

Fizyka

Temat	Swobodne spadanie ciał. Badanie swobodnego spadania ciał z wykorzystaniem czujnika lidarowego
Czas trwania	3 × 45 minut
Klasa/Wiek	Cykl jest adresowany przede wszystkim dla uczniów szkoły ponadpodstawowej podczas realizacji podstawy programowej fizyki (kurs podstawowy). Może być również wykorzystany do realizacji podstawy programowej z fizyki rozszerzonej. - klasa I–II, poziom rozszerzony
Cel	• Zrozumienie zjawiska swobodnego spadania w polu grawitacyjnym Ziemi. • Rozwijanie umiejętności planowania i przeprowadzania doświadczenia fizycznego. • Analiza danych pomiarowych z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi pomiarowych (czujnik lidarowy, komputer, arkusz kalkulacyjny).
Opis	Uczeń: 1. Wyjaśnia, co to jest swobodne spadanie i od jakich czynników zależy. 2. Zapisuje równania ruchu jednostajnie przyspieszonego. 3. Odczytuje dane pomiarowe z czujnika lidarowego. 4. Sporządza wykres zależności $s(t)$ oraz $v(t)$ i wyznacza przyspieszenie ziemskie g. 5. Interpretuje wyniki, porównuje je z wartością tablicową $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. 6. Wskazuje przyczyny błędów pomiarowych. Metody i formy pracy • Pogadanka, dyskusja kierowana • Eksperyment uczniowski • Praca z danymi pomiarowymi • Praca w grupach • Mini-prezentacje wyników

str. 1

This material is provided by the [EMPE Team](#), responsible institution: UKEN University of Krakow



Unless otherwise noted, this work and its contents are licensed under This work is licensed under a Creative Commons License [CC BY-NC-SA 4.0](#) Excluded are funding logos and CC icons / module icons.

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Pomoce dydaktyczne	- sensor EMPE z oprogramowaniem - komputer stacjonarny lub laptop z przeglądarką internetową - projektor, ekran projekcyjny lub tablica multimedialna - ciało spadające: deska, książka lub pudełko tekturowe które obciążamy w kolejnych pomiarach stopniowo zwiększając jego masę
---------------------------	--

1. Przebieg lekcji

Etap I – Wstęp (ok. 15 min)

Forma: pogadanka + dyskusja kierowana

1. Nawiązanie do wiedzy potocznej:

- Nauczyciel pyta:
 - Co się dzieje, gdy upuścimy piórko i kamień?
 - Dlaczego kamień spada szybciej?
 - Czy w próżni będzie tak samo?
- Uczniowie podają intuicyjne odpowiedzi.
- Nauczyciel kieruje rozmowę do wniosku, że:
 - Wszystkie ciała w próżni spadają z takim samym przyspieszeniem.
 - W powietrzu różnice wynikają z **oporu powietrza**.
 - Zjawisko swobodnego spadania można opisać ruchem jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej.

2. Przypomnienie zależności:

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$v = gt$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

str. 2

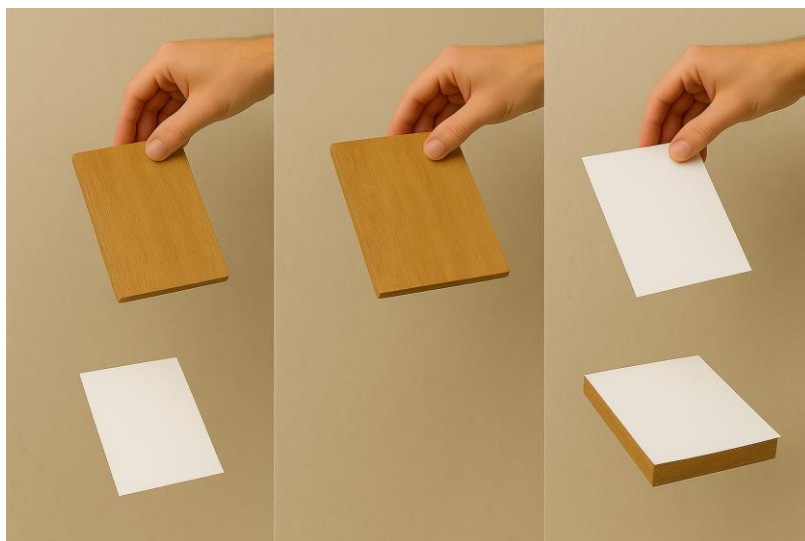
This material is provided by the [EMPE Team](#), responsible institution: UKEN University of Krakow



Unless otherwise noted, this work and its contents are licensed under This work is licensed under a Creative Commons License [CC BY-NC-SA 4.0](#) Excluded are funding logos and CC icons / module icons.

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Nauczyciel przedstawia pokaz.



Upuszcza z tej samej wysokości kartkę oraz deskę o tej samej powierzchni.

Zamiast deski można użyć książki. Pokaz przeprowadzamy w trzech fazach.

1. Upuszczamy kartkę oraz deskę ustawione obok siebie. Porównujemy jak spadają.
2. Upuszczamy kartkę umieszczoną pod deską.
3. Upuszczamy kartkę umieszczoną na desce, pokazując, że podczas swobodnego spadania, kartka dociska deskę i nie odrywa się od spadającej deski.

Przeprowadzamy dyskusję. Omawiamy wnioski z doświadczenia.

