Ime i prezime__________________________________ br. indeksa________

Vežba br. 2

ODREĐIVANJE KONSTANTE OPRUGE

a) **statičkim metodom**
b) **dinamičkim metodom**

Periodični procesi su svi oni procesi koji se posle određenog vremenskog intervala ponavljaju na isti način. Neki od periodičnih procesa su: smena dana i noći, kretanje planeta oko Sunca, oscilovanje klatna, pražnjenje između obloga kondenzatora u električnom oscilatornom kolu.

Jedan od najjednostavnijih periodičnih procesa je *periodično kretanje* nekog tela. Pri tome nije važno kakav oblik putanje telo opisuje, već uslov da se posle određenog vremenskog intervala vraća u raniji položaj.

Posebna vrsta periodičnog kretanja je *oscilatorno kretanje.* To je kretanje koje se vrši duž stalne putanje, naizmenično u jednom i drugom smeru oko jedne tačke koja se naziva *ravnotežni položaj.* Sistem koji vrši oscilatorno kretanje naziva se *oscilatorni sistem* ili *oscilator.* Ako oscilator vrši oscilacije bez uticaja spoljašnje sile kaže se da on vrši *slobodne (sopstvene) oscilacije.* Oscilator može takođe da vrši i *prinudne oscilacije* pod dejstvom spoljašnje sile.

Najveće rastojanje tela od ravnotežnog položaja kod oscilatornog kretanja naziva se *amplituda A,* dok se bilo koje trenutno rastojanje tela od ravnotežnog položaja prilikom oscilovanja naziva *elongacija x.*

Period oscilovanja T je vreme potrebno da telo izvrši jednu punu oscilaciju. Recipročna vrednost perioda oscilovanja naziva se *frekvencija* ili *učestanost* oscilacija ν i predstavlja broj oscilacija u jedinici vremena. Dakle možemo pisati:

$$\nu = \frac{1}{\mathrm{T}}$$

Jedinica za učestanost je *Hz* (Herc) i dobija se kada se period *T* izrazi u *s.*

Oscilatorno kretanje kod koga amplituda ostaje konstantna u toku vremena se naziva *neprigušeno.* Na svaki realni oscilator deluje uvek sila trenja (veća ili manja), pa on u stvari vrši *prigušene (amortizovane*) *oscilacije,* koje se karakterišu smanjivanjem amplitude u toku vremena.

Prosto harmonijsko oscilatorno kretanje je vrsta periodičnog kretanja koje nastaje pod dejstvom sile usmerene ka ravnotežnom položaju a koja je proporcionalna udaljenju od ravnotežnog položaja, koja se naziva *restituciona sila.* Opšta karakteristika prostog harmonijskog oscilatornog kretanja je da ukupna energija sistema ostaje konstantna u toku vremena, a proporcionalna je kvadratu amplitude. Prosto harmonijsko oscilatorno kretanje opisano je sinusnim zakonom:

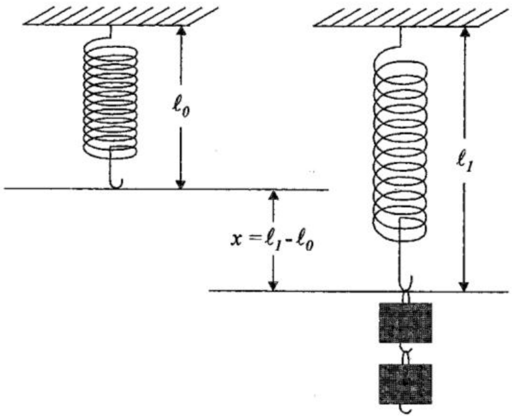
$$x = A\sin\left(\omega\tau + \varphi\right) \qquad (1)$$

gde je

$$\omega = 2\pi \nu = \frac{2\pi}{T}$$

ugaona (kružna) frekvencija. Argument sinusa $\phi = (\omega\tau + \varphi)$ predstavlja fazu oscilovanja, a φ početnu fazu, tj. fazu u trenutku t = 0.

Slučaj prostog harmonijskog oscilatornog kretanja sreće se kod tela obešenog o elastičnu spiralnu oprugu. Kada se telo obesi o oprugu dolazi do njenog istezanja pod uticajem sile teže, sve dok sila elastične deformacije opruge ne postane jednaka sili teže. Tada se telo i opruga umire u ravnotežnom položaju, a položaj istegnute opruge definiše *statičko izduženje* (Slika 1).



