

RAZISKOVALNA NALOGA



IZDELAVA UČILA ZA PRIKAZ ENERGIJSKIH PRETVORB PRI POUKU FIZIKE

Avtorji:

Jan KOKALJ, 8. b
Dejan RAMOVŠ, 8. b
Denis ŽALIG, 8. b

Mentor:

Jože BERK, prof. fiz. in mat.

Mestna občina Celje

Celje, 2011

Osnovna šola Hudinja Celje

IZDELAVA UČILA ZA PRIKAZ ENERGIJSKIH PRETVORB PRI POUKU FIZIKE

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorji:

Jan KOKALJ, 8. b
Dejan RAMOVŠ, 8. b
Denis ŽALIG, 8. b

Mentor:

Jože BERK, prof. fiz. in mat.

Lektorica:

Petra GALIČ, prof. slovenščine

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2011

KAZALO

KAZALO	2
KAZALO SLIK	3
POVZETEK	4
1. UVOD	5
1.1. Teoretske osnove	5
1.2. Opis raziskovalnega problema	6
1.3. Hipoteze	7
1.4. Raziskovalne metode	7
2. OSREDNJI DEL	10
2.1. Opis izdelave učila	10
2.2. Fizikalni opis učila	14
2.3. Rezultati meritev in razprava	15
3. ZAKLJUČEK	21
4. VIRI in LITERATURA	22

KAZALO SLIK

Slika 1	»Looping« pri vožnji z avtom	7
Slika 2	»Looping« pri vožnji z letalom	8
Slika 3	Krožna zanka za prikaz »loopinga«	10
Slika 4	Top z vijačno vzmetjo za poševni met	10
10	Naprava za prikaz energijskih pretvorb	11
Slika 6	Prvi del naprave – top na vijačno vzmet	11
Slika 7	Drugi del naprave – krožna zanka	11
Slika 8	Tretji del naprave – merjenje strmine klanca	13
Slika 9	Tretji del naprave – klanec s strmino 30°	13
Slika 10	Različne lege kroglice med izvajanjem poskusa	14
Slika 11	Izvajanje poskusa – meritve	15
Slika 12	Energija kroglice pri gibanju skozi krožno zanko	17
Slika 13	Energija kroglice pri izstrelitvi iz topa	18

POVZETEK

V okviru raziskovalne naloge smo želeli izdelati model učila, ki bi omogočal hkratni prikaz vseh treh oblik mehanske energije in opravljenega dela. Večina poskusov pri pouku fizike, ki prikazujejo energijske pretvorbe, je namreč takšnih, da sta prisotni kvečjemu dve obliki energije. Razen tega je pri običajnih poskusih navadno težko meriti ustrezne fizikalne količine oziroma preveriti veljavnost zakona o ohranitvi energije.

Idejo za izdelavo novega učila smo dobili pri tako imenovanem »loopingu«, ki je fizikalno in tudi sicer zelo zanimiv pojav. Gre za pojav, pri katerem voznik (rolka, avto, letalo) naredi krožno zanko tako, da z dovolj veliko hitrostjo z vozilom zapelje po obodu krožnice in premaga gravitacijo, kar pomeni, da v najvišji točki krožne zanke ne pade iz proge, kljub temu, da je obrnjen z glavo navzdol.

Pri izdelavi učila smo uporabili nekaj že obstoječih učil pri fiziki, ki smo jih ustrezno predelali in združili v celoto, del učila pa smo naredili sami. Učilo omogoča nazorno demonstracijsko izvedbo »loopinga« v fizikalni učilnici ter preverjanje številnih naravnih zakonitosti s pomočjo enostavno merljivih fizikalnih količin, kot so sila, raztezek in višina.

Učilo smo praktično preizkusili, izmerili potrebne fizikalne količine in izračunali vrednosti vseh treh oblik mehanske energije in opravljenega dela. Ugotovili smo pri kateri najmanjši hitrosti izstreljena kroglica potuje skozi celotno krožno zanko oziroma pod katerimi pogoji uspe »looping«. Preverili smo tudi veljavnost zakona o ohranitvi energije.

Menimo, da bi naš model učila lahko koristno uporabili pri pouku fizike v osnovni in srednji šoli.

1. UVOD

1.1 TEORETSKE OSNOVE

Delo je skalarna količina, ki je enaka produktu sile (F) in poti (s),

$$A = F \cdot s ;$$

pri čemer deluje sila v smeri gibanja telesa.

Enota za delo je Joule: $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$. Enaka enota je tudi pri vseh oblikah energije.

Kinetična energija (W_k) je mehanska energija, ki jo ima telo zaradi svojega gibanja. Kinetična energija telesa je premo sorazmerna z maso telesa (m) in kvadratom njegove hitrosti (v):

$$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} .$$

Potencialna energija (W_p) je mehanska energija, ki jo ima telo zaradi svoje lege v težnostnem polju Zemlje glede na druga telesa v okolici in je enaka produktu teže telesa (mg) in višinske koordinate (h):

$$W_p = m \cdot g \cdot h .$$

Prožnostna energija (W_{pr}) je mehanska energija, ki jo imajo prožna (elastična) telesa zaradi spremembe oblike. Pri vijačni vzmeti je prožnostna energija enaka:

$$W_{pr} = \frac{k \cdot x^2}{2} ,$$

kar pomeni, da je energija premo sorazmerna s konstanto prožnosti vzmeti (k) in kvadratom raztezka vzmeti (x). (Šolinc, 2002)³

Delo, ki ga opravimo pri raztezanju vzmeti se naloži v prožnostno energijo vzmeti. Zvezo med raztezkom (x) in silo (F), ki povzroči ta raztezek, določa Hookov zakon za vzmet:

$$F = k \cdot x.$$

Zakon o ohranitvi mehanske energije pravi, da se vsota energij ohranja, če na poti, razen teže, ni drugih zunanjih sil, ki bi opravljale delo.

