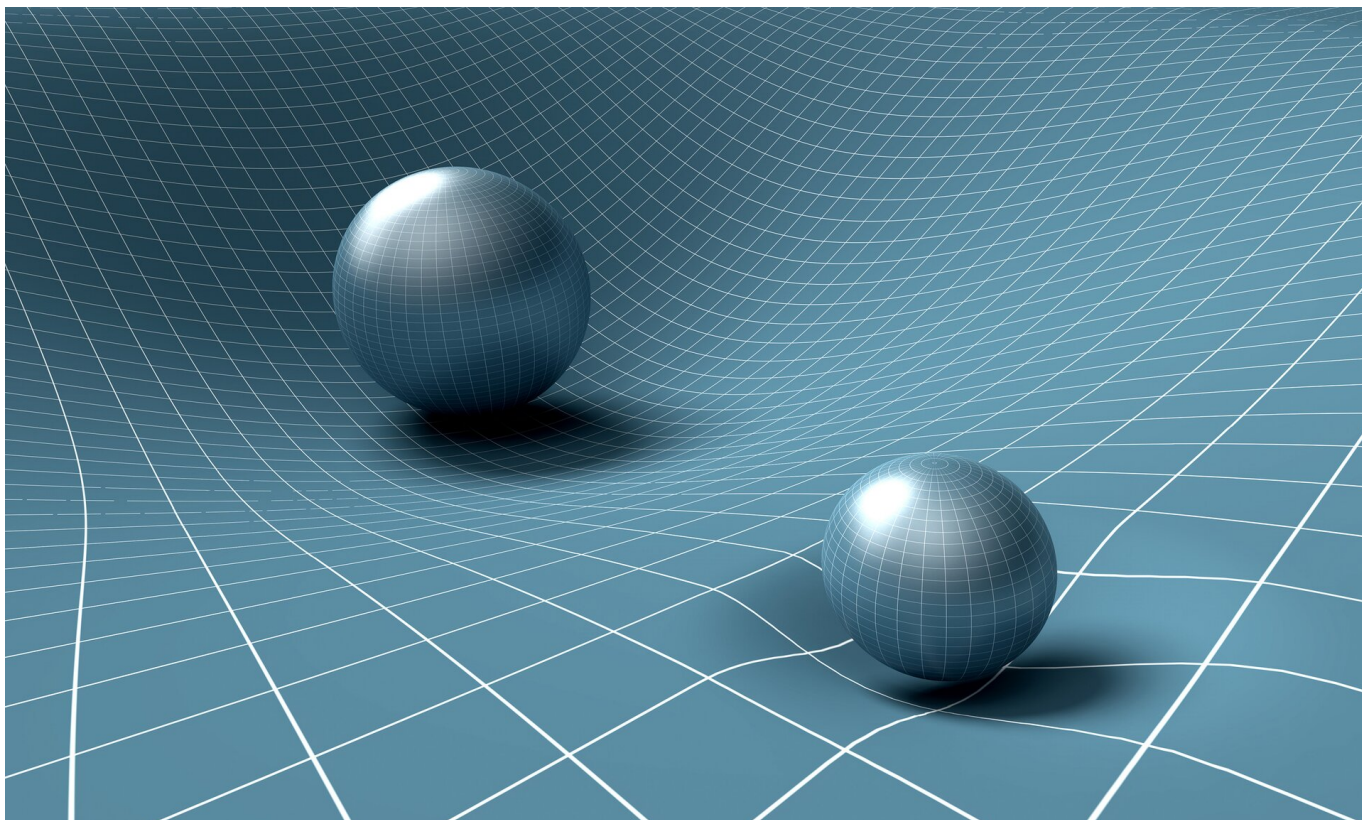




Energia potencjalna w danym punkcie pola

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



Czy to nie ciekawe?

Energia potencjalna grawitacji przyjmuje wartości ujemne i rośnie do zera wraz z oddalaniem się ciała do nieskończoności. Dlaczego przyjęto przy jej wyliczaniu akurat takie założenie? Jak wygląda zależność energii potencjalnej grawitacji od odległości? O tym w niniejszym materiale.

