

# T É M A: POZOROVÁNÍ PŘEMĚN MECHANICKÉ ENERGIE

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

## ANOTACE:

V první části této laboratorní práce si žáci připomenou kinetickou a potenciální energii, změnu těchto energií, zákon zachování mechanické energie a vzájemnou přeměnou energie kinetické a energie potenciální. V druhé části laboratorní práce žáci pozorují vzájemné přeměny mechanické energie a vypočítají úbytek energie.

## TEORIE:

### Kinetická energie hmotného bodu:

Na hmotný bod o hmotnosti  $m$  začne působit stálá síla  $\vec{F}$ , jejím působením se bude hmotný bod pohybovat rovnoměrně zrychleně se zrychlením  $\vec{a}$ , za dobu  $t$  urazí dráhu  $s = \frac{1}{2}at^2$  a získá rychlost  $v = at$ .

Síla  $\vec{F}$  vykoná na dráze  $s$  práci  $W = F \cdot s$ . Pokud dosadíme za  $F = a \cdot m$  a za  $s = \frac{1}{2}at^2$ , dostaneme pro velikost práce:

$$W = F \cdot s = a \cdot m \cdot \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}ma^2t^2 = \frac{1}{2}m(at)^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

Hmotný bod získá kinetickou energii, která se rovná velikosti vykonané práce.

$$E_k = W$$

Kinetickou energii vypočteme ze vztahu:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \text{kde} \quad v \cdots \text{rychlost tělesa}$$

$$m \cdots \text{hmotnost tělesa}$$

Kinetická energie tělesa závisí na rychlosti a na hmotnosti tělesa. Těleso má při větší rychlosti větší kinetickou energii. Ze dvou těles, která mají stejnou rychlost, má větší kinetickou energii to těleso, které má větší hmotnost.

### Změna kinetické energie hmotného bodu:

Pokud se hmotný bod o hmotnosti  $m$  pohybuje rychlostí  $\vec{v}_1$ , má kinetickou energii  $E_{k1}$ , kde  $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$ . Na hmotný bod začne působit stálá síla  $\vec{F}$  stejného směru jako rychlost  $\vec{v}_1$ , působením síly se vykoná práce  $W$ , tím se rychlost hmotného bodu se zvýší na hodnotu  $\vec{v}_2$  a kinetická energie na hodnotu  $E_{k2}$ , kde  $E_{k2} = \frac{1}{2}mv_2^2$ .

Změna kinetické energie se rovná velikosti vykonané práce:

$$\Delta E_k = W$$

$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

### Potenciální energie:

Na těleso o hmotnosti  $m$  začne působit stálá tíhová síla  $\vec{F}_G$ , těleso zvedneme rovnoměrným pohybem z místa o výšce  $h_1$  do místa o výšce  $h_2$ , kde  $h_1 < h_2$  a platí  $h_2 - h_1 = h$ . Na zvednutí tělesa jsme museli vykonat práci  $W = F_G \cdot h$ . Těleso získá potenciální energii, která se rovná velikosti vykonané práce.

$$E_p = W$$

Potenciální energii vypočteme ze vztahu:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad \text{kde} \quad h \cdots \text{výška tělesa nad podložkou}$$

$$m \cdots \text{hmotnost tělesa}$$

$$g \cdots \text{tíhové zrychlení}$$

Potenciální energie tělesa závisí na výšce a na hmotnosti tělesa. Těleso má při větší výšce větší potenciální energii. Ze dvou těles, která mají stejnou výšku, má větší potenciální energii to těleso, které má větší hmotnost.

Místa, ve kterých má těleso stejnou potenciální energii, se nazývají **hladiny potenciální energie**. Hodnota potenciální energie závisí na volbě **nulové hladiny potenciální energie**. Nulovou hladinu potenciální energie můžeme volit podle potřeby.

## Změna potenciální energie hmotného bodu:

Pokud je těleso o hmotnosti  $m$  ve výšce  $h_1$  má potenciální energii  $E_{p1}$ , kde  $E_{p1} = mgh_1$ . Těleso zvedneme do výšky  $h_2$ , kde  $h_1 < h_2$ ,  $h_2 - h_1 = h$ , pak má potenciální energii  $E_{p2}$ , kde  $E_{p2} = mgh_2$ . Na zvednutí tělesa jsme museli vykonat práci  $W$ , která se rovná změně potenciální energie.