Energijska sprememba pomeni povečanje ali zmanjšanje celotne energije telesa in nastopi zaradi prejetega ali oddanega dela. Pri **energijski pretvorbi** pa gre za pretvarjanje energije iz ene oblike v drugo.

Če telo ali sestav teles sprejme iz okolice delo (A), se skupna energija (W) telesa ali sestava teles spremeni. Sprememba energije je enaka dovedenemu delu:

$$\Delta W = A.$$

To je enačba za **energijski zakon**. Enačba je uporabna tudi v primeru, ko telo odda delo. Tedaj pomeni A oddano delo, ΔW pa zmanjšanje energije telesa. (¹Ambrožič ..., 2005)



Slika 1: »Looping« pri vožnji z rolko

1.2 OPIS RAZISKOVALNEGA PROBLEMA

Pri pouku fizike v 8. razredu se učenci v poglavju Delo in energija seznanijo s pojmom fizikalnega dela ter s tremi oblikami mehanske energije: kinetično, potencialno in prožnostno energijo. Te količine znajo tudi izračunati. Obravnavajo energijske pretvorbe in spremembe ter zakon o ohranitvi energije.

Ker je večina poskusov pri pouku fizike oziroma tistih, ki so prikazani v učbenikih, takšnih, da prikazujejo pretvarjanje iz ene v drugo obliko energije, smo želeli izdelati napravo, ki bi omogočala prikaz pretvarjanja vseh treh oblik mehanske energije in dela. Osnovno idejo nam je dal zanimiv fizikalni pojav, ki se imenuje »looping«, zato smo si na internetu najprej ogledali nekaj posnetkov tega zanimivega fizikalnega pojava. Našli smo različne posnetke loopinga pri vožnji z rolkami, avtomobili, motorji in letali. V kabinetu fizike smo poiskali ustrezno učilo za prikaz »loopinga«, ki pa smo ga želeli nadgraditi tako, da bi omogočalo še vključitev prožnostne energije. Prišli smo na idejo, da bi »looping« izvedli s pomočjo prožne vijačne vzmeti, ki bi pognala kroglico po stezi.

Zanimalo nas je, pri kateri hitrosti kroglica med gibanjem po krožni zanki v najvišji točki ne pade iz žleba. Želeli smo izračunati tudi energijo kroglice v posameznih legah, opravljeno delo pri napenjanju jeklene vzmeti ter preveriti veljavnost zakona o ohranitvi energije pri energijskih pretvorbah v okviru našega poskusa.



Slika 2: »Looping« pri vožnji z letalom

1.3 HIPOTEZE

Preden smo se lotili dela v okviru naše raziskovalne naloge, smo si zastavili naslednje hipoteze:

1. izdelali bomo napravo, ki bo omogočala prikaz energijskih pretvorb vseh treh oblik mehanske energije in dela v enem poskusu,
2. s pomočjo izdelane naprave bomo izvedli »looping« in ugotovili najmanjšo hitrost kroglice, ki je potrebna, da kroglica uspešno prepotuje krožno zanko,
3. izdelano učilo bo potrdilo veljavnost zakona o ohranitvi energije.

Glavni del raziskovalne naloge je bila izdelava nove naprave, kar pomeni, da smo v okviru naloge ustvarili praktičen izdelek oziroma učilo in ga nato uporabili za izvajanje meritev.

1.4 IZBOR IN PREDSTAVITEV RAZISKOVALNIH METOD

V okviru naloge smo se najprej lotili izdelave naprave, ki smo si jo zamislili, saj je bila naša naloga povezana s praktičnih izdelkom.

Z nekaj tehničnega znanja in spretnosti smo iz dveh učil sestavili novo učilo, ki omogoča prikaz vseh treh oblik mehanske energije in dela v okviru enega poskusa.

S pomočjo literature in znanja iz pouka fizike smo preučili snov iz poglavja Delo in energija in poiskali ustrezne formule ter zakonitosti. Posebej so nas zanimale formule za delo, kinetično, potencialno in prožnostno energijo ter za zakon o ohranitvi energije. Ogledali smo si tudi več posnetkov »loopinga« na internetu.

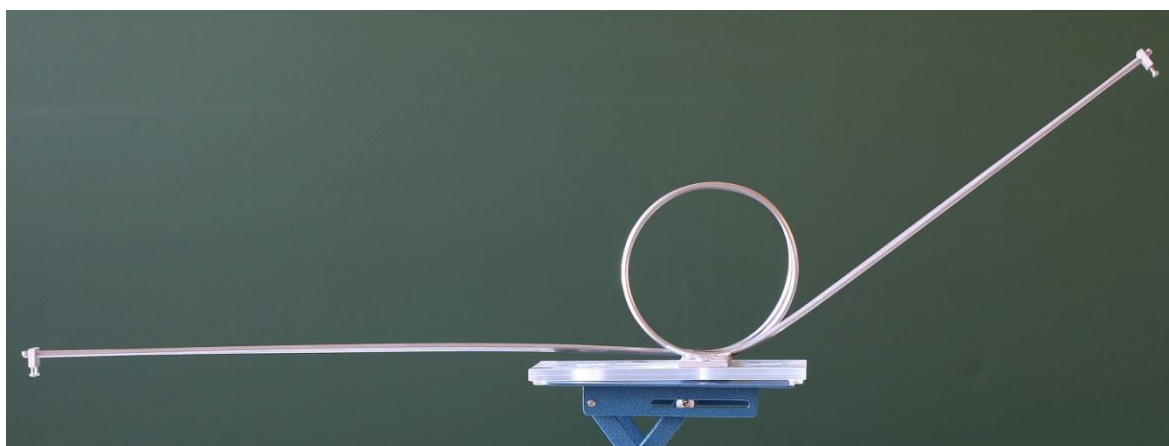
Pomemben del naše raziskave je bilo izvajanje meritev s pomočjo izdelane naprave. Nato je sledilo izračunavanje fizikalnih količin in preverjanje hipotez.

