

HRZZ PROJEKT IP-2025-02-4569 „ISTRAŽIVANJE UPORABE REPREZENTACIJA U NASTAVI FIZIKE I MATEMATIKE (REPRESENTATIONS)“

MATERIJALI ZA NASTAVNU SEKVENCU O ENERGIJI

NASTAVNA PRIPREMA 7: CJELOVITA PRIMJENA ZAKONA OČUVANJA ENERGIJE BEZ TRENJA

Obrazovni ishodi:

FIZ SŠ D.1.5. Primjenjuje zakon očuvanja energije.

FIZ SŠ D.1.8. Rješava fizičke probleme.

- Zaključuje kvalitativno o očuvanju energije u situacijama bez trenja
- Primjenjuje zakon očuvanja energije za situacije bez trenja u zadacima
- Prikazuje zakon očuvanja energije za situacije bez trenja pomoću stupčastog dijagrama energija
- Primjenjuje izraze za kinetičku, gravitacijsku i elastičnu energiju te izraze za rad

Očekivanja međupredmetnih tema:

- osr B.4.2. Suradnički uči i radi u timu.
- D.4/5.2. Suradnja s drugima. Učenik ostvaruje dobru komunikaciju s drugima, uspješno surađuje u različitim situacijama i spreman je zatražiti i ponuditi pomoć.
- pod B.4.2. Planira i upravlja aktivnostima.
- ikt C.4.4. Učenik samostalno i odgovorno upravlja prikupljenim informacijama.
- B.4.1.A Odabire primjerene odnose i komunikaciju.
- uku B.4./5.1. Planiranje. Učenik samostalno određuje ciljeve učenja, odabire pristup učenju te planira učenje.

TIJEK SATA

Uvodni dio

Zakon očuvanja energije jako je važan zakon u fizici, a i drugim prirodnim i tehničkim znanostima, pa će nam biti važno da ga znamo primijeniti u primjerima. On će nam često olakšati rješavanje problema, jer je ZOE skalarni zakon, za razliku od Newtonovih zakona koji su vektorski zakoni. O čemu ZOE govori, kako smo ga iskazali matematički u mehanici?

Učenici se prisjećaju iskaza ZOE.

Njega možemo u mehanici matematički iskazati na sljedeći način:

$$E_{k1} + E_{gp1} + E_{ep1} + W = E_{k2} + E_{gp2} + E_{ep2}.$$

Protumačite značenje ovoga izraza.

Učenici tumače da je zbroj svih početnih mehaničkih energija sustava i rada nad sustavom jednak zbroju svih konačnih mehaničkih energija sustava.

Na koja sve pitanja moramo odgovoriti i što sve moramo odabrati prije primjene ZOE?

Učenici navode potrebna pitanja i odabire:

Čiju energiju promatramo? Obavlja li tko rad na sustav? – odabiremo sustav tijela, provjeravamo je li izoliran

U kojim trenutcima određujemo energiju? – odabiremo početni i konačni trenutak

Gdje je najpovoljnije staviti nultu razinu E_{gp} ? – odabiremo nultu razinu E_{gp}

U osnovi ZOE možemo smatrati svojevrsnim knjigovodstvom. Imamo popis mogućih energija u početnom i konačnom trenutku te uz načinjene odabire možemo proći kroz popis energija i prikazati situaciju prvo stupčastim dijagramom, a potom i jednadžbom.

Diskutiraju se primjeri dijagrama i jednadžbi iz DZ6. Kako promjena odabira nulte razine E_{gp} utječe na dijagram? Je li to utjecalo na jednadžbu energija i konačni rezultat?

Središnji dio

Riješimo prvo zajedno dva primjera. U svakom ćemo primjeru slijediti sljedeće korake pri rješavanju:

