

Úloha II m

Hmotnostní závislost frekvence destiček metalofonu

Úkol

- 1) Určete hmotnost jednotlivých kovových destiček metalofonu.
- 2) Pro každou kovovou destičku nahrajte prostřednictvím programu Audacity tři zvuky.
- 3) Ze všech tří zvuků vyberte nejvhodnější a z něj vyberte dvacet kmitů.
- 4) Z vybraných dvaceti kmitů stanovte periodu a frekvenci tónu pro každou jednotlivou destičku metalofonu.
- 5) Porovnejte vypočtené hodnoty frekvencí jednotlivých tónů s jejich skutečnými hodnotami, tj. pro každou vypočtenou frekvenci stanovte její procentuální odchylku od skutečné hodnoty.
- 6) Určete střední poměr mezi dvěma vypočtenými frekvencemi po sobě jdoucích stejných tónů (c4 a c3 atd.). V tabulce poměry udávejte na tři desetinná místa.
- 7) Vyneste grafické závislosti vypočtené frekvence tónů na hodnotě $1/m$ a na hodnotě $1/\sqrt{m}$ a proložte je přímkami. Na základě hodnot korelačních koeficientů diskutujte přesnost obou závislostí.

Obecná část

Metalofon patří mezi nejmenší zvonkohry. Skládá se ze soustavy laděných obdélníkových kovových destiček, na které se hraje údery dřevěnou, gumovou nebo plastovou paličkou. Tónový rozsah se řídí počtem kovových destiček. V naší úloze používáme metalofon se třinácti tóny od c^3 do a^4 .

Hlavním účelem této úlohy je stanovit, zda frekvence destiček metalofonu odpovídající jednotlivých tónům závisí nepřímo úměrně na hmotnosti, nebo nepřímo úměrně na druhé odmocnině z hmotnosti.

Doporučené tabulky

Naměřené hodnoty je vhodné uspořádat do následujících tabulek.

Tabulka 1 pro naměřené hodnoty

Tón	$m(g)$	T_0	T_{20}
c^3			
d^3			
e^3			
f^3			
g^3			
a^3			
h^3			
c^4			
d^4			
e^4			
f^4			
g^4			
a^4			

Tabulka 2 pro vypočtené hodnoty

Tón	ΔT	T (s)	f vypočtená (Hz)	f skutečná (Hz)	Δf (Hz)	δf (%)
c ³				1047,0		
d ³				1175,0		
e ³				1319,0		
f ³				1397,0		
g ³				1568,0		
a ³				1760,0		
h ³				1976,0		
c ⁴				2093,0		
d ⁴				2349,0		
e ⁴				2637,0		
f ⁴				2794,0		
g ⁴				3136,0		
a ⁴				3520,0		

Tabulka 3 pro vypočtené hodnoty

Tón	f vypočtená (Hz)	$1/m$ (g ⁻¹)	$1/\sqrt{m}$ (g ^{-1/2})	Poměr vypočtených frekvencí po sobě jdoucích stejných tónů	
c ³					
d ³				c ⁴ : c ³	
e ³				d ⁴ : d ³	
f ³				e ⁴ : e ³	
g ³				f ⁴ : f ³	
a ³				g ⁴ : g ³	
h ³				a ⁴ : a ³	
c ⁴				Střední hodnota:	
d ⁴					
e ⁴					
f ⁴					
g ⁴					
a ⁴					

Měřicí aparatura

Metalofon je připojen k počítači s instalovaným programem Audacity, pomocí kterého naměříme časovou závislost tónů jednotlivých kovových destiček. K určení hmotnosti destiček použijeme váhy určené pro tuto úlohu.

Postup měření

1. Zvažte jednotlivé kovové destičky metalofonu a hmotnosti zapište do tabulky. Vytárujte váhy po každém vážení.
2. Spusťte program Audacity a nastavte vzorkovací frekvenci na maximální hodnotu, tj. na 384 000 vzorků za sekundu. Zapněte nahrávání a klepněte paličkou do jedné kovové destičky metalofonu. Po několika sekundách, kdy dojde k utlumení zvuku, nahrajte do stejného záznamu další zvuk, a nakonec ještě třetí zvuk. Ukončete nahrávání.
3. Ze všech tří zvuků vyberte nejvhodnější, vyznačte z něj část na obrazovce a výřez zvětšete. Postupujte ve zvětšování, až bude na monitoru jasně vidět sinusoida. Vyberte si počáteční vlnu, proveďte její zvětšení a vyberte amplitudu. Zapište hodnotu začátku výběru T_0 . Odpočítejte dvacet kmitů od počátečního bodu a stejným postupem jako jste určili T_0 , určete hodnotu T_{20} .
4. Doma určete šířku intervalu uvedených kmitů $\Delta T = T_{20} - T_0$ a periodu kmitů T převodem z hodnoty uvedené ve vzorkovacích bodech na hodnotu v sekundách a vydělením 20, tj. $T = \Delta T / 384\,000 / 20$.
5. Celý postup od bodu 2 opakujte pro všech třináct kovových destiček.