdjęciu widać prawie w centralnej części gwiazdozbiór Oriona, a po bokach dwie smugi, którymi są właśnie przelatujące meteory. Perseidy wzięły swoją nazwę od gwiazdozbioru Perseusza. W maksimum aktywności radiant tego roju meteorów znajduje się właśnie w gwiazdozbiorze Perseusza. Większość znanych rojów meteorowych swoje nazwy zawdzięcza gwiazdozbiorowi, w którym znajduje się radiant podczas maksimum aktywności. Radiantem nazywamy niewielki obszar lub punkt na niebie, w którym zbiegają się linie utworzone z przedłużonych dróg meteorów. Jest to miejsce, które można potocznie nazwać „miejscem startu na niebie” meteorów.

Źródło: dostępny w internecie: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/973_orion_meteor_1200.jpg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Bardzo rzadkimi znaleziskami są meteoryty pochodzące z Księżyca lub z Marsa. Już ponad sto takich meteorytów zostało odnalezionych na powierzchni naszej planety. Kiedy drobne ciało niebieskie zderza się z innym ciałem (inna planetoida, księżyc, planeta skalista), okruchy wytworzone podczas uderzenia zostają wyrzucone w przestrzeń kosmiczną, a następnie dzięki przyciąganiu grawitacyjnemu mogą spaść na Ziemię.



Rys. 7. Na innych planetach również można spotkać meteoryty. Łazik Curiosity znalazł na powierzchni Marsa meteoryt w październiku 2016 roku.

Źródło: dostępny w internecie:

https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width_feature/public/pia18387_chemcam_lebanon.jpg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Dzięki dokładnym badaniom gleby w miejscu upadku i samych meteorytów możemy bardzo wiele dowiedzieć się zarówno o budowie Wszechświata, jak również o jego ewolucji.

3. Komety

Słowo kometa pochodzi z języka greckiego i oznacza gwiazdę o długich włosach, co bardzo dobrze odzwierciedla obraz komety widziany gołym okiem przez starożytnych astronomów. Kometa składa się z kilku elementów:

- głowa z podziałem na jądro i otoczkę,
- warkocz jonowy (gazowy),
- warkocz pyłowy.

Zgodnie z najnowszymi modelami zakłada się, że jądro komety jest niewielkim skalnym obiektem otoczonym grubą warstwą brudnego lodu. Brudny lód jest mieszaniną śniegu i pyłu kosmicznego pochodzącego z pierwotnej mgławicy. Bardzo często komety porównuje się do wielkiej śnieżnej kuli, lub, co bardziej odzwierciedla rozmiar, góry lodowej.

Komety są prawdopodobnie jedynymi znanymi i zbadanymi obiektami pochodzącymi z dalszych regionów Układu Słonecznego. Co więcej, to właśnie badanie komet pozwoli naukowcom upewnić się, że hipotetyczny **Obłok Oorta**, który niejako zamyka Układ Słoneczny, naprawdę istnieje.

Komety okresowe znajdują się na bardzo ekscentrycznych orbitach. Oznacza to, że ich orbity są bardzo wydłużone, a wielka półoś orbity może wynosić nawet 50000 AU. Zazwyczaj jednak są mniejsze – rzędu kilkudziesięciu lub kilkuset [jednostek astronomicznych](#). Niektóre komety widziane były tylko raz, co może świadczyć o jednorazowym przelocie koło Słońca. Takie obiekty mają orbity paraboliczne lub hiperboliczne. Każda kometa na swojej drodze zbliża się do Słońca, które leży w jednym z ognisk orbity (dokładnie tak, jak wszystkich ciał niebieskich w Układzie Słonecznym). Im bliżej Słońca, tym jest goręcej, więc kometa zaczyna się topić. Materiał wytapiany w jądrze tworzy otoczkę, a wraz z postępującymi oddziaływaniami tej gwiazdy na to ciało w przestrzeń wyrzucane są najczęściej dwa warkocze – pyłowy i gazowy. Warkocze skierowane są na ogół od gwiazdy, ponieważ są wywiewane z głowy komety w wyniku oddziaływania wiatrów słonecznych. Warkocz pyłowy zawiera masywne cząsteczki, które nie ulegają tak silnemu działaniu wiatrów, dlatego ogon pyłowy oddziela się od gazowego i zazwyczaj znajduje się nieco bliżej linii ruchu komety. W odległych od Słońca rejonach kometa na nowo zamarza, a warkocze zanikają. Na powrót staje się „górami lodową” przemierzającą Układ Słoneczny. Ponieważ z każdym przelotem obok Słońca kometa traci sporą część swojej masy, przypuszcza się, że komety bez otoczki, samo jądro kometarne, pozostają blisko Słońca w postaci planetoid.



