

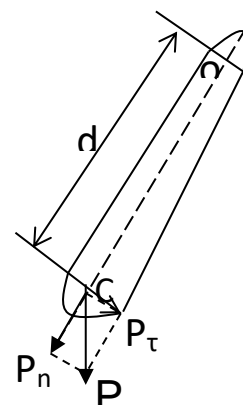
Fizik va matematik mayatniklarning tebranishlarini o'rganish va erkin tushish tezlanishini aniqlash

Ishdan maqsad. Talaba laboratoriya ishini bajarishi natijasida quyidagilarni bilishi kerak: tebranma jarayonlarni tavsiflovchi fizik kattaliklarni ma'nosini; garmonik tebranishlar qonunlarini va ularning tenglamalarini; ma'lum bir tebranma tizim uchun garmonik tebranishlar differensial tenglamasini tuza olishi.

Kerakli asboblari va uskunalari: fizik va matematik mayatniklar; mashtabli chizg'ich; shtangelsirkul; sekundomer.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Og'irlik markazidan o'tmagan gorizontaal o'q atrofida erkin tebrana oladigan qattiq jismga *fizik mayatnik* deyiladi. M massali A jism (1-rasm) O nuqtaga osib qo'yilgan bo'lsin. Jismning og'irlik markazi C jism osilgan nuqtadan d uzoqlikda joylashgan. Og'irlik kuchi P jismning og'irlik markaziga qo'yilgan deb faraz qilaylik. A jismni muvozanat holatidan α kichik burchakka og'dirib, so'ng qo'yib yuboraylik. U holda jism, og'irlik kuchi P ning tangensial tashkili etuvchisi P_τ ta'sirida



1-rasm

muvozanat holat atrofida T ga teng tebranish davri bilan tebranadi. Jismning harakat tenglamasini yechib, tebranish davrini topish mumkin. Haqiqatan, 0 o'qiga nisbatan og'irlik kuchining momenti:

$$M = -P d \sin \alpha \quad (1)$$

ga teng. Bunday minus ishora, R kuchining siljishga qarama-qarshi

yo'nalganligini ko'rsatadi. Bu moment ta'sirida jism $\beta = \frac{d^2 \alpha}{dt^2}$ ga teng burchak

tezlanish oladi. Aylanma harakat uchun Nyutonning ikkinchi qonunidan

$$\beta = \frac{M}{I} \quad (2)$$

ga teng. Bunda I - jismning aylanish o'qi O ga nisbatan inersiya momenti. M ning qiymatini (1) formuladan (2) ga qo'yib va oq'ish burchagi kichik bo'lganda $\sin \alpha \approx \alpha$ deb olinsa,

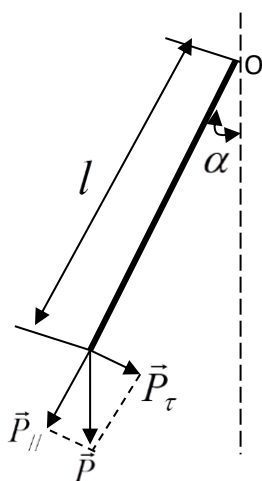
$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = -\frac{mgd}{I}\alpha \quad (3)$$

tenglama hosil bo'ladi. Bu tenglama oq'irlik kuchi ta'sirida hosil bo'lgan garmonik tebranma harakatni differensial tenglamasidir. Bu tenglamadan siklik chastotani

$$\omega^2 = \frac{mgd}{I}. \text{ Ikkinchidan, } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ yoki } T^2 = \frac{4\pi^2}{\omega^2} \text{ ekanligini eslab,}$$

fizik mayatnikning tebranish davri ifodasini topamiz:

$$T_{\phi} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}, \quad (4)$$



2-rasm

Oq'irligi hisobga olinmasa bo'ladigan darajada kichik va cho'zilmaydigan ipga osilgan moddiy nuqtaga (2-rasm) **matematik mayatnik** deyiladi. Agar shunday mayatnikni muvozanat holatidan kichik burchakka oq'dirilsa, u T tebranish davri bilan tebrana boshlaydi va uni osongina topish mumkin. Moddiy nuqtaning O o'qiga nisbatan inersiya momenti $I = ml^2$ ga teng. Moddiy nuqtaning oq'irlik markazi nuqtaning o'zida bo'lganidan $d = l$ ga

teng bo'ladi. Shularni hisobga olib, (4) - formulani quyidagicha yozamiz:

