



6
2025

FIZIKA, MATEMATIKA *va* INFORMATIKA

XALQARO ILMIY-USLUBIY JURNAL

2001-yildan chiqa boshlagan

Toshkent – 2025

**Bosh muharrir – Xolboy IBRAIMOV pedagogika fanlari
doktori, Akademik**

**Muharrir – Bakhshillo Amrillayevich OLIMOV f.-m.f.n.,
v.v.b., professor**

**Mas’ul kotib – Riskeldi Musamatovich Turgunbayev f.-m.f.n.,
professor**

TAHRIR HAY’ATI A’ZOLARI

IBRAIMOV Xolboy

AYUPOV Shavkat Abdullayevich

OLIMOV Bakhshillo Amrillayevich

FAZILOV Djamoliddin Kamolitdinovich

KUVANDIKOV Oblokul

TURSUNMETOV Kamiljan

MAKHMUDOV Yusup Ganiyevich

TURGUNBAYEV Riskeldi Musamatovich

MUSURMONOV Raxmatilla

MAXMUDOV Abdulxalim Xamidovich

MAMARAJABOV Mirsalim Elmirzayevich

XUJANOV Erkin Berdiyevich

ORLOVA Tatyana Alekseyevna

BOZOROV Erkin Xojiyevich

BARAKAYEV Murod

IBRAIMOVA Feruza Xolboyevna

KALANDAROV Ergash Kilichovich

QURBONOV Mirkomil

Muassis:

**T.N.Qori Niyoziy nomidagi Tarbiya pedagogikasi
milliy instituti
555-11-02-08**



ILMIY-OMMABOP BO' LIM

DAVRIY VA NODAVRIY FUNKSIYALAR TO'G'RISIDA

N. Dilmuradov, Axborot texnologiyalari va menejment universiteti, professor

E.O. Sharipov, Axborot texnologiyalari va menejment universiteti, dotsent

M.H. Muhiddinov, Qarshi davlat universiteti, talaba

Ushbu maqolada davriy funksiya va uning grafigi, sonning kasr qismini ifodalovchi $f(x) = \{x\}$ funksiya va uning davri, $y = \sin x$ funksiyaning eng kichik musbat davri, davriy funksiyalarning xossalari to'g'risida misollar va teoremlar keltirilgan.

Tayanch so'zlar: *davriy funksiya, sonning butun qismi, sonning kasr qismi, funksiyaning eng kichik musbat davri, Dirixle funksiyasi, davriy funksiyalarning yig'indisi, ayirmasi, ko'paytmasi va nisbati.*

This article presents the graphs of periodic functions, the function representing the fractional part of a number; the smallest positive period of the function $y = \sin x$, theorems and examples concerning the properties of periodic functions.

Keywords: *periodic function, graph of the function, fractional part of a number, integer part of a number, the smallest positive period of a function, sum, difference, product, and quotient of periodic functions.*

В данной статье представлены периодические функции и их графики, функция, выражающая дробную часть числа, наименьший положительный период функции, а также даны примеры и доказательства теорем, касающихся свойств периодических функций.

Ключевые слова: *периодическая функция и ее график дробная часть числа, целая часть числа, наименьший положительный*



период функции, сумма, разность, произведение и отношение периодических функций.

Aniqlanish to'plami (sohasi), $D(f(x)) \subset \mathbb{R}$ sonli to'plamdan iborat bo'lgan $y = f(x)$ haqiqiy funksiya berilgan bo'lsin.