Rys. 8. Zdjęcie komety Hale-Bopp. Na zdjęciu bardzo dobrze widać dwa warkocze kometarne – pyłowy i jonowy. Wielka półoś tej komety wynosi prawie 180 AU.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Comet_Hale-Bopp_1995O1.jpg [dostęp 13.05.2022], licencja: CC BY-SA 3.0.



Rys. 9. Zdjęcie komety ISON wykonane przez teleskop znajdujący się w jednym z ośrodków badawczych NASA w listopadzie 2013 roku. Kometa w momencie wykonywania zdjęcia znajdowała się zaledwie 9 dni przed maksymalnym zbliżeniem do Słońca. Szacuje się, że wielka półoś jej orbity wynosi niespełna 70 AU.

Źródło: dostępny w internecie:

https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/side_image/public/thumbnails/image/edu_comet_large.png?itok=VSSsK56s [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.



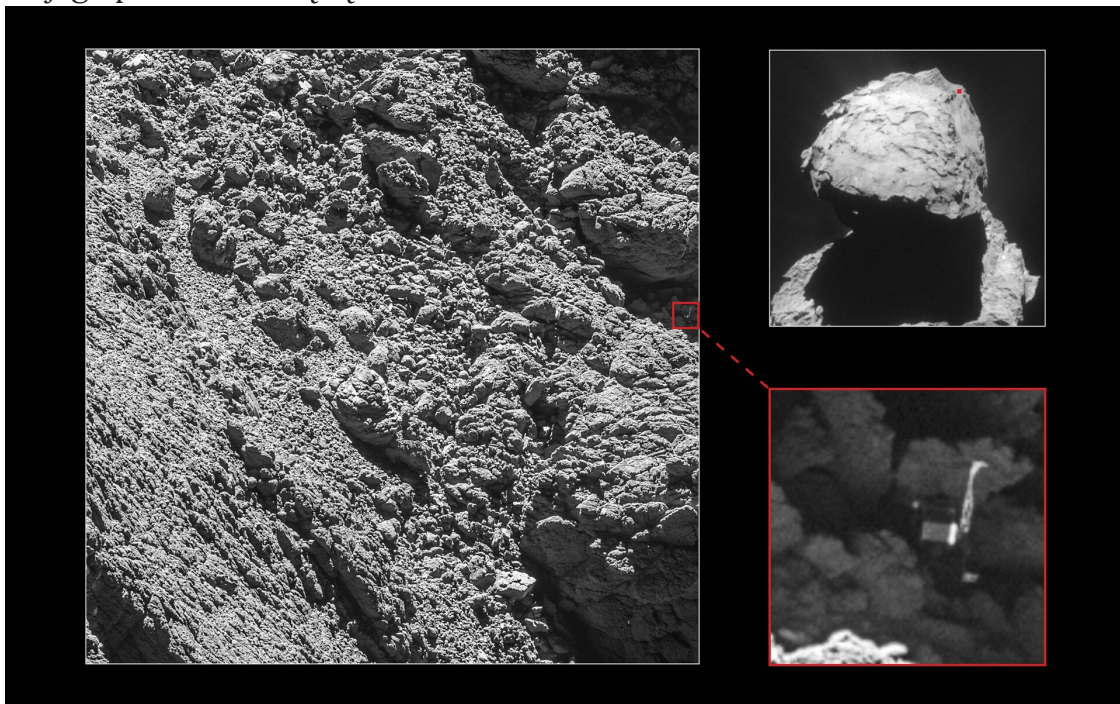
Rys. 10. Zdjęcie kompozytowe komety Shoemaker-Levy 9 zbliżającej się do Jowisza. Jowisz, ze względu na swoją ogromną masę przyciąga wiele drobnych ciał niebieskich. Większość księżyców Jowisza to planetoidy, które w wyniku oddziaływania z polem grawitacyjnym znalazły się na orbitach wokół planety. Jeżeli kometa przecina orbitę Jowisza, to silne pole grawitacyjne zmienia trajektorię lotu komety, a nawet może ją rozerwać i ściągnąć na planetę.