V okviru naloge smo naredili tudi več fotografij. V zadnjem delu smo s pomočjo računalnika oblikovali zapis in s tem uspešno zaključili naše delo.

2. OSREDNJI DEL RAZISKOVALNE NALOGE

2.1 PREDSTAVITEV POTEKA RAZISKOVALNEGA DELA

Iz dveh ločenih fizikalnih učil, krožne zanke za looping (slika 1) in topa na vijačno vzmet za poševni met (slika 2), smo sestavili povsem novo napravo oziroma učilo za prikaz energijskih pretvorb.

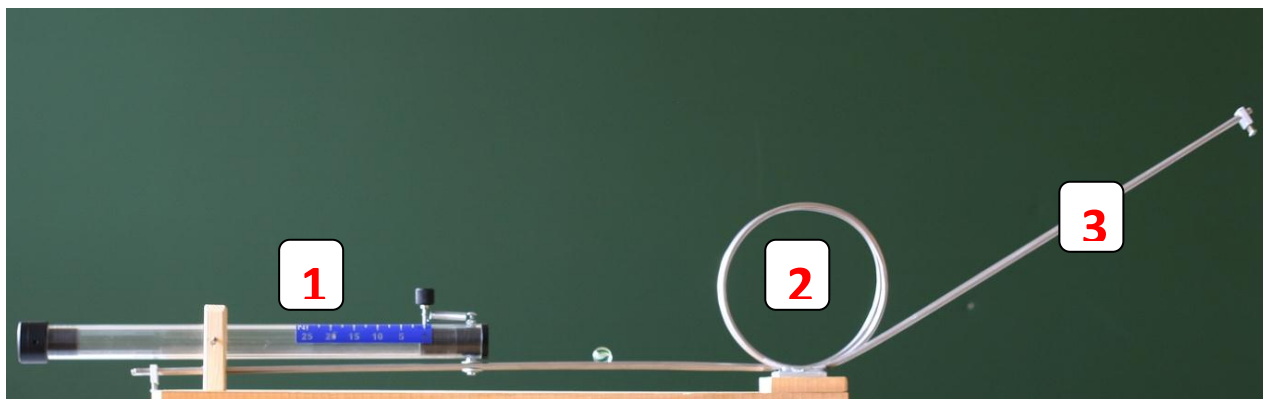


Slika 3: Krožna zanka za prikaz »loopinga«



Slika 4: Top z vijačno vzmetjo za poševni met

Učilo za prikaz energijskih pretvorb smo izdelali tako, da smo en poševni del krožne zanke izravnali v vodoravno progo in nanjo pritrčili top na vijačno vzmet. Vse skupaj smo namestili na leseno ohišje zaradi stabilnosti in lažjega rokovanja.



Slika 5: Naprava za prikaz energijskih pretvorb (naris)

Naprava, ki smo jo sestavili ima tri osnovne dele, ki so med seboj povezani z žlebom (proga) po katerem potuje kroglica.

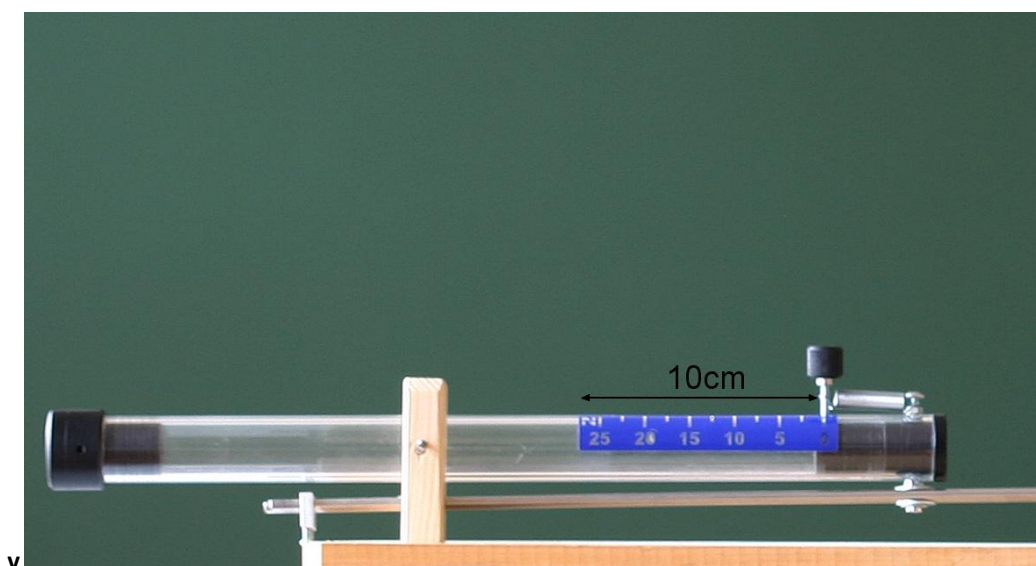
Sestavni deli učila:

- 1 – Top na vijačno vzmet
- 2 – Krožna zanka
- 3 – Klanec

Prvi del je top na vijačno vzmet, s katerim izstrelimo kroglico v vodoravni smeri. Največja sila, s katero lahko izstrelimo kroglico, je 25 N in pri tem raztegemo vzmet za največ 10 cm. Merilna skala omogoča poljubno izbiro sile v intervalu od 0 do 25 N, raztezek vzmeti pa lahko prav tako preberemo na ohišju topa, saj se spreminja sorazmerno s silo v skladu s Hookovim zakonom.

