

LOVEC IN OPICA

Anže Žaberl in Tine Golež

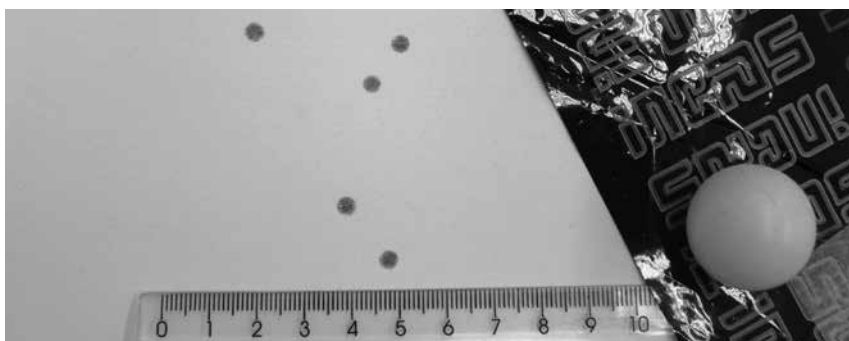
Škofijska klasična gimnazija, Ljubljana

Povzetek – Poleg opisa znanega poskusa (lovec in opica) avtorja poročata tudi o izdelavi učila, ki ga za ta poskus uporabljajo na njihovi šoli.

Abstract - The authors describe well-known »the monkey and the hunter experiment«. They also explain in detail how to produce the equipment needed to carry out the experiment as it is performed at their school.

UVOD

Pregovor pravi, da kdor drago kupi, poceni kupi. Vsekakor je včasih to res. Ko smo pri prvotnem opremljanju šole pred dvajsetimi leti kupili pregrešno drag top, smo verjeli trgovcu, da je naprava nadvse natančna in zdržljiva. Niso nas potegnili za nos, še danes ta top ob dvižnem kotu na primer 60° izstrelji kroglice 5,2 metra daleč, pri čemer kroglice padejo na področje, ki je zelo majhno. Slika 1. kaže, kako blizu skupaj so padle kroglice pri tako veliki razdalji.



Slika 1. Točke pristankov kažejo, da je top zares zelo natančen. Kroglica ima maso 10 g in premer 25 mm, letela pa je v smeri vzporedno z ravnilom.

ŽE DO SEDAJ

Poleg vseh »klasičnih« poskusov, ki jih za fiziko nudi analiza potovanja izstrelka, je ta top bil navdih za matematično-fizikalni prispevek [1], ki je bil objavljen v reviji Fizika v šoli. Tu se medpredmetno povezovanje ni končalo, saj je isti avtor eno izmed analiz strela tega topa objavil tudi v reviji za učitelje matematike [2], prav tako pa še na mednarodni poučevalski konferenci [3].

Učilo je že dvajset let v stalni uporabi pri mehaniki v drugem letniku, hkrati pa ga uporabljajo dijaki za eno izmed maturitetnih vaj. Navduši tudi dijake, ki se na naši šoli zberejo na mednarodni poletni šoli, saj ne pričakujejo, da se da s preprostim topom res dosežati tolikšno ponovljivost strelav.

Eden izmed poskusov, ki smo jih sicer tudi do sedaj izvajali, je bil poskus »lovec in opica«. Tuljavo z jedrom, ki služi kot elektromagnet, smo imeli že pred nabavo topa. Morda prav zato nismo kupili mehanizma, ki ga je kot dodatno opremo k topu ponujal trgovec. Vsa leta smo si pomagali z aluminijasto folijo, s katero smo pred ustjem topa naredili del električnega tokokroga. Ko je kroglica odrinila ali pretrgala folijo, je bil prekinjen tokokrog in »opica« se je spustila, a to je ni rešilo pred bridko usodo. Nekako smo upali, da se bo nekoč že našel kdo, ki mu bo izdelava elektronskega stikala izziv in bo rešil nekoliko nerodno delo z aluminijasto folijo.

IZZIV JE SPREJET

Bralci že vedo, da na naši gimnaziji začnemo s poukom fizike šele v drugem letniku. Ko je torej kolega po mesecu dni opazil, da ima med drugošolci dijaka, ki naravnost išče izzive za svojo elektrotehniško ustvarjalnost, je končno prišel trenutek za posodobitev topa oziroma poskusa »lovec in opica«.