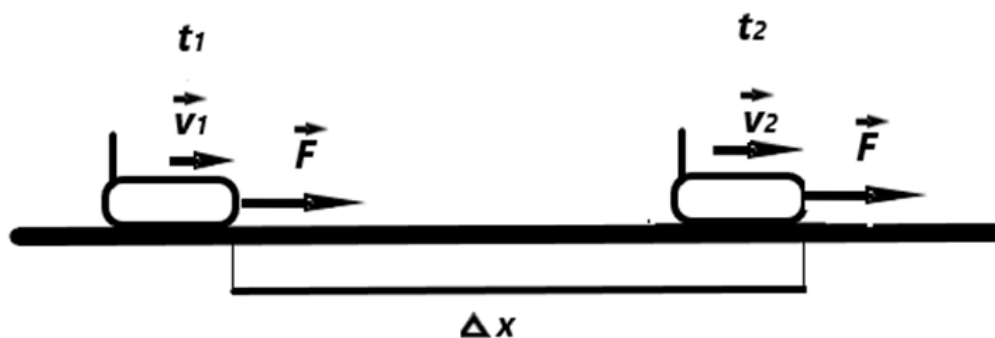
- 1. Skiciraj i označi,**
- 2. Fizikalno opiši i prikaži,**
- 3. Matematički opiši, riješi i promisli.**

Učenike pitanjima vodimo kroz korake u primjeru, koji je dan i na listiću L4. Listići se podijele i učenici upisuju rezultate u njih, ali se ovaj primjer još uvijek diskutira frontalno

Primjer 1: Djevojčica počne gurati sanjke, mase 4 kg, koje su već klizile brzinom 2 m/s po horizontalnoj snježnoj podlozi, i one se pri tome ubrzaju. Kolikom je stalnom horizontalnom silom djelovala na sanjke, ako su se one tijekom guranja gibale pravocrtno i pomaknule ukupno za 8 m, te postigle konačnu brzinu od 6 m/s? Trenje je zanemarivo.

1. Skiciraj i označi: skiciramo situaciju i označimo veličine. Uočimo da je skica vrlo jednostavna i bez suvišnih detalja. Djevojčicu nismo ni prikazali, njezin smo učinak naznačili djelovanjem njene sile F . Možemo ispisati podatke:

$$m = 4 \text{ kg}, \Delta x = 8 \text{ m}, v_1 = 2 \text{ m/s}, v_2 = 6 \text{ m/s}, F = ?$$



2. Fizikalno opiši i prikaži

Fizikalni opis: Vidimo da situacija uključuje jednoliko ubrzano gibanje pod utjecajem stalne sile. Iako bismo u načelu mogli koristiti Newtonove zakone u ovome primjeru, jednostavniji pristup je ZOE, pri kojemu ne moramo ništa znati o detaljima gibanja, nego možemo riješiti problem uspoređujući energije sustava u početnom i konačnom trenutku.

Prikaz dijagramom: Skicirajte stupčasti dijagram energija. Koje odabire treba načiniti za primjenu ZOE?

Učenici diskutiraju moguće odabire.

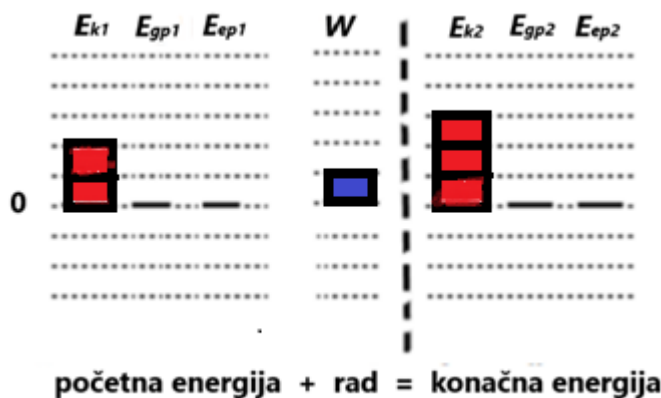
Sustav: sanjke (+Z), podloga

Obavlja li tko rad: djevojčica obavlja rad, pa nju **ne uzimamo** u sustav (ostale sile ne obavljaju rad, jer su podloga i Zemlja u sustavu)

Trenutak t_1 : sanjke se gibaju brzinom v_1

Trenutak t_2 : sanjke se gibaju brzinom v_2

Nulta razina E_{gp} - na podlozi



Učenici skiciraju u grupama, potom se dijagram diskutira i crta na ploči.

Vidimo da se u prvome trenutku sanjke gibaju, pa imaju kinetičku energiju, a u drugome trenutku imaju veću kinetičku energiju. Te energije prikazujemo proizvoljnim brojem kućica. Gravitacijsku energiju sustav nema ni u jednom trenutku, jer smo odabrali nultu razinu E_{gp} na podlozi i gibanje je cijelo vrijeme na istoj razini. Elastične energije nema, jer u sustav nije uključena nikakva opruga ili drugo elastično tijelo.

