

ALI JE FRAČA RES SAMO IGRAČA

Fizika in astronomija
Raziskovalna naloga

Arne Zalar

9. razred

Mentorica: Milena Valentan

2021

Osnovna šola Majde Vrhovnik

Kazalo vsebine

Kazalo vsebine.....	1
1. Uvod	4
1. 1 Cilji raziskave	4
1. 2 Hipoteze	4
1. 3 Robert Hooke (1635 - 1703)	5
2. Teoretični del	7
2. 1 Pretvorbe energije pri navpičnem strelu	7
2. 2 Hookov zakon.....	9
3. Empirični del	9
3. 1 Izdelava frače	9
1. 2 Izvedba meritev	10
4. Rezultati meritev	14
5. 1 Rezultati meritev – raztezek frače	14
2. 2 Rezultati meritev – skok frnikole.....	16
5. Ugotovitve.....	19
5. 1 Primerjava izračunov in meritev.....	19
5. 2 Zaključek	21
6. Viri	22
6. 1 Spletni viri.....	22
6. 2 Slikovni viri	22

Kazalo slik

<i>Slika 1: Robert Hooke</i>	6
<i>Slika 2: Pripomočki</i>	10
<i>Slika 3: Merjenje</i>	11
<i>Slika 4: Rezultati meritev</i>	12
<i>Slika 5: Tehtanje frnikole</i>	13

Kazalo tabel

<i>Tabela 1: Raztezek frače v odvisnosti od raztezne sile</i>	14
<i>Tabela 2: Rezultati 1. meritve</i>	16
<i>Tabela 3: Rezultati 2. meritve</i>	16
<i>Tabela 4: Povprečna višina, do katere je poletela frnikola, v odvisnosti od sile</i>	17
<i>Tabela 5: Izračunana višina v odvisnosti od raztezne sile</i>	18
<i>Tabela 6: Primerjava povprečnih izmerjenih in izračunanih rezultatov</i>	19
<i>Tabela 7: Primerjava maksimalne višine obeh poletov in izračunane višine poleta frnikole</i>	20

Kazalo grafov

<i>Graf 1: Raztezek frače v odvisnosti od raztezne sile</i>	15
<i>Graf 2: Izračunana višina v odvisnosti od povprečne sile</i>	18
<i>Graf 3: primerjava povprečnih izmerjenih in izračunanih rezultatov</i>	19
<i>Graf 4: primerjava maksimalne višine obeh poletov in izračunane višine poleta frnikole</i>	20

Povzetek naloge:

Pred začetkom eksperimentalnega dela sem razmislil, kako bi energijski zakon uporabil pri streljanju s fračo in katere energijske pretvorbe so prisotne, če s fračo izstrelimo kroglico navpično navzgor. Teoretske osnove sem predstavil v prvem delu raziskovalne naloge.

Nato sem izdelal preprosto fračo. Preveril sem, do katere raztezne sile za elastike, uporabljene v frači, velja Hookov zakon. S fračo sem pri različnih razteznih silah izstrelil frnikolo navpično navzgor. Višine leta frnikole sem izmeril s pomočjo počasnega posnetka na telefonu. Po opravljenih meritvah sem izračunal, do katere višine bi morala poleteti frnikola, če bi se delo, ki ga je elastika v frači prejela ob raztegu, ob izstrelitvi frnikole v celoti preneslo v kinetično energijo frnikole in nato pretvorilo v njeno potencialno energijo.

V zadnjem delu naloge sem primerjal izmerjene in izračunane rezultate. Ugotovil sem, da se med seboj mnogo bolj razlikujejo, kot sem predvideval. Z večanjem raztezne sile se je večala tudi razlika med izmerjenimi in izračunanimi višinami leta frnikole.

Spoznal sem, da je težko zasnovati eksperiment in sestaviti napravo, pri kateri bi bili izmerjeni rezultati enaki izračunanim in bi bil izkoristek naprave 100 %. Izkoristek pri mojem eksperimentu je bil ob večjih raztezkih samo okoli 10 %.