Twoje cele

Zapoznanie się z treścią niniejszego materiału sprawi, że:

- przypomnisz sobie, czym jest energia potencjalna grawitacji,
- poznasz zależność energii potencjalnej grawitacji od odległości pomiędzy ciałami,
- przeanalizujesz wykres zależności $E_p(r)$,
- zastosujesz poznane zależności do rozwiązywania zadań.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Jedną z form energii mechanicznej jest **energia potencjalna grawitacji**. Wynika ona ze wzajemnego oddziaływania pomiędzy ciałami obdarzonymi masą. Wartość energii potencjalnej dwóch oddziałujących ciał: ciała o masie m i źródła **poła grawitacyjnego** o masie M , znajdujących się w odległości r od siebie, określa wzór:

$$E_p = -G \frac{mM}{r}$$

W danym punkcie pola grawitacyjnego - dla ustalonej odległości między ciałami, energia potencjalna zależy tylko od iloczynu mas tych ciał. Pozostaje jednak pytanie - jak wartość ta zmienia się wraz z odległością r ? By to dobrze zrozumieć, narysujmy wykres zależności energii potencjalnej od odległości $E_p(r)$ - Rys. 1.

Rys. 1. Wykres zależności energii potencjalnej grawitacji od odległości

Co możemy na podstawie tego wykresu wywnioskować?

1. Energia potencjalna przyjmuje wartości mniejsze od zera. Znak minus oznacza, że **pole grawitacyjne** ma charakter pola przyciągania. Przyciągające się ciała dążą do tego, by mieć jak najmniejszą energię, dlatego chcą być jak najbliżej siebie.
2. W odległości $r = \infty$ energia potencjalna przyjmuje wartość zero, gdyż zanikają tam wzajemne oddziaływania pomiędzy masami.
3. Jeśli odległość między ciałami się zwiększa, to zmiana **energii potencjalnej grawitacji** jest większa od zera. Chcąc zatem odsunąć ciało od masy będącej źródłem pola grawitacyjnego należy przyłożyć do ciała jakąś siłę zewnętrzną, która pozwoli na pokonanie siły oddziaływania grawitacyjnego pomiędzy ciałami.
4. Jeśli odległość między ciałami się zmniejsza, to zmiana energii potencjalnej grawitacji jest mniejsza od zera. Pracę wykonuje wówczas **siła grawitacji**.

Ciało znajdujące się w polu grawitacyjnym Ziemi ma energię potencjalną związaną z oddziaływaniem z naszą planetą. Spróbujmy przeanalizować konkretne przykłady.

Obliczmy wartość energii potencjalnej ciała o masie 1 kg na powierzchni Ziemi. Przyjmijmy, że masa Ziemi wynosi $M_Z = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg, zaś jej promień $R_Z = 6370$ km. Energia potencjalna wynosi więc:

$$E_p = -G \frac{mM_Z}{R_Z}$$

$$E_p = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 1}{6,37 \cdot 10^6 \text{ m}} \text{ kg}$$

$$E_p \approx -62,5 \text{ MJ}$$

Zobaczmy, ile będzie wynosiła energia potencjalna ciała:

- na wysokości przelotowej samolotów $h = 10 \text{ km}$:

$$E_p = -G \frac{mM_z}{R_z + h}$$

$$E_p = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 1}{6,38 \cdot 10^6 \text{ m}} \text{ kg}$$

$$E_p \approx -62,4 \text{ MJ}$$

- na wysokości $h' = 100 \text{ km}$:

$$E_p = -G \frac{mM_z}{R_z + h'}$$

$$E_p = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 1}{6,47 \cdot 10^6 \text{ m}} \text{ kg}$$

$$E_p \approx -61,5 \text{ MJ}$$

- na wysokości $h'' = 1000 \text{ km}$:

$$E_p = -G \frac{mM_z}{R_z + h''}$$

$$E_p = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 1}{7,37 \cdot 10^6 \text{ m}} \text{ kg}$$

$$E_p \approx -54 \text{ MJ}$$

Widać więc, że ze wzrostem wysokości, wartość energii potencjalnej rośnie.

Więcej informacji na temat zmian energii potencjalnej grawitacji związanych ze zmianą odległości między ciałami możesz znaleźć w e-materiale „Jak zmienia się energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym podczas przemieszczania ciała?”.

Słowniczek

Energia potencjalna grawitacji

(ang.: *potential energy of gravity*) – energia układu ciał oddziałujących ze sobą grawitacyjnie, zależna od masy ciał i odległości między ich środkami.

