

1B. Mjerenje vremena - matematičko njihalo

Zadaci

Izmjerite period titranja matematičkog njihala za male kutove otklona i to za 5 različitih duljina niti. Prikažite izmjerene vrijednosti u $T^2 - l$ dijagramu i metodom najmanjih kvadrata izračunajte koeficijente pravca regresije i njihove pogreške pretpostavljajući ovisnost oblika $T^2 = a \cdot l + b$. Tako dobiveni pravac također ucrtajte u $T^2 - l$ dijagram. Odredite ubrzanje sile teže g !

Teorijski uvod

Matematičko njihalo sastoji se od točkaste mase m na donjem kraju niti duljine l zanemarive mase. Nit je obješena na gornjem kraju. U realnom eksperimentu masa nije koncentrirana u jednoj točki već je raspodijeljena po kugli, ali, uz uvjet da je polumjer kugle mnogo manji od duljine niti, možemo problem svesti na razmatranje matematičkog njihala.

Otkloni li se kuglica iz položaja ravnoteže, započinje titranje. Period tog titranja može se odrediti iz zakona očuvanja energije i, za male kutove otklona, glasi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (1)$$

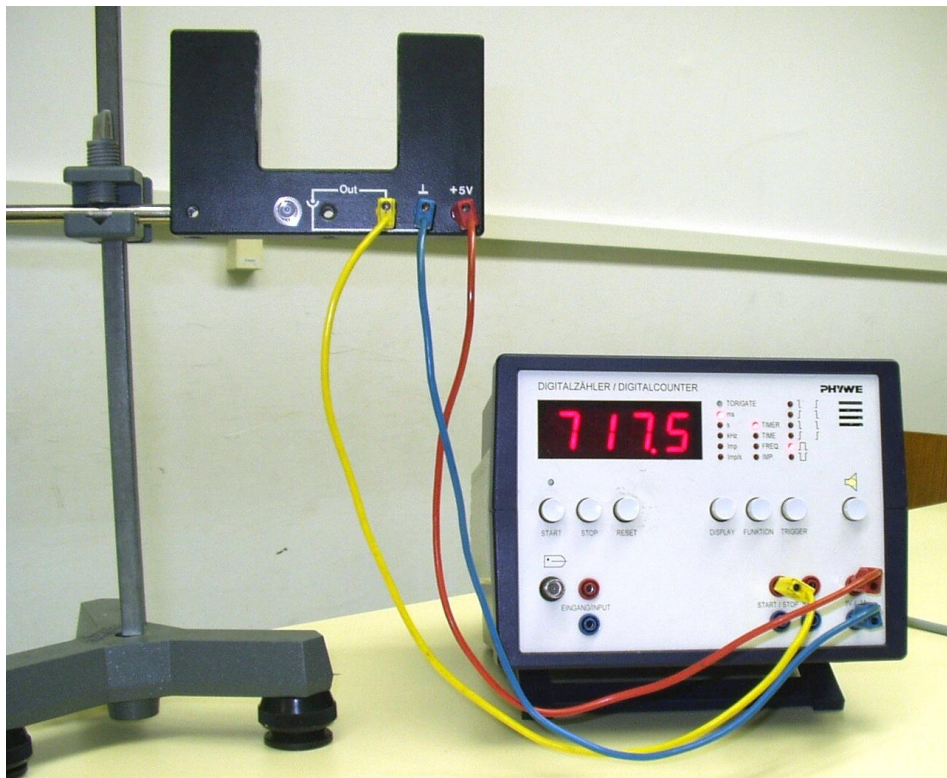
Mjerni uređaj i mjerenje

Uređaj za proučavanje matematičkog njihala prikazan je na slici 1.

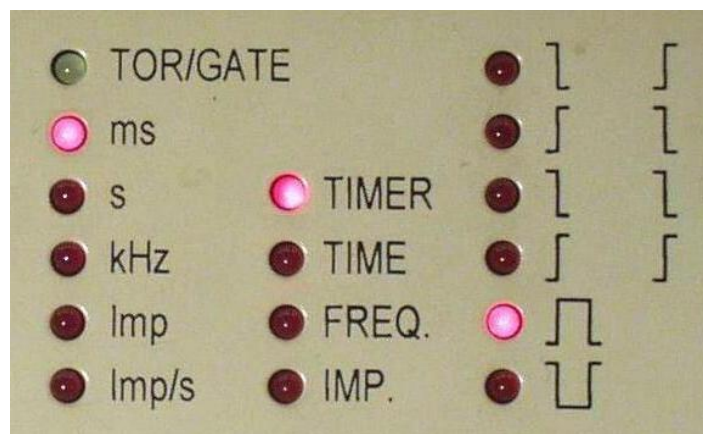


Slika 1. Mjerni uređaj

Na dugačkoj niti zavezana je čelična kugla čiji promjer ($2r$) je potrebno izmjeriti pomičnom mjerkom. U ravnotežnom položaju njihala postavljen je detektor s fotočelijom. Fotočeliju je, nakon priključivanja na elektroničku zapornu uru (štopericu), potrebno inicijalizirati pritiskom na tipku SET na pozadini fotočelije. Fotočelija je spremna za uporabu tek kad crvena lampica trepće pri svakom prekidanju snopa što možete provjeriti i prstom (zaporna ura mora biti uključena no ne mora mjeriti vrijeme). Kada nit presiječe svjetlosni snop, detektor šalje signal na zapornu uru. Okidač zaporne ure (TRIGGER) namjesti se tako da s primitkom prvog signala počne mjeriti vrijeme, a s primitkom drugog signala se zaustavi. Na taj način očita se poluperiod titranja. Kako bi se izbjegla sistematska pogreška u mjerenju, poluperiod se mjeri s obje strana detektora te se uzme srednja vrijednost. Duljinu niti treba mjeriti prije i poslije mjerenja perioda, a kao relevantnu duljinu uzeti srednju vrijednost. Izmjerenoj duljini niti valja pribrojiti polumjer kugle.



Slika 2. Ispravan spoj fotočelije i zaporne ure



Slika 3. Postavke zaporne ure

Mjerenje izvodimo tako da nit s kuglom učvrstimo u objesište i izmjerimo udaljenost od objesišta do kugle. Otklonimo kuglu za neki mali kut (nekoliko stupnjeva) i očitavamo poluperiod jednak broj puta s obje strane detektora (najmanje 3 puta) ne prekidajući uspostavljeno njihanje. Isti postupak ponovimo za razne duljine niti.

NAPOMENA: Bez obzira na oblik linearne ovisnosti mjerenih parametara ($y=a \cdot x$ ili $y= a \cdot x+b$), pri određivanju koeficijenata pravca linearne regresije UVIJEK pretpostavite linearnu ovisnost parametara u obliku $y= a \cdot x+b$ i izračunajte oba koeficijenta i pripadne im pogreške. Pazite na mjerne jedinice koeficijenata!