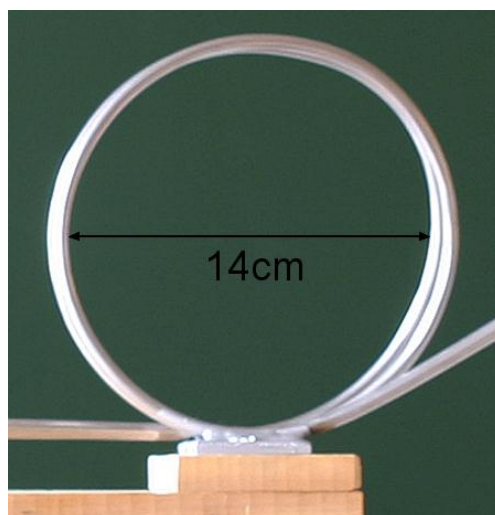
Vzmet je pritrjena na zgornjem delu plastične cevi, ki predstavlja ohišje topa. Kroglico potisnemo v cev iz sprednje strani, vzmet pa lahko napnemo bodisi z ročko na zgornji strani cevi ali pa s pomočjo vrvice, ki jo potegnemo vodoravno nazaj.

Pri izvajanju poskusov se je druga možnost s pomočjo vrvice na zadnji strani topa izkazala za veliko boljšo, saj smo se izognili vplivu trenja, pa tudi sicer je izvedba poskusov veliko lažja, kot pri sprožitvi topa s pomočjo ročke.



Slika 6: Prvi del naprave – top na vijačno vzmet

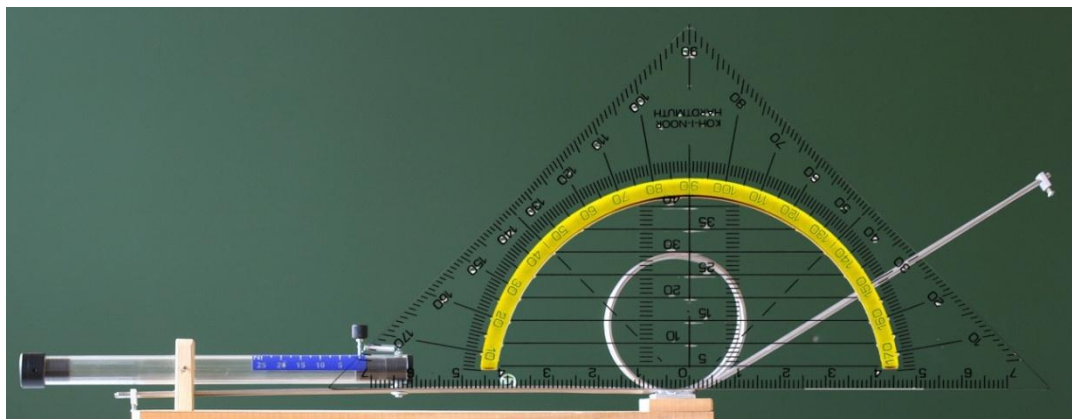
Drugi del naprave je krožna zanka s premerom 14 cm.



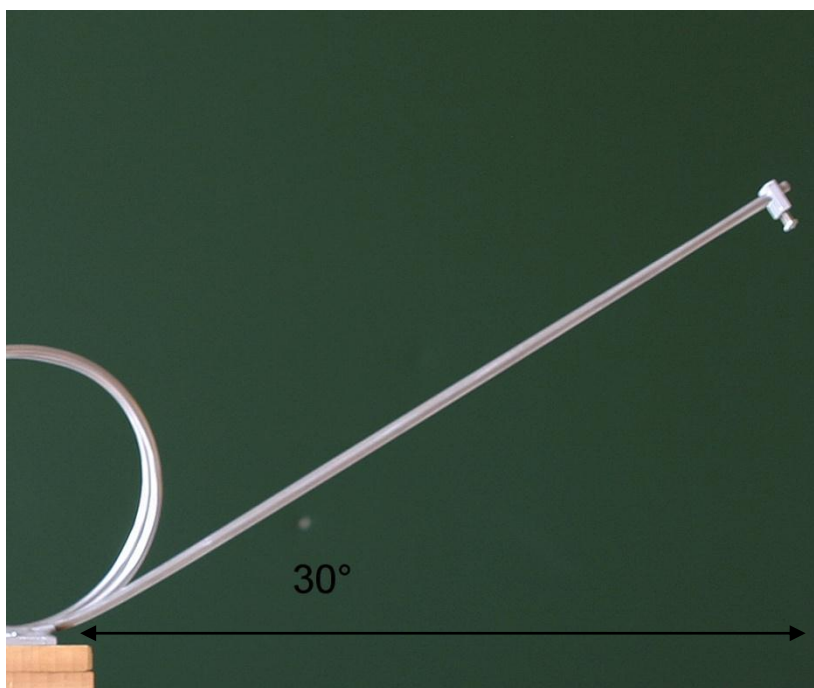
Slika 7: Drugi del naprave – krožna zanka

Če je hitrost kroglice, ki jo izstrelimo s topom, dovolj velika, kroglica potuje po celotni zanki, kar pomeni, da premaga silo gravitacije. Če se to zgodi, se kroglica povzpne po klancu navzgor in v najvišji točki ne pade iz žleba, ampak nadaljuje pot po žlebu, ven iz krožne zanke.