Pole grawitacyjne

(*ang.: gravitational field*) – modyfikacja własności przestrzeni sprawiająca, że na każde ciało o masie m , umieszczone w pobliżu masy będącej źródłem pola, działa siła grawitacyjna.

Siła grawitacji

(*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

Energia potencjalna w danym punkcie pola

Polecenie 1

Obejrzyj film, a dowiesz się, w jaki sposób oblicza się wartość energii całkowitej satelity umieszczonego na orbicie okołozemskiej. Zwróć uwagę na zależność między energią potencjalną a energią całkowitą satelity.

Polecenie 2

Energie całkowite satelitów o tej samej masie, poruszających się po orbitach okołozemskich o promieniach r_1 i r_2 ($r_1 > r_2$), są równe E_1 i E_2 . Jak się ma różnica energii całkowitych $E_1 - E_2$ do różnicy energii potencjalnych tych satelitów?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Energię mechaniczną dzielimy na energię potencjalną i energię kinetyczną. Jakie formy przybiera energia mechaniczna? Pogrupuj odpowiednie elementy.

Energia potencjalna:

oddziaływań elektrostatycznych

ruchu obrotowego

sprężystości

ruchu postępowego

grawitacji

Energia kinetyczna:

Ćwiczenie 2



Połącz w pary odpowiednie części zdań.

Energia potencjalna grawitacji
przyjmuje wartość najmniejszą

na powierzchni planety.

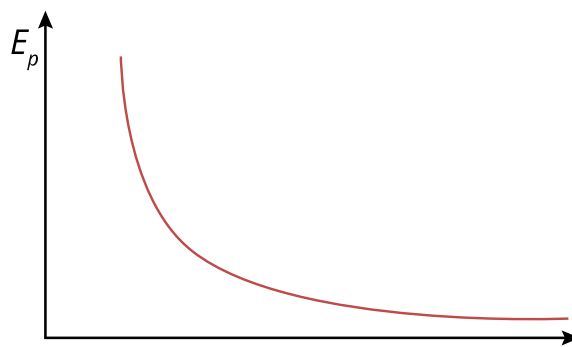
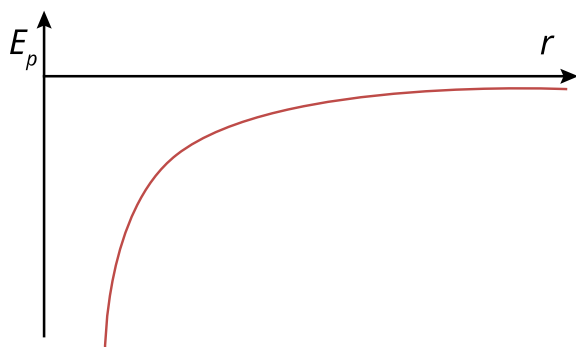
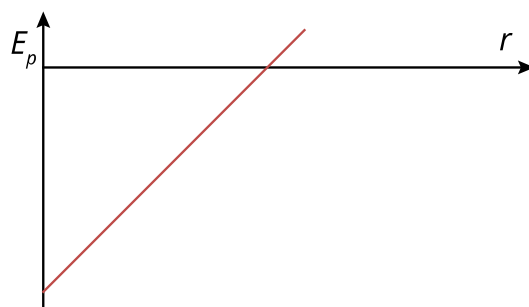
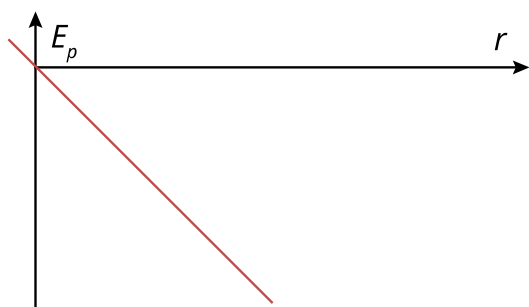
Energia potencjalna grawitacji
przyjmuje wartość największą

w nieskończoności.

Ćwiczenie 3



Wybierz wykres, który poprawnie ilustruje charakter zależności energii potencjalnej od odległości od środka planety.



Ćwiczenie 4



Ile wynosi wartość energii potencjalnej ciała o masie $m = 2$ kg na powierzchni Marsa. Przyjmij, że masa Marsa wynosi $M_M = 6,39 \cdot 10^{23}$ kg, zaś jego promień $R_M = 3\,389,5$ km. Wynik podaj w MJ w zaokrągleniu do liczb całkowitych.

