

Fyzika

Predmet	Voľný pád telies. Experimentálna analýza voľného pádu telies s použitím senzora EMPE (LiDAR)
Trvanie	2 × 45 minút
Trieda/vek	Cyklus je určený predovšetkým pre triedy základných škôl (7. – 9. ročník) a triedy prvého ročníka stredných škôl. Môže sa realizovať aj v neskorších fázach vzdelávania.
Účel	• Pochopenie javu voľného pádu v gravitačnom poli Zeme. • Rozvíjanie schopnosti plánovať a realizovať fyzikálne experimenty. • Analýza nameraných údajov pomocou moderných meracích zariadení (senzory, počítač, tabuľkový procesor).
Popis	Žiak: 1. Vysvetľuje, čo je voľný pád a od akých faktorov závisí. 2. Zapisuje rovnice rovnomerne zrýchleného pohybu. 3. Číta namerané údaje zo senzora. 4. Kreslí graf závislosti dráhy a rýchlosti od času a určuje gravitačné zrýchlenie g. Interpretuje namerané výsledky a porovnáva ich s hodnotou g = 9,81 m/s². 5. Označuje a vysvetľuje možné zdroje chýb v meraní. Metódy a formy práce • Prednáška, riadená diskusia • Študentský experiment • Práca s meranými údajmi • Skupinová práca • Krátkeprezentácie výsledkov
Učebné pomôcky	- EMPE senzor so softvérom - stolný počítač alebo laptop s webovým prehliadačom - projektor, projekčné plátno alebo multimediálnu tabuľu - padajúce telo: doska, kniha alebo kartónová krabica, ktorú vkladáme pri ďalších meraniach, postupne zvyšujúc jej hmotnosť

1. Priebeh lekcie

Fáza I – Úvodná aktivizácia (približne 15 minút)

Forma: rozhovor + vedená diskusia

V súlade so štátnym vzdelávacím programom pre základnú školu žiak opisuje voľný pád ako príklad rovnomerne zrýchleného pohybu bez odporu prostredia, pri ktorom je zrýchlenie nezávislé od hmotnosti telesa.

1. Odkaz na bežné poznatky:

- Učiteľ kladie otázky:
 - Čo sa stane, keď pustíme pierko a kameň?
 - Prečo kameň padá rýchlejšie?
 - Bolo by to rovnaké aj vo vákuu?
- Študenti odpovedajú podľa svojich predstáv a skúseností.
- Učiteľ usmerňuje diskusiu tak, aby žiaci dospeli k záverom:
 - Všetky telesá vo vákuu padajú s rovnakým zrýchlením.
 - Rozdiely v rýchlosti pádu vo vzduchu spôsobuje **odpor prostredia**.
 - Voľný pád môžeme opísať ako **rovnomerne zrýchlený pohyb s nulovou počiatočnou rýchlosťou**.



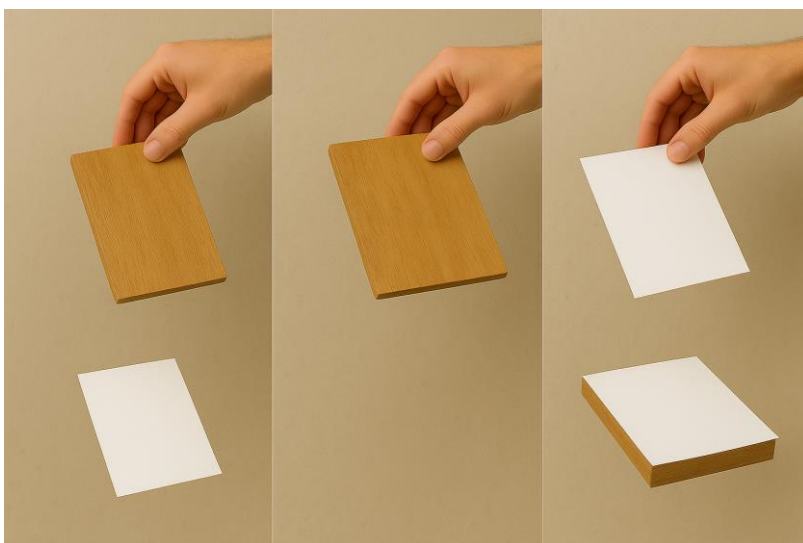
2. Pripomenutie podstatných vzťahov:

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

$$v = gt$$

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

Učiteľ predvedie pokus.



Zhodí papier a dosku (alebo knihu) s rovnakou hmotnosťou z rovnakej výšky. Pokus prebieha v troch krokoch:

1. **Položíme papier a dosku vedľa seba** a porovnáme, ako padajú.
2. **Položíme papier pod dosku** a znova pozorujeme pád.
3. **Položíme papier na dosku** – počas pádu papier pritláča k doske vzduch a papier sa od nej neodtrhne.

Nasleduje diskusia so žiakmi, v ktorej formulujeme závery z pozorovania.

Odporúčané závery z pozorovania

1. **V prvej fáze** – keď sa papier a doska položia vedľa seba:
 - Doska padá rýchlejšie a papier pomalšie.