1. Uvod

Frača je bila igrača naših dedkov, pri fiziki pa sem jo zasledil v računskih nalogah. Z učnih listov za domače delo sem prepisal dve.

Prva naloga: *Ko z napeto fračo izstrelimo kroglico z maso 6 dag, dobi le-ta 1,2 J kinetične energije. S kolikšno hitrostjo frača izstrelji kroglico? Kako visoko poleti kroglica, če smo jo izstrelili navpično navzgor?*

Druga naloga: *Elastiko v frači raztegnemo s povprečno silo 2,5 N za 8 cm in z njo izstrelimo kroglico z maso 2 dag navpično navzgor. Kako visoko bo poletela kroglica?*

Tako se mi je postavilo vprašanje, ali bi bila frača lahko tudi eksperimentalen pripomoček.

1. 1 Cilji raziskave

Cilj moje raziskave je s preprostimi sredstvi izdelati fračo in z njo pri različnih nateznih silah in raztezkih izstreliti kroglico navpično navzgor. Izmeriti in izračunati želim višine, do katerih naj bi kroglica pri različnih raztezkih silah in raztezkih poletela, ter primerjati izmerjene in izračunane rezultate.

1. 2 Hipoteze

- Osnovnošolec je sposoben z majhnimi sredstvi in preprostimi pripomočki izvesti eksperiment, s katerim lahko preveri računsko nalogo, v kateri nastopa frača.
- Izmerjeni in izračunani rezultati se bodo razlikovali za največ 25 %.

1. 3 Robert Hooke (1635 - 1703)

Robert Hooke se je rodil 28. julija leta 1635 v Freshwaterju v Angliji.

Kot otrok se je zanimal za risanje in sestavljanje mehanskih igračk ter modelov. Leta 1648 je bil poslan v London na urjenje k slikarju Petru Lelyju, kasneje pa je odšel na šolanje v šoli Westminster.

Leta 1653 je študiral na Univerzi v Oxfordu. Med študijem je bil asistent Roberta Boyla. V tem času je dobil veliko prijateljev, med njimi je bil bodoči arhitekt Christopher Wren (najslavnejši angleški arhitekt, avtor katedrale Sv. Pavla).

Leta 1662 je bil zaposlen kot izvajalec eksperimentov v novo ustanovljenem Kraljevem Društvu Londona. Član društva je postal leta 1663.

Leta 1665 je sprejel pozicijo učitelja geometrije na Gresham Collegu v Londonu. Leta 1666, ko je požar uničil večino Londona, je postal mestni geodet. London je renoviral z Wrenom. Skupaj sta obnovila veliko londonskih ulic in mestnih hiš.

V svoji karieri je obravnaval komete, pot svetlobe, rotacijo Jupitra, gravitacijo, človeški spomin ter zakonitosti zraka. V svojih študijah je največkrat uporabljal metode eksperimentiranja in opazovanja.

Hookovo najbolj poznano delo je Micrographia, izdano leta 1665. V knjigi je dokumentiral eksperimente z mikroskopom. Takrat si je prilastil besedo celica, ko je opazoval zgradbo plute. Opisoval je tudi muhe, perje in snežinke, poleg tega je identificiral tudi fosile kot ostanke nekdanjih živečih organizmov.

Leta 1678 je objavil knjigo z naslovom Lectures of Spring (Predavanja pomladi oz. pomladnega semestra), kjer je delil svojo teorijo prožnosti, Hookov zakon.

Hooke se ni nikoli poročil. Njegova partnerka je bila njegova nečakinja Grace Hooke, ki je umrla leta 1687.

Imel je veliko sporov s znanstvenimi kolegi. Najbolj znan je njegov spor z Isaacom Newtonom.

V svojih zadnjih letih življenja je trpel zaradi simptomov, ki so bili posledica sladkorne bolezni. Umrli je v Londonu, 3. marca leta 1703.



