

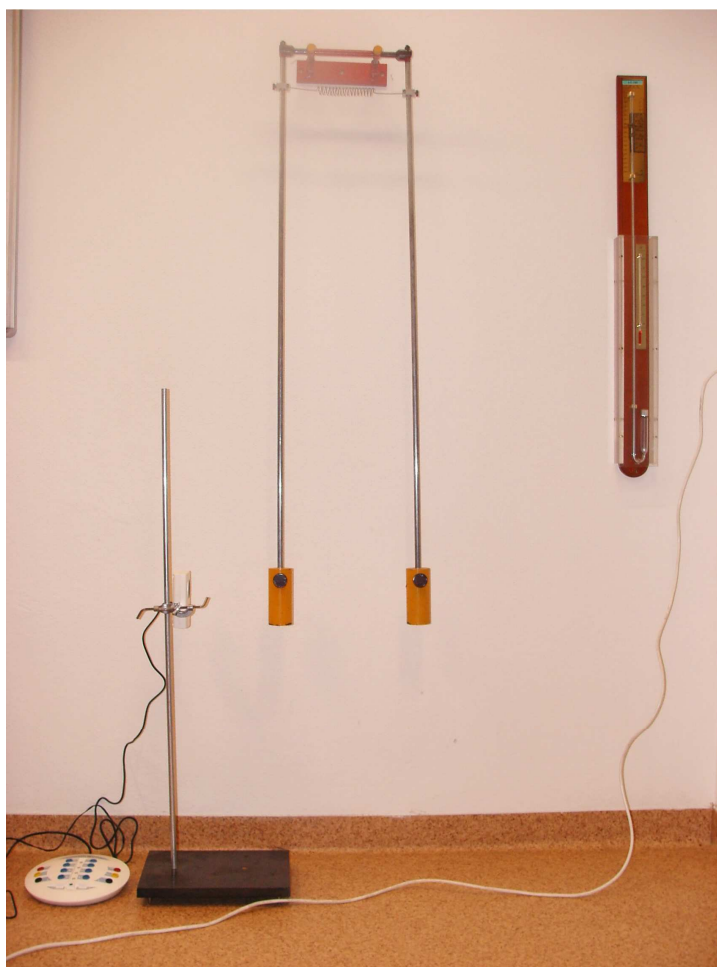
Postup merania

J. Kúdelčík

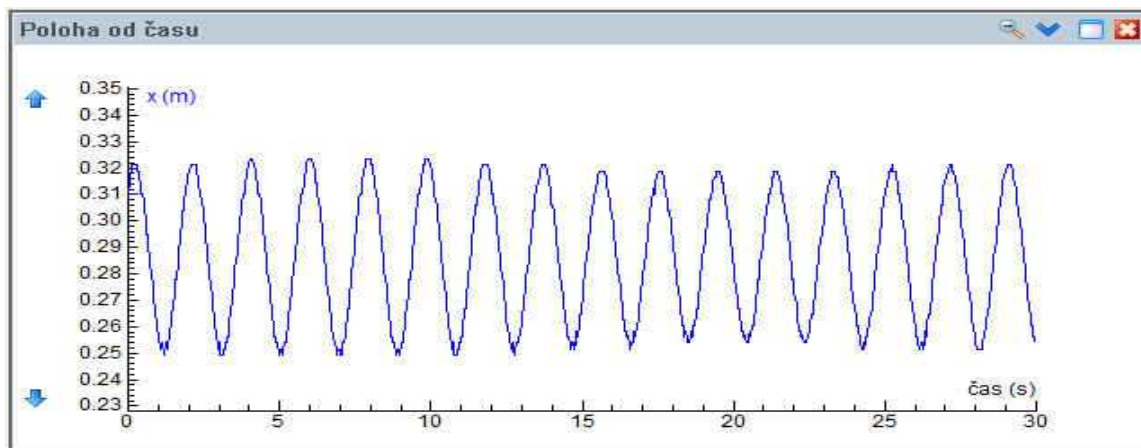
Opis zariadenia k meraniu:

Dve fyzikálne kyvadlá na stojane s možnosťou väzby, niekoľko väzbových pružín, stopky, pásové meradlo, príp. senzor CMA (napr. ultrazvukový) na snímanie priebehu rázov pripojený na počítač (vybavený adaptérom univerzálneho rozhrania) prostredníctvom meracieho panelu CMA a programové vybavenie *IP-Coach*.