Tretji del naprave je klanec s strmino 30° v katerega pride kroglica po izhodu iz krožne zanke.



Slika 8: Tretji del naprave – merjenje strmine klanca

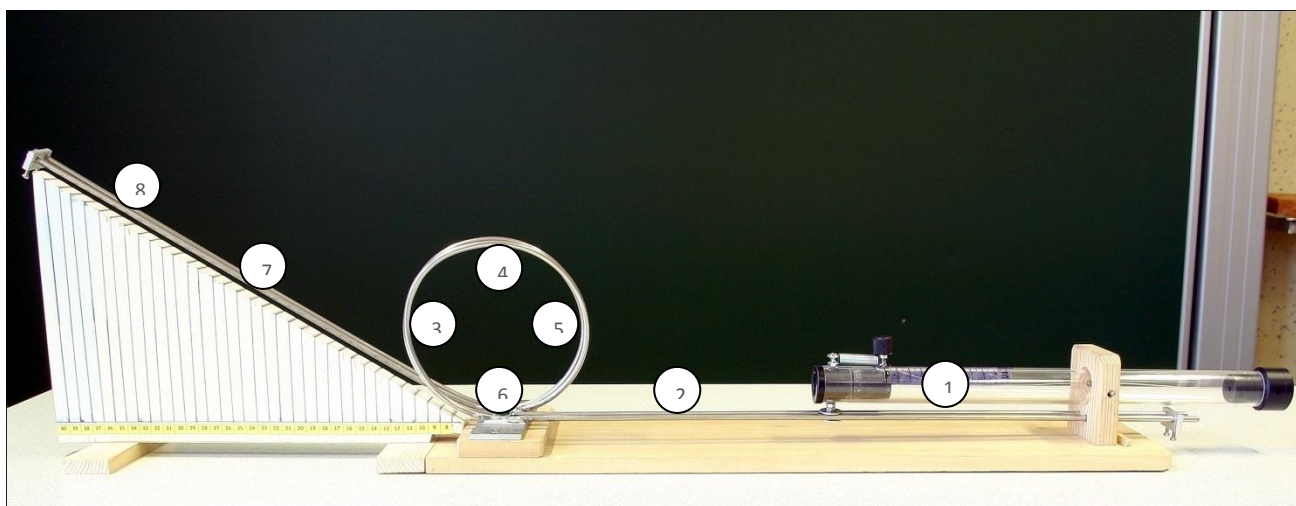


Slika 9: Tretji del naprave – klanec s strmino 30°

Zadnji del proge (klanec) smo oblikovali tako, da je strmina klanca 30° . To smo naredili načrtno, saj je s takšno strmino klanca nastal pravokotni trikotnik, ki je polovica enakostraničnega trikotnika. Na ta način lažje določimo višino kroglice, saj razdaljo, ki jo prepotuje kroglica po klanecu navzgor zgolj razpolovimo in s tem dobimo višino na katero se povzpne kroglica.

2.2. FIZIKALNI OPIS POSKUSA

Na začetku poskusa opravimo delo tako, da z roko napnemo vzmet v topu. Opravljeno delo se spremeni v prožnostno energijo vzmeti. Ko vzmet spustimo, se prožnostno energija vzmeti spremeni v kinetično energijo kroglice, ki s tem dobi hitrost. Ko se kroglica začne v krožni zanki vzpenjati, se kinetična energija pretvarja v potencialno energijo: kinetična energija se zmanjšuje, potencialna energija pa je vedno večja. Ta energija je največja na vrhu krožne zanke. Ko se kroglica spušča po zanki, se potencialna energija manjša, saj se pretvarja v kinetično energijo, ki se povečuje. Pri vzpenjanju po klancu, se kinetična energija ponovno pretvarja v potencialno energijo.



Slika 10: Različne lege kroglice med izvajanjem eksperimenta

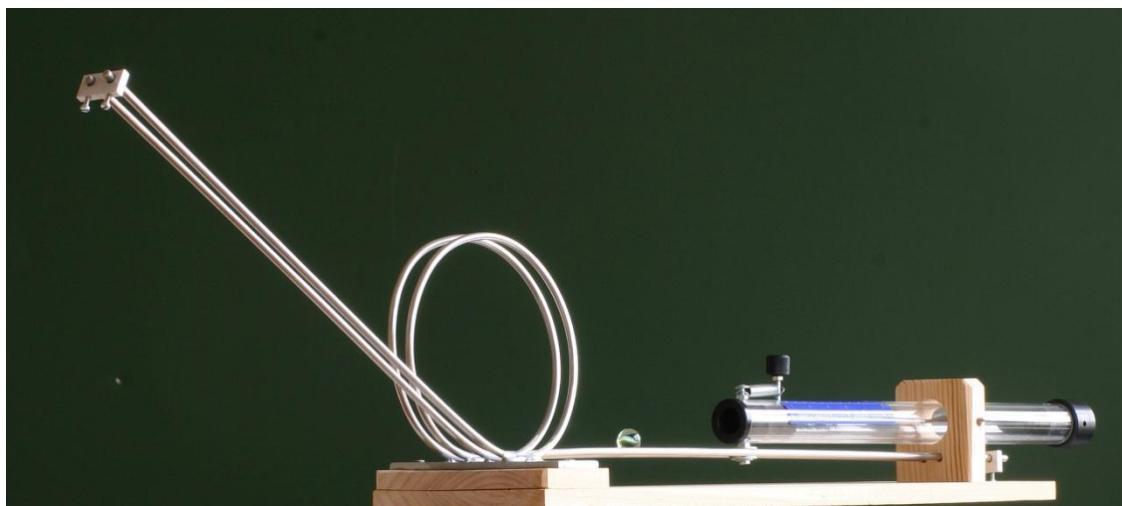
Lega	Opis energije
1	Z roko napnemo vzmet, ki se ji poveča prožnostna energija.
2	Prožnostna energija vzmeti se pretvori v kinetično energijo kroglice.
3	Kinetična energija kroglice se manjša, njena potencialna energija pa večja.
4	Kroglica ima največjo potencialno energijo.
5	Potencialna energija kroglice se manjša, kinetična se povečuje.
6	Največja kinetična energija.
7	Potencialna energija kroglice se večja, kinetična manjša.
8	Kroglica se za hip ustavi – ima samo potencialno energijo.

