

Madaminov Xurshidjon Muxamedovich
Andijon davlat universiteti dotsenti
Tel: 91 169-74-57 e-mail: khurmad@mail.ru

UDK. 621.1383.51

“MEXANIK TEBRANISHLAR” MAVZUSIGA DOIR EKSTREMAL MASALALAR

Annotatsiya: Maqola “Mexanik tebranishlar” mavzusiga doir ekstremal masalalar va ularni yechishning integratsion usulini o’rganishga bag’ishlangan. Maqolada ekstremal masalalarni yechish orqali bilim oluvchilarning nafaqat fizikadan, balki matematikadan olgan bilim va ko’nikmalari ortishi aniqlandi.

Kalit so’zlar: fizik masala, ekstremal masala, garmonik tebranish, fizik mayatnik, potentsial maydon, muvozanat.

Мадаминов Хуршиджон Мухамедович
Андижанский государственный университет, доцент
тел: 91 169-74-57 e-mail: khurmad@mail.ru

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ “МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ”

Аннотация: Статья посвящается экстремальным задачам по теме “Механические колебания” и к изучению интеграционным методам их решения. Установлено, что при решении таких экстремальных задач повышаются знания и умения учащихся.

Ключевые слова: физическая задача, экстремальная задача, гармоническая колебания, физический маятник, потенциальное поле, равновесное положения.

Madaminov Khurshidjon Muxamedovich

EXTREME PROBLEMS ON THE TOPIC “MECHANICAL VIBRATIONS”

Abstract: *The article is devoted to extreme problems in mechanical vibrations and to the study of integration methods for solving them. It has been established that when solving extreme problems, students' knowledge and skills increase.*

Key words: *physical problem, extreme problem, harmonic oscillation, physical pendulum, potential field, equilibrium position.*

Kirish

Respublikamiz ta'lim muassasalarida fizika laboratoriyalarining moddiy-texnika bazasini kuchaytirish, oliy ta'limning ustuvor yo'nalishlari bo'yicha o'quv-ilmiiy laboratoriyalarini zamonaviy fizik uskuna va jihozlar bilan boyitish orqali turli bino-inshootlar va gidroinshootlarni zilzila bardoshliligi, mexanik tebranish va to'liqlardan himoyalaniish vositalari va yo'l-yo'riqlari, tibbiyotda ayrim kasalliklarni ultratovush yordamida tashxislash va davolash, lazer to'liqini va tebranishlari asosida moddalarni tozalash yo'nalishlarida ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu esa ta'lim muassasalarida “Mexanik tebranishlar”ni o'qitishning uslubiy asoslarini takomillashtirish zaruriyatini yuzaga keltiradi [1].

Adabiyotlar tahlili

Fizikaga doir mavjud o'quv va uslubiy manbalar tahlilidan, “Mexanik tebranishlar” bo'limida tebranishlar haqida umumiy ma'lumotlar berilganligi aniqlansada, tebranishlarga doir barcha parametrlarning fizik mazmuni va mohiyati to'la yoritilmagan, qator tebranuvchi sistemalar haqida ma'lumotlar yetarlicha berilmaganligi oydinlashadi. Bundan tashqari mexanik tebranishlarning fan va amaliyotda tutgan o'rni va ahamiyati yetarlicha yoritilmagan, zikr etilgan mavzu bo'yicha masala va test topshiriqlari tabaqalashtirilmagan. Shunday qilib,

adabiyotlar, uslubiy qo'llanmalar ta'limning barcha bosqichlarida fizika ta'limi mazmunini takomillashtirishga doir tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, "Mexanik tebranishlar" bo'limining mazmunini integratsion, jumladan matematika bilan chambarchas o'qitish vositasida to'ldirish va takomillashtirish lozim [1].

"Mexanik tebranishlar"ga doir mavzular matematik nuqtai nazardan yetarlicha murakkab bo'lim bo'lganli sababli, bu bo'lim umumiy o'rta ta'lim maktablarida qisman o'rganilib, ta'limning keyingi bosqichlarida chuqurroq o'rganiladi [2].

Ma'lumki, mexanik tebranishlarni o'rganish masalalar yechish yordamida ham amalga oshiriladi. Lekin, bu bo'limga tegishli masalalarda fizik kattaliklarning ekstremal qiymatlarini topish talab etiladigan masalalar ham mavjud bo'lib, ular talabdan ijodiy yondashishni talab qiladi [3].

Shu o'rinda ekstremal fizik masalalarni yechishning:

1. Funksiya hosilasidan foydalanib yechish usuli;
2. Parabola tenglamasidan, uning uchi koordinatalarini aniqlash ifodalaridan foydalanish usuli;
3. Kvadrat tenglamani diskriminanti orqali yechish usuli;
4. Koshi tengsizligini qo'llash usuli;
5. Trigonometrik funksiyalarning xossalariidan foydalanish usuli;
6. Geometrik usuli mavjudligini eslatib o'tamiz [2].

Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur ishda "Mexanik tebranishlar" bo'limiga doir moddiy nuqta tebranma harakati yuqorida tavsif etilgan ekstremal masala sifatida qarab chiqiladi. Bunday masalalarni yechishning ko'plab usullari mavjud. Muayyan fizik masalani yechishda, iloji boricha uni yechishning ratsional usulidan foydalanish muhim [2]. Shu sababli, mazkur maqolada "Mexanik tebranish"larga doir ekstremal masalalarni yechishning funksiya hosilasidan foydalanib yechish metodidan foydalanildi.

Tahlillar va natijalar

Odatda, “Mexanik tebranishlar” bo’limi bilan bog’liq bo’lgan ekstremal masala qaralayotganda, o’quvchilarni uni yechishga turlicha yondashishlarni izlashga va har bir konkret holatda ular ichidan eng ma’qul keladiganini tanlab olishga o’rgatish kerak. Bu masalalarning boshqa qimmatli jihati shundan iboratki, yechimni aniqlashning har qanday usulida ular fizik yoki matematik modelni yasash va undan foydalanishning barcha bosqichlarini o’zlashirishlari talab qilinadi. Bunday oz’lashtirish to’laqonli amalga oshishi uchun o’rganiladigan masalalar soddadan murakkabga tamoyili tarzida keltirib o’tildi.

1. Agar garmonik tebranishlar amplitudasi 5 sm, davri 4 sekundga tengligi ma’lum bo’lsa, tebranayotgan moddiy nuqtaning maksimal tezligini toping [3].

Yechish. Garmonik tebranishning umumiy tenglamasini $x = x_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$ ko’rinishda deb olib, uning tezligini aniqlaymiz:
 $v = \dot{x} = x_0 \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) = v_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$. Demak, $v_{\max} = x_0 \cdot \frac{2\pi}{T} = 7.85 \cdot 10^{-2} \frac{m}{s}$.

2. Sinusoidal garmonik tebranishlarning boshlang’ich fazasi nolga teng bo’lsa, tebranish davrining qanday qismida uning tezligi maksimal tezligining $\frac{\sqrt{3}}{2}$ qismiga teng bo’ladi [1]?

Yechish. Masala shartiga ko’ra, garmonik tebranishlar tenglamasi $x = x_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ bo’ladi. Bundan, uning tezligi $v = \dot{x} = x_0 \omega \cos \omega t = v_{\max} \cdot \cos \frac{2\pi}{T}t$ ga

tengligi ayonlashadi. Shartga ko’ra, $v = \frac{\sqrt{3}}{2} v_{\max}$ bo’lgani uchun $\cos \frac{2\pi}{T}t = \frac{\sqrt{3}}{2}$ bo’ladi va undan $t = \frac{T}{12}$ ga teng bo’ladi.

3. Biror potensial maydonda massasi m bo’lgan bir xil tebranma harakatni vujudga keltiradigan zarrachalar tezligi $v = \sqrt{\alpha - \beta x^2}$ qonunga asosan koordinataga bog’liqligini ifodalaydi. Bu yerda α va β doimiylar bo’lib, $\beta = 9c^{-2}$ bo’lgan hol uchun zarrachalarning tebranish davrini toping [4].

Yechish. Zarrachalar tezlanishini quyidagi ifoda orqali topamiz:

$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot v = \frac{1}{2} \frac{dv^2}{dx} = -\beta x$. Shu sababli, zarrachalar $\ddot{x} + \beta x = 0$ ko'rinishdagi harakat qonuniga ega, ya'ni zarracha tebranishi garmonik bo'lib, siklik chastota kvadratiga proporsional $\beta = \omega_0^2$. Bundan esa $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\beta}} = 2.09 \text{ c}$ ekanligi kelib chiqadi.

4. Bir o'lchovli kichik tebranishli sistema potensial energiyasining koordinataga bog'lanishi $W(x) = -5x^2 + 4x - 3$ qonuniyat orqali ifodalangan. Ushbu sistemaning muvozanat koordinatasini va muvozanat turini aniqlang [4].

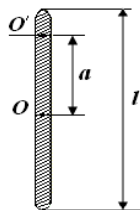
Yechish. Ma'lumki, sistema muvozanatda bo'lishi uchun $\frac{dW}{dx} = 0$ shart bajarilishi kerak. Shuning uchun potensial energiyaning x koordinataga bog'lanishi ifodasidan olingan birinchi tartibli hosilani nolga tenglab, hosil bo'lgan tenglamani yechish orqali, sistemaning muvozanat nuqtasiga mos keluvchi koordinatani

$$\text{topamiz: } \frac{dW}{dx} = \frac{d}{dx}(-5x^2 + 4x - 3) = -10x + 4 = 0 \quad ; x = 0.4 \text{ m.}$$

Sistemaning muvozanat xarakterini aniqlash uchun esa, sistema potensial energiyasining x koordinataga bog'lanishi ifodasidan olingan ikkinchi tartibli

hosilaning ishorasini tekshiramiz: $\frac{d^2W}{dx^2} = \frac{d}{dx}(-10x + 4) < 0$. Demak, sistemaning muvozanati noturg'un ekan.