Źródło: dostępny w internecie: https://solarsystem.nasa.gov/system/internal_resources/details/original/512_Shoemaker-Levy_9_Image.jpeg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

4. Obecne badania i „przepowiednie”

Rozwój technologiczny XXI wieku umożliwia nie tylko dokładne badanie składu meteorytów znalezionych na planecie, ale również bezpośrednie badanie planetoid i komet. Wiele misji kosmicznych zostało przeprowadzonych tak, aby sonda przeleciała tuż obok wybranego małego ciała niebieskiego w celu jego zbadania. W 1986 roku podczas zbliżenia do Słońca kometa Halleya stała się przedmiotem badań wysłanych w tym celu jednocześnie kilku sond kosmicznych. Po raz pierwszy naukowcy uzyskali zdjęcia jądra komety z odległości kilkuset kilometrów.

Następnie zaczęto tworzyć sondy kosmiczne, które mogły dolecieć i wylądować na komecie. Jedną z takich misji była sonda kosmiczna Rosetta wyposażona w lądownik Philae badająca kometa 67P/Churyumov-Gerasimenko. Dzięki takim badaniom znamy skład chemiczny, tworzymy modele budowy wewnętrznej, badamy warunki fizyczne na drobnych ciałach niebieskich, których trajektorie są bardzo dokładnie wyznaczone. Bez dokładnych wyliczeń prędkości i lotu takiego ciała nie udałooby się ani dolecieć do takiego ciała, ani rzucić na jego powierzchnię lądownika.



Rys. 11. Kometa 67P zwana od nazwisk odkrywców Churyumov-Gerasimenko. Zdjęcie zrobione z odległości zaledwie 2.7 km przez sondę Rosetta. Na zbliżeniu w prawym dolnym rogu widać lądownik Philae, który z powodu trudności podczas lądowania utknął pomiędzy lodowymi skałami. Lądownik przez miesiąc nadawał pakiety danych, ale nie było pewności z jakiego obszaru komety, aż do uzyskania tego zdjęcia. Dzięki odnalezieniu lądownika przez sondę przesłane dane pomiarowe przyczyniły się do analizy komety.

Źródło: dostępny w internecie:

https://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2016/09/philae_found/16114811-1-eng-GB/Philae_found_pillars.jpg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Każde drobne ciało niebieskie może uderzyć w inne drobne lub duże ciało niebieskie, między innymi w planety. W przypadku planet skalistych lub księżyców i planetoid pozostałościami po uderzeniu są kratery uderzeniowe. Pierwszy odkryty na Ziemi i najlepiej zachowany krater uderzeniowy znajduje się w Arizonie w Stanach Zjednoczonych. Ma on

średnicę 1200 m i głębokość 170 m. Również na terenie Polski, w rezerwacie przyrody Meteoryt Morasko w północnej części Poznania możemy zobaczyć sześć takich kraterów.