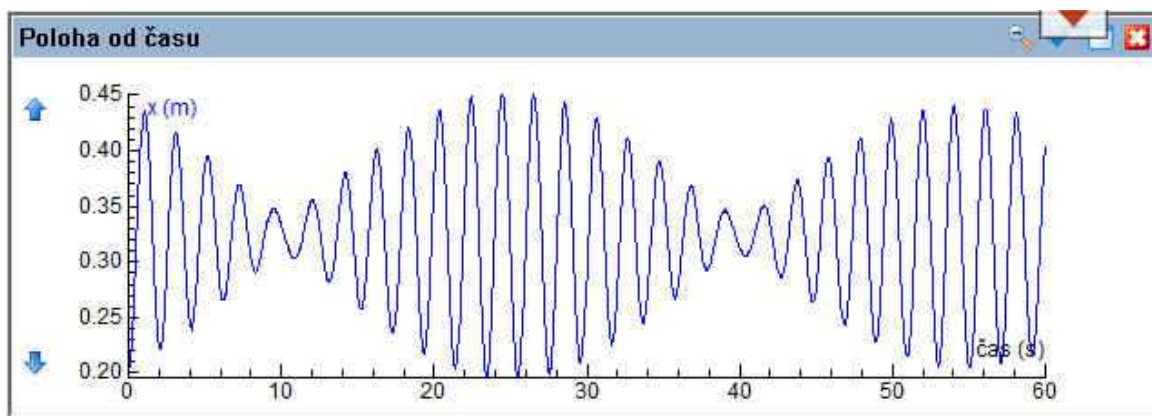
Viazané harmonické oscilátory je možné realizovať dvomi fyzikálnymi kyvadlami (*obr. 4*), ktoré kmitajú v tej istej rovine, keď neuvažujeme rozdiel medzi kruhovou dráhou a jej dotyčnicou v najnižšom bode, čo je pri malých amplitúdach kmitov prípustné. Každé zo sústavy spriahnutých kyvadiel je tvorené kovovou tyčou a valcom, ktorý možno po tyči posúvať a tým meniť frekvenciu kmitov kyvadiel. Môžeme takto dosiahnuť rovnakú dobu kmitu oboch kyvadiel (keď kývajú bez väzby). Väzba sa realizuje pomocou ocelevej pružiny, ktorej konce možno upevniť na tyčiach v rôznych vzdialenostiach od osí otáčania. Väzba sa zosiluje posúvaním pružín nadol. Táto sústava spriahnutých oscilátorov sa čiastočne odlišuje od teoreticky preskúmanej, ale pri malom počte kmitov, aby vplyv tlmenia bol zanedbateľný a pri malom rozkmitu (do 5°) splňuje predpoklady, s ktorými sme počítali v teoretickej časti.



Obr. 5



Obr. 5



Obr. 6

Úlohy:

1. Pri zvolenej polohe valca a väzbovej pružiny zmerajte základné frekvencie ω_1 a ω_2 spriahnutých kyvadiel a určite z nich stupeň väzby K .
2. Zmerajte periódu rázov T_0 a periódu pohybu kyvadiel T a z nich určte stupeň väzby K .

Postup pri meraní:

Nastavíme posuvné valce na tyčiach kyvadiel do rovnakej vzdialenosti od osi otáčania, väzbovú pružinu odstránime. Overíme meraním doby kyvu či kmitu obidvoch kyvadiel, či je zhodná. Ak nie, posunieme valec na jednom z kyvadiel tak, aby sa zhoda dosiahla. Z doby kmitu T_1 vypočítame vlastnú uhlovú frekvenciu oscilátorov $\omega_1 = 2\pi / T$ (Obr. 5.)

V rovnakej vzdialenosti d od osi otáčania upevníme na obe kyvadlá väzbovú pružinu. Pre prvé meranie volíme vzdialenosť d asi 10 cm od osi otáčania.

