

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

MATERIJALI ZA NASTAVNU SEKVENCU O ENERGIJI

NASTAVNA PRIPREMA 9: SNAGA I KORISNOST, CJELOVITA PRIMJENA ZAKONA OČUVANJA ENERGIJE S TRENJEM

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 s trenjem
- Primjenjuje zakon očuvanja energije za situacije s trenjem u zadacima
- Prikazuje zakon očuvanja energije za situacije s trenjem pomoću stupčastog dijagrama energija
- Primjenjuje izraze za kinetičku, gravitacijsku i elastičnu energiju te izraz za povećanje unutarnje energije
- Tumači i primjenjuje izraze za snagu i korisnost

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.
- odr A.4.4. Prikuplja, analizira i vrednuje podatke o utjecaju gospodarstva, državne politike i svakodnevne potrošnje građana na održivi razvoj.
- 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

UP: U svakodnevnom životu koristimo mnogo strojeva i uređaja, a na njima je često naveden broj izražen u vatima (W) ili kilovatima (kW), koji označava njihovu snagu. Kako tumačite taj podatak? Što on znači za rad uređaja (npr. usporedite energijski žarulje od 60 W i 100 W)?

Učenici iznose svoje ideje i znanja iz OŠ o snazi uređaja. Znaju da će žarulja manje snage svijetliti slabije od one veće snage. Vodimo ih do zaključka da uređaji manje snage u istom vremenu pretvaraju manje energije u druge oblike od uređaja veće snage.

Svi su strojevi u suštini uređaji za pretvorbu energije. U njih moramo uložiti neku energiju (često je to električna energija kod svakodnevnih uređaja, ali može biti i druga), da bismo dobili neki drugi oblik energije ili mehanički rad. Važna karakteristika tih uređaja je njihova brzina pretvaranja energije, koju opisuje snaga uređaja P :

$$P = \Delta E / \Delta t.$$

O čemu ovaj izraz govori?

Snaga (brzina pretvorbe energije) bit će to veća što se više energije pretvori u druge oblike u što kraćem vremenu.

Jedinica za snagu je vat ($W = J/s$), čiju oznaku ne treba pobrkati s oznakom fizičke veličine rada.

Protumačite značenje snage uređaja od 1 W.

Snaga od 1 W znači da uređaj svake sekunde pretvara 1 J ulazne energije u neke druge oblike.

Svi oblici pretvorene energije nisu nam jednako poželjni i korisni. Tako npr. žarulja pretvara električnu energiju u svjetlosnu i termičku. Ako je želimo koristiti za osvjjetljavanje, onda nam je dobivena svjetlosna energija korisna, dok termička nije. Zato možemo uvesti i pojmove ulazne (uložene) snage i korisne (dobivene) snage:

$$P_{\text{uloženo}} = \Delta E_{\text{uloženo}} / \Delta t, \quad P_{\text{korisno}} = \Delta E_{\text{korisno}} / \Delta t.$$

Što možete zaključiti o odnosu uložene i korisne snage uređaja?

Učenici zaključuju da je korisna snaga uvijek manja od uložene.

Da bismo procijenili učinkovitost uređaja u pretvorbi energije u korisne oblike, uvodimo korisnost uređaja. Ona se definira kao omjer dobivene korisne i ukupno uložene energije:

$$\eta = (\Delta E_{\text{korisno}} / \Delta E_{\text{uloženo}}).$$

Protumačite dobiveni izraz.

Učenici uočavaju da je korisnost to veća što je više uložene energije pretvoreno u korisne oblike te da ona ima vrijednost između 0 i 1. Diskutiraju se te granične vrijednosti. Učenici uočavaju da korisnost nema mjernu jedinicu, jer je izražena kao omjer dviju veličina istih mjernih jedinica.

Korisnost se često izražava u postotcima, pri čemu je korisnost od 100% maksimalna i ne dostiže je niti jedan realni uređaj. Da bismo je izrazili u postotcima, dobiveni omjer energija pomnožimo sa 100. Tako korisnost od 0,85 znači korisnost od 85% (85% ulazne energije pretvara se u korisne oblike).

