

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 • Skpinová 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

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:

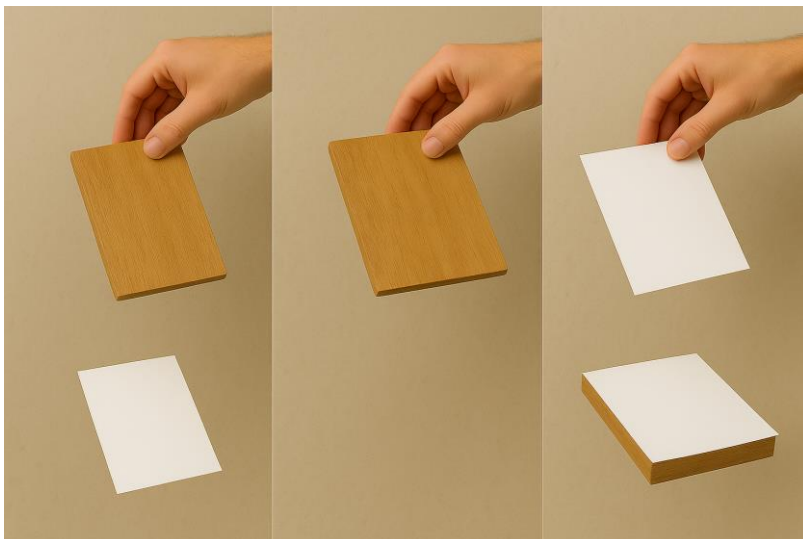
$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$v = gt$$

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



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.
 - 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

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.

- 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.

3. Diskusia o účele experimentu:

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:

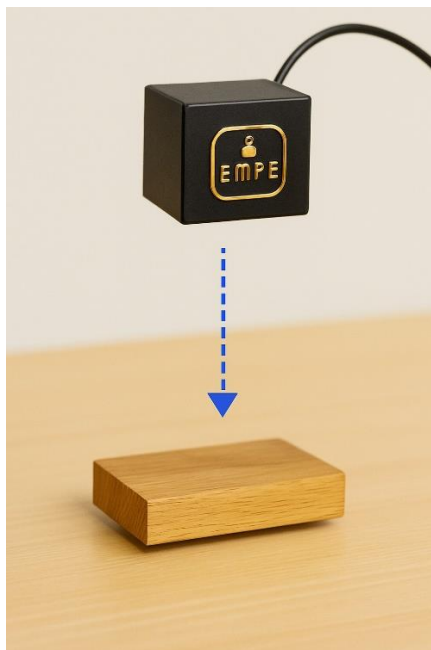
- Lidar senzor **umiestnime vertikálne** nad padajúce teleso.
- Dáta zaznamenávame na **čo najvyššej možnej frekvencii** (napr. 10, 20 Hz).
- Meriame pád telesa (**zmeny vzdialenosti padajúceho objektu od senzora v závislosti od času**) z **čo najväčšej výšky**, ktorú dané podmienky umožňujú.

2. Pokus:

- 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 ukážkovými vzorcami** na spracovanie údajov vo formáte Ms Excel.

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.

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.