Str. 3

Tento materiál poskytuje [tým EMPE](#), zodpovedná inštitúcia: UKEN University of Kraków



Ak nie je uvedené inak, toto dielo a jeho obsah sú licencované pod Creative Commons License [CC BY-NC-SA 4.0](#). Vylúčené sú logá financovania a ikony CC / moduly.

Podpora Európskej komisie pri tvorbe tejto publikácie nepredstavuje schválenie obsahu, ktorý odráža iba názory autorov, a Komisia nemôže niesť zodpovednosť za akékoľvek použitie informácií v nej obsiahnutých.

- Dôvod: papier má vzhľadom na svoju hmotnosť väčší odpor vzduchu.
„Vzduch spomaľuje jeho pád.“
- **Záver:** odpor vzduchu výrazne ovplyvňuje pád ľahkých a plošných predmetov.
- 2. **V druhej fáze** – keď je papier pod **doskou**:
 - Papier sa počas pádu „prilepí“ k doske a oba objekty padajú spolu.
 - Medzi papier a dosku sa nedostane vzduch, takže papier už nebrzdí odporová sila.
 - **Záver:** ak odstránime alebo minimalizujeme vplyv odporu vzduchu, papier padá rovnako rýchlo ako doska.
- 3. **V tretej fáze** – papier položený na doske
 - Papier sa neodtrhne, oba predmety padajú spolu.
 - Počas pádu sa medzi ne nedostane vzduch, preto sa papier nesnaží „odfúknuť“.
 - Gravitačná sila pôsobí rovnako smerom nadol na oba predmety.
 - **Záver: vo vákuu (alebo keď odstránime vplyv odporu vzduchu) všetky telá padajú rovnako, bez ohľadu na hmotnosť.**

• **Všeobecné závery**

- Telesá padajúce vo vzduchu ovplyvňuje **gravitačná sila** a **sila odporu vzduchu**.
- Vo vákuu (t. j. bez vzduchu a bez odporu) padajú všetky predmety s **rovnakým zrýchlením**.
- Experiment potvrdzuje, že rozdiely v rýchlosti pádu spôsobuje **odpor vzduchu**, nie hmotnosť predmetu.

Počas diskusií (pred aktivitami a po nich) by mal učiteľ povzbudzovať (ale nie nútiť) študentov s poruchou autistického spektra (PAS), afáziou a miernym mentálnym postihnutím k aktívnej účasti. Je dôležité vytvoriť podmienky, aby sa študenti mohli vyjadrovať ústne a prezentovať svoje myšlienky. Preto je potrebné: dať im viac času na vyjadrenie (reč) a uistiť sa, že ich ostatní študenti neprerušujú. To im nielen umožní aktívne sa zapojiť do práce na hodine, ale zároveň to učiteľovi pomôže uistiť sa, že študenti rozumejú preberanému obsahu, a v prípade potreby opraviť prípadné chyby.



Možné ťažkosti pri práci:

Porucha autistického spektra (PAS):

- ak má študent počas diskusie problémy s uvažovaním o príčinách a následkoch, môže byť pasívnym účastníkom,
- môže vytvárať špecifické mentálne asociácie a vyjadrovať sa spôsobom, ktorý môže učiteľa prekvapiť,
- študent môže klásť doplňujúce otázky.

Afázia (A):

- študent môže mať problém so správnym ústnym vyjadrením svojich myšlienok a potrebuje podporu, napríklad vo forme navrhovania vhodných slov,
- keďže má problémy s vyvodzovaním záverov, jeho tvrdenia sa môžu výrazne odchyľovať od očakávaných. Pre správne usmernenie diskusie a študentovho myslenia je preto potrebné jeho výroky pokojne a taktne, no rozhodne korigovať.

Mierne mentálne postihnutie (NI):

- vyjadrenie pohybu prostredníctvom grafu si vyžaduje myšlienkové procesy, ktoré sú u tohto študenta na výrazne nižšej úrovni. Jeho vyjadrenia tak môžu byť neadekvátne diskutovanej téme. Preto je potrebný podobný prístup ako u študenta s afáziou: pokojná a taktná, no dôsledná korekcia jeho výrokov,
- študent môže mať problém formulovať svoje myšlienky samostatne a ústne, a preto v prípade potreby potrebuje podporu učiteľa, napríklad vo forme navrhovania vhodných slov.

POZNÁMKA: Odporúča sa pripraviť poznámky k hodine s fotografiami alebo náčrtmi, ktoré vizualizujú experiment a závery, ktoré z neho vyplývajú.

Informácie a koncepty obsiahnuté v nasledujúcej časti scenára sú určené na realizáciu na strednej škole.

3. Diskusia o účele experimentu:

Str. 5

Tento materiál poskytuje [tím EMPE](#), zodpovedná inštitúcia: UKEN University of Kraków



Ak nie je uvedené inak, toto dielo a jeho obsah sú licencované pod Creative Commons License [CC BY-NC-SA 4.0](#). Vylúčené sú logá financovania a ikony CC / moduly.