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (5)$$

(4) va (5) – formulalarni solishtirib, fizik mayatnikda l_k matematik mayatnikning uzunligi kabi rolni o'ynashini ko'ramiz. Shuning uchun $\frac{I}{md}$ ga **fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi** deyiladi. Har qanday fizik mayatnik uchun,

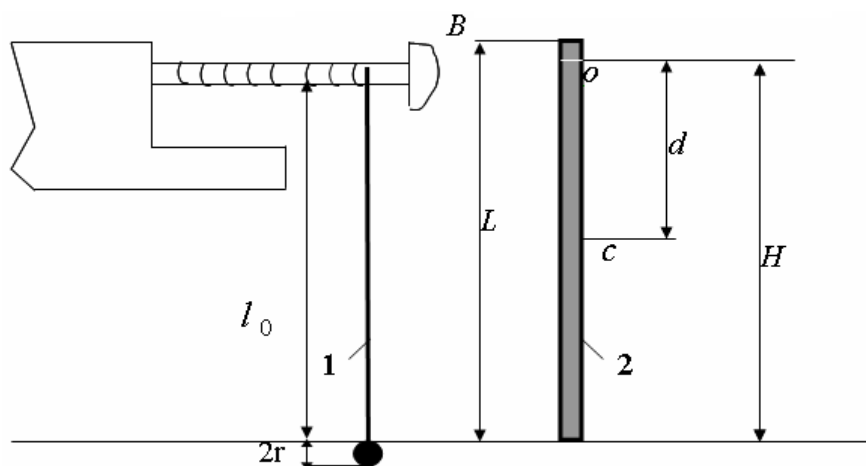
shunday uzunlikdagi matematik mayatnik tanlash mumkinki, ularning tebranish davrlari birday bo'lsin, u holda

$$l_{\kappa} = \frac{I}{md} \quad (6)$$

bo'ladi. Demak, fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi deb, shunday matematik mayatnikning uzunligiga aytiladiki, fizik va matematik mayatniklarni tebranish davrlari bir-biriga teng bo'ladi.

Qurilmaning tuzilisi va ishni bajarish tartibi

Bu ishda matematik mayatnik bilan fizik mayatniklar (3-rasm) ning sinxron,



3-rasm. (1-matematik, 2-fizik mayatniklar)

ya'ni bir xil davr bilan tebranishiga erishiladi. Shu paytdagi matematik mayatnik uzunligi, fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi bo'ladi. Matematik mayatnik sifatida, kronshteyntirqishi-dan o'tgan (3-rasm) ipga osilgan sharcha olingan. B q'altakni aylantirib, ipni uzaytirish va qisqartirish mumkin. Bu ko'ri-nishdagi matematik mayatnikning uzunligi $l = l_0 + r$ bo'ladi, fizik mayatnik sifatida esa L uzunlikdagi bir jinsli silindrik sterjen olingan. Sterjenni oq'irlik markazi C uning o'rtasida joylashgan deb hisoblaymiz.