Možda znate da se klasične žarulje sada zamjenjuju LED žaruljama. Zašto? Što mislite koje od njih imaju veću korisnost i kolika je ona?

Učenici daju svoje ideje.

Klasične su žarulje imale vrlo nisku korisnost, od svega 5%, dok nove LED žarulje imaju korisnost od 60 – 80 %. Iskažite to preko energije.

Učenici zaključuju da su klasične žarulje pretvarale svega 5% ulazne električne energije u svjetlosnu, dok LED žarulje pretvaraju i do 80% električne energije u svjetlosnu, te su puno efikasnije.

Kako biste korisnost iskazali preko uložene i korisne snage?

Učenici zaključuju da i brojnik i nazivnik korisnosti možemo podijeliti s Δt i dobiti omjer snaga:

$$\eta = (\Delta E_{\text{korisno}} / \Delta E_{\text{uloženo}}) = (P_{\text{korisno}} / P_{\text{uloženo}}).$$

Ako uređaj obavlja mehanički rad na račun dijela ulazne energije, onda je $\Delta E_{\text{korisno}} = W$, pa formulu za korisnu snagu u tom slučaju možemo napisati kao $P_{\text{korisno}} = W/\Delta t$ ili $P_{\text{korisno}} = W/t$, ukoliko promatrani vremenski interval kreće od $t = 0$ s.

Potom učenici odgovaraju pomoću ABCD kartica na nekoliko konceptualnih pitanja, a odgovori se frontalno argumentiraju i diskutiraju.

Konceptualna pitanja

1. Jedan uređaj pretvori 750 J ulazne energije svake sekunde, a drugi 1500 J tijekom svake dvije sekunde. Što možemo reći o odnosu uložene snage tih dvaju uređaja?
A) Oba uređaja imaju jednake snage, jer su im brzine pretvorbe energije jednake.
B) Prvi uređaj ima veću snagu, jer je vrijeme pretvorbe kraće.
C) Drugi uređaj ima veću snagu, jer pretvori više energije.
2. Električna miješalica pretvori svake sekunde 1000 J električne energije u 700 J kinetičke energije i 300 J termičke energije i energije zvuka. Kolike su uložena snaga i korisnost miješalice?
A) $P_{\text{uloženo}} = 300 \text{ W}$, $\eta = 70\%$
B) $P_{\text{uloženo}} = 700 \text{ W}$, $\eta = 30\%$
C) $P_{\text{uloženo}} = 1000 \text{ W}$, $\eta = 30\%$
D) $P_{\text{uloženo}} = 1000 \text{ W}$, $\eta = 70\%$

Središnji dio

Zašto se tijela u gibanju na kraju uvijek zaustave? Kakav je učinak trenja na mehaničku energiju tijela?

Učenici se prisjećaju da trenje povećava unutarnju energiju tijela između kojih djeluje na račun smanjenja njihove mehaničke energije.

Kompletan ZOE možemo onda u mehanici matematički iskazati na sljedeći način:

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

Protumačite značenje ovoga izraza.

Učenici tumače da je zbroj ukupne početne mehaničke energije sustava i rada nad sustavom jednak zbroju konačne mehaničke energije sustava i povećanja njegove unutarnje energije.

Vidjeli smo primjenu zakona očuvanja energije u situacijama bez trenja, a sad je možemo proširiti i na situacije s trenjem. Riješimo prvo zajedno jedan primjer.

Primjer (na listiću L6) : Loptu mase 50 g ispustimo s visokog mosta bez početne brzine, s početne visine od 20 m iznad rijeke. Na visini od 4 m iznad rijeke, lopta ima brzinu 17 m/s. Kolika je srednja sila otpora zraka djelovala na loptu tijekom gibanja?

Zašto zadatak pita za srednju silu otpora zraka?

U načelu se sila otpora zraka mijenja, te možemo odrediti samo srednju silu otpora zraka na loptu, koju onda tretiramo kao stalnu silu.

