

3.1.5 Energie II

Předpoklady: 010504

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

Př. 1: Při pokusu s odrazem míčku se během odrazu zdá, že se energie míčku "někam ztratila". To je podivné, protože během pádu se pouze přeměňovala z energie polohové na pohybovou a naopak. Představ si, co se s míčkem při odrazu děje a kam se energie schovala.

Míč se při odrazu zmáčkne, zmáčkнутý míč se chová jako pružina (odtláčuje ruku, chce se narovnat) \Rightarrow energie se schová do zmáčknutí míčku \Rightarrow existuje další druh energie, která odpovídá zmáčknutí předmětů.

Ne všechny předměty, které zmáčkne, se snaží vrátit do původního tvaru. Předměty, které se do původního tvaru vrací, se označují jako pružné. energii zmáčknutého míče proto označujeme jako **(polohovou) energii pružnosti**. Typickým představitelem takového předmětu je kromě různých míčů pružina (už název napovídá, o co jde).

Př. 2: Kdy pružina energii má a kdy ji nemá? Na čem závisí její energie? Navrhni pokusy, kterými bychom si odhad ověřili.

Pružina má energii, pokud je:

- stlačená,
- natažená.

Energie pružiny závisí na:

- míře natažení (čím více je natažená, tím větší má energii - zavěsíme na pružinu závaží a natáhneme ho málo a hodně),
- typu pružiny (tvrdší pružiny se hůře natahují a proto se do nich vejde více energie - vezmeme různé pružiny, stejně je stlačíme a necháme je cvrknout do kuličky).

Př. 3: Najdi příklady, ve kterých využíváme ukládání energie do pružnosti předmětů.

- Luk: při natahování ho ohýbáme, luk se chce narovnat a při narovnání předá energii šípu.
- Pasticčka na myši: nahnutím pastičky zkroučíme pružinu, která se chce narovnat, při uvolnění pojistky se narovná a zabije myš.
- Klika (a další mechanismy, které se "vracejí zpět"): uvnitř jsou schované pružinky, které se natáhnou a vrátí kliku do původní polohy.

Př. 4: Vrať se k pokusu z konce minulé hodiny (upuštění pingpongového míčku na stůl). V libovolném okamžiku pokusu můžeme spočítat hodnoty polohové gravitační energie, pohybové energie a energie pružnosti a tyto hodnoty sečíst.

- a) Jak se tento součet (celková mechanická energie míčku) během pokusu mění?
b) Jak by se tento součet měnil, kdyby pohyb míčku neovlivňoval odpor vzduchu a jiné ztráty?

a) Jak se tento součet (celková energie míčku) během pokusu mění?

Celková mechanická energie míčku se postupně zmenšuje (je to vidět na tom, že po každém odrazu vystoupá do menší výšky).

b) Jak by se tento součet měnil, kdyby pohyb míčku neovlivňoval odpor vzduchu a jiné ztráty?

Kdyby pohyb míčku neovlivňoval odpor vzduchu a jiné ztráty, celková mechanická energie by se neměnila.

Pedagogická poznámka: Zachování energie je pro žáky přirozené a přicházejí s ním sami, proto považují za zbytečné ho podporovat v tomto okamžiku nějakými výpočty.

Pokud zanedbáme působení odporových sil a jiné ztráty, celková mechanická energie soustavy předmětů se nemění (platí zákon zachování mechanické energie).

Př. 5: Co musíme udělat se dvěma magnety, abychom zvětšili jejich energii, jestliže jsou k sobě natočeny: a) souhlasnými póly b) nesouhlasnými póly.

a) magnety jsou k sobě natočeny souhlasnými póly

Magnety svou energii uvolní tím, že je necháme od sebe oddálit. Energii tedy zvětšíme tím, že magnety více přiblížíme k sobě. Zvětší se tak síly, kterou se odpuzují i dráha, na které se mohou od sebe odpuzovat a tím předávat energii jinému předmětu.

b) nesouhlasnými póly

Magnety svou energii uvolní tím, že je necháme k sobě přitáhnout. Energii magnetů zvětšíme tím, že magnety více oddálíme od sebe. Zvětší se tak dráha, na které se mohou přitahovat k sobě a tím předávat energii jinému předmětu. S91a přitahování bude na počátku pohybu sice menší, ale všechny úseky dráhy, na kterých se mohly magnety přitahovat předtím, budou stále k dispozici.

Pedagogická poznámka: Žáci mají problém s bodem b), kde mají tendenci magnety přiblížovat, aby zvětšili sílu, kterou na sebe působí.

Př. 6: Vysvětli, proč je na kole jízda do kopce obtížnější než z kopce:

- a) pomocí působících sil b) pomocí práce a energie

a) pomocí působících sil

Na nakloněné rovině síla podložky nevyruší gravitační sílu, ze které zůstane složka rovnoběžná s nakloněnou rovinou (její velikost závisí na sklonu nakloněné roviny). Tato složka:

- působí při jízdě do kopce proti směru pohybu a my tak musíme vynakládat větší sílu,

- působí při jízdě z kopce po směru pohybu a my tak musíme vynakládat menší (nebo žádnou) sílu.

b) pomocí práce a energie

Při jízdě do kopce musíme svou práci překonat nejen odpor vzduchu a tření, ale musíme také přidat svému tělu energii, protože se zvedáme a roste naše polohová energie.

Při jízdě do kopce naše polohová energie klesá a ubývající energie může za nás konat práci s překonáváním tření a odporu vzduchu.