2.3 PREDSTAVITEV REZULTATOV MERITEV IN RAZPRAVA

Potem, ko smo izdelali napravo, smo izvedli meritve. Preden smo lahko začeli z merjenjem, je bilo treba narediti nekaj poskusnih strelav, kar pomeni, da smo izdelano napravo preizkusili in izpopolnili ter odpravili pomanjkljivosti.

Preizkusili smo več različnih kroglic, saj smo morali po velikosti izbrati takšno, ki je primerna za naš žleb, glede na razmik med obema jeklenima žicama na žlebu.

Veliko težav nam je na začetku povzročalo trenje, saj smo morali pri prvotni izvedbi top na vijačno vzmet, vzmet napeti s potegom ročke na zgornji strani plastičnega ohišja. Ta način je povzročal trenje na ohišju topa in pri izstrelitvi je prihajalo do nepravilnosti. To težavo smo odpravili tako, da smo vzmet napeli s pomočjo vrvice na zadnji strani topa.



Slika 11: Izvajanje poskusa - meritve

Meritve smo izvajali tako, da smo jekleno vzmet v topu napenjali postopoma in opazovali gibanje kroglice po progi naprave. Silo smo povečevali v korakih po 2,5 N in s tem se je seveda sorazmerno povečeval tudi raztezek vzmeti. Naš cilj je bil izmeriti silo pri kateri bo kroglica prepotovala krožno zanko in v najvišji točki ne bo padla iz žleba – kroglica naredi »looping«. Meritve (*tabela 1, stran 16*) so pokazale, da se to prvič zgodi pri sili 7,5 N oziroma pri raztezku 3 cm.

Tabela meritev – 1 :

SILA (N)	Raztezek (x)	»looping«
0	0	NE
2,5	1	NE
5	2	NE
7,5	3	DA
10	4	DA

Tabela 1: Meritve sile in raztezka za »looping«

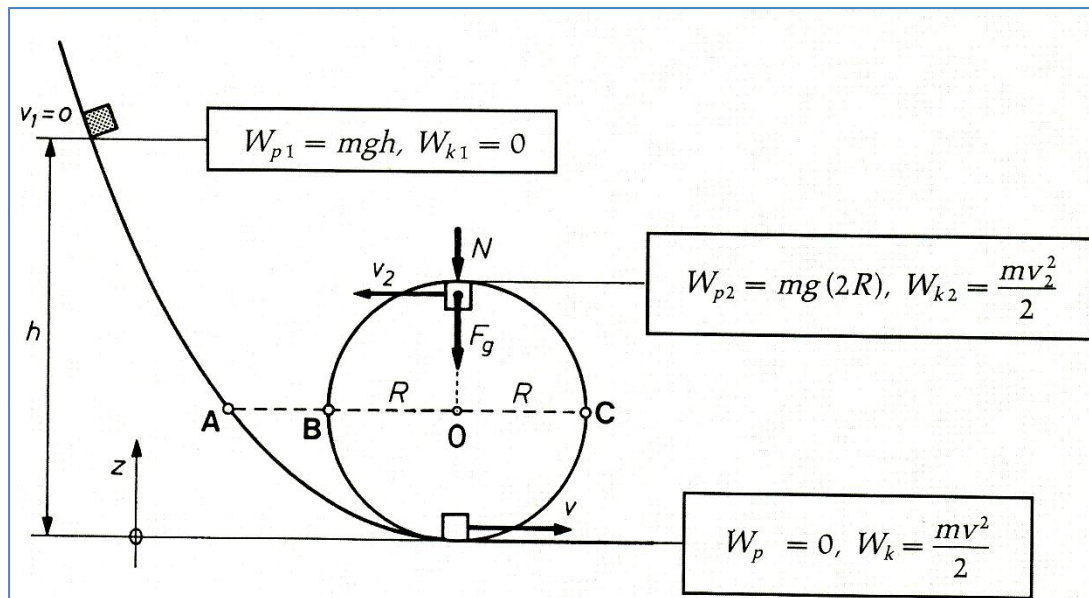
Po ugotovljeni minimalni sili (7,5 N), kije potrebna za to, da kroglica prepotuje krožno zanko smo naredili več meritev pri tej sili in merili višino (h) na katero se povzpne kroglica, ko se prikotali iz krožne zanke in se povzpne po klancu navzgor.

Tabela meritev – 2 :

SILA (N)	Raztezek (m)	Višina (m)
7,5	0,03	0,21
7,5	0,03	0,20
7,5	0,03	0,19
7,5	0,03	0,19
7,5	0,03	0,20

Tabela 2: Meritve »višine« kroglice na klancu

Pri izračunu smo upoštevali povprečno vrednost višine, ki je 20,0 cm.