Slika 1: Robert Hooke

2. Teoretični del

2. 1 Pretvorbe energije pri navpičnem strelu

Ko raztegnemo elastiko v frači, elastika prejme delo.

$$A = \bar{F} \cdot s$$

A ... delo

\bar{F} ... povprečna raztezna sila

s ... pot (raztezek elastike)

Napeta elastika ima prožnostno energijo. Prožnostna energija je enaka prejetemu delu.

$$W_{pr} = A$$

W_{pr} ... prožnostna energija

Ko elastiko spustimo, elastika opravi delo in izstreljek poleti. Kinetična energija izstrelka je enaka prožnostni energiji elastike.

$$W_k = W_{pr}$$

W_k ... kinetična energija

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

m ... masa

v ... hitrost

Med letom izstrelka navpično navzgor se kinetična energija izstrelka pretvarja v potencialno energijo. Ko je izstrelak v najvišji točki, ima največjo potencialno energijo.

$$W_p = W_k$$

W_p ... potencialna energija

$$W_p = F_g \cdot h = mgh$$

F_g ... teža

h ... višina

g ... gravitacijski pospešek

Zgornjo teorijo lahko uporabimo pri reševanju naslednje naloge:

Elastiko v frači raztegnemo s povprečno silo 2,5 N za 8 cm in z njo izstrelimo kroglico z maso 2 dag navpično navzgor. Kako visoko bo poletela kroglica?

Elastika prejme delo: $A = \bar{F} \cdot s = 2,5 \text{ N} \cdot 0,08 \text{ m} = 0,2 \text{ J}$

Prožnostna energija elastike se pretvori v kinetično energijo kroglice, le-ta pa v potencialno energijo kroglice. V najvišji legi ima kroglica 0,2 J potencialne energije. Ker poznamo maso kroglice, lahko izračunamo višino, do katere bi kroglica poletela.

Iz obrazca $W_p = F_g \cdot h = mgh$ izrazimo višino in jo izračunamo.

$$h = \frac{W_p}{F_g} = \frac{0,2 \text{ J}}{0,2 \text{ N}} = 1 \text{ m}$$

Kroglica bi poletela do višine 1 meter.

2. 2 Hookov zakon

Raztezek vzmeti je premo sorazmeren s silo: dvakrat, trikrat, ... večji sili ustreza dvakrat, trikrat, ... večji raztezek. To je Hookov zakon. Raztezek vzmeti je premo sorazmeren s silo le do določene meje, zato se vzmet, če jo obremenimo s preveliko silo, nepopravljivo pokvari. Enačbo zapišemo tako:

$$F = k \cdot x$$

F ... sila

k ... prožnostni koeficient

x ... raztezek

V območju, kjer za fračo velja Hookov zakon, je povprečna sila enaka polovici končne – maksimalne raztezne sile.

Zato sem za elastike, s katerimi sem nameraval izdelati fračo, najprej preveril, v katerem območju za njih velja Hookov zakon.

3. Empirični del

3. 1 Izdelava frače

Pri izdelavi frače sem uporabil žeblice, kotnike, 3 lesene deske, elastiko ter usnje.

Najprej sem skupaj zbil tri lesene plošče s kotniki ter žeblici. Nato sem zabil štiri žeblice na leseni deski, da sem preko njih napeljal elastiko. Na elastiko sem prišil usnje in nanjo prišil zanko, na katero sem obešal uteži.

Končen izdelek je na naslednji sliki.



Slika 2: Pripomočki

1. 2 Izvedba meritev

Meril sem v skupni delavnici bloka.

Pri merjenju sem uporabljal fračo, silomer, uteži, merilni trak in frnikolo. Fračo sem najprej vpel v primež in za njo postavil merilni trak. Nato sem silomer obesil na zanko in na njega obešal uteži. Potem sem izmeril raztezek pri posamezni sili in podatke zabeležil. Ko sem vse zapisal, sem začel streljati s fračo. Streljanje sem posnel s telefonom v počasnem posnetku in z njim odčital najvišjo lego frnikole.

Pri prvem sklopu meritev sem uteži snel, elastiko držal na mestu ter jo spustil. Ker so se merjeni rezultati zelo raziskovali od izračunanih, sem se odločil, da bom naredil še en sklop meritev. Pri drugem sklopu meritev sem streljal tako, da sem uteži obešal na vrvico, ki sem jo obesil na zanko pod usnjem. Nato sem vrvico prerezal in frnikola je poletela.