Na całej Ziemi znajduje się bardzo dużo kraterów, ale większość z nich nie przypomina kraterów na Księżycu czy Merkurym. Ziemskie kratery niszczeją w wyniku erozji i ruchów tektonicznych. Prawdopodobnie jedno z ogromnych zderzeń Ziemi z drobnym ciałem niebieskim – planetoidą lub kometą – zmieniło diametralnie warunki fizyczne na Ziemi. Jedna z najpopularniejszych hipotez mówi o tym, że efektem tego zderzenia było wyginięcie dinozaurów, dla których zmiany środowiskowe wywołane przez uderzenie były zbyt duże. Prawdopodobnie olbrzymie zwierzęta nie miały wystarczającej ilości pokarmu, by przetrwać. Natomiast mniejsze zwierzęta poradziły sobie ze zmianą środowiska i ewolucja na Ziemi nabrała zupełnie innego tempa, niż w erze dinozaurów. Tamto uderzenie miało miejsce około 66 milionów lat temu, ale Ziemia cały czas narażona jest na takie zderzenia. Niestety drobne ciała niebieskie są bardzo trudne do wykrycia, dlatego tak ważnym jest dokładne badanie tego typu ciał niebieskich. Mimo tak ogromnej wiedzy, jaką obecnie posiadamy w dziedzinie badań małych ciał, każdego dnia na Ziemię dolatują „kosmiczne kamienie”, o których nie mamy pojęcia. Takie wydarzenie miało miejsce na przykład w Rosji w lutym 2013 roku. Nad południowym Uralem przeleciał superbolid (czyli meteoroid o średnicy około 20 m), który był zauważony w dzień. Był to meteoroid z grupy Apollo. Przyniósł ogromne straty, ponieważ silna fala uderzeniowa zniszczyła budowle i raniła ludzi na sporym obszarze. Fragmenty meteorytów zostały odnalezione i poddane dokładnym badaniom. Ponad sto lat wcześniej, dokładnie 30 czerwca 1908 roku miała miejsce katastrofa tunguska. Uderzenie meteoroidu było tak silne, że wstrząsy odczuwalne były na całej Ziemi. Dzień 30 czerwca jest ustanowiony Międzynarodowym Dniem Planetoid (International Asteroid Day) przez ONZ w celu upowszechnienia świadomości zagrożeń, jakie mogą przynieść drobne ciała niebieskie.

Słowniczek

pas Kuipera

(ang. *Kuiper belt*) – obszar Układu Słonecznego rozciągający się za orbitą Neptuna, od 30 do około 50 AU od Słońca zawierający małe ciała niebieskie i planety karłowate. Jest podobny do pasa planetoid, lecz znacznie większy (około 25 AU szerokości).

dysk rozproszony

(ang. *scattered disc*) – obszar Układu Słonecznego, w który przechodzi pas Kuipera. Składa się również z małych ciał niebieskich, jest jednak znacznie bardziej rozproszony – inklinacje orbit obiektów z dysku mogą być większe od 40 stopni.

Międzynarodowa Unia Astronomiczna

(ang. *International Astronomical Union*) – międzynarodowa organizacja zrzeszająca tysiące astronomów. Każdy kraj ma co najmniej jednego przedstawiciela w tej organizacji. Unia posiada wyłączne prawo do nadawania nazw nowo odkrytym ciałom niebieskim.

Kongresy generalne, na których podejmowane są najważniejsze decyzje odnośnie nazw i definicji, odbywają się raz na trzy lata.

jednostka astronomiczna, AU

(ang. *astronomical unit*) – pozaukładowa jednostka odległości używana w astronomii równa dokładnie 149 597 870 700 m. Dystans ten odpowiada w przybliżeniu średniej odległości Ziemi od Słońca.

teoria Titiusa-Bodego

(ang. *Titius–Bode law*) – hipoteza, według której średnie odległości planet od gwiazdy centralnej w Układzie Słonecznym spełniają dość dokładnie prawo $a = 0,4 + 0,3 \cdot k$, gdzie $k = 0, 1, 2, 4, 8, \dots$. Prawo to zostało odkryte pod koniec XVIII w. przez Johanna Daniela Titiusa i Johanna Elerta Bodego.

obiekty odłączone

(ang. *detached objects*) – planetoidy krążące w zewnętrznych rejonach Układu Słonecznego, które nigdy nie zbliżają się do Słońca na tyle, aby wpływ grawitacyjny planet (w szczególności Neptuna) mógł zaburzyć ich orbitę. Z tego powodu uważa się je za „odłączone” od reszty Układu Słonecznego.

Obłok Oorta

(ang. *Oort cloud*) – hipotetyczny, sferyczny obłok, składający się z pyłu, drobnych okruchów i planetoid obiegających Słońce w odległości od 300 do 100 000 AU. Rozciąga się do około jednej czwartej odległości do najbliższej nam, poza Słońcem, gwiazdy Proxima Centauri i około tysiąckrotnie dalej niż Pas Kuipera i dysk rozproszony, gdzie krążą znane obiekty transneptunowe. Zewnętrzne granice Obłoku Oorta wyznaczają granicę dominacji grawitacyjnej Układu Słonecznego.

rezonans orbitalny

(ang. *orbital resonance*) – zjawisko występujące, gdy ciała orbitujące wywierają na siebie regularny okresowy wpływ grawitacyjny, zwykle dlatego, że ich okresy orbitalne są powiązane stosunkiem małych liczb całkowitych. Przykładami innymi niż podane w tekście są rezonans 1: 2: 4 księżyców Jowisza Ganimede, Europa i Io oraz rezonans 2: 3 między Plutonem i Neptunem.