Podpora Európskej komisie pri tvorbe tejto publikácie nepredstavuje schválenie obsahu, ktorý odráža iba názory autorov, a Komisia nemôže niesť zodpovednosť za akékoľvek použitie informácií v nej obsiahnutých.

Budeme analyzovať **pád telesa v gravitačnom poli** pomocou EMPE lidarového snímača vzdialenosti. Na základe získaných údajov určíme hodnotu **prejdenej dráhy** (vzdialenosti), **rýchlosť** a **gravitačné zrýchlenie Zeme** (g).

Fáza II – Experiment (približne 30 minút)

1. Popis práce:

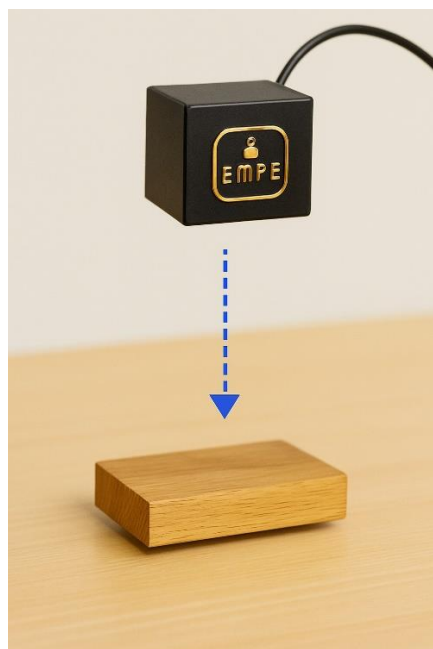
- Lidar senzor **umiestnime vertikálne** nad padajúce teleso.
- Dáta zaznamenávame na **čo najvyššej možnej frekvencii** (napr. 10, 20 Hz).
- Meriame pád telesa (**zmeny vzdialenosti padajúceho objektu od senzora v závislosti od času**) z **čo najväčšej výšky**, ktorú dané podmienky umožňujú.

○

2. Proces:

- Študenti v skupinách po 3 – 4 členoch vykonajú po **tri merania**.
- Meria sa pád telies z rôznych výšok. Na tento účel umiestnia študenti EMPE senzor vo výške **minimálne 30 cm** nad povrchom padajúceho objektu, napríklad bloku/kvádra.
- Študenti začnú meranie s **čo najvyššou frekvenciou stabilných meraní** a umiestnia objekt tak, aby spadol z **čo najväčšej možnej výšky** v rámci daných podmienok.
- Vykonajú merania a **exportujú dáta do Excelu**.

○



- Namerané údaje zo senzora EMPE sa exportujú a uložia do tabuľkového procesora (napr. MS Excel), kde sa následne spracujú a analyzujú.



3. Spracovanie údajov:

Spracovanie nameraných dát sa vykonáva v nasledujúcich krokoch:

- **Graf polohy v závislosti od času $s(t)$:** Študenti vytvoria graf polohy telesa v závislosti od času a **porovnajú získaný priebeh s teoretickou parabolou** (charakteristickou pre rovnomerne zrýchlený pohyb).
- **Graf rýchlosti v závislosti od času $v(t)$:** Následne vytvoria graf rýchlosti v závislosti od času a **porovnajú ho s priamkou** (charakteristickou pre lineárny nárast rýchlosti pri konštantnom zrýchlení).
- **Graf zrýchlenia v závislosti od času $a(t)$:** Nakreslia graf zrýchlenia v závislosti od času a **diskutujú o získaných výsledkoch**. Hodnota by mala byť konštantná a blízka hodnote gravitačného zrýchlenia g .
- **Výpočet a diskusia:** Vypočítajú **priemerné hodnoty rýchlosti a zrýchlenia** z viacerých uskutočnených pokusov. Diskutujú o dosiahnutých výsledkoch (napr. o presnosti a možných zdrojoch chýb v meraní).
- **Technická podpora:** K dispozícii je **vzorový pracovný list s ukázkovými vzorcami** na spracovanie údajov vo formáte Ms Excel.

Fáza III – Diskusia o výsledkoch (približne 15 minút)

- Porovnanie získaných hodnôt gravitačného zrýchlenia (g) s teoretickou (tabuľkovou) hodnotou.
- Analýza príčin odchýlok (nezrovnalostí):
 - chyby merania,
 - oneskorenia senzorov,
 - vplyv odporu vzduchu,
 - nedokonalé uvoľnenie telesa.
- Študenti sformulujú závery:
 - Pohyb voľne padajúceho telesa je **rovnomerne zrýchlený**.
 - Zrýchlenie pri tomto pohybe je **nezávislé od hmotnosti telesa**.

○

Fáza IV – Zhrnutie (približne 10 minút)

- Krátky súhrnný rozhovor:
 - Čo sme sa naučili? (Opakovanie kľúčových pojmov a vzťahov.)
 - Aké sú výhody použitia moderných senzorov vo fyzike? (Např. presnosť, vysoká frekvencia merania, vizualizácia pohybu v reálnom čase.)
- Učiteľ **prezentuje** správne výsledky a **odvoláva sa** na ciele lekcie.