Slika 3: Merjenje

Ker se je nekaj uteži poškodovalo, sem moral nadaljevati tako, da sem silomer napenjal z določeno silo in prerezal vrstico. Za vsako silo sem opravil štiri sklope meritev. Rezultate meritev sem napisal na list.

	1	2	3	4
1 N	7	5	6	7
2 N	14	11	14	13
3 N	15	16	20	14
4 N	27	26	23	28
5 N	34	33	37	27
6 N	28	20	43	31
7 N	55	56	42	35

Slika 4: Rezultati meritev

Ko sem z merjenjem končal, sem frnikolo stehtal. Na kuhinjski tehtnici sem izmeril, da tehta približno 5 g.

Nato sem meritev preveril s pomočjo izračuna.

Najprej sem izračunal prostornino frnikole. Njen polmer meri 0,8 cm.

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi(0,8\text{cm})^3 = 2,14\text{ cm}^3$$

V... prostornina

r... polmer krogle

Iz prostornine in gostote lahko izračunamo maso telesa kot produkt prostornine in gostote snovi. Gostota stekla je $2,5 \text{ kg/dm}^3$, kar je enako $2,5 \text{ g/cm}^3$.

$$m = V \cdot \rho = 2,14 \text{ cm}^3 \cdot 2,5 \text{ g/cm}^3 = 5,35 \text{ g}$$

ρ ... gostota

Glede na izračun naj bi bila masa frnikole 5,35 g.

Kasneje sem maso frnikole določil še z laboratorijsko digitalno tehtnico. Tehnica je pokazala 5,33 gramov, kar sem uporabil kot podatek za izračun kinetične in potencialne energije.



Slika 5: Tehtanje frnikole

Ko sem meritve zaključil, sem vse rezultate meritev prepisal v program Excel.