Animacja

Planetoidy, meteoroidy i komety

Animacja przedstawia porównanie trzech różnych obiektów z grupy małych ciał niebieskich, czyli planetoidy, meteoroidy i komety. Zobaczysz, jakie są główne różnice wizualne pomiędzy planetoidami, meteoroidami i kometami, zobaczysz, w co może przeistoczyć się meteoroid w zależności od miejsca, w jakim się znajduje.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RgQZt4QLWpsYB>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Zapoznaj się z audiodeskrypcją animacji.

Polecenie 1

Uzupełnij tekst.

Odłamek skalny, który prawdopodobnie pochodzi z to . Średnice takich obiektów wahają się od mm do m. Kiedy wpada w atmosferę ziemską spala się w wyniku tarcia i staje się em, potocznie zwanym „spadającą gwiazdą”. Gdy jest wystarczająco duży, aby się w całości nie spalić, uderza w powierzchnię Ziemi, tworząc krater. Kamień znaleziony w kraterze to .

100

planetoid

meteor

meteoroid

0.1

planet

1

meteoroid

meteoryt

10

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Największa znana planetoida z pasa planetoid to:

☐ Westa

☐ Pallas

☐ Ida

☐ Ceres

Ćwiczenie 2



Dopasuj nazwy typów planetoid do odpowiednich definicji.

twotino

planetoidy znajdujące się w punktach libracyjnych masywnych planet

centaury

planetoidy w rezonansie orbitalnym 2:1 z Neptunem

Apollo

planetoidy przecinające orbitę Ziemi i Wenus

trojańczycy

planetoidy krążące głównie pomiędzy orbitami Saturna i Neptuna

Ćwiczenie 3



Planetoidy składają się głównie z

☐ niklu

☐ krzemianów

☐ związków węgla

☐ żelaza

Ćwiczenie 4



Zabaw się w skojarzenia i dopasuj do siebie odpowiednie nazwy/nazwiska.

Ida

Tuttle

Atira

Atena

Swift

Daktyl

Churyumov

Philae

Hale

Bode

Rosetta

Gerasimenko

Shoemaker

Bopp

Titius

Levy

Ćwiczenie 5



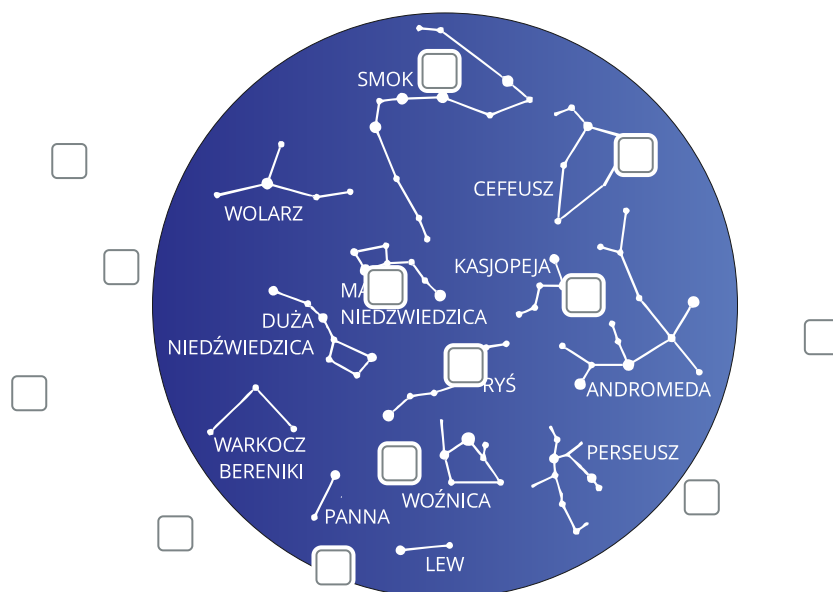
Czym są meteoroidy?