Ta'rif. Agar birop $T \neq 0$ son uchun

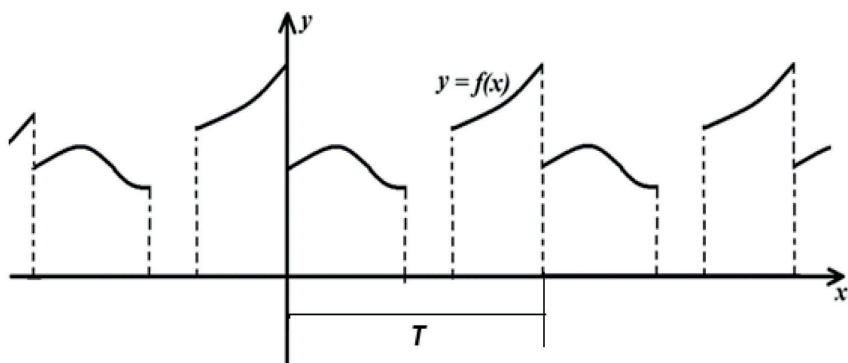
1. $x \in D(f(x))$ ekanligidan $x \pm T \in D(f(x))$ kelib chiqsa va

2. $\forall x \in D(f(x)), f(x+T) = f(x)$ tenglik bajarilsa,

$f(x)$ **funksiya davriy** va T son esa uning davri deyiladi. 1-shart funksiyaning aniqlanish to'plami T davrli ekanligini anglatadi.

Ravshanki, T bilan birgalikda kT , $k \in \mathbb{Z}$, $k \neq 0$, sonlar ham funksiyaning davri bo'ladi. T va $-T$ sonlar bir vaqtda davr bo'lgani uchun berilgan davrni har doim musbat deb hisoblashimiz mumkin.

Davriy funksiyaning grafigi Ox o'qi bo'ylab davriy ravishda takrorlanadi. Grafikni biror $x \in [a; a+T) \cap D(f(x))$ ($T > 0$) to'plam ustida qurib, uni Ox o'qi bo'ylab o'ngga va chapga barcha nT , $n \in \mathbb{N}$ masofalarga parallel ko'chirish kerak (1-rasm).



1-rasm. $T > 0$ davrli $y = f(x)$ funksiya grafigi.

Sonning kasr qismini ifodalovchi $f(x) = \{x\}$ funksiyani aniqlaylik.

Berilgan $x \in \mathbb{R}$ sonining butun qismi $[x]$ bilan belgilanib, u x dan katta bo'lmagan butun sonlarning eng kattasini anglatadi, ya'ni $[x]$ - bu $n \leq x$ tengsizlikning eng katta butun $n \in \mathbb{Z}$ yechimidir.

Masalan, $[0, 22] = 0$; $[4, 3(05)] = 4$; $[-3, 2] = -4$. Agar x butun son bo'lsa, $[x] = x$ bo'ladi. Masalan, $[3] = 3$, $[-2] = -2$.

Agar $k \in \mathbb{Z}$ bo'lsa, ixtiyoriy $x \in \mathbb{R}$ son uchun $[x + k] = [x] + k$ bo'ladi.

x sonining kasr qismi deb ushbu $\{x\} = x - [x]$ songa aytiladi. Ravshanki, $\{0, 22\} = 0, 22 - [0, 22] = 0, 22$

$$\{4, 3(05)\} = 4, 3(05) - [4, 3(05)] = 0, 3(05);$$

$$\{-3, 2\} = -3, 2 - [-3, 2] = 0, 8$$

Agar $k \in \mathbb{Z}$ bo'lsa, ixtiyoriy x son uchun $\{x + k\} = \{x\}$, bo'ladi.

Misol 1. $f(x) = \{x\}$ funksiyaning davri $T = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$. Uning 1 sonidan kichik musbat davri yo'qligini isbotlaylik. Teskarisini faraz qilaylik, ya'ni $T_0, 0 < T_0 < 1$, davr mavjud bo'lsin. T_0 bilan birgalikda $kT_0, k \in \mathbb{N}, k \neq 0$, ham davr:

$$\forall x \in \mathbb{R} \{x + kT_0\} = \{x\} . \quad (1)$$

$k_0 \in \mathbb{N}$ sonni $k_0T_0 < 1$ va $(k_0 + 1)T_0 > 1$ shartlardan tanlaylik. U holda (1) da $x = -T_0, k = 1$ deb, $\{-T_0\} = \{0\}$, ya'ni $0 = \{-T_0\}$ ekanligini topamiz. Bundan, endi (1) da $x = (k_0 + 1)T_0$ deb, ziddiyatga kelamiz:



$$0 = \{-T_0\} = \{-T_0 + (k_0 + 1)T_0\} = \{k_0 T_0\} = k_0 T_0 \Rightarrow T_0 = 0?!$$

Demak, farazimiz noto'g'ri, ya'ni $f(x) = \{x\}$ funksiya 1 sonidan kichik musbat davrga ega emas.

