

СТРМА РАВАН - ЛАБОРАТОРИЈСКА МАКЕТА ЗАСНОВАНА НА *RASPBERRY PI* РАЧУНАРУ

Милан Данковић

Гимназија „Бора Станковић“ Ниш, dankovicmilan@gmail.com

Ментор: Снежана Јанковић

Апстракт

У овом раду приказана је лабораторијска макета за проучавање кретања тела по стрмој равни. Дат је кратак теоријски преглед, затим је приказан изглед макете и на крају су предложене идеје како се она може користити.

Увод

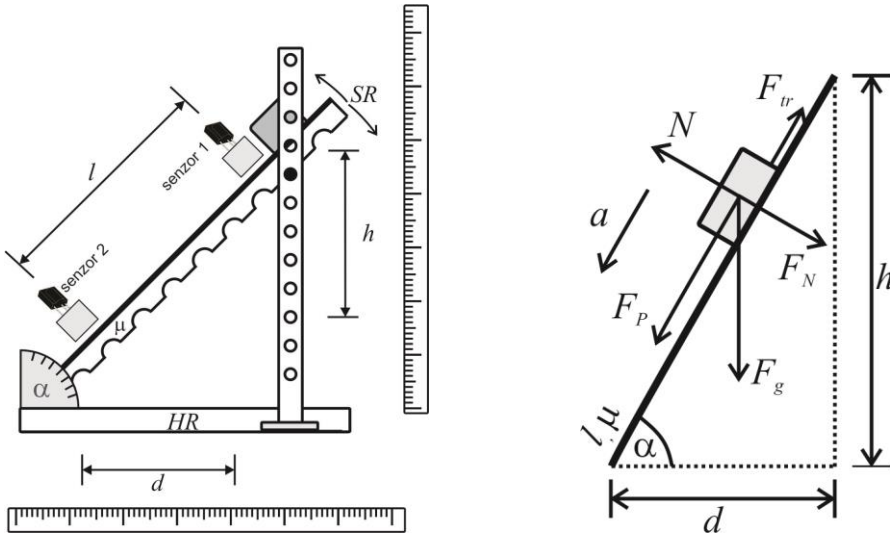
Кретање тела низ стрму раван има огромну практичну примену и скоро свакодневно се сусрећемо са тим кретањима, па би из тих разлога било добро да се ова материја што више разјасни. У те сврхе направљена је савремена макета стрме равни која је графички илустрована на слици 1. Кретање тела у оваквом систему анализирано је и описано одговарајућим законима физике и математике, кроз пратеће једначине које ће послужити у сврху одређивања коефицијента трења. Наиме, познато је да се проблеми трења у физици решавају макроприступом са експерименталним одређивањем коефицијента трења за актуелне услове кретања [1].

Теоријска поставка и практична реализација макете

Под стрмом равни подразумева се равна површина која са хоризонталном подлогом заклапа угао α , као што је илустровано на слици 1 (лево). У идеалном случају стрма раван висине h , основе d и дужине l направљена је од чврстог материјала, а деформације услед узајамног деловања тела са њом су занемарљиве. Силе које делују на тело, када је оно на стрмој равни, су сила Земљине теже, сила трења и сила реакције подлоге, као што је приказано на слици 1 (десно).

Анализом слике 1 (десно), а што је детаљно објашњено у [2] и [3], долазимо до једначине којом се одређује коефицијент трења између тела које се креће по стрмој равни и саме подлоге:

$$\mu = \frac{g \cdot \sin \alpha - a}{g \cdot \cos \alpha} \quad (1)$$

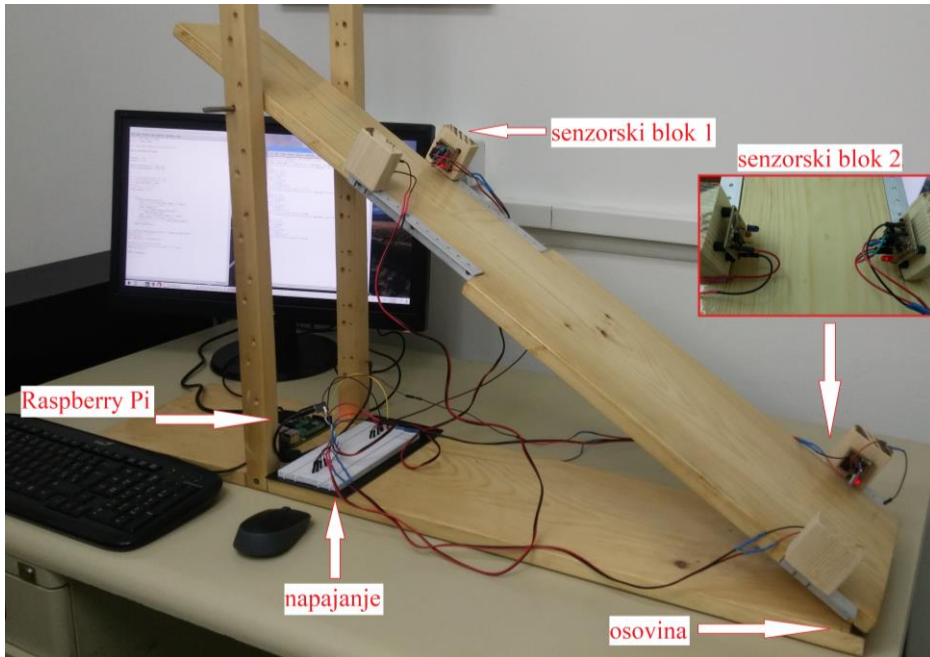


Слика 1. Графички приказ идејног решења макете за проучавање кретања тела по стрмој равни (лево) и приказ сила које делују на тело током кретања (десно).

