



W jaki sposób obliczyć wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu?

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

W jaki sposób obliczyć wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu?

Czy to nie ciekawe?

Z ruchem po okręgu mamy do czynienia w wielu sytuacjach, często nie zdając sobie z tego sprawy. Na przykład, gdy jedziemy samochodem i wchodzimy w zakręt, bądź gdy kręcimy się na karuzeli (Rys. a.). Tym samym rodzajem ruchu poruszają się, w przybliżeniu, dookoła Słońca planety czy satelity wokół tych planet. Jak wyznaczyć wartość prędkości w takiej sytuacji? O tym w niniejszym materiale.

Rys. a. Kręcąc się na karuzeli, poruszamy się po orbicie kołowej.

Twoje cele

Zapoznanie się z treścią materiału sprawi, że:

- dowiesz się, jakimi cechami charakteryzuje się ruch satelity po orbicie kołowej o dowolnym promieniu,
- nauczysz się obliczać wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu,
- zrozumiesz, od czego zależy wartość prędkości na orbicie kołowej,
- zastosujesz poznane wiadomości do rozwiązywania zadań rachunkowych.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Planety dookoła Słońca poruszają się po orbitach (w przybliżeniu) kołowych. Podobnie jak satelity krążące dookoła tych planet. Działa na nie zatem [siła dośrodkowa](#):

$$F_d = \frac{mv^2}{r},$$

gdzie m to masa krążącego po okręgu ciała, zaś r – promień orbity, po której to ciało się porusza.

Rys.1. Orbitująca wokół Ziemi Międzynarodowa Stacja Kosmiczna.

Źródło: dostępny w internecie: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sts111-373-001.jpg> [dostęp 27.04.2022 r.], domena publiczna.

W ruchu planet czy satelitów rolę siły dośrodkowej spełnia [siła oddziaływania grawitacyjnego](#):

$$F_g = G \frac{Mm}{r^2}.$$

Porównując powyższe wyrażenia możemy zapisać, że:

$$F_g = F_d,$$

zatem:

$$G \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}.$$

Z powyższego równania wyznaczamy v :

$$v^2 = G \frac{M}{r},$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}},$$

gdzie:

v – wartość prędkość ciała poruszającego się po orbicie kołowej [m/s],

G – stała grawitacji [$6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$],

M – masa centralnego ciała [kg],

r – odległość ciała od środka planety [m].

Czy da się na podstawie tego określić, jak długo trwa jeden obieg ciała? Wiedząc, że:

$$T = \frac{2\pi r}{v},$$

możemy zapisać, że:

$$T = \frac{2\pi r}{\sqrt{G \frac{M}{r}}}.$$

Porządkując powyższe wyrażenie uzyskujemy:

$$T = 2\pi r^{\frac{3}{2}} (GM)^{-\frac{1}{2}}.$$

Powyższy wzór pokazuje, że im większy promień orbity, tym większy okres obiegu.

Przedstawiona na Rys. 1. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna, orbitująca na wysokości około 400 km, potrzebuje na okrążenie Ziemi około półtorej godziny. Satelity geostacjonarne na orbicie o promieniu około 42 tys. km okrążają Ziemię podczas jednej doby, natomiast okres obiegu Księżyca, którego promień orbity to około 400 tys. km, wynosi prawie jeden miesiąc.

Słowniczek

siła dośrodkowa

(*ang.: centripetal force*) siła, powodująca zakrzywienie toru ruchu ciała, skierowana do wnętrza okręgu, po którym porusza się to ciało.

siła grawitacyjna

(*ang.: force of gravity*) oddziaływanie o charakterze przyciągającym, istniejące pomiędzy ciałami posiadającymi masę, zależne od iloczynu mas i kwadratu odległości pomiędzy ich środkami.

Film samouczek

W jaki sposób obliczyć wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu?

Niniejszy film pozwoli Ci zrozumieć zależności, opisujące prędkość liniową rakiety w ruchu po okręgu - a dokładniej jej powiązanie z przyspieszeniem grawitacyjnym ciała niebieskiego, wokół którego rakieta się porusza.

Wystąpił błąd




Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Wyznacz pierwszą prędkość kosmiczną dla Ziemi. Jeżeli nie znasz wartości niezbędnych do tego stałych, to znajdź je w internecie.