5. Uzunligi $l = 173 \text{ cm}$ bo'lgan ingichka to'g'ri sterjen ko'rinishidagi fizik mayatnik uning massa markazidan a masofadagi nuqta orqali o'ziga tik ravishda o'tuvchi gorizontal o'q atrofida tebranmoqda (1-rasm).



1-rasm. 5-masalaga doir

a ning qanday qiymatida tebranish davri (T) eng kichik bo'ladi [4]?

Yechish. Ma'lumki, fizik mayatnikning tebranish chastotasi $\nu_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mga}{I}}$ bo'lib, bu yerda: I – mayatnikning osilish nuqtasiga

nisbatan inersiya momenti $I = I_0 + ma^2$ ifodaga teng ekanligini,

$$I_0 = \frac{1}{12} ml^2 \quad \text{va} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mga}} \quad \text{ifodalarni hisobga olsak; } I_0 = \frac{l^2}{12} m + ma^2 = m \left(\frac{l^2}{12} + a^2 \right),$$

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mga}{I_0 + ma^2}} \quad \text{bo'ladi.}$$

Ma'lumki, tebranish davri T ning eng kichik qiymatiga chastota ν ning eng katta qiymati mos keladi. Buning uchun esa ν_0 ning a ga bog'lanish funksiyasidan a bo'yicha olingan birinchi tartibli hosila nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni $\dot{\nu}_0 = 0$. U holda

$$\frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{I_0 + ma^2}{mga}} \cdot \frac{mgI_0 + m^2 ga^2 - 2m^2 ga^2}{(I_0 + ma^2)^2} = 0$$

bo'ladi. Bu tenglamadan

$$a = \frac{l}{\sqrt{12}} = \frac{173 \text{ cm}}{2\sqrt{3}} = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}, \quad T_{\min} = 2\pi \sqrt{\sqrt{12} \frac{(\frac{ml^2}{12} + \frac{ml^2}{12})}{mgl}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{3}g}} = 2.00 \text{ sek}$$

bo'ladi. Buni T^2 dan a bo'yicha ikkinchi tartibli hosila olib,

$$\frac{d^2(T^2)}{da^2} = 4\pi^2 \frac{2l^2}{12a^3} > 0$$

haqiqatda eng kichik davr ekanligiga ishonch hosil qilishimiz mumkin.

Xulosa

Yuqoridagilarga qo'shimcha qilib, mazkur maqolada keltirilganlar asosida umumta'lim maktablarida fizika o'qitish jarayonida ham matematik usullarni fizikada amaliy qo'llash xususiyatlarini aks ettirishni amalga oshirish maqsadga muvofiqligi va mumkinligi, hamda u o'quvchilarda fizikaning fanlar tizimida va amaliy faoliyatdagi roli va o'rni haqida yetarlicha tasavvurlar hosil qilishi; umumta'lim maktab bitiruvchilarini nafaqat fizikadan, balki matematikadan ham

savodxonligini ortirishi; o'quvchilarda amaliy jihatdan qimmatli tushunchalar va tasavvurlarni shakllantirib, bu bilan ularning fizik bilimlarini orttirish imkonini berishi haqidagi fikrlar o'z tasdiqini topganligini ham ko'rsata olamiz [2].

Demak, fizika darslarida aynan amaliy metoddan foydalanish ko'proq samara beradi, chunki, yuz beradigan jarayonni tavsiflovchi formulalar asosida nazariy hisoblashlarni amalga oshirish orqali olingan bilimlar yanada mustahkamlanadi. Amaliy mashg'ulotlarda talabalarning bilim darajasini hisobga olgan holda, jumladan, iqtidorli talabalarga murakkabroq hisoblangan, ekstremal masalalar berilsa, talabalarning fikrlashi va ilmiy dunyoqarashini kengayishidan tashqari, murakkab matematik amallarni bajarish ko'nikmasini hosil bo'lishiga ham yordam berardi [5].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tursunmetov K., Sheraliyev S.S., Maxsudov V.G. Mexanik tebranishar bo'yicha nostandart masalalarni yechish namunalari. FMI. Ilmiy-metodik jurnal. – T.: 2013. №6. – B. 48-53.
2. Madaminov X.M. Mexanika bo'limiga doir ekstremal masalalar. NamDU Ilmiy axborotnomasi. 2022. №5. – B. 71-76.
3. Volkenshteyn V.S. Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami. Toshkent, O'qituvchi, 1986, – B. 348.
4. Колмаков Ю.Н., Пекар Ю.А. Задачи и методы их решения: Пособие для подготовки к итоговому междисциплинарному экзамену по мат. и естеств. дисциплинам, изд. 4-е, испр. и доп. ТулГУ., Тула, 2009, С. 101.
5. Madaminov X.M. “Molekulyar fizika va termodinamika” bo'limini o'qitishda ekstremal masalalarning ahamiyati. NamDU Ilmiy axborotnomasi. 2023. №9. – B. 99-103.