- ☐ swobodnymi księżycami
- ☐ odłamkami planetoid
- ☐ pyłem międzyplanetarnym
- ☐ zastygłą lawą wyrzuconą z największych wulkanów

Ćwiczenie 6



Z jakim gwiazdozbiorem związany jest jeden z największych okresowych deszczów meteorów, występujący w połowie sierpnia każdego roku?



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

Rozwiąż krzyżówkę.

1.

--	--	--	--	--	--

2.

--	--	--	--	--	--

3.

--	--	--	--

4.

--	--	--	--	--

5.

--	--	--	--

6.

--	--	--	--

7.

--	--	--

8.

--	--	--	--	--	--	--

1. Jedna z najwcześniej odkrytych planetoid
2. Inaczej planetoida
3. Planeta karłowata krążąca wewnątrz pasa planetoid między orbitami Marsa i Jowisza
4. Sonda kosmiczna badająca kometę 67P/Churyumov-Gerasimenko
5. Spadająca gwiazda
6. Niewielki obszar lub punkt na sferze niebieskiej, z którego "rozbiegają się" drogi meteorów należących do danego roju
7. Sonda kosmiczna, której celem było dotarcie m.in. na orbitę planetoidy Westa
8. Planetoidy, które krążą głównie pomiędzy orbitami Saturna i Neptuna

Ćwiczenie 8



Jak nazywa się kamień, który można znaleźć w kraterze uderzeniowym na Ziemi?

☐ meteoroid

☐ meteoryt

☐ meteorolog

☐ meteor

Ćwiczenie 9



Ile warkoczy może mieć kometa?

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

VII. Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Czym są drobne ciała niebieskie?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 18) Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. IV. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń: 9) opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce, posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej, roku świetlnego i parseka;

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: - kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, - kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, - kompetencje cyfrowe, - kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. definiuje kometę, planetoidę i meteoroidy. 2. wymienia najważniejsze cechy charakterystyczne drobnych ciał niebieskich. 3. opisuje historię powstawania i pochodzenia drobnych ciał niebieskich.
Strategie nauczania:	Flipped classroom
Metody nauczania:	pokaz multimedialny, analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca w grupach, praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	Projektor w celu wyświetlania pokazu multimedialnego, Urządzenia multimedialne dla uczniów w celu rozwiązania zadań.
Materiały pomocnicze:	Galeria zdjęć na stronie https://solarsystem.nasa.gov/asteroids-comets-and-meteors/overview/
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	

Na poprzedniej lekcji nauczyciel zadał uczniom zapoznanie się z tekstem „Warto przeczytać” i animacją z niniejszego e-materiału.

Nauczyciel stawia pytanie będące tematem lekcji: Czym są drobne ciała niebieskie? Uczniowie na forum klasy wymieniają się spostrzeżeniami, dyskutują na temat przeczytanego tekstu i obejrzanej animacji. Nauczyciel wypisuje na tablicy pomysły uczniów. Na podstawie otwartej dyskusji z uczniami stawiane są główne cele lekcji.

Faza realizacyjna:

Nauczyciel, posilając się animacją oraz dodatkowymi materiałami wyświetlanymi na ekranie, prowadzi otwartą dyskusję z uczniami na tematy, które w tekście były dla uczniów niezrozumiałe. Uczniowie powinni uczyć się wzajemnie, objaśniać pozostałym uczniom zagadnienia, które oni zrozumieli, a reszta klasy miała z tym problem. Nauczyciel nadzoruje wypowiedzi, w razie problemów stara się nakierować uczniów na prawidłowy tok rozumowania cały czas wspierając wypowiedzi pokazem multimedialnym.

Faza podsumowująca:

Uczniowie w grupach maksymalnie 4-osobowych wykonują zadania z zestawu ćwiczeń z tego e-materiału.

Nauczyciel podsumowuje lekcję: pyta uczniów, czy osiągnęli postawione cele.

Praca domowa:

Wybrać jedną planetoidę (np. z listy (<https://minorplanetcenter.net/iau/lists/MPNames.html>)) lub kometę (np. Halleya, martwą kometę Halloween (oficjalna nazwa to 2015 TB₁₄₅), lub Shoemaker-Levy 9) i zrobić o niej plakat.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Multimedium bazowe – animacja oraz tekst może posłużyć uczniom do powtórzenia i utrwalenia wiadomości o drobnych ciałach niebieskich.