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



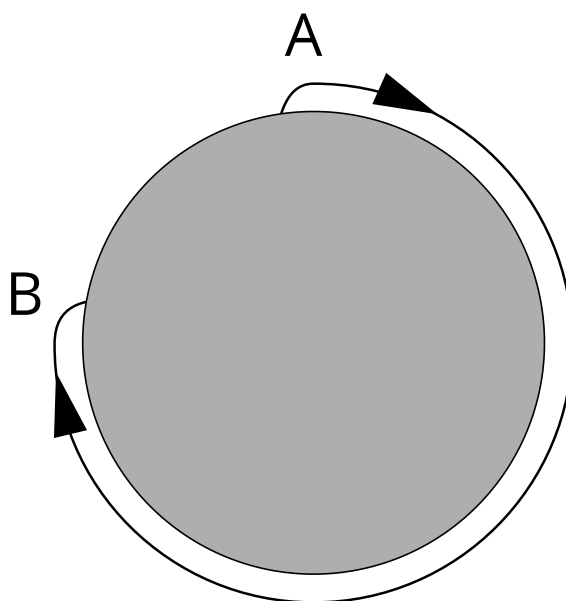
Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



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

Ćwiczenie 5



Znając promień orbity Księżyca R , masę Ziemi oraz stałą grawitacji, wyprowadź wyrażenie na prędkość kątową, z którą Księżyc obiega Ziemię.

Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Ćwiczenie 9



Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Imię i nazwisko autora:	Ewelina Kędzierska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Wyznaczanie wartości prędkości na orbicie kołowej
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne: II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem.</p> <p>III. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń: 2) wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia ruch satelitów wokół Ziemi.</p> <p>Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem.</p> <p>IV. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń: 4) wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej, oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia ruch satelitów wokół Ziemi.</p>

Kształowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. <ul style="list-style-type: none"> • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. wymienia, jakimi cechami charakteryzuje się ruch satelity po orbicie kołowej o dowolnym promieniu, 2. oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu, 3. tłumaczy, od czego zależy wartość prędkości na orbicie kołowej.
Strategie nauczania:	formative feedback
Metody nauczania:	merytoryczna dyskusja wprowadzająca, obserwacja, rozmowa kierowana
Formy zajęć:	praca indywidualna, praca w parach
Środki dydaktyczne:	tablica multimedialna / rzutnik
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Nauczyciel rozpoczyna lekcję poprzez zaciekawienie uczniów tematem. Następnie, zadaniem nauczyciela jest rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów w kontekście realizowanego tematu oraz nawiązanie do tej wiedzy w merytorycznej dyskusji wprowadzającej – należy tutaj wspomnieć, czym jest okres, częstotliwość, siła dośrodkowa, przyspieszenie dośrodkowe, a także przypomnieć uczniom wzór na obwód koła.</p>	
Faza realizacyjna:	

- Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu:
 - nauczyciel przypomina uczniom wzór na prędkość liniową i wiąże go ze wzorem na obwód koła,
 - uczniowie słuchają nauczyciela,
 - nauczyciel ukazuje uczniom drugą możliwość obliczenia prędkości liniowej ciała znajdującego się na orbicie kołowej o zadanym promieniu,
 - uczniowie słuchają nauczyciela, przypatrując się przeprowadzanym operacjom matematycznym, prosząc o wyjaśnienie kwestii problemowych lub niezrozumiałych (jeżeli takowe są),
 - nauczyciel zachęca uczniów do zadawania pytań,
 - nauczyciel odpowiada na pytania uczniów, koryguje ich odpowiedzi, ewentualnie naprowadza na właściwy trop.
- Kolejny etap lekcji obejmuje rekonstruowanie wiedzy uczniów:
 - uczniowie na podstawie informacji uzyskanych od nauczyciela rozwiązują samodzielnie zadania (mogą być to zadania zawarte w niniejszym materiale),
 - uczniowie dobierają się w pary i sprawdzają sobie nawzajem rozwiązania zadań, próbując przy tym omówić ewentualne problemy,
 - nauczyciel podchodzi do każdej z par i sprawdza wyniki pracy.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel przeprowadza z uczniami rozmowę, podczas której omawia rozwiązywane w trakcie lekcji zadania. Dodatkowo powinien sprowokować uczniów do wskazania problemów napotkanych w czasie samodzielnej pracy. Poprzez analizę wypowiedzi uczniów nauczyciel określa, w jakim stopniu osiągnięte zostały wyznaczone cele.

Praca domowa:

Zadaniem uczniów jest zapoznanie się z filmem samouczkiem dołączonym do niniejszego materiału oraz wykonanie dwóch zadań rachunkowych wskazanych przez nauczyciela (mogą to być zadania dołączone do niniejszego materiału).

Wskazówki

**metodyczne opisujące
różne zastosowania
danego multimedium:**

Film samouczek może być wykorzystany do samodzielnej pracy ucznia na lekcji.