4. Rezultati meritev

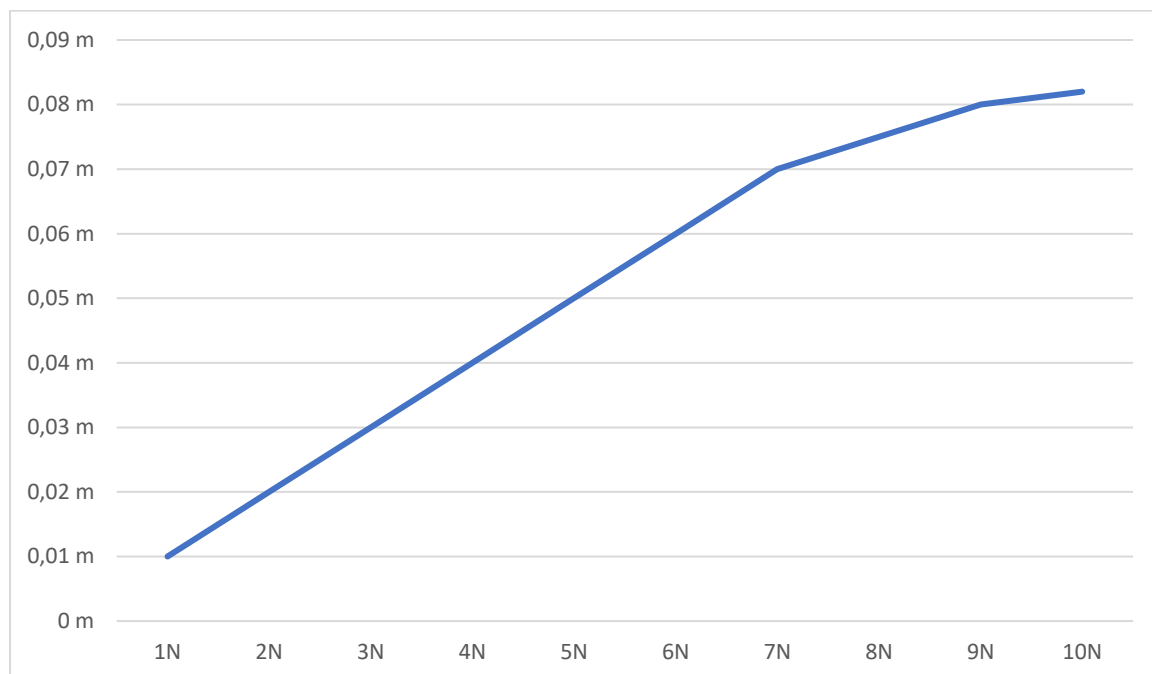
5. 1 Rezultati meritev – raztezek frače

Najprej sem preveril, do katere sile za elastiko v moji frači velja Hookov zakon. Na elastiko sem obešal 10-dekagramske uteži in izmeril raztezke. Meritve sem predstavil v tabeli.

sila [N]	raztezek [m]
1	0,01
2	0,02
3	0,03
4	0,04
5	0,05
6	0,06
7	0,07
8	0,075
9	0,08
10	0,082

Tabela 1: Raztezek frače v odvisnosti od raztezne sile

Rezultate sem predstavil tudi grafično.



Graf 1: Raztezek frače v odvisnosti od raztezne sile

Ugotovil sem, da za elastiko v moji frači velja Hookov zakon do raztezne sile 7 N.

Iz enačbe za Hookov zakon sem izračunal prožnostni koeficient za elastiko.

$$k = \frac{F}{x} = 1 \frac{N}{cm}$$

2. 2 Rezultati meritev – skok frnikole

Nato sem v tabelo vpisal rezultate 1. in 2. meritve in s pomočjo excela izračunal povprečne vrednosti višine skoka frnikole za 1. in 2. meritve. Skupno pot frnikole sem dobil kot seštevek skoka frnikole od točke 0 in raztezka frače do točke 0.

sila [N]	raztezek [m]	višina skoka [m]				povprečna višina [m]
		1.	2.	3.	4.	
1	0,01	0,04	0,05	0,04	0,04	0,0425
2	0,02	0,09	0,07	0,09	0,1	0,0875
3	0,03	0,13	0,17	0,16	0,14	0,15
4	0,04	0,15	0,19	0,19	0,19	0,18
5	0,05	0,2	0,21	0,24	0,22	0,2175
6	0,06	0,27	0,25	0,3	0,33	0,2875
7	0,07	0,28	0,25	0,23	0,27	0,2575

Tabela 2: Rezultati 1. meritve

sila [N]	raztezek [m]	višina skoka [m]				povprečna višina [m]
		1.	2.	3.	4.	
1	0,01	0,07	0,05	0,06	0,07	0,0625
2	0,02	0,14	0,11	0,14	0,13	0,13
3	0,03	0,15	0,16	0,2	0,14	0,1625
4	0,04	0,27	0,26	0,23	0,28	0,26
5	0,05	0,34	0,33	0,37	0,27	0,3275
6	0,06	0,28	0,2	0,43	0,31	0,305
7	0,07	0,55	0,56	0,42	0,35	0,47

Tabela 3: Rezultati 2. meritve

Nato sem v eno tabelo vpisal povprečne rezultate obeh meritev in maksimalno višino skoka obeh meritev.