Pred dvajsetimi leti smo nakupili kar nekaj svetlobnih vrat. Zaradi vse pogostejše uporabe ultrazvočnega slednika pri analizi gibanja [4] so svetlobna vrata postala manj uporabljena. Sem ter tja se še najde poskus, kjer se dobro izkažejo. Prav posodobitev poskusa »lovec in opica« pa je ena svetlobna vrata spet vrnila v redno uporabo.

Dijaku smo pokazali, kaj naj bi bil namen mehanizma. Izročili smo mu svetlobna vrata in mu zaželeli vso srečo pri izdelavi mehanizma, za katerega sicer prodajalci učil pričakujejo kar nekaj denarja; maloserijski izdelki so vselej dragi. Naj v nadaljevanju dijak poroča o načrtu in izdelavi, morda se kdo odpravi po njegovih stopinjah.

NAČRT IN IZDELAVA

»Torej, narediti je bilo treba vezje, ki bi ob izstrelitvi kroglice iz topa prekinilo tokokrog in izklopilo elektromagnet za približno eno sekundo. Če bi ga namreč le za nekaj tisočink sekunde, kolikor traja potovanje kroglice skozi svetlobna vrata, bi ponovni vklop elektromagneta spet pritegnil 'opico', ki v tako kratkem času ne bi padla niti za en milimeter. Profesor mi je izročil ena svetlobna vrata, ki imajo tri priključke, in sicer dva za napajanje (+, -) in enega za signal. Ko predmet potuje skozi svetlobna vrata, ta dajejo napetost na priključku za signal. Gre za enako veliko napetost, kot je napajalna napetost. To je zelo lepo vidno na osciloskopu, s katerim sem si tudi pomagal pri preizkušanju svetlobnih vrat. Tako je bilo treba le premisliti in poiskati elemente, s katerimi bi se ob zaznavi te napetosti vključil rele, ki bi nato prekinil tokokrog in izklopil elektromagnet, zaradi česar bi 'opica spustila vejo' in začela padati navzdol; no, ta opica je pri nas kar majhna kroglica.

