

## So‘nuvchi tebranishlarni o‘rganish va so‘nushning logarifmik dekrementini aniqlash.

**Ishdan maqsad.** Talaba laboratoriya ishini bajarishi natijasida quyidagilarni bilishi kerak: so‘nuvchi tebranishlarni tavsiflovchi fizik kattaliklar (amplitude, chastota, so‘nuvchi tebranishlar davri, so‘nush koeffitsiyenti, sonish dekrementi, relaksatsiya vaqti, asillik) ni va bu kattaliklar orasidagi o‘zaro boq‘lanishni; biror mehanik tizim uchun so‘nuvchi tebranishlar differensial tenglamasini tuza olishi; yuqorida ko‘rsatilgan kattaliklarni aniqlashni va olingan natijalarni tahlil qilishi.

**Kerakli asboblari va uskunalari:** Tebranuvchi gurilma; sekundomer; mashtabli chizq‘ich; qo‘shimcha yuklar; tarozi.

### Qisqacha nazariy ma‘lumotlar

Tebranuvchi, o‘zaro boq‘langan jismlar to‘plami – tebranuvchi tizim deyiladi. Agar tebranish uzoq davom etsa, tizimga muhitning ta‘siri sezilarli bo‘lib, tebranish amplitudasi vaqt o‘tishi bilan kichrayib boradi. Bunday tebranishlar so‘nuvchi tebranishlar deyiladi. Tebranish sekin so‘nush va tebranish amplitudasi kichik bo‘lganda, so‘nuvchi tebranishlarni davriy, muhit qarshilik kuchini esa tebranuvchi jism tezligiga proporsional deb hisoblash mumkin:

$$R = -r \frac{dx}{dt}, \quad (1)$$

bu yerda  $R$  – qarshilik kuchi,  $r$  – esa qarshilik koeffitsiyenti. Tebranuvchi sistemaga kvazielastik kuch

$$F_{\text{kvz.эл.}} = -kx$$

(2)

ham ta‘sir etganida, so‘nuvchi tebranayotgan sistemani harakat tenglamasini

quyidagicha yozamiz:  $m \frac{d^2x}{dt^2} = -r \frac{dx}{dt} - kx.$

Bu ifodani nolga tenglab  $m$  – ga bo‘lsak,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{r}{m} \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0. \quad (3)$$

Belgilashlar kiritamiz:

$$2\beta = \frac{r}{m}, \text{ bundan } \beta = \frac{r}{2m} \quad (4)$$

ga soʻnish koʻeffitsiyenti deyiladi,

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

(5)

tebranishning tsiklik davriy chastotasi. U holda (3) ni quyidagicha yozish mumkin.

$$x + 2\beta x + \omega^2 x = 0 .$$

(6)

Bu ifoda, soʻnuvchi tebranishning differensial tenglamasi deyiladi. Differensial tenglamalar nazariyasida bu koʻrinishdagi tenglamani yechimi

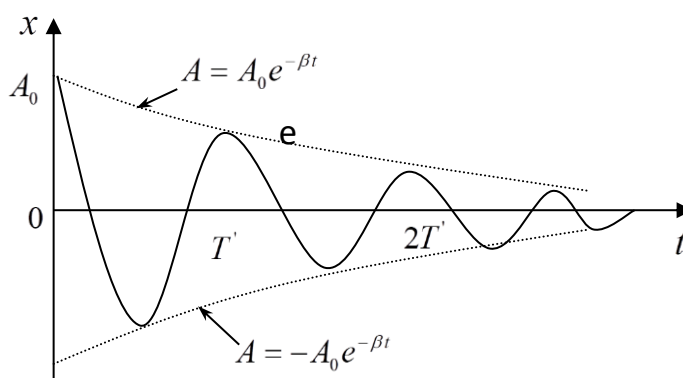
$$x = A_c e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$$

(7)

koʻrinishga ega ekanligi isbotlanadi. Bu tenglamadagi koʻpaytma

$$A_t = A_0 e^{-\beta t}, \quad (8)$$

soʻnuvchi tebranishning amplitudasi deb ataladi. U vaqt oʻtishi bilan eksponentsial qonun boʻyicha kamayadi (1-rasm). Bunda  $\beta$ -soʻnish koʻeffitsiyenti boʻlib, soʻnuvchi tebranish amplitudasi  $A_t$  2. 718 marta kamayishi uchun kerakli vaqtga teskari kattalik.



1-rasm

Soʻnish koʻeffitsiyentining qiymatini tebranayotgan jism massasini qoʻshimcha yuk yordamida oʻzgartirish mumkin.