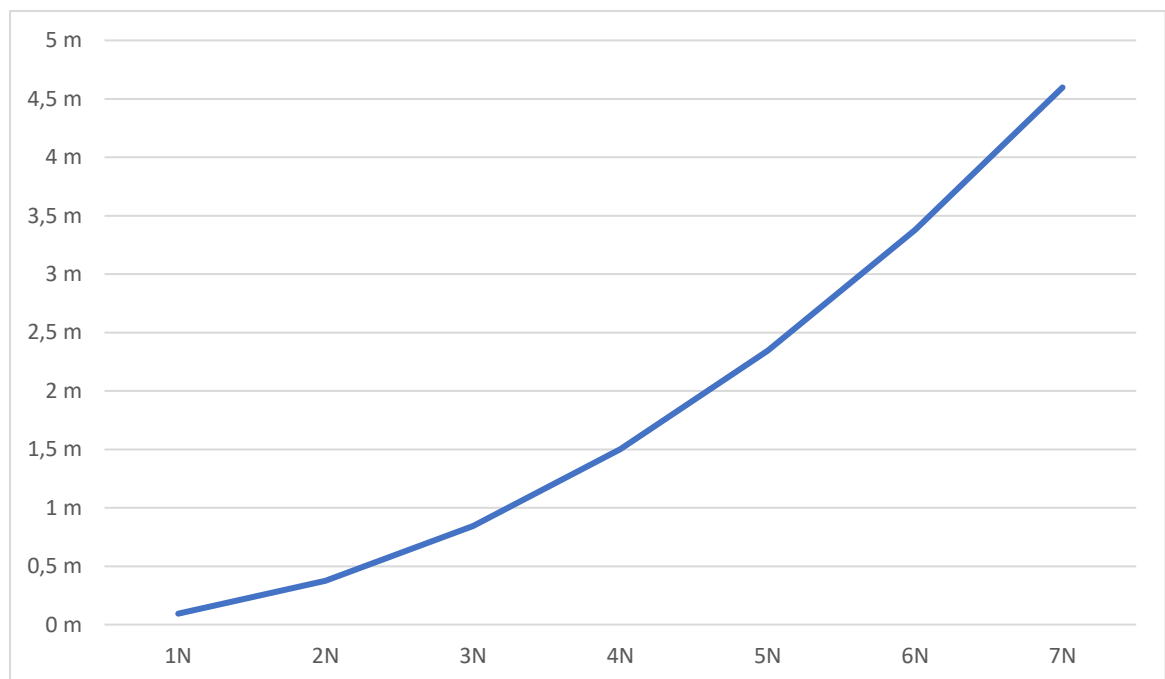
sila [N]	povprečna višina poleta frnikole 1. meritve [m]	povprečna višina poleta frnikole 2. meritve [m]	maksimalna višina obeh meritev [m]
1	0,04	0,06	0,08
2	0,09	0,13	0,16
3	0,15	0,16	0,23
4	0,18	0,26	0,31
5	0,22	0,33	0,42
6	0,29	0,31	0,49
7	0,26	0,47	0,63

Tabela 4: Povprečna višina, do katere je poletela frnikola, v odvisnosti od sile

Po opravljenih meritvah sem izračunal, do katere višine bi morala poleteti frnikola, če bi se delo, ki ga je elastika v frači prejela ob raztegu, ob izstrelitvi frnikole v celoti preneslo v kinetično energijo frnikole in nato pretvorilo v njeno potencialno energijo. Izračunane višine sem predstavil v tabeli in ponazoril z grafom.

sila [N]	izračunana višina poleta frnikole [m]
1	0,094
2	0,375
3	0,844
4	1,501
5	2,345
6	3,377
7	4,597

