



Jak definiuje się siły grawitacji?

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



Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/water-stone-nature-turkey-relax-2045469/> [dostęp 20.03.2022 r.].

Czy to nie ciekawe?

W każdym, nawet najodleglejszym, zakątku kosmosu działa pewna siła, która jest „spoiwem” Wszechświata. To właśnie dzięki jej powszechności i uniwersalności zarówno duże ciała (gwiazdy i planety), jak i mniejsze (drobne kamyczki czy ziarenka piasku na powierzchni Ziemi) oddziałują ze sobą.

Dlaczego Księżyc krąży dookoła Ziemi, a planety dookoła Słońca? Co jest przyczyną tego, że jabłko spada z drzewa na ziemię? Czy może to być ta sama siła? Jak to możliwe, że jest ona uniwersalna? Więcej na ten temat w niniejszym materiale.

Twoje cele

- przypomnisz sobie, jaką rolę pełnią w przyrodzie siły,
- dowiesz się, od czego zależy siła oddziaływania pomiędzy dwoma masami,

- przeanalizujesz zależność siły grawitacji od masy ciał i odległości między nimi.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Już w starożytności ludzie wiedzieli, że każde upuszczone bądź podrzucone do góry ciało spadnie. Zauważono także, że w przypadku uwzględnienia oporów ruchu, czas spadku różnych ciał z tej samej wysokości nie jest identyczny. Zaczęto więc zastanawiać się, z czym jest to związane. Arystoteles (Rys. 1.) w IV wieku przed naszą erą stwierdził, że zależy to od natury przedmiotu, nie zaś od zewnętrznego oddziaływania. To właśnie on wprowadził podział na [świat podksiężycowy](#) i [nadksiężycowy](#). W tych światach obowiązywały różne prawa.



Rys. 1. Arystoteles (384 p.n.e. – 322 p.n.e.) - Rzeźba Lizypa w Luwrze.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristoteles_Louvre.jpg [dostęp 17.04.2022], licencja: CC BY-SA 2.5.

Dopiero tezy wypowiedziane przez Izaaka Newtona (Rys. 2.) nie tylko „zburzyły” starożytny porządek rządzący światem, ale i pociągnęły za sobą szereg skutków, z których często nie zdajemy sobie sprawy. Stały się one przede wszystkim impulsem do zmiany sposobu myślenia oraz wprowadzeniem zupełnie nowego spojrzenia na otaczającą nas rzeczywistość.



Rys. 2. Sir Izaak Newton (1643 – 1727).

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sir_Isaac_Newton_by_Sir_Godfrey_Kneller,_Bt.jpg [dostęp 17.04.2022], domena publiczna.

Co fenomenalnego powiedział Newton? Przede wszystkim dokonał on syntezy zjawisk zachodzących na Ziemi oraz w Układzie Słonecznym. Stwierdził, że ta sama – uniwersalna – siła jest przyczyną obserwowanych przez nas zjawisk. Wykluczało to istnienie światów: „nadksiężycowego” i „podksiężycowego”. Jak Newton do tego doszedł? Anegdota mówi o tym, że w momencie, gdy siedział pod jabłonią, spadło mu na głowę jabłko. Uświadomił sobie wówczas, że ta siła, z którą Ziemia przyciąga przedmioty znajdujące się w jej pobliżu, musi również oddziaływać na Księżyc. Stwierdził także, że obiekty te muszą się przyciągać wzajemnie. Było to zgodne z zaproponowaną przez niego trzecią zasadą dynamiki.

Tym samym opisane zostało jedno z czterech (obok elektrycznego, magnetycznego i jądrowego) fundamentalnych oddziaływań występujących w przyrodzie – oddziaływanie grawitacyjne. Newton zauważył między innymi, że masa Słońca jest dużo większa od mas planet, z tego też względu obiegają one wspólny środek masy, który znajduje się właśnie w pobliżu Słońca. Potwierdzało to teorię Kopernika. Stwierdził więc, że siła oddziaływania grawitacyjnego między ciałami zależy od ich mas. Im będą one większe, tym siła występująca między nimi będzie miała większą wartość. Od czego może jeszcze zależeć owa siła? Odpowiedź jest dość prosta. Od

odległości pomiędzy środkami mas. Jeśli odległość między ciałami rośnie, okazuje się, że siła grawitacyjna maleje i to z kwadratem odległości.

Warto na koniec wspomnieć, że siła grawitacji nie jest tym samym, co siła ciężkości i nie należy ich mylić. Jednak więcej na ten temat dowiesz się z innych materiałów.

Reasumując powyższe rozważania, można zapisać, że:

- każde dwa ciała posiadające masę przyciągają się wzajemnie siłą grawitacyjną,
- siła grawitacyjna jest powszechna i uniwersalna, gdyż opisuje oddziaływania wszystkich ciał we Wszechświecie,
- siła ta zależy od iloczynu oddziałujących ze sobą mas – im większe są te masy, tym wartość siły także się zwiększa:

$$F_g \sim m_1 \cdot m_2$$

- siła grawitacyjna zależy od odległości między masami – im ta odległość jest większa, tym wartość siły maleje z kwadratem odległości:

$$F_g \sim \frac{1}{r^2}$$

Pełny wzór na siłę grawitacji poznasz w e-materiale „Prawo powszechnego ciężenia”.