Volíme začiatočné podmienky

a) vychýlime obe kyvadlá na rovnakú stranu o rovnakú výchylku A a súčasne pustíme. Meriame opäť dobu kmitu T_1 ľubovoľného kyvadla. Overíme súhlas s predchádzajúcim meraním.

b) vychýlime obe kyvadlá o rovnakú výchylku A na opačné strany a súčasne pustíme. Meriame dobu kmitu T_2 ľubovoľného kyvadla a z nej vypočítame druhú základnú frekvenciu ω_2

Z hodnôt ω_1, ω_2 určíme stupeň väzby podľa vzťahu (3.11). Vypočítame $\omega_0, \underline{\omega}$ podľa vzťahov (3.8).

c) jedno kyvadlo vychýlime o A , druhé podržíme v rovnovážnej polohe a súčasne pustíme. Spriahnuté kyvadlá vykonávajú kmitavý pohyb, kedy ich výchylky sa menia podľa vzťahov (3.9). Meriame periódu rázov T_0 ako dobu medzi dvomi po sebe nasledujúcimi minimami výchylky jedného kyvadla. Meriame tiež dobu kmitu T jedného z kyvadiel. (Obr. 6)

Vypočítame stupeň väzby podľa vzťahu (3.12) a porovnáваме s predchádzajúcim meraním. Vypočítame frekvencie $\omega_0, \underline{\omega}$ a overíme vzťahy (3.8).

d) Meranie opakujeme pre iné väzby: meníme vzdialenosť d väzbovej pružiny od osi otáčania kyvadiel a sledujeme závislosť ω_2, ω_0, K od väzbovej vzdialenosti. Alebo meriame pri tej istej vzdialenosti s inou väzbovou pružinou a zistíme závislosť K od kvality pružiny.

Dbáme, aby amplitúda kmitavého pohybu neprekročila 5° . Začiatok a koniec kyvu či kmitu sledujeme v krajnej polohe. Meranie doby kmitu kyvadla postupnou metódou je opísané v predošlej úlohe.

Poznámka k presnosti merania:

Nutnou podmienkou k presnému meraniu je rovnosť dôb kmitu oboch kyvadiel. Potom sa dá pri porovnaní dôb kmitov T_1 oscilátora bez väzby a oscilátorov viazaných kmitajúcich podľa voľby a) začiatočných podmienok a pri overení druhého vzťahu (3.8) dosiahnuť presnosť 1%. Pri overovaní prvého vzťahu (3.8) je chyba podstatne väčšia (až 10%). Presnosť merania doby kmitu T_0 , z ktorej počítame ω_0 je totiž oveľa menšia ako presnosť merania ostatných dôb kmitu. Hodnotu T_0 je treba určiť ako dobu medzi dvoma za sebou nasledujúcimi minimami amplitúd výchylky oscilátora, avšak stanoviť presný okamih minima amplitúdy výchyliek je obtiažne. Preto aj koeficient väzby je určený menej presne z rázov. Presnosť merania T_0 sa nedá zvýšiť ani tým, že by sme merali dobu niekoľkých rázov, pretože charakter kmitavého pohybu, ktorý má odpovedať tretej voľbe podmienok, býva v konkrétnom usporiadaní po niekoľkých rázoch značne narušený.

Pri meraní periódy **ultrazvukovým senzorom** CMA senzor je umiestnený vo vzdialenosti cca 0,5 m od jedného z kyvadiel, vo výške závažia na kyvadle (obr. 4). Senzor pracuje s odrazom ultrazvuku od pohybujúceho sa predmetu. v programe *IP-Coach* sa meria čas, za ktorý prekoná ultrazvukový signál vzdialenosť od predmetu a z neho sa vypočíta poloha a rýchlosť predmetu - kyvadla. Časový rozvoj polohy x a rýchlosti v vidno na obr. 3.5 pri meraní základných frekvencií a na obr. 3.6 pri rázoch. Z týchto časových rozvojev možno určiť periódy T_1, T_2 , resp. T_0, T .

Obrázky boli vytvorené pri meraní, spracovaní, modelovaní úlohy v praktiku pomocou programu *IP-Coach*.