

### 3.1.4 Energie I

**Předpoklady:** 030103

**Pomůcky:** mosazná kulička, pingpongový míček, krabička od sirek, pružina, kolej,

Žádný stroj (ani člověk) nedokáže vykonávat práci jen tak z ničeho. Vždy je potřeba mu dodávat energii.

Nebude zatím studovat, jak se energie mění v práci u složitějších přístrojů, podíváme se na nejjednodušší příklad kuličky.

**Př. 1:** Co musíme udělat, aby kulička vykonala práci (posunula krabičku po stole)?

Musíme kuličku uvést do pohybu.

**Př. 2:** Na kterých veličinách a jak závisí pohybová energie kuličky? Navrhni pokusy, kterými bychom si to ověřili.

Pohybová energie kuličky závisí na:

- hmotnosti kuličky (těžší kulička pohne s krabičkou více než stejně rychlá lehká kulička - můžeme ověřit pomocí mosazné kuličky a pingpongového míčku),
- rychlosti kuličky (rychleji se kutálející kulička pohne s krabičkou více než pomalu se kutálející stejná kulička - můžeme ověřit pomocí mosazné kuličky, kterou pošleme jednou rychle a podruhé pomalu).

**Pedagogická poznámka:** V diskusi padá spousta nápadů, které se týkají toho, jak kulička rychlost získala. Je třeba dosáhnout toho, aby si žáci uvědomili, že v okamžiku těsně před srážkou kuličky s krabičkou na ničem takovém nezáleží, pokud známe rychlost a hmotnost kuličky.

**Př. 3:** Navrhni vzoreček pro výpočet pohybové energie. Veličinu pohybová energie značíme  $E_k$  (z anglického kinetic energy).

Návrh:  $E_k = mv$  je s informacemi, které v tuto chvíli máme, očekávatelný a odpovídající všem úvahám, ale není správný.

Správný vztah  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  obsahuje navíc polovinu a druhou mocninu rychlosti. Odpovídá

však očekáváním z příkladu 2:

- pohybová energie roste s rychlostí,
- pohybová energie roste s hmotností předmětu.

**Pedagogická poznámka:** Je otázka, zda se o vzorci, který se v dalším nepoužívá a který není uváděn v klasických učebnicích, vůbec bavít. Cílem však není vzorec, cílem je procvičení sestavování vzorců a zkušenost s tím, že výsledek, který odpovídá všemu, co v určitém okamžiku víme, nemusí být správný.

Všechny pohybující se předměty mají pohybovou energii. Její velikost roste s hmotností a rychlostí předmětu.

**Př. 4:** Jakým způsobem může kulička pohybovou energii získat?

Spousta možností:

- cvrkneme do ní rukou,
- pošleme ji,
- necháme ji sjet z kopečka,
- odpudíme ji magnetem,

Ve všech uvedených případech získá kulička pohybovou energii na úkor jiného typu energie (například u cvrknutí na úkor energie v našem těle).

V další části hodiny se budeme zabývat situací, ve které kulička získává pohybovou energii tím, že sjede z kopečka. Pohybová energie je skryta v hmotnosti a rychlosti kuličky. Pokud se nebere "z ničeho" musí být někde ukryta již v okamžiku, kdy kulička ještě stojí na kopečku. V čem je ukryta energie kuličky před sjezdem z kopečka?

Je ukryta v poloze kuličky (při sjezdu z vyššího kopečku kulička více zrychlí), proto se nazývá polohová (někdy s dodatkem gravitační) energie a značí se  $E_p$ .

**Př. 5:** Na kterých veličinách a jak závisí polohová gravitační energie kuličky? Navrhni pokusy, kterými bychom si to ověřili.

Polohová gravitační energie kuličky závisí na:

- výšce kuličky  $h$  nad místem, kam může spadnout (sjet) (čím větší tato výška, tím větší je energie kuličky - pustíme stejnou kuličku z různých výšek),
- hmotnosti kuličky  $m$  (kulička se větší hmotností má ve stejné výšce větší energii - pustíme mosaznou kuličku a pingpongový míček ze stejné výšky),
- gravitačním zrychlením  $g$  (na Měsíci je slabší gravitace, předměty jsou přitahovány menší silou a mají proto ve stejné výšce menší energii - to ve třídě asi nevyzkoušíme)

**Pedagogická poznámka:** Při kontrole se určitě objeví názor, že není úplně jasné, kam až může kulička sjet. Všichni s tím souhlasí, dohodneme se, že v případě nejasností je třeba to uvést, ale nemluvíme o nulové hladině potenciální energie.

**Př. 6:** Navrhni vzorec pro velikost polohové gravitační energie  $E_p$ .

$$E_p = mgh$$

**Př. 7:** Urči energii, kterou má kulička o hmotnosti 250 g, ve výšce 0,4 m nad podlahou.

Dosadíme do vzorce:  $E_p = 0,25 \cdot 10 \cdot 0,4 \text{ J} = 1 \text{ J}$ .

Kulička má ve výšce 0,4 m energii 1J.

**Př. 8:** Vypočti práci, kterou vykonáme při zvednutí kuličky o hmotnosti 250 g do výšky 0,4 m nad podlahou.

Kuličku musíme zvedat silou, která se rovná gravitační síle, která ji přitahuje k zemi:  $F = F_g$ .

$$W = Fs = F_g s = mgs = 0,25 \cdot 10 \cdot 0,4 \text{ J} = 1 \text{ J}$$

Při zvednutí kuličky vykonáme práci 1 J.

**Pedagogická poznámka:** Diskuse o tom, že obě hodnoty se rovnají a že je to vlastně přirozené se spustí samovolně.

Všechny předměty, které se mohou přemístiti do nižší polohy, mají polohovou gravitační energii o velikosti  $E_p = mgh$ . Velikost energie se rovná práci, kterou musíme vykonat, abychom do této polohy předmět přemístili. Základní jednotkou energie je (stejně jako u práce) 1 Joule.

**Př. 9:** Popiš, jak se mění energie pingpongového míčku, který pustíme nad stolem a necháme ho několikrát se od stolu odrazit. Co se děje s jeho energií v okamžiku odrazu?

V okamžiku upuštění má míček polohovou energii, pohybová energie je nulová (ještě se nepohybuje).

Během pádu se polohová energie zmenšuje (míček je čím dál níž nad stolem), pohybová energie se zvětšuje (míček padá čím dál rychleji).

V okamžiku těsně před odrazem míček nemá žádnou polohovou energii (jeho výška nad stolem je nulová) a má největší pohybovou energii (padá nejvyšší rychlostí).

Při odrazu jeho energie na okamžik zmizí.

Pak se opět objeví jako pohybová energie (míček letí nahoru).

Během letu po odrazu se pohybová energie postupně zmenšuje (míček stoupá čím dál pomaleji), polohová energie míčku se postupně zvětšuje (je čím dál tím výš nad stolem).

Ve chvíli, kdy je míček nejvýš se na chvíli zastaví, má tedy jen polohovou energii.

Při pádu dolů se děje to samé jako při pádu po upuštění z ruky.

**Shrnutí:** Předměty, které se pohybují nebo jsou ve výšce, mají energii.