Pomislil sem, da bi to nalogo opravil mikrokrmilnik. Že nekaj časa se namreč učim programirati razvojno platformo Arduino, ki je eden najbolj razširjenih izdelkov te vrste. Tako je bilo treba le sprogramirati mikrokrmilnik, da je, ko je zaznal signal iz svetlobnih vrat, vklopil rele, ki je bil priključen na drug izhod. Napisal sem le en if-stavek, kjer sem za pogoj navedel tok iz svetlobnih vrat, kot dejanje, ki ga naredi, če zazna ta tok, pa sem navedel vključitev releja na drugem izhodu za poljubno dolg časovni interval. V tem primeru sem interval nastavil na 1 sekundo, saj je to dovolj, da kroglica pade, ko se elektromagnet izklopi.

```

File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
svetlobna_vrta_program.g
int relay=13;
int sensor=8;

void setup() {
  pinMode(sensor, INPUT);
  pinMode(relay, OUTPUT);

  // put your setup code here, to run once:
}

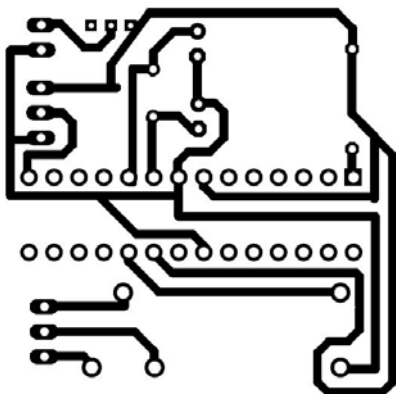
void loop() {
  int value=digitalRead(sensor);
  if(value==LOW) {
    digitalWrite(relay,HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(relay,LOW);
  }

  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```

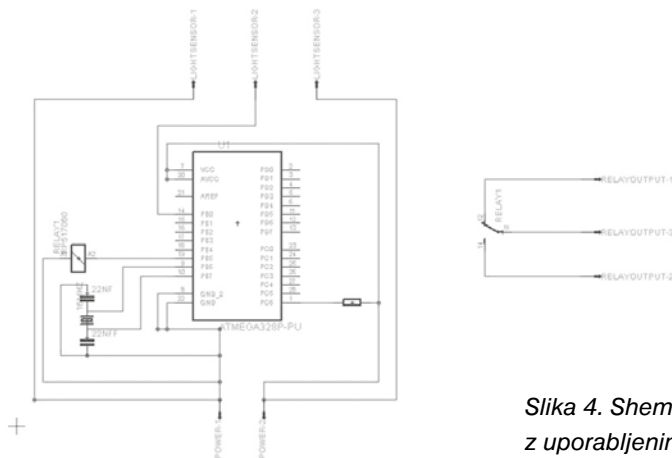
Slika 2. Program je zares kratek.

Nato sem na testni ploščici povezal vse elemente in sistem je deloval. Iz praktičnih in estetskih razlogov pa vsega skupaj nisem mogel pustiti v takšni obliki, zato sem v programu Eagle, ki je prosto dostopen in si ga lahko na računalnik naložimo s spleta, narisal shemo tiskanega vezja. V prosti verziji programa lahko rišemo vezja, ki so velikosti največ 100 x 80 mm, kar pa je za naše vezje več kot dovolj. Ko sem imel vezje narisano, sem ga z laserskim tiskalnikom natisnil na povoščeni papir, kakršnega uporabljamo za tiskanje fotografij.



Slika 3. Shema tiskanega vezja, ki ustreza zahtevani napravi.

Sledilo je jedkanje, kjer sem najprej obrnil list tako, da je bil tisk v stiku z bakrom, s katerega sem prej z acetonom spral vse nečistoče, da se je črnilo lažje prijelo, nato pa sem z likalnikom segrel list in črnilo se je prijelo na baker. Potem sem zmešal klorovodikovo kislino (HCl), vodikov peroksid (H₂O₂) in vodo v razmerju 1:1:1. Ploščico sem pomočil v to zmes. Kjer je bilo na bakru črnilo, je baker pod črnilom obstal, kjer pa črnilo ni prekrivalo bakra, se je le-ta raztopil in nastale so povezave. Sledilo je vrtnanje lukenj, da sem lahko elemente vstavil v vezje. Nato sem ves baker prekril s tanko plastjo spajke, da sem ga zavaroval pred oksidacijo.



Slika 4. Shema vezja z uporabljenimi elementi.

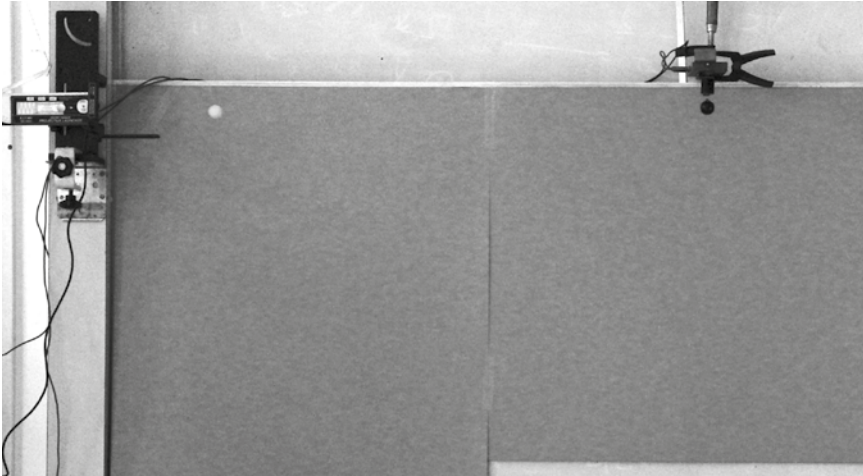
Nazadnje sem vse elemente vstavil v ploščico in jih zaciniil. Priključil sem še vir napajanja, to so v tem primeru 3 baterije velikosti AA. Nato sem preveril delovanje in vse je bilo v redu. Svetlobna vrata zaznajo vsako prekinitvev žarka svetlobe in rele se vklopi za 1 sekundo. Izdelek je bilo treba le še vgraditi v ohišje, pritrčiti stikalo za vklop in izklop napajanja vezja in pritrčiti izhodne kable za svetlobna vrata ter stikalo. Kabli za izklop elektromagneta so priključeni na tisti del releja, ki deluje kot stikalo. Povezani so bili tako, da je bil tokokrog ves čas sklenjen, ko pa je nekaj šlo skozi svetlobna vrata, se je tokokrog prekinil. Tako je bil projekt zaključen in napravo sem oddal profesorju. V učilnici sva nato preizkusila delovanje še na topu in sistem je odlično deloval – kroglica je uspešno zadela drugo kroglico ('opico'). Moja naloga je bila opravljena; s temi besedami pa zaključujem svoje poročilo.«