Из једначине (1) закључујемо да је за одређивање коефицијента трења (μ) неопходно познавање убрзања тела на стрмој равни (a) и угла стрме равни (α). Угао стрме равни одређује се из геометрије троугла или једноставним читавањем вредности са угломера. Убрзање одређујемо из једначина које описују кретање тела низ стрму раван. Већина експеримената са кретањем тела низ стрму раван одвија се без почетне брзине. У том случају тело се креће равномерно убрзано, а за одређивање убрзања тела на стрмој равни потребно је одредити растојање између два сензора (l , назначено на слици 1) и време за које тело пређе тај пут (t_{mereno} , за шта ће бити употребљен рачунар Raspberry Pi [4]). Наиме, на основу анализе која је детаљно објашњена у [2] и [3] добија се:

$$a = \frac{2 \cdot l}{t_{mereno}^2} \quad (2)$$

Лабораторијска макета има могућност подешавања дужине (променом растојања између сензорских блокова), угла (ротирањем стрме равни око осовине) и коефицијената трења (лепљењем различитих подлога на тело и/или на стрму раван), што омогућава реализацију читавог низа различитих експеримената.



Слика 2. Експериментална поставка лабораторијске макете.

Срж ове макете представљају сензорски блокови (сензор 1 и сензор 2) чија је улога мерење времена (t_{mereno}). Сензорски блок се састоји из предајне и пријемне стране. Пријемну страну чини IR модул TSOP31236 [5], који реагује на IR сигнал фреквенције 36kHz, па је са предајне стране генерисан сигнал те фреквенције и емитован преко IR диоде CQY99 [6]. За генерисање сигнала фреквенције 36kHz искоришћено је NE555 коло у астабилном режиму рада [7]. Кретањем тела низ стрму раван врши се пресецање IR снопа и детектује време које протекне између пресецања снопова код блокова 1 и 2 (t_{mereno}). За мерење времена користи се Raspberry Pi рачунар, са оперативним системом Raspbian [8]. За израду програма који мери време (t_{mereno}) коришћен је програмски језик Python 3 [9].

Лабораторијска макета и програм тестирани су при различитим условима. На пример, висинска разлика између сензора износила је 0.22 m, а хоризонтална удаљеност 0.4 m. Након уноса ових података (h и d) програм аутоматски израчунава пут који тело прелази (l , у овом случају 0.456508 m) и исписује „Пусти тело!“. Када тело почне да се креће низ стрму раван оно пресече IR сноп код сензорског блока 1 где се стартује мерење, а када пресече IR сноп код сензорског блока 2 ту се завршава мерење времена и одмах се исписује t_{mereno} , a и тражена вредност коефицијента трења μ :

```
Unesi d: 0.4
Unesi h: 0.22
l = 0.456508 m
Pusti telo!
t = 0.51900 s
a = 3.38957 m/s^2
Koeffcijent trenja iznosi 0.15567
```

Закључак

У раду је објашњено кретање тела низ стрму раван и дате формуле које представљају основу за развој лабораторијске макете. За реализацију макете искоришћен је Raspberry Pi рачунар. Осмишљена лабораторијска макета омогућава одређивање коефицијента трења, али њена модификација омогућава реализацију читавог низа различитих експеримената.

Захвалница

Рад је реализован је у оквиру Пројекта „Рачунарске апликације за Галилејеве законе физике”. Пројекат је финансиран од стране Центра за промоцију науке и Регионалног центра за професионални развој запослених у образовању.

Литература

- [1] Trenje. Dostupno na: <https://svefefizika.wordpress.com>
- [2] M. Danković, M. Stanković, “Laboratorijska maketa za proučavanje kretanja tela po strmoj ravni”, IEEEESTEC 8th Student projects conference, Niš 2015, pp. 211-216.
- [3] M. Danković, S. Janković, “Laboratorijska maketa za proučavanje kretanja tela po strmoj ravni zasnovana na *Raspberry Pi* mini računaru”, IEEEESTEC 10th Student projects conference, Niš 2017, pp. 55-62.
- [4] Raspberry Pi 2 model B mikro računar. Dostupno na: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>
- [5] IR prijemni modul TSOP31236. Dostupno na: <https://www.vishay.com/docs/82492/tsop312.pdf>
- [6] IR dioda CQY99. Dostupno na: <http://www.datasheet-pdf.com/PDF/CQY99-Datasheet-ETC-520832>
- [7] Integrisano kolo NE555. Dostupno na: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf>
- [8] Operativni system Raspbian. Dostupno na: <https://www.raspbian.org/>
- [9] Programski jezik Python 3. Dostupno na: <https://www.python.org/>