Tabela 5: Izračunana višina poleta frnikole v odvisnosti od raztezne sile



Graf 2: Izračunana višina poleta frnikole v odvisnosti od raztezne sile

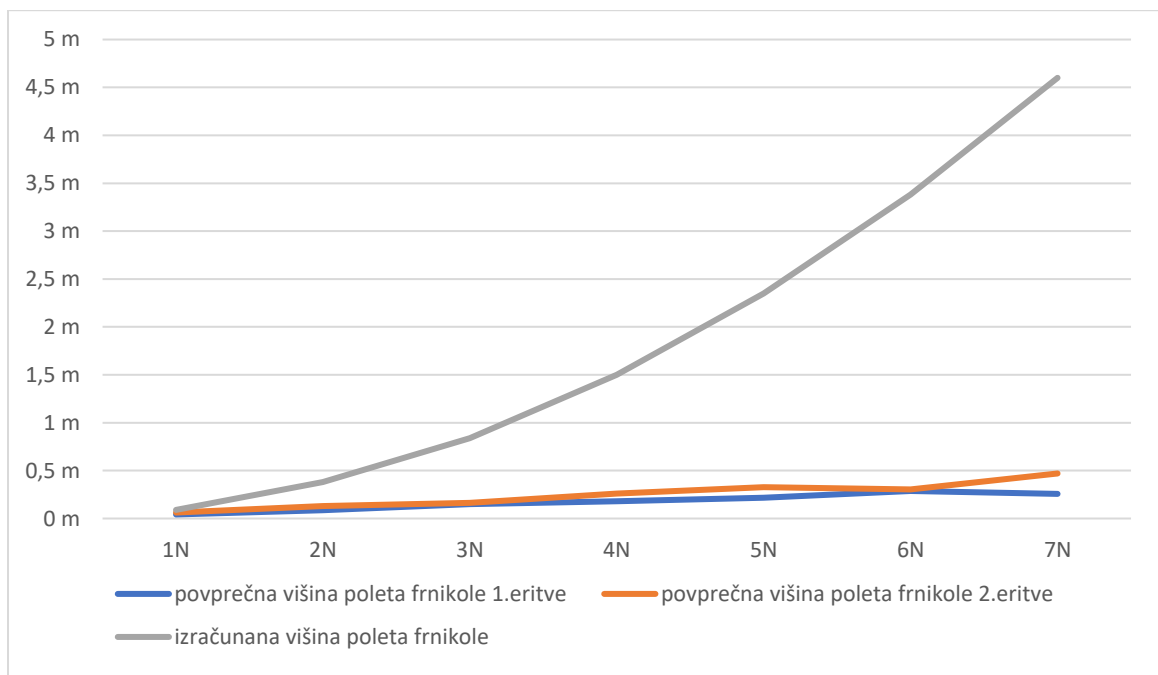
5. Ugotovitve

5. 1 Primerjava izračunov in meritev

Po pregledu rezultatov sem se odločil izdelati še graf in tabelo, kjer bodo razvidne razlike med izračunanimi in izmerjenimi rezultati.

sila [N]	povprečna višina poleta frnikole 1. meritve [m]	povprečna višina poleta frnikole 2. meritve [m]	izračunana višina poleta frnikole [m]
1	0,04	0,06	0,09
2	0,09	0,13	0,38
3	0,15	0,16	0,84
4	0,18	0,26	1,50
5	0,22	0,33	2,35
6	0,29	0,31	3,38
7	0,26	0,47	4,60