Ta'rif. Funksiya musbat davrlarining eng kichigi (agar mavjud bo'lsa) shu funksiyaning *eng kichik musbat davri* deyiladi.

Misol 2. $y = \sin x$ funksiyaning eng kichik musbat davri 2π ekanligini isbotlaylik. 2π ning davr ekanligi $\sin x$ ning ta'rifidan ravshan. Biz 2π dan kichik musbat davrning mavjud emasligini ko'rsatamiz. Teskarisini faraz qilaylik, ya'ni 2π dan kichik musbat davr $T, 0 < T < 2\pi$ mavjud bo'lsin. Farazimizga ko'ra

$$0 < \frac{T}{2\pi} < 1$$

va har qanday $x \in (-\infty; +\infty)$ uchun $\sin(x + T) = \sin x$. Bu tenglik xususan $x = \frac{\pi}{2}$ bo'lganda ham o'rinli, ya'ni

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} + T\right) = \sin\frac{\pi}{2}.$$

Demak,

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} + T\right) = 1 \Leftrightarrow \frac{\pi}{2} + T = \frac{\pi}{2} + 2\pi k \Leftrightarrow T = 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$$

Shunday qilib, $\frac{T}{2\pi} = k, k \in \mathbb{Z}$. Bu tenglik $0 < \frac{T}{2\pi} < 1$ ga ko'ra

0 dan katta va 1 dan kichik butun sonning mavjudligini ko'rsatadi. Bunday bo'lishi mumkin emas. Hosil bo'lgan ziddiyat farazimizning noto'g'ri ekanligini va, demak, $y = \sin x$ funksiyaning eng kichik musbat davri 2π bo'lishini isbotlaydi.

Eng kichik musbat davrga ega bo'lmagan davriy funksiyalar ham mavjud. Masalan, $f(x) = c(c - \text{const})$ o'zgarmas funksiya: ixtiyoriy

musbat son bu funksiyaning davri va, demak, eng kichik musbat davr mavjud emas. Turli qiymatlar dabul qiluvchi davriy funksiyalar orasida ham eng kichik musbat davrga ega bo'lmaganlari bor.

Masalan, ushbu

$$D(x) = \begin{cases} 1, & \text{agar } x - \text{ratsional son bo'lsa} \\ 0, & \text{agar } x - \text{irratsional son bo'lsa} \end{cases}$$

Dirixle funksiyasi uchun ixtiyoriy ratsional son davr va ular orasida eng kichik musbati mavjud emas.

O'zgarmasdan farqli uzluksiz davriy funksiya, ma'lumki, eng kichik musbat davrga ega bo'ladi.

Misol 3. $y = A \sin(ax + b)$, $A \neq 0, a \neq 0$, funksiyaning davriylikka tekshiraylik.

Funksiyaning davri $T = \frac{2\pi}{a}$ ekanligi ravshan:

$$y = A \sin \left(a \left(x + \frac{2\pi}{a} \right) + b \right) = A \sin(ax + 2\pi + b) = A \sin(ax + b)$$

Bu funksiyaning eng kichik musbat davri $T = \frac{2\pi}{|a|}$ ekanligi misol 2 dan kelib chiqadi.