Sustav prima energiju iz okoline, jer djevojčica vrši vanjski rad, pa to naznačujemo stupcem rada. Pazimo da je zbroj kućica početne energije i rada jednak broju kućica konačne energije. Dijagramom smo prikazali što se događa s energijom u ovoj situaciji. Početna kinetička energija sanjki povećala se za iznos obavljenog rada nad sanjkama.

3. Matematički opiši, riješi i promisli: pomoću dijagrama napišite jednadžbu energija, riješite je i promislite o valjanosti rezultata.

Ovaj nam dijagram sada može pomoći da napišemo jednadžbu energija i riješimo zadatak.

$$E_{k1} + E_{gp1} + E_{ep1} + W = E_{k2} + E_{gp2} + E_{ep2}$$

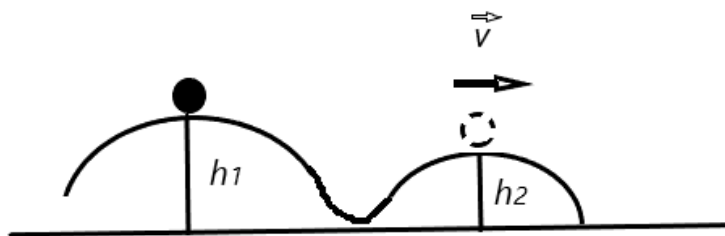
$$E_{k1} + 0 + 0 + W = E_{k2} + 0 + 0$$

$$mv_1^2/2 + F\Delta x = mv_2^2/2$$

Učenici provjeravaju da su sve vrijednosti veličina zadane u osnovnim mjernim jedinicama, uvrštavaju vrijednosti i dobivaju rezultat $F = 8 \text{ N}$. Promišljanjem rezultata zaključuju da su rezultat iskazali s ispravnom mjernom jedinicom za silu, a iznos sile čini se prihvatljivim za opisanu situaciju. Može se diskutirati s njima što bi im sugerirao npr. rezultat od 8000 N za silu djevojčice - bilo bi jasno da to nije prihvatljiv rezultat, te bi trebalo provjeriti postupak i račun.

Primjer 2 učenici također imaju na listiću L4 - učenici upisuju rezultate u njega, ali se i ovaj primjer još uvijek diskutira frontalno. Primjer 3 potom učenici rješavaju u skupinama uz diskusiju s nastavnikom.

Primjer 2. Kuglica se giba po tračnicama s izbočenjima. Kuglica se spusti iz mirovanja s višeg izbočenja, visine $h_1 = 30 \text{ cm}$, i popne se na niže izbočenje visine $h_2 = 10 \text{ cm}$, te ga prijeđe brzinom v u najvišoj točki. Trenje je zanemarivo. Kolika je brzina kuglice na drugom izbočenju?



Skiciraj i označi. Diskutiramo skicu, koja je već dana na listiću s oznakama i možemo ispisati podatke:

$h_1 = 30 \text{ cm}$, $h_2 = 10 \text{ cm}$, $v_1 = 0 \text{ m/s}$, $v_2 = ?$

Fizikalno opiši i prikaži.

Fizikalni opis: Uočimo da je ovo gibanje dosta složeno i ne bismo taj problem mogli riješiti pomoću Newtonovih zakona bez dodatnih podataka o obliku putanje i zahtjevne matematike. Prikladniji i jednostavniji pristup za fizikalni opis je ZOE, pri kojemu ne moramo ništa znati o detaljima gibanja, nego možemo riješiti problem uspoređujući energije u početnom i konačnom trenutku. Koje odabire treba načiniti?

Učenici diskutiraju moguće odabire.