Tabela 6: Primerjava povprečnih izmerjenih in izračunanih rezultatov

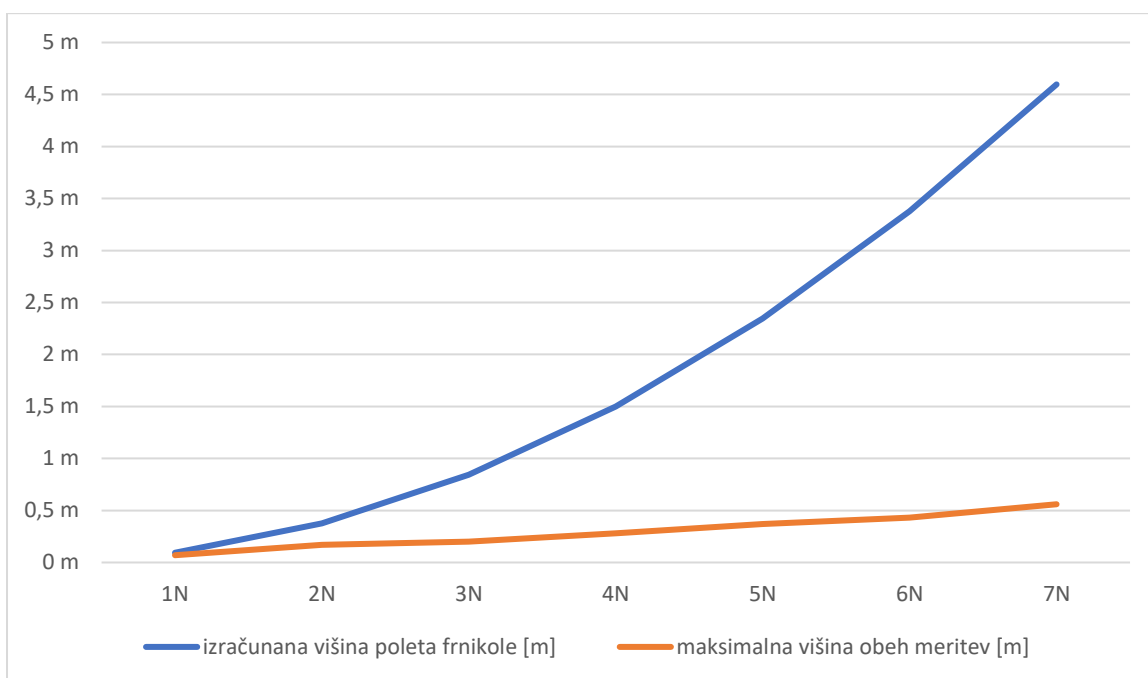


Graf 3: Primerjava povprečnih izmerjenih in izračunanih rezultatov

Zanimala me je tudi primerjava med maksimalnimi izmerjenimi in izračunanimi višinami.

silā [N]	maksimalna višina obeh meritev [m]	izračunana višina poleta frnikole [m]
1	0,08	0,09
2	0,16	0,38
3	0,23	0,84
4	0,31	1,50
5	0,42	2,35
6	0,49	3,38
7	0,63	4,60

Tabela 7: Primerjava maksimalne višine obeh poletov in izračunane višine poleta frnikole



Graf 4: Primerjava maksimalne višine obeh poletov in izračunane višine poleta frnikole

5. 2 Zaključek

V nalogi sem raziskoval delovanje Hookovega zakona in pretvorbo energij pri napenjanju in streljanju s fračo.

V raziskavi sem želel izvesti preprost eksperiment, katerega cilj je bil izdelati fračo in z njo pri različnih razteznih silah izstreljevati kroglico navpično navzgor.

Tako sem si postavil dve hipotezi.

- Osnovnošolec je sposoben z majhnimi sredstvi in preprostimi pripomočki izvesti eksperiment, s katerim lahko preveri računsko nalogo, v kateri nastopa frača.
- Izmerjeni in izračunani rezultati se bodo razlikovali za največ 25 %.

Ko sem z eksperimentom zaključil, sem pričel primerjati izmerjene rezultate z izračunanimi.

Prvo hipotezo sem potrdil, drugo pa ovrigel.

Prvo hipotezo sem potrdil, saj sem eksperiment lahko opravil z malo materiala in znanjem, ki sem ga pridobil v šoli.

Drugo hipotezo sem ovrigel, saj se rezultati ne razlikujejo za samo 25 %, temveč se nekateri rezultati razlikujejo celo za 90 %. To pomeni, da je bilo pri poskusu le okoli 10 % izkoristka. Tako lahko sklepam, da bi bilo izjemno težko zasnovati eksperiment, pri katerem bi bili izmerjeni rezultati enaki izračunanim.

6. Viri

6. 1 Spletni viri

Hookov zakon:

https://dijaski.net/gradivo/fiz_vaj_hookov_zakon_03 (19. 2. 2021)

<http://www2.arnes.si/~oskrat1s/fizika/vsebine%208%20razred/Merjenje%20sil%20in%20Hookov%20zakon.pdf> (19. 2. 2021)

[https://si.openprof.com/wb/poglavje:merjenje_sil_z_vzmetno_tehnico_\(hookov_zakon\)/2320/](https://si.openprof.com/wb/poglavje:merjenje_sil_z_vzmetno_tehnico_(hookov_zakon)/2320/) (19. 2. 2021)

<https://eucbeniki.sio.si/fizika8/218/index4.html> (19. 2. 2021)

https://dijaski.net/gradivo/fiz_vaj_hookov_zakon_02 (19. 2. 2021)

<https://sl.warbletoncouncil.org/ley-de-hooke-5702#menu-7> (19. 2. 2021)

http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2010_11/naloge/izdelki/lena_elastika/hookov_zakon.html (19. 2. 2021)

https://uciteljska.net/kvizi/HotPot/Merjenje/MERJENJE%20IN%20SILE/kvizi/fi8_02_01%20Sile.htm (19. 2. 2021)

6. 2 Knjižni viri

Bez nec, B., *Moja prva fizika*, Založba Modrijan, Ljubljana 2013.

6. 3 Slikovni viri

Slika 1:

https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Hooke