Teorema 1. *Agar funksiya eng kichik musbat davr T_0 ga ega bo'lsa, uning har qanday davri $T = kT_0, k \neq 0, k \in \mathbb{Z}$ ko'rinishda (ya'ni T_0 ga karrali) bo'ladi.*

Isbot. Teskarisini faraz qilaylik, ya'ni $f(x)$ davriy funksiyaning davri $T = kT_0, k \neq 0, k \in \mathbb{Z}$, ko'rinishda ifodalanmasin. U holda shunday yagona $k \in \mathbb{Z}, k \neq 0$, topiladiki, uning uchun $k_0 T_0 < T < (k_0 + 1)T_0$ bo'ladi. Bundan $\tilde{T} \stackrel{\sim}{\text{def}} T - k_0 T_0 < T_0$ va $\tilde{T} > 0$ T va T_0 lar davr bo'lgani uchun $\tilde{T}$ ham davr:



$f\left(x + \tilde{T}\right) = f\left(x + T - k_0 T_0\right) = f\left(x + T\right) = f\left(x\right)$. Demak, $\tilde{T}$ son $f\left(x\right)$ funksiyaning T_0 kichik musbat davri. Bu esa T_0 ning eng kichik musbat davr ekanligiga zid. Shunday qilib, farazimiz noto'g'ri va teorema isbot bo'ldi.

Odatda, funksiyaning davri so'ralganda uning eng kichik musbat davrini topish kerak bo'ladi.

Ravshanki, agar $f(x)$ va $g(x)$ funksiyalar T davrli bo'lsa, ularning yig'indisi, ayirmasi, ko'paytmasi va nisbati ham T davrli bo'ladi. Bundan tashqari agar $f(x)$ davriy funksiya bo'lsa, $\varphi(x)$ funksiyaning qanday bo'lishidan qat'iy nazar $\varphi(f(x))$ murakkab funksiya ham (agar u mavjud bo'lsa) davriy bo'ladi. Bu tasdiqlar ma'lum davriy funksiyalar orqali yangi davriy funksiyalarni qurishga imkon beradi.

Misol 4. $y = \frac{1}{x^2}$, $D(y) = \mathbb{R} \setminus \{0\}$, funksiya davriy emas, chunki, agar u $T > 0$ davrli bo'lganda edi, bu funksiya $x = x_0 = T$ nuqta bilan birgalikda $x = x_0 - T = 0$ nuqtada ham aniqlangan bo'lardi!.

Xuddi shunga o'xshash, $y = \sqrt{x}$ funksiya ham aniqlanish sohasining xususiyati tufayli davriy bo'la olmaydi.

Misol 5. $y = \sin \sqrt[3]{x}$ funksiyani davriylikka tekshiring.

Ma'lumki, bu funksiya $\mathbb{R}$ da aniqlangan. Faraz qilaylik, bu funksiya davriy bo'lsin. Uning $x > 0$ dagi nollarini topaylik:

$$\sin \sqrt[3]{x} = 0 \Rightarrow \sqrt[3]{x} = \pi k \Rightarrow x = x_k = (\pi k)^3, k = 1, 2, 3, \dots$$

Ketma-ket nollar orasidagi masofa $x_{k+1} - x_k$ o'zgarmas bo'lishi (k ga bog'liq bo'lmasligi) kerak. Lekin,

$$x_{k+1} - x_k = (\pi(k+1))^3 - (\pi k)^3 = \pi^3(3k^2 + 3k + 1) \geq 3\pi^3 k^2$$

ya'ni x_k va x_{k+1} orasidagi masofa k ning ortishi bilan o'sadi (o'zgarmas emas). Hosil bo'lgan ziddiyat $y = \sin \sqrt[3]{x}$ funksiyani davriy emasligini anglatadi.

Teorema 2. Agar $T > 0$ davrli $f(x)$ funksiya biror a uchun $x \in [a; a+T) \cap D(f(x))$ ($T > 0$) to'plamda chegaralangan, ya'ni biror $m > 0$ hamda barcha $x \in [a; a+T)$ va $x \in D(f)$ lar uchun $|f(x)| \leq m$ bo'lsa, $f(x)$ funksiya o'z aniqlanish to'plami $D(f)$ da ham chegaralangan bo'ladi, ya'ni o'sha m va barcha $x \in D(f)$ lar uchun ham $|f(x)| \leq m$ bo'ladi.