KRATKO POROČILO O NATANČNOSTI IZDELKA

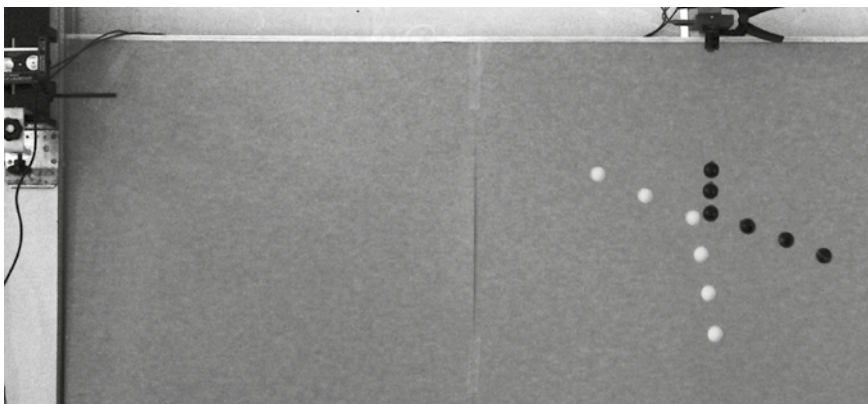
Praviloma je »opica« večja od izstrelka. Gre lahko za prazno konzervo sardin ali kaj podobnega. Toda to ni dovolj za nas, naj bo izziv še težji! Prav zato smo v eno plastično kroglico privili vijak. Tako smo poskrbeli, da jo bo magnet držal »pod vejo«, kjer bi sicer bila opica. Da bi bilo bolj vidno, katera kroglica je poletela iz topa in katera padla izpod veje, smo eno še pobarvali.

Seveda poskus poteka hitro. Zato smo ga posneli še s hitroslikovno kamero in hitroslikovnim fotoaparatom, ki ima večjo ločljivost kot kamera (a zato le 60 slik na sekundo), tako da lahko sliko precej povečamo. Slike so tudi osnova tokratne naslovnice.

Prav nič težav ni s poševnim strelom. Tudi v tem primeru je krogla usodna za padajočo opico. Razmislek je preprost: če ne bi bilo gravitacije, bi opico zadela pod vejo. Ker pa gravitacija je in ker sta bili obe telesi enako časa pod vplivom gravitacije, sta v navpični smeri navzdol pripotovali enako daleč glede na (namišljeni) primer z odsotnostjo gravitacije.



Slika 5. Rumena (leva) kroglica je poletela skozi svetlobna vrata, ki so pred ustjem topa. »Opica«, to je pravzaprav kar druga kroglica, ki smo jo pobarvali s črno in vanjo zavili vijak (plastika!), zato že pada navzdol. Razdalja med ustjem topa in opico je okoli 130 cm.



Slika 6. Več zaporednih slik smo združili, da se vidi, kako sta se kroglici gibali pred trkom in po njem. Zakaj po trku nista več na (skoraj) enaki višini, pač pa je rumena opazno bolj spodaj?

SKLEP

Priznati moramo, da nas je ustvarjalni dijak prijetno presenetil z natančno, domiselno in hitro izdelavo. Vsekakor mu bomo tudi na tej šoli nudili dovolj izzivov.

Največkrat se specifično nadarjeni ali k elektroniki usmerjeni dijaki izognejo klasični gimnaziji. To je po svoje škoda. Res je, da bodo na kaki drugi šoli dobili več predmetov, ki so povezani s samo elektroniko. A morda je prav širina, ki jo nudi klasična gimnazija, še večja vrednota kot (pre)zgodnja specializacija. Mogoče lahko prav taka gimnazija nudi tisto širino znanja, ki omogoči ob poznejši specializaciji široko razgledanost, ta pa prinaša nekonvencionalne rešitve, do katerih morda prezgodaj usmerjena oseba nima tako lahkega dostopa.

Vsekakor zasluži dijak za opravljeno delo pohvalo in nobenega dvoma ni, da imamo opravka z osebo, ki bo z ustvarjalnimi idejami znala prispevati kako inovacijo, zaradi katere bodo slovenski izdelki zdržali »mesarsko klanje (neusmiljene konkurence) mednarodnega tržišča«.

VIRI:

- [1] T. Golež, *Vodoravni met med fiziko in matematiko*, Fizika v šoli, 2005, 13–20.
- [2] T. Golež, *Vektorji zaživijo*, Matematika v šoli, 2011, 53–59.
- [3] T. Golež, *Cooperation between mathematics and physics teaching – the case of horizontal launch*, Proceedings of the 2nd International Symposium on Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences (MACAS2), Odense / edited by Bharath Sriraman ... [et al.], 2008, 293–298.
- [4] S. Kocijančič in T. Golež, *Eksperimenti z ultrazvočnim slednikom*, Fizika v šoli, 2000, 29–34.