Změna potenciální energie se rovná velikosti vykonané práce:

$$\begin{aligned}\Delta E_p &= W \\ \Delta E_p &= E_{p2} - E_{p1} \\ \Delta E_p &= mgh_2 - mgh_1 \\ \Delta E_p &= mg(h_2 - h_1) \\ \Delta E_p &= mgh\end{aligned}$$

## Zákon zachování mechanické energie:

Potenciální a kinetickou energii označujeme jako energii mechanickou.

Celková mechanická energie je součet energie kinetické a potenciální, tedy:

$$E = E_k + E_p$$

Zákon zachování mechanické energie platí v izolované soustavě.

Zákon **zachování mechanické energie** říká:

Celková mechanická energie izolované soustavy těles je pořád stejná.

$$E = \textit{konst.}$$

**Poznámka:**

Při reálných pokusech pozorujeme, že se celková mechanická energie zmenšuje. V těchto případech mechanická energie nezaniká, ale působením odporových sil se mění na jiné formy energie. Energie nemůže vzniknout ani zaniknout, dochází jen k přeměně jedné formy energie v jinou formu.

## Zákon zachování energie:

Zákon zachování mechanické energie je zvláštním případem zákona zachování energie.

**Zákon zachování energie:**

Soustava těles, která si s okolím nevyměňuje energii, má stále stejnou celkovou energii. Celková energie je dána součtem mechanické energie, tepla a ostatních druhů energie. energii nelze vyrobit ani zničit, pouze se přeměňuje z jednoho druhu energie na jiný.

**Zákon zachování energie** jinak:

Celková energie izolované soustavy je stálá, mění se pouze jeden druh energie na druhý.

## Pozorování přeměn mechanické energie:

- Sestavíte pokus podle obrázku 1.
- Vychylte kuličku (1) z rovnovážné polohy do výšky  $h$  nad povrchem stolu. Potenciální energie kuličky (1) vzhledem k povrchu stolu je:

$$E_{p1} = mgh$$

- Kuličku (1) uvolněte, potenciální energie kuličky  $E_{p1}$  se mění na energii kinetickou  $E_{k1}$  a kulička (1) získá rychlost.
- Po nárazu kuličky (1) do kuličky (2), která je v klidu, se část kinetické energie kuličky (1) změní na jiné formy energie a tak kulička (2) předá jen část kinetické energie  $E_{k2}$ .

Platí:  $E_{k1} > E_{k2}$ .

- Kulička (2) má kromě energie  $E_{k2}$  ještě vlastní potenciální energii  $E_{p2}$  vzhledem k rovině podlahy.

$$E_{p2} = mgH \quad \text{kde } H \dots \text{výška kuličky nad podlahou}$$

- Kulička (2) se po nárazu začne pohybovat vodorovným vrhem a dopadne na podlahu do bodu D. Délku vrhu označte  $d$ .
- Pro vodorovný vrh platí:

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

$$d = v \cdot t \quad \text{kde } v \dots \text{rychlost kuličky (2)} \\ t \dots \text{doba vrhu}$$

Dosaďte za  $t = \frac{d}{v}$  do rovnice  $H = \frac{1}{2}gt^2$  a dostanete:

$$H = \frac{1}{2}g\left(\frac{d}{v}\right)^2$$

$$H = \frac{1}{2}g\frac{d^2}{v^2}$$

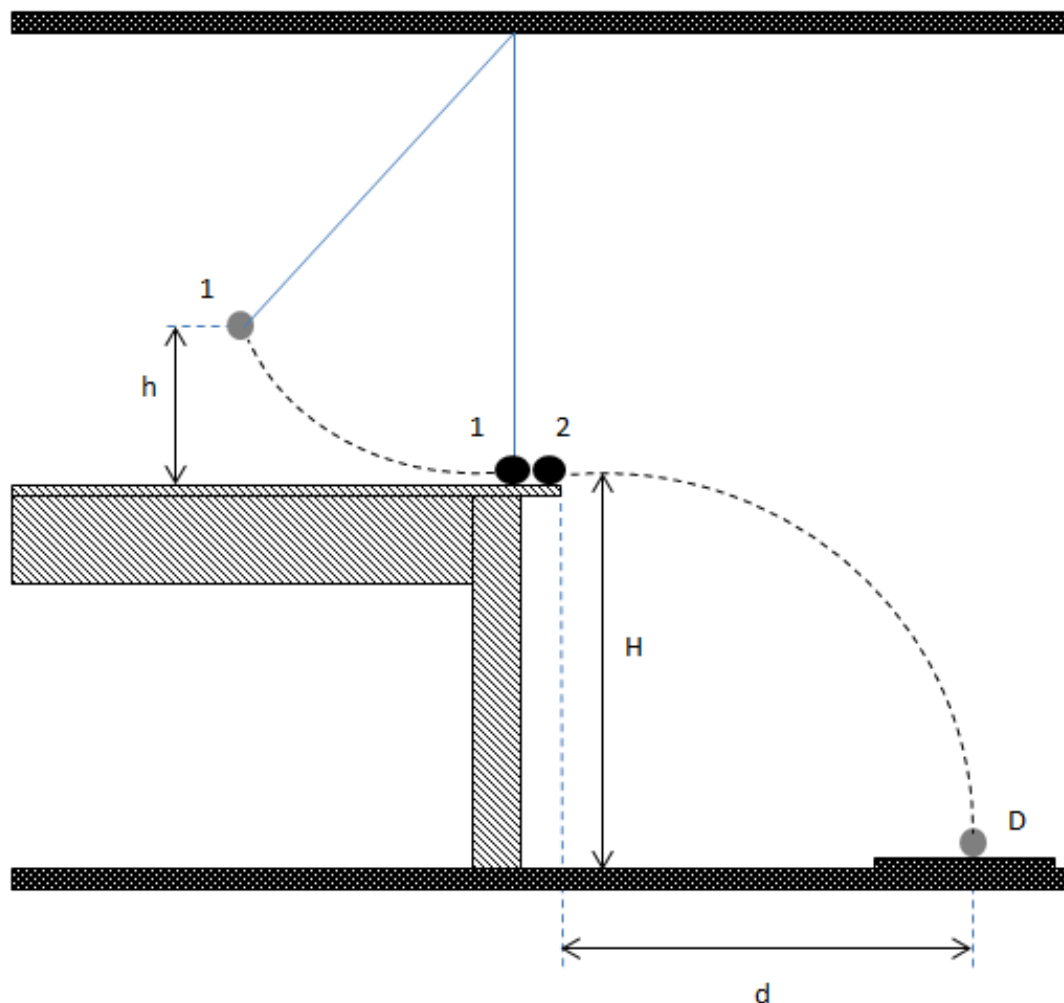
Pro rychlost kuličky (2) dostanete:

$$v = d\sqrt{\frac{g}{2H}}$$

- Kinetická energie kuličky (2) se těsně po nárazu kuličky (1) rovná:

$$E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$$

- Z rozdílu energií  $E_{p1} - E_{k2}$  zjistíte, jaká část potenciální energie kuličky (1) se po nárazu na kuličku (2) změnila v jiné formy energie.



Obrázek 1: Pozorování vzájemných přeměn energie

## PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte si, kdy má těleso potenciální energii.
2. Zopakujte si, kdy má těleso kinetickou energii.
3. Zopakujte si zákon zachování mechanické energie.
4. Zopakujte si zákon zachování energie.
5. Projděte si, jak určíme změnu energie.
6. V laboratoři budete dále potřebovat kalkulačku.

## ÚKOL:

Pozorujte vzájemné přeměny mechanické energie a vypočtěte, jaká část mechanické energie se po nárazu mění na jiné formy energie.

## POMŮCKY:

stojan, tenký provázek, dvě kuličky stejné velikosti a hmotnosti, délkové měřidlo, bílý papír, kopírovací papír, digitální váhy