Slika 1

Kada se telo izvede iz ravnotežnog položaja na taj način što se povuče naniže, dolazi do dodatnog istezanja opruge, pa je i ravnoteža sila poremećena. Sada je elastična sila opruge većeg intenziteta od težine tela pa na telo deluje rezultantna sila usmerena naviše (u smeru sile većeg intenziteta), koja u trenutku puštanja tela izaziva njegovo kretanje naviše. Ova rezultantna sila predstavlja u stvari restitucionu silu. Pri prolasku kroz ravnotežni položaj (položaj statičkog izduženja) rezultantna sila koja deluje na telo jednaka je nuli, ali ono zbog brzine koju u toj tački ima, nastavlja sa kretanjem naviše. Tom prilikom opada elastična sila opruge, koja je sada manja od težine, te rezultantna sila, usmerena naniže, stvara usporenje koje izaziva promenu smera brzine tela u gornjem amplitudnom položaju. Iz gornjeg amplitudnog položaja telo kreće naniže, pa sada rezultanta elastične sile i težine tela stvara ubrzanje usmereno naniže, te telo zbog svoje brzine ponovo prolazi kroz ravnotežni položaj, iako je u njemu rezultanta sila jednaka nuli. Telo zatim dolazi u donji amplitudni položaj, itd, tj. proces oscilovanja se nastavlja dalje.

Aparatura

U ovoj vežbi koriste se konzola pričvršćena na zid, opruga, četiri tega označena brojevima od 1 do 4, lenjir i hronometar. Tegovi će nam koristiti za opterećivanje opruge radi njenog izduživanja, pa ćemo različitim kombinacijama tegova dobiti razna opterećenja opruge.

a) Postupak pri merenju

Postavimo oprugu na konzolu i na milimetarskom papiru, koji je zalepljen na zidu iza konzole zabeležimo mesto donjeg kraja opruge. Zatim na donji kraj tega obesimo najpre teg 1. Izduživanjem opruge, raste restituciona sila koja je u ravnotežnom položaju jednaka težini tega. Kada se teg i opruga umire, u novom ravnotežnom položaju, treba na milimetarskom papiru zabeležiti novi položaj donjeg kraja opruge (pod donjim krajem opruge podrazumevamo najnižu tačku opruge bez tega). Rastojanje između dva položaja donjeg kraja opruge (kada je opruga neopterećena i kada je izdužena usled opterećenja težinom tega) predstavlja izduženje nastalo kao rezultat opterećivanja opruge. Ovo izduženje unosi se u Tabelu 1, baš kao i ukupna masa kombinacije tegova obešenih o oprugu koja se dobija sabiranjem pojedinačnih masa. Položaje donjeg kraja opruge potrebno je zabeležiti za sledeće kombinacije tegova: (1); (1,2); (2,3); (2,3,4); (1,2,3,4). Na osnovu relacije:

$$G = mg \qquad (2)$$

sračunavamo težinu tegova koji su obešeni o oprugu i to unosimo u sledeću kolonu Tabele 1. Pošto je ova sila u ravnotežnom položaju uravnotežena restitucionom silom imaćemo:

$$G = mg = kx = F \qquad (3)$$

odakle dobijamo da je:

$$k = \frac{mg}{x} = \frac{F}{x} \qquad (4)$$

Na ovaj način se izračunava konstanta elastičnosti opruge. Nakon sračunavanja vrednosti *k* za sve pet kombinacija tegova, možemo izračunati srednju vrednost konstante elastičnosti k_{sr}.

R.b.m.	**m** (kg)	**x** (m)	**F=G** (N)	**k** (N/m)	**k_{sr}** (N/m)	**Δ k** (N/m)
1						
2						
3						
4						
5						

Tabela 1

b) Postupak pri merenju

Na donji kraj opruge koja je okačena o konzolu okači se teg 2. Zatim se teg lagano izvede iz ravnotežnog položaja i pusti da osciluje. Pri tome treba voditi računa da oscilacije tega treba da budu u vertikalnom pravcu. Nakon toga treba od proizvoljno izabrane oscilacije početi sa merenjem vremena što se čini puštanjem hronometra u rad. Nakon što teg načini određeni broj oscilacija *n,* treba zaustaviti rad hronometra i očitati vreme koje je bilo potrebno da teg načini tih *n* oscilacija. Period oscilovanja T ovakvog harmonijskog klatna dobija se tako što se vreme τ potrebno da se izvrši *n* oscilacija podeli brojem *n.* Ovi podaci se unose u Tabelu 2 zajedno sa masom kombinacije tegova. Na osnovu relacije:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \tag{5}$$

koja služi za izračunavanje perioda harmonijskog klatna može se sada izračunati konstanta elastičnosti opruge po sledećoj formuli:

$$k=\frac{4\pi^2}{T^2}m \tag{6}$$

Ovakvo merenje potrebno je ponoviti za sledećih šest kombinacija tegova: (1); (1,2); (2,3); (1,2,3); (1,2,3,4). U prvom od datih merenja uzeti *n* = *50,* a u svakom sledećem *n* smanjivati za 5. Nakon sračunavanja srednje vrednosti konstante elastičnosti ovih pet merenja, treba izračunati apsolutne greške i maksimalnu relativnu grešku u procentima.

R.b.m.	**m** (kg)	**τ** (s)	**n** br.oscil.	**T=** τ **/n** (s)	**k** (N/m)	**k** (N/m)	**Δk** (N/m)
1							
2							
3							
4							
5							

Tabela 2