Slika 10: Energija kroglice pri gibanju skozi krožno zanko (Šolinc, 2002)³

Izračuni:

Podatki (meritve):

1. masa kroglice: $m = 6 \text{ g} = 0,006 \text{ kg}$
2. Premer krožne zanke: $R = 14 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$
3. Največja sila s katero smo raztegnili vijačno vzmet: $F_{\text{max}} = 7,5 \text{ N}$
4. Raztezek vzmeti: $s = 3 \text{ cm}$
5. Višina kroglice po gibanju po klancu navzgor: $h = 20 \text{ cm}$

Potencialna energija kroglice na strmini po izhodu iz krožne zanke, ko se povzpne 19 cm višje nad začetno ravnino in se v najvišji legi za trenutek zaustavi:

$$W_{p2} = m \cdot g \cdot h$$

$$W_{p2} = 0,006 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,20 \text{ m}$$

$$W_{p2} = 0,0120 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_{p2} = 0,0120 \text{ J}$$

³Hinko Šolinc: *Skozi fiziko z rešenimi nalogami, Dinamika, Energija, Ljubljana, DZS, 2002, str. 118*

Izračun pokaže, da je potencialna energija kroglice po izhodu iz krožne zanke, ko se 20 cm nad začetno ravnino za hip zaustavi, enaka 0,0120 J.

Na kroglico deluje poleg teže le še pravokotna sila žleba, ki pa ne opravlja dela, kar pomeni, da se mehanska energija kroglice ohranja. Predpostavimo, da je potencialna energija kroglice enaka nič v najnižji točki zanke.

V najvišji točki zanke je kroglica 14 cm (R) nad najnižjo točko in v tej točki izračunamo potencialno energijo:

$$W_{p1} = m \cdot g \cdot R$$

$$W_{p1} = 0,006\text{kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,14\text{m}$$

$$W_{p1} = 0,0084 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_{p1} = 0,0084 \text{ J}$$

Glede na veljavnost zakona o ohranitvi energije lahko iz razlik potencialne energije izračunamo kinetično energijo, ki jo ima kroglica v najvišji točki zanke – to je hitrost, ki ji omogoča, da ne pade navzdol iz žleba:

$$W_k = W_{p2} - W_{p1}$$

$$W_k = 0,0120 \text{ J} - 0,0084 \text{ J}$$

$$W_k = 0,0036 \text{ J}$$

Iz znane energije in mase kroglice lahko izračunamo hitrost kroglice, ki je potrebna za uspešen »looping« v našem primeru:

$$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{2W_k}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0036J}{0,006kg}}$$

$$v = 1,10 \frac{m}{s}$$

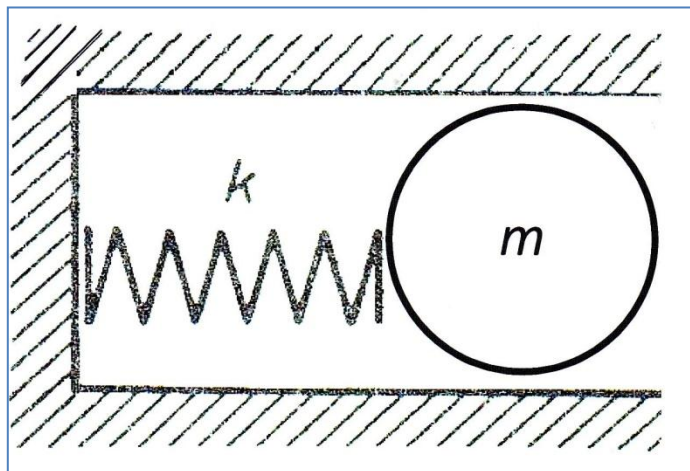
Račun pokaže, da mora biti hitrost kroglice približno 1,10 m/s.

Izračunamo delo, ki ga opravimo, ko napnemo vijačno vzmet in pri tem upoštevamo silo, s katero napnemo vijačno vzmet in raztezek oziroma opravljeno pot med raztezanjem vzmeti. Izmerjeno silo razpolovimo, saj se sila med raztezanjem premo enakomerno povečuje (Hookov zakon), kar pomeni, da pri računanju dela upoštevamo srednjo vrednost:

$$A = F \cdot s$$

$$A = 3,75N \cdot 0,03m$$

$$A = 0,1125J$$



Slika 11: Vijačna vzmet potisne kroglico iz topa

Delo, ki ga opravimo pri raztezanju vzmeti se naloži v prožnostno energijo vzmeti (W_{pr}), pri čemer je »k« prožnostna konstanta vzmeti, »x« pa je raztezek vzmeti. Konstanto »k« izračunamo s pomočjo Hookovega zakona.

$$F = k \cdot x$$

$$k = \frac{F}{x}$$

$$k = \frac{7,5 \text{ N}}{0,03 \text{ m}}$$

$$k = 250 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$W_{pr} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$$W_{pr} = \frac{250 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,03\text{m})^2}{2}$$

$$W_{pr} = 0,1125 \text{ J}$$

Iz dobljenih rezultatov vidimo, da je opravljeno delo pri napenjanju vzmeti enako spremembi prožnostne energije vzmeti.

Razprava o dobljenih rezultatih:

V okviru naloge smo potrdili vse tri zastavljene hipoteze.

Z izdelavo naprave smo dokazali, da je mogoče v okviru ene naprave prikazati hkrati vse tri oblike mehanske energije in delo.

S pomočjo opravljenih meritev smo izračunali, da je najmanjša hitrost, ki je potrebna za »looping« kroglice približno 1,10 m/s. To je hitrost pri kateri kroglica v najvišji točki krožne zanke ni padla iz žleba, ampak je nadaljevala pot po krožni zanki. Naša naprava se je pokazala kot zelo zanesljiva, saj je »looping« uspel v vseh primerih, ko smo s pomočjo topa na vijačno vzmet zagotovili potrebno hitrost kroglice.