Sugerowane wnioski z doświadczenia:

1. **W pierwszej fazie** – gdy kartka i deska są upuszczane obok siebie:
 - Deska spada szybciej, a kartka wolniej.
 - Dzieje się tak dlatego, że **na kartkę działa większy opór powietrza (siła oporu ma większą wartość)** w stosunku do ciężaru.
"Powietrze spowalnia jej spадanie".
 - Wniosek: **opór powietrza wpływa na prędkość spadania lekkich i płaskich przedmiotów.**
2. **W drugiej fazie** – gdy kartka znajduje się **pod deską**:
 - Kartka przykleja się do deski i obie spadają razem.
 - Powietrze nie dostaje się między deskę a kartkę, więc nie ma oporu, który by ją spowolnił.
 - Wniosek: **jeśli zminimalizujemy wpływ oporu powietrza, kartka spada tak samo jak deska.**
3. **W trzeciej fazie** – gdy kartka leży **na desce**:

str. 3

This material is provided by the [EMPE Team](#), responsible institution: UKEN University of Krakow



Unless otherwise noted, this work and its contents are licensed under This work is licensed under a Creative Commons License [CC BY-NC-SA 4.0](#) Excluded are funding logos and CC icons / module icons.

- Kartka nie odrywa się i spada razem z deską.
- Dzieje się tak, ponieważ w trakcie spadania powietrze nie oddziela kartki od deski – działa na nie ta sama siła grawitacji.
- Wniosek: **w próżni (lub gdy usuniemy wpływ oporu powietrza), wszystkie ciała spadają tak samo, niezależnie od masy.**

Wnioski ogólne

- Na ciała spadające w powietrzu działa **siła grawitacji** oraz **siła oporu powietrza**.
- W warunkach próżni (bez powietrza) wszystkie ciała spadają jednakowo.
- To doświadczenie pokazuje, że **różnice w prędkości spadania wynikają z różnych wartości sił oporu powietrza, a nie z różnych mas tychże ciał.**



3. Omówienie celu doświadczenia:

Dokonyjemy analizy jak ciało spada w polu grawitacyjnym, wykorzystując lidarowy czujnik odległości EMPE. Na podstawie danych wyznaczymy wartość przebytej drogi, wartość prędkości oraz przyspieszenia ziemskiego.

Etap II – Eksperyment (ok. 30 min)

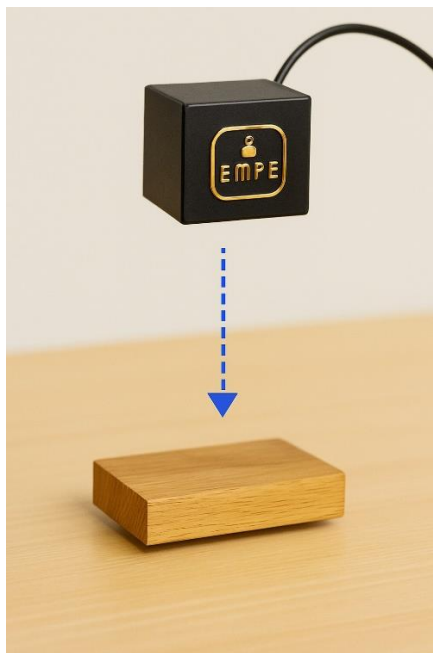
1. Opis stanowiska:

- Czujnik lidarowy ustawiony pionowo nad spadającym ciałem.
- Rejestracja danych z możliwie największą częstotliwością (np. 10, 20 Hz).
- Realizujemy pomiar spadania ciała (zmian odległości spadającego przedmiotu od czujnika w funkcji czasu) z możliwie największej w danych warunkach wysokości.

2. Przebieg:

- Uczniowie w grupach 3–4-osobowych przeprowadzają po 3 pomiary. Realizujemy pomiar spadania ciał z różnych wysokości. W tym celu umieszczają czujnik EMPE w odległości powyżej 30 cm nad powierzchnią spadającego przedmiotu np. klocka. Uczniowie uruchamiają pomiar z możliwie największą częstotliwością stabilnych pomiarów i upuszczają przedmiot tak, by spadał z możliwie największej w danych warunkach wysokości. Dokonują pomiaru. Wykonują eksport danych do programu Excel.





- Dane z programu EMPE eksportują, zapisują i analizują w arkuszu kalkulacyjnym.

3. Opracowanie danych:

- Sporządzają wykres $s(t)$ i dopasowują parabolę.
- Sporządzają wykres $V(t)$ i dopasowują prostą
- Sporządzają wykres $a(t)$ i dyskutują otrzymane wyniki
- Obliczają średnią wartości prędkości oraz przyspieszenia dla kilku prób. Dyskutują otrzymane wyniki.
- Przykładowy arkusz danych wraz z przykładowymi formułami w formacie Ms Excel załączono.

Etap III – Dyskusja wyników (ok. 15 min)

- Porównanie otrzymanych wartości g z wartością tablicową.
- Analiza przyczyn rozbieżności: błędy pomiaru, opóźnienia czujnika, opór powietrza, nieidealne zwolnienie ciała.
- Uczniowie formułują wnioski:
 - Ruch swobodnie spadającego ciała jest jednostajnie przyspieszony.
 - Przyspieszenie w tym ruchu jest niezależne od masy ciała.

Etap IV – Podsumowanie (ok. 10 min)

- Krótka rozmowa podsumowująca:
 - Czego się nauczyliśmy?
 - Jakie zalety ma wykorzystanie nowoczesnych czujników w fizyce?
- Nauczyciel przedstawia prawidłowe wyniki, odnosi się do celów lekcji.