## POSTUP:

1. Určete hmotnost  $m$  kuličky.
2. Sestavte zařízení podle obrázku 1. Kuličku (2) položte na okraj stolu tak, aby se v klidové poloze dotýkala kuličky (1).
3. Změřte výšku  $H$  středu kuličky (2) od podlahy.
4. Kuličku (1) zvedněte do výšky  $h$  nad stolem, změřte tuto výšku a pak kuličku uvolněte.
5. Určete místo dopadu kuličky (2) na podlahu tak, že na podlahu položíte bílý papír překrytý kopírovacím papírem. Při dopadu kulička zanechá na bílém papíru tmavou stopu. Kulička dopadne na podlahu do bodu D.
6. Změřte délku vrhu  $d$ , tedy vzdálenost paty kolmice od bodu D.
7. Měření proveďte při pěti různých výškách  $h$ .
8. Naměřené hodnoty zapište do tabulky.
9. Ze vztahu  $v = d \sqrt{\frac{g}{2H}}$  vypočtěte velikost rychlosti kuličky (2), kterou získala po nárazu kuličky (1).
10. Ze vztahu  $E_{p1} = mgh$  vypočtěte potenciální energii kuličky (1).
11. Ze vztahu  $E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$  vypočtěte kinetickou energii kuličky (2).
12. Ze vztahu  $E_{p1} - E_{k2}$  určete, jaká část mechanické energie kuličky (1) se po nárazu na kuličku (2) změní na jiné formy energie. Rozhodněte, zda rozdíl  $E_{p1} - E_{k2}$  závisí na výšce  $h$ .
13. Určete kolik procent energie kuličky (1) se po nárazu na kuličku (2) změní na jiné formy energie. Použijte vztah:  $\frac{E_{p1} - E_{k2}}{E_{p1}} \cdot 100\%$ . Napište, proč se poslední sloupec tabulky nerovná nule.

## VYPRACOVÁNÍ:

hmotnost kuličky:

výška středu kuličky od podlahy:

### TABULKA:

Číslo měření	$h$ [m]	$d$ [m]	$v$ [m · s <sup>-1</sup> ]	$E_{p1}$ [J]	$E_{k2}$ [J]	$E_{p1} - E_{k2}$ [J]	$\frac{E_{p1} - E_{k2}}{E_{p1}} \cdot 100$ . [%]
1							
2							
3							
4							
5							

### VÝPOČTY:

Výpočty provádějte pomocí kalkulačky a výsledky zapisujte přímo do tabulky.

- ve čtvrtém sloupci vypočtete velikost rychlosti kuličky ze vztahu  $v = d \sqrt{\frac{g}{2H}}$
- v pátém sloupci vypočtete velikost potenciální energie kuličky ze vztahu  $E_{p1} = mgh$
- v šestém sloupci vypočtete velikost kinetické energie kuličky ze vztahu  $E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$
- v sedmém sloupci vypočtete, jaká část mechanické energie se po nárazu mění na jiné formy energie, rozhodněte, zda rozdíl  $E_{p1} - E_{k2}$  závisí na výšce  $h$
- v osmém sloupci vypočtete, kolik procent energie se po nárazu mění na jiné formy energie, napište, proč se poslední sloupec tabulky nerovná nule.

## ZÁVĚR:

## SHRNUTÍ:

1. Na čem závisí velikost kinetické energie tělesa?
2. Na čem závisí velikost potenciální energie tělesa?
3. Formulujte zákon zachování energie?
4. Formulujte zákon zachování mechanické energie?
5. Co je grafem závislosti kinetické energie tělesa stálé hmotnosti na rychlosti tělesa?
6. Co je grafem závislosti potenciální energie tělesa stálé hmotnosti na výšce tělesa?

## SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] BEDNAŘÍK, M.; ŠIROKÁ, M., BUJOK, P. *Fyzika pro gymnázia - Mechanika*. Dotisk 1. vydání. Praha: Prometheus, 1993. 343 s. ISBN 80-901619-3-6
- [02] VACHEK, J.; BEDNAŘÍK, M., KLOBUŠICKÝ, K., MARŠÁK, J., NOVÁK, J.; ŠABO, I. *Fyzika pro I. ročník gymnázií*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 383 s.

## METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín
Autor	Mgr. Dana Stesková
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Mechanika – mechanická energie
Druh učebního materiálu	Laboratorní cvičení – žák
Cílová skupina	Žák, 16 – 19 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky žákům, podklad pro laboratorní cvičení z fyziky. Informace žák čerpá z vlastních poznámek, odborné literatury. Náplň: pohybová energie, polohová energie, zákon zachování mechanické energie, změna energie, žáci provedou pozorování vzájemných přeměn mechanické energie a výpočet úbytku energie.