Słowniczek

siła

(ang.: *force*) wektorowa wielkość fizyczna będąca miarą oddziaływań występujących w przyrodzie.

świat podksiężycowy

według Arystotelesa (*IV w. p. n. e.*), który widział świat w postaci sferycznych warstw wokół Ziemi, świat dzieli się na podksiężycowy i nadksiężycowy. Świat podksiężycowy, w którym obowiązują prawa podobne jak na Ziemi, składa się z czterech żywiołów: ziemia, woda, powietrze i ogień, tworzących materię.

świat nadksiężycowy

według Arystotelesa (*IV w. p. n. e.*), który widział świat w postaci sferycznych warstw wokół Ziemi, świat dzieli się na podksiężycowy i nadksiężycowy. Świat nadksiężycowy (niebiański) składa się tylko z eteru - piątego żywiołu, wprowadzonego przez Arystotelesa. Świat nadksiężycowy jest wieczny, poruszają się w nim gwiazdy i planety.

Symulacja interaktywna

Jak definiuje się siły grawitacji?

Zapoznaj się z symulacją, aby lepiej zrozumieć, od czego zależy siła grawitacji.

Uwaga: Praca z symulacją jest wygodniejsza po przełączeniu na widok pełnoekranowy.

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

Polecenie 1

Wyjaśnij na przykładzie stwierdzenie: „Wartość siły grawitacji maleje z kwadratem odległości pomiędzy ciałami”.

Polecenie 2

Jak zmieni się siła grawitacji, gdy masę jednego z ciał zwiększymy czterokrotnie, a odległość pomiędzy środkami ciał zwiększymy dwukrotnie?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



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

Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Spośród podanych poniżej par – wybierz tę, w przypadku której wielkość siły oddziaływania grawitacyjnego będzie większa.

a)

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

b)

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

c)

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

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Ewelina Kędzierska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Siły grawitacji
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>3) prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;</p> <p>6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi.</p> <p>III. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:</p> <p>1) posługuje się prawem powszechnego ciężenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał.</p> <p>Zakres rozszerzony</p>

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

3) prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;

6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi.

IV. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:

1) posługuje się prawem powszechnego ciężenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał.

**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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> wymieni fundamentalne oddziaływania w przyrodzie. określi, jaką rolę pełnią w przyrodzie siły. omówi, od czego i jak zależy siła grawitacji. zastosuje zależność siły grawitacji od masy ciał i odległości między nimi do rozwiązywania zadań.
Strategie nauczania	IBSE
Metody nauczania	merytoryczna dyskusja wprowadzająca, obserwacja, doświadczenia, podsumowująca rozmowa kierowana
Formy zajęć:	<ul style="list-style-type: none"> – praca w parach, – praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	tablica multimedialna / rzutnik
Materiały pomocnicze:	brak
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Nauczyciel rozpoczyna lekcję poprzez zaciekawienie uczniów tematem – efekt ten może uzyskać poprzez odniesienie do życia codziennego, pokazanie oczywistego doświadczenia obrazującego upadanie przedmiotów na podłoże lub pokazanie zawartego w materiale humorystycznego obrazka mówiącego o przyciąganiu nas przez łóżko. Warto sprowokować tutaj uczniów do dyskusji i oceny, czy taki obrazek ma sens fizyczny.</p> <p>Następnie, zadaniem nauczyciela jest rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów w kontekście realizowanego tematu oraz nawiązanie do tej wiedzy w merytorycznej dyskusji wprowadzającej. W tej części uczniowie powinni wymienić oddziaływania fundamentalne występujące w przyrodzie i krótko je scharakteryzować.</p>	
Faza realizacyjna:	

- Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu:

- nauczyciel przedstawia uczniom informacje na temat siły grawitacyjnej,
- uczniowie słuchają nauczyciela i zadają pytania dotyczące kwestii problemowych lub niezrozumiałych,
- nauczyciel wprowadza uczniom zależność pozwalającą na opisanie tej wielkości wektorowej,
- uczniowie opisują wektorowo (w postaci schematycznych rysunków) i skalarnie (w postaci odpowiednich wyliczeń rachunkowych) siły działające na zaproponowane przez siebie ciała fizyczne.

- Kolejny etap lekcji obejmuje rekonstruowanie wiedzy uczniów:

- uczniowie na podstawie informacji uzyskanych od nauczyciela rozwiązują samodzielnie zadania: 1, 6, 7 z części „**Sprawdź się**”,
- uczniowie dobierają się w pary i sprawdzają sobie nawzajem rozwiązania zadań próbując omówić ewentualne problemy,
- nauczyciel podchodzi do każdej z par i sprawdza wyniki pracy.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel przeprowadza z uczniami rozmowę, podczas której omawiają rozwiązywane w trakcie lekcji zadania. Dodatkowo powinien sprowokować uczniów do wskazania problemów napotkanych w czasie samodzielnej pracy.

Praca domowa:

Zadaniem uczniów jest zapoznanie się z symulacją dołączoną do niniejszego e-materiału w celu utrwalenia omawianych zagadnień. Dodatkowo uczniowie powinni wykonać trzy wybrane przez nauczyciela zadania z części „**Sprawdź się**”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:	Symulacja może być wykorzystana w pracy samodzielnej ucznia przed lekcją lub po niej.
--	---