Bir-biridan bir marta to‘la tebranish davriga farq qiluvchi amplitudalar nisbatiga so‘nish dekrementi deyilad

$$D = \frac{A(t)}{A(t+T)} = \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = e^{\beta T}$$

(9)

Amplitudalar nisbatidan olingan natural logarifmga – so‘nishning logarifmik dekrementi deyiladi:

$$D = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T$$

(10)

Vaqt bo‘yicha bir to‘la tebranish davriga farq qiluvchi amplitudalar bir-biridan oz farq qilganidan, so‘nish koeffitsiyentini kam xato bilan aniqlash uchun, bir-biridan n ta davr uzoqdagi amplitudalar o‘lchanadi. Haqiqatdan:

$$\frac{A_0}{A_1} = e^{\beta T}, \quad \frac{A_1}{A_2} = e^{\beta T}, \quad \frac{A_{n-1}}{A_n} = e^{\beta T}.$$

Bu ifodalarni ko‘paytirib, so‘ng logarifmlansa,

$$\frac{A_0}{A_1} \cdot \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{A_2}{A_3} \dots \frac{A_{(n-1)}}{A_n} = (e^{\beta T})^n, \quad \ln \frac{A_0}{A_n} = n\beta T$$

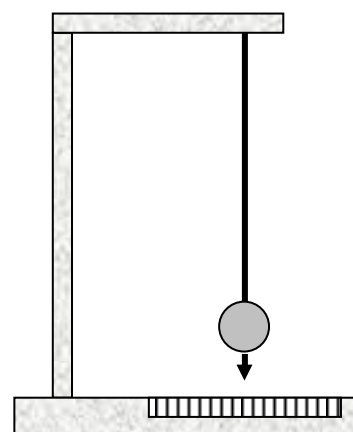
(11)

Demak, n – ko‘p bo‘lsa, so‘nish koeffitsiyentini kichik xato bilan aniqlash mumkin.

## 2. QURILMANING TAVSIFI VA TAJRIBANI

### O‘TKAZISH TARTIBI

Ishni bajarish uchun 2-rasmدا ko‘rsatilgan qurilmadan foydalanish mumkin. Qurilma alyumin trubkaga osib qo‘yilgan 12 sm diametrli kavak sharda



2-rasm

iborat bo‘lib, mayatnik uchiga ko‘rsatkich strelka maxkamlangan. Ko‘rsatkich strelka masshtabli shkala bo‘ylab harakatlanib, tebranish amplitudasining o‘zgarishini kuzatish va o‘lchash imkonini beradi.

Tajribani o‘tkazish tartibi quyidagicha bo‘ladi:

1. Tebranuvchi sistemani, qo‘shimcha yuksiz, muvozanat holatdan chiqarib, boshlanq‘ich amplituda  $A_0$  shkala bo‘yicha o‘lchanadi.
2. Sistema qo‘yib yuboriladi va sekundomer ishga tushiriladi. Tebranish amplitudasi 2-3 bo‘lakka kamayguncha tajriba davom etadi. Tebranish amplitudasi 2-3 bo‘lakka kamaygach, sekundomer to‘xtatiladi va tebranishning oxirgi amplitudasi  $A_1$  o‘lchanadi.
3. Tajribani kamida ikki boshlanq‘ich amplituda uchun takrorlash kerak.
4. Qo‘shimcha yukchalarni tebranuvchi sistemaga maxkamlab, 1, 2, 3 – da aytilganlar takrorlanadi.
5. Tajriba natijalarini quyida keltirilgan jadvalga yozib borish tavsiya etiladi.
6. Tajribada o‘lchanganlar asosida tebranishning davri, so‘nishning logarifmik dekrementi va so‘nish koeffitsiyenti aniqlansin.
7. So‘nishning logarifmik dekrementini aniqlashda yo‘l qo‘yilgan absolyut va nisbiy xatolik hisoblanadi.

T.r	YUKSIZ						
№	$A_0,$ m	n	t s	$T=t/N... s$	$D = \frac{1}{n} \ln \frac{A_0}{A_1}$	$\beta = \frac{D}{T}$	$\delta (D)$
1.							
2.							
3.							

Yukcha tebranuvchi sistemaga maxkamlangan							
1.							
2.							
3.							

## TEKSHIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Soʻnuvchi tebranishni taʼriflang, soʻnish sabablarini tushuntiring.
2. Soʻnuvchi tebranishning differensial tenglamasini yozing. Soʻnish koeffitsiyentini taʼriflang.
3. Soʻnuvchi tebranishning amplitudasini vaqt oʻtishi bilan oʻzgarish qonunini ayting va formulasini yozing. Chizmasini chizib koʻrsating.
4. Soʻnishning logarifmik dekrementini taʼriflang va formulasini yozing.
5. Soʻnishning logarifmik dekrementini va soʻnish koeffitsiyentini tajribada aniqlash tartibini bayon eting.