Sustav tijela: kuglica (+Z), tračnice

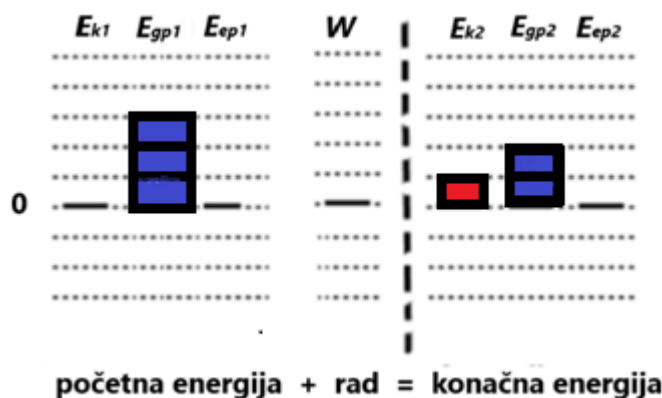
Vrši li tko rad: nitko ne vrši rad na odabranu sustav (nema sila izvan sustava)

Trenutak t_1 : kuglica miruje na višem izbočenju

Trenutak t_2 : kuglica prelazi preko nižeg izbočenja brzinom v

Nulta razina E_{gp} - podnožje izbočenja

Skicirajte stupčasti dijagram energija.



Učenici skiciraju u grupama, potom se dijagram diskutira i crta na ploči.

Vidimo da u prvome trenutku kuglica miruje, pa nema kinetičku energiju, ali se nalazi na izbočenju, iznad nulte razine, stoga kuglica (+Z) ima gravitacijsku energiju. Početnu gravitacijsku energiju prikazujemo proizvoljnim brojem kućica. Elastične energije nema, jer u sustav nije uključena nikakva opruga ili drugo elastično tijelo.

U drugome trenutku je kuglica na nižem izbočenju i ima neku brzinu. Stoga crtamo stupce kinetičke i gravitacijske energije. Pri crtanju dijagrama nije važno da relativni iznosi pojedinih energija budu ispravni – obratimo samo pozornost na to da zbroj kućica u lijevom i desnom dijagramu bude jednak i da smo pronašli sve oblike energije. U ovome slučaju znamo da E_{gp2} mora biti manja od E_{gp1} pa to naznačujemo manjim brojem kućica.

Dijagramom smo prikazali što se događa s energijom u ovoj situaciji. Početna gravitacijska energija pretvorila se dijelom u kinetičku energiju, ali je ukupna energija sustava ostala stalna (jednaka u oba trenutka).

Matematički opiši, riješi i promisli: pomoću dijagrama napišite jednadžbu energija, riješite je i promislite o valjanosti rezultata.

Ovaj nam dijagram sada može pomoći da napišemo jednadžbu energija i riješimo zadatak.

$$E_{k1} + E_{gp1} + E_{ep1} = E_{k2} + E_{gp2} + E_{ep2}$$

$$0 + E_{gp1} + 0 = E_{k2} + E_{gp2} + 0$$

$$mgh_1 = mv^2/2 + mgh_2$$

Učenici dobivaju izraz za v iz prethodne jednadžbe.

$$v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

Pretvaraju mjerne jedinice:

$$h_1 = 0,3 \text{ m}, h_2 = 0,1 \text{ m}.$$

Uvrštavanjem vrijednosti za visine brežuljaka dobivaju $v = 2 \text{ m/s}$.

Učenici zaključuju da su dobili ispravnu mjernu jedinicu za brzinu, a iznos brzine je veći nego u prvom trenutku i čini se prihvatljivim za opisanu situaciju.

Nakon primjera učenici u malim skupinama rješavaju ostatak listića L4. Nastavnik obilazi skupine i po potrebi intervenira u njihov rad. Ako se uoči neki češći problem, zaustavlja se grupni rad i problem se diskutira frontalno. Učenike se upućuje da prvo skiciraju situaciju i označe sve relevantne veličine, potom načine potrebne odabire i nacrtaju stupčasti dijagram energija, pomoću njega napišu jednadžbu, a na kraju je riješe i promisle o smislenosti rješenja.

Završni dio

1. Kada uključujemo Zemlju u odabrani sustav tijela?

A. Samo kad analiziramo slobodni pad tijela.

B. Uvijek kad želimo koristiti gravitacijsku energiju u opisu energija.

C. Samo kad analiziramo gibanja izbačenih tijela (hitce).

D. Nikad, jer nije potrebna.

Ukoliko ima vremena, frontalno se prodiskutiraju dobiveni rezultati i eventualne poteškoće pri rješavanju. Zadatke koje ne uspiju riješiti na satu učenici rješavaju za domaću zadaću. Domaću zadaću učenici mogu riješiti u GeoGebri gdje mogu provjeriti svoje dijagrame:

<https://www.geogebra.org/m/xdqedpdf> .