Odp.: MJ.

Ćwiczenie 5



Oblicz wartość energii potencjalnej grawitacji ciała o masie $m = 10$ kg znajdującego się w polu grawitacyjnym Księżyca, na wysokości $h = 100$ km nad jego powierzchnią. Przyjmij, że promień Księżyca wynosi $R_K = 1737$ km, zaś jego masa $M_K = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg. Wynik podaj w MJ w zaokrągleniu do liczb całkowitych.

Odp.: MJ.

Ćwiczenie 6



Na jakiej wysokości nad powierzchnią Wenus wartość energii potencjalnej grawitacji ciała o masie $m = 100$ kg wynosi $E_p = -50$ MJ. Przyjmij, że masa Wenus wynosi $M_W = 4,87 \cdot 10^{24}$ kg, zaś jej promień $R_W = 6052$ km. Wynik podaj w kilometrach w zaokrągleniu do liczb całkowitych.

Odp.: km.

Ćwiczenie 7



Na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi energia potencjalna grawitacji ciała o masie $m = 2$ kg będzie równa energii potencjalnej tego ciała na powierzchni Księżyca? Przyjmij, że promień Księżyca wynosi $R_K = 1737$ km, jego masa $M_K = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg, zaś masa Ziemi $M_Z = 6 \cdot 10^{24}$ kg, a jej promień $R_Z = 6370$ km. Wynik podaj w kilometrach w zaokrągleniu do czterech cyfr znaczących.

Odp.: km.

Ćwiczenie 8



Oblicz błąd względny, jaki popełniamy przyjmując, że energia potencjalna grawitacji wyraża się wzorem $E_p = mgh$, jeśli w obliczeniach przyjmujemy, że $h = 150$ km. Przyjmij, że promień Ziemi wynosi 6370 km. Wynik zapisz w procentach w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących.

Odp.: %

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Ewelina Kędzierska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Energia potencjalna w polu grawitacyjnym
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. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 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: 7) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i stosuje zasadę zachowania energii do ruchu orbitalnego; posługuje się pojęciem drugiej prędkości kosmicznej (prędkości ucieczki).
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • 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:	Uczeń: 1. poda wzór na energię potencjalną grawitacji; 2. omówi zależność energii potencjalnej grawitacji od odległości pomiędzy ciałami; 3. przeanalizuje wykres zależności $E_p(r)$; 4. zastosuje poznane zależności do rozwiązywania zadań.
Strategie nauczania:	IBSE
Metody nauczania:	merytoryczna dyskusja wprowadzająca, obserwacja, rozmowa kierowana
Formy zajęć:	praca indywidualna, praca w parach
Środki dydaktyczne:	tablica multimedialna
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
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 (może to być także rozmowa kierowana na temat energii – należy przypomnieć, czym jest energia kinetyczna i potencjalna oraz zasada zachowania energii).	
Faza realizacyjna:	

- Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu:
 - nauczyciel przypomina uczniom informacje na temat pola grawitacyjnego,
 - uczniowie słuchają nauczyciela i zadają pytania dotyczące niezrozumiałych kwestii,
 - nauczyciel zapisuje wzór na energię potencjalną w polu grawitacyjnym,
 - nauczyciel zachęca uczniów do zadawania pytań,
 - nauczyciel odpowiada na pytania uczniów – jeśli takowe się pojawiają,
 - nauczyciel prosi uczniów, by spróbowali określić, jak zmienia się energia potencjalna w zależności od odległości; prosi ich, by narysowali wykres zależności $E_p(r)$,
 - uczniowie próbują narysować wykres,
 - nauczyciel koryguje i naprowadza uczniów.
- Kolejny etap lekcji obejmuje rekonstruowanie wiedzy uczniów:
 - uczniowie na podstawie informacji uzyskanych od nauczyciela rozwiązują zadania z zestawu ćwiczeń,
 - nauczyciel sprawdza wyniki pracy uczniów i na bieżąco koryguje pojawiające się ewentualne błędy.

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. Poprzez analizę wypowiedzi uczniów nauczyciel określa, w jakim stopniu osiągnięte zostały wyznaczone cele.

Praca domowa:

Zadaniem uczniów jest zapoznanie się z filmem samouckiem z niniejszego e-materiału oraz rozwiązanie trzech zadań rachunkowych, których nie rozwiązyali na lekcji z zestawu ćwiczeń.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

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