V literaturi smo poiskali potrditev dobljenega rezultata in v okviru natančnosti pri meritvah smo z rezultatom zelo zadovoljni. Hitrost za »looping« je odvisna od polmera krožne zanke in jo izračunamo po formuli $v = \sqrt{2gR}$. Teoretično izračunana vrednost bi bila 1,18 m/s, kar pomeni, da je odstopanje približno 7 %.

Potrdila se je tudi tretja hipoteza, ki govori o ohranjanju energije pri pretvarjanju iz ene v drugo obliko. Presenetilo pa nas je, da se tako majhen del energije vzmeti prenese na kroglico.

3. ZAKLJUČEK

V okviru raziskovalne naloge smo uspeli izdelati napravo, ki omogoča prikaz opravljenega dela ter energijskih pretvorb vseh treh oblik mehanske energije: kinetične, potencialne in prožnostne. Pri izdelavi je bilo kar nekaj težav, saj smo sestavili napravo, ki je kombinacija dveh učil. Med izdelavo in preizkušanjem smo vključili številne izboljšave in dopolnitve, do katerih smo prišli z opazovanjem in testiranjem naprave.

Največ težav nam je povzročal prvi del naprave, saj nas je pri izstrelitvi močno ovirala sila trenja. Problem smo rešili tako, da topa nismo sprožili s pomočjo ročke na plastičnem ohišju topa, ampak smo vijačno vzmet napeli s pomočjo vrvice na zadnji strani topa.

Napravo smo praktično preizkusili in naredili izračune vseh treh oblik energije v posameznih legah kroglice med gibanjem od začetka poti kroglice v topu do konca poti na klancu. Izračunali in izmerili smo najmanjšo hitrost, ki je potrebna, da kroglica naredi »looping« ter preverili veljavnost zakona o ohranitvi energije. Pri naši napravi je najmanjša potrebna hitrost pri kateri kroglica uspešno prepotuje krožno zanko 1,10 m/s.

Na izdelano napravo smo ponosni, saj se nam zdi zelo uporabna in zanimiva. Naprava je enostavna za uporabo in z njo lahko nazorno prikažemo fizikalne količine iz poglavja energije oziroma dela. Omogoča preverjanje številnih fizikalnih zakonitosti in izračun vseh oblik mehanske energije ter dela. Menimo, da bi jo lahko koristno uporabili pri pouku fizike v osnovni in srednji šoli.

Naprava omogoča spreminjanje številnih količin in zagotovo bi jo lahko še dodatno izpopolnili. Na koncu raziskave se nam je porodila ideja, da lahko pri napravi zamenjamo tudi jekleno vzmet in s tem spremenimo koeficient prožnosti.

Potrdili smo zastavljene hipoteze in dobili potrditev pričakovanih rezultatov. Nekatere ugotovitve v okviru naloge so nas deloma tudi presenetile.

Delo v okviru raziskovalne naloge nam je bilo zelo všeč, saj smo morali pri delu pokazati veliko iznajdljivosti in ustvarjalnosti. Na praktičen način smo lahko preverili številne enačbe in fizikalne zakonitosti.

4. VIRI IN LITERATURA

1. Milan Ambrožič ... (et al.): Fizika, narava, življenje 1, učbenik za pouk fizike v 8. razredu devetletne osnovne šole, Ljubljana, DZS, 2005
2. Ivan Kuščer ... (e tal.): Fizika za srednje šole, 1. del, Ljubljana DZS, 1999
3. Hinko Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami, Dinamika, Energija, Ljubljana, DZS, 2002

Slike iz interneta:

Slika 1:

http://www.google.si/imgres?imgurl=http://pagespersoorange.fr/thesk8rider/Skate/Photos/Tony%2520Hawk_Looping.jpg&imgrefurl=http://c.firdausharun.com/&usq= 2XyaHOLDrE2KsgwfNwEvutRpe3o=&h=498&w=485&sz=38&hl=sl&start=61&zoom=1&tbnid=MwlyVBqPRwRd3M:&tbnh=127&tbnw=130&ei=hZ9TZexB4 Cswb05azkBw&prev=/images%3Fq%3Dlooping%26um%3D1%26hl%3Dsl%26sa%3DN%26biw%3D1020%26bih%3D562%26tbs%3Disch:1&um=1&itbs=1&iact=rc&dur=437&oei=eDZ9TdcziMi0Br2QlfsG&page=5&ndsp=15&ved=1t:429,r:3,s:61&tx=72&ty=68

Slika 2:

<http://www.google.si/imgres?imgurl=http://www.rcgun.de/media/content/Bilder/looping.jpg&imgrefurl=http://www.rcgun.de/Kunstflug: :12.html&usq= gzKr-OjqdkPrxkBesYJ4ucuQkd8=&h=301&w=341&sz=16&hl=sl&start=187&zoom=1&tbnid= fBs85cV CJMPhM:&tbnh=134&tbnw=149&ei=Ajd9TcWiK8rwsGaJ1-jtBw&prev=/images%3Fq%3Dlooping%26um%3D1%26hl%3Dsl%26sa%3DN%26biw%3D1020%26bih%3D562%26tbs%3Disch:10%2C5171&um=1&itbs=1&biw=1020&bih=562&iact=rc&dur=109&oei=eDZ9TdcziMi0Br2QlfsG&page=13&ndsp=16&ved=1t:429,r:2,s:187&tx=90&ty=57>