Př. 7: Popiš, jak se přeměňuje energie:

- a) u kyvadla, b) při výstřelu z luku, c) při skocích na trampolíně.

a) u kyvadla

V okamžiku největšího vychýlení je kyvadlo nejvýš a stojí \Rightarrow má největší polohovou energii a nulovou pohybovou energii.

Během pohybu do rovnovážné polohy kyvadlo klesá a zrychluje \Rightarrow polohová energie se zmenšuje a mění se na rostoucí pohybovou energii.

V rovnovážné poloze je kyvadlo nejniž a pohybuje se nejrychleji \Rightarrow polohová energie je nulová a pohybová největší.

Během pohybu do druhého největšího vychýlení kyvadlo stoupá a zpomaluje \Rightarrow pohybová energie se zmenšuje a mění se na rostoucí polohovou energii.

V okamžiku největšího vychýlení je kyvadlo nejvýš a stojí \Rightarrow má největší polohovou energii a nulovou pohybovou energii.

b) při výstřelu z luku

Během natahování tětiny se luk zakřivuje a roste jeho energie pružnosti (kterou čerpá z energie našich svalů). V okamžiku největšího zahnutí luku je jeho energie pružnosti největší.

Když luk pustíme, začne se narovnávat, jeho energie pružnosti se zmenšuje a mění se pohybovou energii šípu, který zrychluje. V okamžiku, kdy se luk narovná je pohybová energie šípu největší a energie pružnosti luku nulová.

c) při skocích na trampolíně

Skákající dítě se začíná dotýkat trampolíny. Jeho rychlost i pohybová energie je největší.

Pružina se postupně prohýbá a brzdí pohyb skákajícího dítěte \Rightarrow vzrůstá energie pružnosti trampolíny a klesá pohybová energie dítěte.

V okamžiku největšího prohnutí trampolíny se dítě zastaví \Rightarrow pohybová energie dítěte se přeměnila na energii pružnosti trampolíny.

Trampolína se postupně narovává a urychluje dítě směrem nahoru \Rightarrow vzrůstá pohybová energie dítěte a klesá energie pružnosti trampolíny.

Trampolína se zcela narovná a dítě se pohybuje nahoru maximální rychlostí \Rightarrow energie pružnosti trampolíny se zcela přeměnila v pohybovou energii dítěte.

Dodatek: Rozbor bodu c) je možné ještě zjemnit a zkomplikovat tím, že zohledníte i změny polohové energie dítěte během odrazu.

Př. 8: Jak pomáhá kladivo zatloukat hřebíky? Znáš jiné podobné případy využívání zákona zachování energie?

Kladivem se rozmachujeme a velkou rychlostí s ním udeříme do hřebíku \Rightarrow během rozmachu měníme naši energii na pohybovou energii kladiva, kterou kladivo ztratí vykonáním práce při zatloukání hřebíku (posune se sice o malou vzdálenost, ale velkou silou nutnou k rozražení dřeva).

Podobné případy:

- luk (ukládáme energii do energie pružnosti luku),
- prak (ukládáme energii do energie pružnosti gumy),
- natahovací budík (ukládáme energii do energie pružnosti pružiny uvnitř budíku),
- kukačkové hodiny (ukládáme energii do polohové energie šišek),
- beranidlo (ukládáme energii do pohybové energie těžkého beranidla),
- skok o tyči (ukládáme energii do energie pružnosti tyče),
-

Př. 9: Proč člověk doskočí dál s rozběhem než z místa?

Při skoku z místa dáváme do skoku pouze energii, kterou jsme schopni uvolnit při odrazu. Při skoku z rozběhem vkládáme do skoku energii i během celého rozběhu (tím, jak se pohybujeme ve vodorovném směru).

Př. 10: Proč se staví na řekách pro vodní elektrárny přehrady? Jaké parametry má vodní elektrárna, která bude schopna vyrábět velké množství energie?

Přehrada zvedá hladinu vody \Rightarrow voda proudí do elektrárny z větší výšky a může v ní odevzdat větší energii.

Elektrárna s velkým výkonem:

- vysoká výška hráze (voda ve větší výšce má větší polohovou energii),
- velký průtok vody (větší hmotnost vody má větší polohovou energii).

Př. 11: Přehrada u malé vodní elektrárny má převýšení 4 m. Jaký je maximální možný výkon elektrárny při průtoku 4 m^3 za sekundu?

Spočteme polohovou energii vody, která proteče přehradou za 1 s, tato energie se může změnit v práci, která číselně odpovídá možnému výkonu elektrárny.

$$E_p = mgh, \text{ hmotnost vody spočteme z objemu a hustoty: } \rho = \frac{m}{V} \quad / \cdot V$$

$$m = V \rho$$

$$E_p = mgh = V \rho gh = 4 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 4 \text{ J} = 160\,000 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{160\,000}{1} \text{ W} = 160\,000 \text{ W} = 160 \text{ kW}$$

Maximální možný výkon elektrárny je 160 kW.

Dodatek: Kvůli nedokonalé přeměně polohové energie vody v práci je skutečný očekávatelný výkon o pětinu až třetinu menší.

Př. 12: Jedním z velkých problémů při letech okolo Země je existence rostoucího počtu "kosmického smetí" - často velmi malých kousků bývalých družic, které přes svou velmi malou hmotnost (často jen několik gramů) ohrožují družice na oběžné dráze okolo Země. Vysvětli.

Smetí se ve vesmíru pohybuje obrovskou rychlostí (řádově desítky km/s) \Rightarrow i lehké kousky mohou mít dostatečnou pohybovou energii k tomu, aby zničily družici.

Shrnutí: Pokud zanedbáme působení odporových sil a jiné ztráty, celková mechanická energie soustavy předmětů se nemění (platí zákon zachování mechanické energie).