

MATEMATIČNO NIHALO

V tej vaji smo preučevali vpliv različnih parametrov na nihanje telesa na vrvici (matematičnem nihalu). Naprava, postopek merjenja in vse ostale informacije so vidne na priloženem delovnem listu.

A) Preiskovala sva vpliv mase na nihajni čas. Iz formule sodeč tega vpliva ne bi smelo biti, kar se je kasneje pokazalo tudi v praksi. Neodvisnost nihajnega časa od mase je lepo vidna v tabeli A), kjer so nihajni časi skorajda enaki. Pojavijo se manjša odstopanja, zaradi napak, ki jih bom omenil nekaj vrstic kasneje. Poudaril bi, da sva s sošolcem merila pri dolžini 101cm, ter da sva pri vsaki od treh mas naredila 2 meritvi.

B) Tudi amplituda (največji odmik od ravnovesne lege) nima vpliva na nihajni čas t_0 .

Formula $t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ nam pokaže, da naj tega vpliva ne bi bilo (pri matematičnem nihalu, kjer so amplitudni koti manjši od 5°) in spet se to pokaže v meritvah (tabela B). Nihajni časi so spet skoraj enaki, manjša odstopanja so ponovno posledica napak. Povem naj le še to, da sva to preiskovala pri konstantni masi 50g in stalni dolžini vrvice 101cm. (drži pa seveda vse to tudi za kakršnokoli drugo kombinacijo mase in dolžine vrvice, spremeni se le vrednost t_0). Ostale posebnosti so omenjene ob tabeli.

C) + D) Merjenje nihajnega časa v odvisnosti od dolžine vrvice (l)

S sošolcem sva dobila rezultate napisane v tabeli C) in D).

Tabelo D) sem napravil z meritvami doma, saj je iz šolskih 6 meritev prišla le kratka premica (namesto korenske funkcije), ki je na grafu odvisnost nihajnega časa označena kot original z modro barvo. Dodatek so še moje meritve označene z vijolično. Ker sem napravil več meritev se lepše vidi korenska funkcija v grafu $t_0(l)$.

Iz podatkov sva narisala grafa $t_0(l)$ in $t_0^2(l)$. Pri slednjem sva ugotovila, da je dolžina vrvice premosorazmerna z kvadratom nih. časa, kar pomeni, da je nihajni čas premosorazmeren s kvadratnim korenom l . To lahko seveda vidimo v enačbi

$$t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad . \quad \text{Če to preoblikujemo dobimo ekvivalentno enačbo} \quad t_0^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot l \quad , \text{kar}$$

lahko primerjamo z linearno funkcijo, pri čemer je $t_0^2 = y, l = x$ smerni koeficient k v enačbi $y = kx$ pa predstavlja kvocient $4\pi^2/g$. Iz tega smernega koeficienta pa lahko iz grafa izračunamo $g = 4\pi^2/k$. To sem v tabeli tudi storil in na ta način dobil težni pospešek, ki je znašal $9,76\text{m/s}^2$. Napaka pri merjenju, niti ni tako huda, ker je v Sloveniji g okoli $9,81\text{m/s}^2$.

Iz radovednosti sem izračunal še težnostne pospeške pri vsaki meritvi (tabela D) in ugotovil, da nihajo od $9,68\text{m/s}^2$ do $10,43\text{m/s}^2$. Napako sem računsko ovrednotil že v sami tabeli, iz grafa pa bi jo bilo zelo težko, saj so točke preblizu povprečni premici in bi z risanjem dodatnih premic skozi največja odstopanja dobil zmazek.

NAPAKE

Tudi pri tej vaji se je pojavilo zelo veliko napak pri merjenju, ki so posledica dokaj nenatančne metode. Zagotovo smo se motili pri merjenju časa. Merili smo pet nihajev in dobivali čase okoli 10 s (ponekod tudi manj). Treba je upoštevati, da je reakcijski čas človeka kar precejšen, do okoli 0,3s. To se je poznalo ob vklopu in izklopu štoparice, ko je merilec nekoliko 'zaspal' ali pa prehitro pritisnil štoparico. To pomeni, da bi lahko pri merjenju časa naredili napako okoli 0,6s, kar pomeni okoli 6 procentov. Tudi pri merjenju dolžine smo se zagotovo zmotili za kakšen procent, saj merili popolnoma ravne vrvice... vse to se potem odraža v izračunu g -ja po enačbi $g = 4\pi^2 l / t_0^2$. Računanje z napakami, deljenje, kvadriranje časa (podvoji se napaka), vse to nam da napako okoli 15%. tako da bi lahko v najslabših primerih dobili tudi pospeške okoli $11,5 \text{ m/s}^2$ ali pa $8,5 \text{ m/s}^2$. midva sva dobila $g = 9,76 \text{ m/s}^2$ kar pomeni celokupno le 1% napake.

Poglejmo si te napake pri konkretnem primeru. Primer je pri meritvi, kjer je $l = 1,01 \text{ m}$, kjer je izmerjeni nihajni čas $t_0 = 2,03 \text{ s}$, $t_0^2 = 4,06 \text{ s}^2$, izračunani $g = 9,68 \text{ m/s}^2$. če pa bi želeli imeti $g = 9,83 \text{ m/s}^2$, bi morali dobiti $t_0 = 2,015 \text{ s}$. Torej se nihajna časa razlikujeta le za dve stotinki sekunde, pospeška pa že za 10 krat toliko. Vse to pa pomeni, da najina napaka pri merjenju časa ni bila velika, (saj se za desetinko pri 5 nihajih) zmotiš zelo hitro. Težko je namreč istočasno spustiti vrvico v pravo smer (da ne zaokroži), poleg tega pa še stisniti štoparico. Težko je tudi končati štopanje po petih nihajih, saj zelo hitro pritisneš štoparico malo prekmalu oz. malo za ravnovesno lego, kjer je bilo najino izhodišče.

Nenatančnosti so se pojavile tudi pri merjenju dolžine vrvice, pri samem nihanju je bilo prisotno tudi nekaj trenja med stojalom in vrvico... in te napake so botrovale temu, da sva dobila nekoliko napačen nihajni čas in tako tudi napačen g . (Čeprav bi zaradi trenja moral biti nihajni čas malo daljši in zati g še malo manjši) Poleg tega bi bilo bolje, če bi merili 10 ali več nihajev, ali pa več meritev pri posamezni dolžini (6 meritev je vedno tisti minimum. Pojavljalo se je še nekaj napak, ki pa so praktično zanemarljive: nenatančnost štoparice, zračni upor na kroglico...