Shteyner teoremasiga asosan sterjenni aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti:

$$I = I_0 + md^2 = \frac{1}{12}mL^2 + md^2 \quad . \quad (7)$$

Bu ifodani (6) ga qo'yib, fizik mayatnikning keltirilgan uzunligini hisoblash formulasini hosil qilamiz:

$$l_k = \frac{I}{md} = \frac{\frac{1}{12}mL^2 + md^2}{md} = \frac{L^2}{12d} + d \quad . \quad (8)$$

Bu formuladan ko'rinadiki, d va L ni o'lchab, fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi osongina topiladi. Lekin fizik mayatnikning keltirilgan uzunligini tajribada matematik mayatnik uzunligini o'zgartirib ham topish mumkin.

1. Matematik va fizik mayatniklar muvozanat holatdan kichik burchakka (8^0) oq'dirib, ularning sinxron tebranishiga erishiladi. Keyin matematik mayatnik uzunligi $l = l_0 + r$ hisoblanadi. Xuddi shu uzunlik tajribada aniqlangan, fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi bo'ladi. Tajribani 3-marta takrorlab fizik mayatnik keltirilgan uzunligining o'rtacha qiymati aniqlanadi.

2. Fizik mayatnik uzunligi L, osilgan nuqtasidan sterjen oxirigacha masofa H o'lchanib, o'lchanganlar asosida $d = H - \frac{L}{2}$ topiladi. Topilgan L va d larning qiymatlarini (8) formulaga qo'yib, fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi nazariy hisoblanadi.

3. O'lchangan va hisoblanganlarni 1-chi jadvalga yozish tavsiya etiladi.

Fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi l_k ning tajribada o'lchangan qiymati, (8) formula bo'yicha hisoblangan qiymatiga yaqin bo'lishi kerak.

1-jadval

| Tajribaning tartib raqami | r m | l_0 m | Tajriba asosida l_k , m | L m | H m | d m | Formula bo'yicha hisoblangan l_k , m |
|---------------------------|----------|------------|---------------------------|--------|--------|--------|--|
| 1. | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | |

MATEMATIK MAYATNIK YORDAMIDA ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI ANIQLASH

1. Matematik mayatnik ipining uzunligi l_0 ni chizg'ich bilan, sharchaning diametri d ni shtangensirkul bilan o'lchab, mayatnik uzunligi $l = l_0 + r$ hisoblanadi.
2. Mayatnikni kichik burchak (8°) ga oq'dirib, so'ng qo'yib yuboriladi va sekundomer ishga tushiriladi. Mayatnik 20-30 marta to'la tebrangach, sekundomer to'xtatiladi va tebranishlar soni va tebranishlar uchun ketgan vaqt yozib olinadi.
3. Tebranishlar uchun ketgan vaqt (t) ni tebranishlar soni (N) ga bo'lib, tebranish davri (T) aniqlanadi.
4. Mayatnik uzunligini o'zgartira borib, tajriba 5 marta takrorlanadi.
Tajribada o'lchangan va hisoblangan kattaliklarning qiymatlari 2-jadvalga yozib boriladi.
5. Erkin tushish tezlanishini $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$ formula bo'yicha aniqlanadi.
6. Erkin tushish tezlanishini aniqlashda yo'l qo'yilgan absolyut va nisbiy xatoliklar hisoblanadi.

2-jadval

| Tajriba tartib raqami | l_0 m | r m | l m | t s | N | $T=t/N$ s | g m/s^2 | $\varepsilon(g)$ % |
|-----------------------------|------------|----------|----------|----------|---|--------------|----------------|-----------------------|
| 1. | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | |

Nazorat uchun savollar

1. Tebranma harakat siljish tenglamasi. Tebranish amplitudasi, fazasi, chastotasi, davri, erkin tebranma harakat differensial tenglamasi.
2. Tebranma harakat kinematikasi: tezlik va tezlanish.
3. Tebranma harakat energiyasi.
4. Fizik va matematik mayatniklarni ta'riflang.
5. Fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi deb nimaga aytiladi?

Adabiyotlar

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi" T.1, Toshkent. "O'qituvchi". 1975.
2. Ahmadjonov O. Fizika kursi. T.2. Toshkent, "O'qituvchi" 1985.