Skiciraj i označi:

$$m = 50 \text{ g}$$

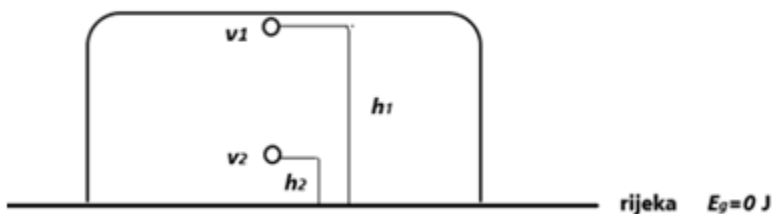
$$h_1 = 20 \text{ m}$$

$$h_2 = 4 \text{ m}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 17 \text{ m/s}$$

$$\overline{F_{ot}} = ?$$



Fizikalno opiši i prikaži:

Fizikalni opis: Radi se o padu tijela (ubrzanom gibanju) pod utjecajem sile teže, ali uz silu otpora zraka. Prikladan pristup ovome problemu je ZOE. Osim što postoji pretvorba gravitacijske energije u kinetičku, djelovanje sile otpora zraka rezultirat će povećanjem unutarnje energije lopte, ali i okolnog zraka. Stoga ćemo uzeti oba tijela u sustav.

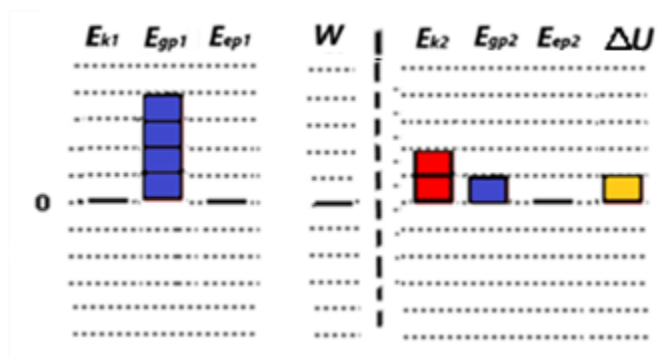
Skicirajte stupčasti dijagram energija i načinite potrebne odabire.

Sustav: lopta (+Z), zrak

t_1 : lopta je tek ispuštena s visine h_1 , bez početne brzine

t_2 : lopta je na visini h_2 , ima brzinu v_2 , a temperatura lopte i okolnog zraka se povećala

$E_{gp} = 0 \text{ J}$ na površini rijeke



Protumačite dijagram.

Dijagram pokazuje da u prvom trenutku imamo samo gravitacijsku energiju, dok u drugom trenutku imamo gravitacijsku i kinetičku energiju, te povećanje unutarnje energije zbog djelovanja otpora zraka. Rada nema, jer nema vanjskih sila na sustav (izoliran je).

Matematički opiši, riješi i promisli:

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

$$0 + E_{gp1} + 0 + 0 = E_{k2} + E_{gp2} + 0 + \Delta U$$

Kako izraziti povećanje unutarnje energije?

Povećanje unutarnje energije možemo izraziti kao

$$\Delta U = \overline{F_{ot}}(h_1 - h_2).$$

Pomak loptice dan je kao razlika početne i konačne visine loptice, a srednju silu otpora zraka $\overline{F_{ot}}$ smatramo stalnom silom koja cijelo vrijeme djeluje na lopticu.

Konačna jednadžba onda glasi:

$$mgh_1 = mv_2^2/2 + mgh_2 + \overline{F_{ot}}(h_1 - h_2)$$

Masu loptice treba izraziti pomoću osnovne mjerne jedinice: $m = 0,05$ kg.

Uvrštavanjem i sređivanjem dobivamo da je $\overline{F_{ot}} = 0,05$ N. Iznos srednje sile otpora zraka izgleda malen, no to je zato što je zrak vrlo rijetko sredstvo te zato što lopta nema velik poprečni presjek, niti jako veliku brzinu. Ovakav mali iznos (u odnosu na iznos sile teže na loptu 0,5 N) objašnjava zašto u većini problema možemo zanemariti silu otpora zraka.

Nakon primjera učenici u malim skupinama rješavaju listić L6 sa zadacima. 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

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/natpwpvg> .