

Trk vozičkov

Uvod

Trk srečamo v naravi na različnih področjih. Npr. trk meteorja in planeta, trk dveh avtomobilov, trk dveh atomov [1]. Trk je dogodek, ko sila med dvema ali več telesi deluje relativno kratek čas. Zaradi tega, govorimo o sunku sile na telo, ki trči. Sinek sile spremeni gibalno količino telesa. Torej se gibalna količina posameznega telesa pri trku ne ohrani. Kljub temu se ohrani skupna gibalna količina vseh teles, ki sodelujejo pri trku, če ni zunanjih sil.

Pri trku preide kinetična energija teles v druge oblike energij. Npr. pri trku dveh avtomobilov, se kinetična energije pretvori v notranjo energijo pločevine. Če se avtomobili pri tem začnejo vrteti pa v vrtilno količino... V primeru, ko se skupna kinetična energija vseh teles pri trku ohranja, potem govorimo o prožnih trkih. V tem primeru je skupna kinetična energija pred trkom ena skupni kinetični energiji po trku.

Hipoteza

Z merjenjem hitrosti vozičkov pred in po trku želimo pokazati, da se

1. skupna gibalna količina pri trku ohranja.
2. kinetična energija pri trku ne ohranja.

Opis meritve

Hitrost vozička merimo s pomočjo merilnika časa in dveh optičnih stikal. Stikalo je sestavljeno iz infrardeče diode in fotodiode, ki sta postavljeni ena nasproti druge. S tem fotodioda zazna svetlobo iz svetleče diode. Merilnik meri čas trajanja prekinitve / zasenčitve. Zasenčitev dosežemo z kovinskim lističem, ki ga pritrdimo na voziček. S tem ko bo listič prekinil optično pot senzorja, bo sprožil merilec časa. Ko se bo listič premaknil izven optične poti, bo merilec ustavil meritev časa. S tem principom izmerimo hitrost vozička po enačbi:

$$v = w/t$$

kjer je w širina lističa in t čas zasenčitve. Merilec časa je nastavljen tako, da izmeri čas zasenčitve dvakrat za vsak senzor posebej. S tem lahko izračunamo hitrost dveh vozičkov pred trkom in po trku.

Navodila

- Spusti dva vozička enega nasproti drugemu po tračnici tako, da bosta trčila. Pazi, da bosta pri tem sprožila merilec časa. Zapiši si vse štiri čase: čas prvega vozička pred (t_{A1}) in po (t_{A2}) trku in čas drugega vozička pred (t_{B1}) in po (t_{B2}) trku. Meritev ponovi z različnima začetnima hitrostima vsaj 30 krat. Ne pozabi stehtati vozičkov. Vozička lahko tudi rahlo obtežiš, da dosežeš različno gibalno količino.
- Na vozička pritrdi elastiko in ponovi zgornjo meritev vsaj 30 krat.
- Na vozička pritrdi košček stiropora in ponovi zgornjo meritev vsaj 30 krat.

Analiza meritev

- Iz izmerjenih časov izračunaj hitrosti. Izračunaj skupno gibalno količino vozičkov pred (p_1) in po (p_2) trku. Na grafu predstavi p_2 kot funkcijo p_1 . Pazi, da bo vsak set meritev predstavljen z drugimi znaki. Poišči premico, ki najbolj ustreza meritvam. Koeficienta modela poišči z metodo najmanjših kvadratov. Glej npr. [2], [3] in [4]. Premice prikaži na grafu. Razloži vrednosti koeficientov premice in njihove napake.
- Iz hitrosti izračunaj skupno kinetično energijo vozičkov pred (W_{K1}) in po (W_{K2}) trku. Na grafu predstavi W_{K2} kot funkcijo W_{K1} . Pazi, da bo vsak set meritev predstavljen z drugimi znaki. Poišči teoretično (najprej premica, nato eksponentna funkcija ali polinom), ki najbolj ustreza meritvam. Koeficiente modela poišči z metodo najmanjših kvadratov. Modele prikaži na grafu. Razloži vrednosti koeficientov in napak.
- Za tisti set meritev, ki najbolj ustrezajo hipotezi $p_1=p_2$ nariši histogram razlik p_1-p_2 . Preveri, ali njihova porazdelitev ustreza Gaussovi porazdelitvi, tako da

na histogram dodaš Gaussovo porazdelitev. Parametre Gaussove porazdelitve določi z metodo najmanjših kvadratov in jih prikaži ob vsakem histogramu.

- (Dodatno) S pomočjo statistike, testiraj hipotezo, da je $p_1=p_2$. V ta namem izvedi T-test koeficienta naklona premice. Za hipotetično vrednost vzemi 1, za napako in srednjo vrednost pa uporabi podatke iz metode najmanjših kvadratov. Več o tem najdeš na [5]. Drugi način, s katerim lahko statistično testiramo hipotezo se imenuje test razlike populacij ali parni T-test.

Literatura

1. Strnad, J., *Fizika*1995.
2. Wolfram. 2013; vir: <http://reference.wolfram.com/mathematica/ref/LinearModelFit.html>.
3. SciPy. 2013; vir: http://python4mpia.github.io/fitting_data/least-squares-fitting.html.
4. PyxPlot. 2013; vir: <http://pyxplot.org.uk/>.
5. Wikipedia. *Slope of a regression line*. 2013; vir: <http://en.wikipedia.org/wiki/T-test>.