Isbot. $f(x)$ funksiyaning $T > 0$ davrli ekanligidan davriylik ta'rifiga ko'ra uning ixtiyoriy $[a + kT; a + (k+1)T) \cap D(f)$, $k \in \mathbb{Z}$ ko'rinishdagi to'plamda ham chegaralanganligi ravshan, ya'ni biror $m \in \mathbb{R}$ uchun

$$\forall k \in \mathbb{Z} \quad \forall x \in [a + kT; a + (k+1)T) \cap D(f) \quad |f(x)| \leq m.$$

Demak, berilgan funksiya bu to'plamlarning birlashmasi bo'lmish

$$\bigcup_{k \in \mathbb{Z}} [a + kT; a + (k+1)T) \cap D(f) = \mathbb{R} \cap D(f) = D(f)$$

to'plamda ham chegaralangan bo'ladi, ya'ni

$$\forall x \in D(f), \quad |f(x)| \leq m.$$

Misol 6. $f(x) = |x| + \sin x$ funksiyaning davriy emasligini ko'rsating.

Faraz qilaylik, bu funksiya $T > 0$ davrli bo'lsin. Ravshanki, $D(f) = \mathbb{R}$ va $[0; T) \cap D(f) = [0; T)$ segmentda berilgan funksiya chegaralangan:



$$\forall x \in [0; T) \quad |f(x)| = ||x| + \sin x| \leq |x| + |\sin x| \leq T + 1 \quad (m = T + 1)$$

Teorema 2 ga ko'ra berilgan funksiya $D(f) = \mathbb{R}$ da chegaralangan bo'lishi kerak. Lekin funksiya $\mathbb{R}$ da chegaralanmagan, chunki u chegaralanmagan $|x|$ funksiyaga chegaralangan $\sin x$ funksiyani qo'shishdan hosil bo'lgan ($x_n = \pi n, n \in \mathbb{N}$ nuqtalar bo'ylab $n \rightarrow \infty$ da $f(x_n) = \pi n + 0 \rightarrow +\infty$). Hosil bo'lgan ziddiyat farazimizning noto'g'riligini va, demak, berilgan funksiyaning davriy emasligini isbotlaydi.

Misol 7. $f(x) = x \sin x$ funksiyaning davriy emasligini isbotlaylik.

Agar bu funksiya $T > 0$ davrga ega bo'lsa edi, uning $[0; T)$ da chegaralanganligidan $(|f(x)| \leq |x \sin x| \leq |x| \cdot |\sin x| \leq T \cdot 1 = T)$ teorema 2 ga ko'ra $(-\infty; +\infty)$ da ham chegaralanganligi kelib chiqadi; lekin berilgan funksiya $(-\infty; +\infty)$ da chegaralanmagan, chunki $x_n = \frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$ nuqtalar bo'ylab

$$f(x_n) = x_n \cdot 1 = \frac{\pi}{2} + 2\pi n \xrightarrow{n \rightarrow +\infty} +\infty. \quad \text{Demak, berilgan}$$

$f(x) = x \sin x$ funksiya davriy emas.

Teorema 3. Agar T davrli $f(x)$ funksiya aniqlanish to'plami $D(f)$ da differensiallanuvchi bo'lsa, uning hosilasi $f'(x)$ ham T davrli bo'ladi.

Isbot. Berilganga ko'ra $D(f') = D(f)$. $f(x)$ funksiya T davrli bo'lgani uchun ta'rifga ko'ra

$$f(x + T) = f(x), \quad x \in D(f) \quad (2)$$

ayniyatga o'rinli. Bu ayniyatning har ikkala tomonini x bo'yicha differensiallaymiz. Chap tomonning hosilasini murakkab funksiya

hosilasini hisoblash qoidasiga ko'ra $u = x + T$ o'zgaruvchini kiritib topamiz:

$$\frac{d}{dx} f(x + T) = \frac{d}{du} f(u) = f'(u) \cdot u' = f'(x + T) \cdot 1 = f'(x + T)$$

Demak, (2) dan

$$f'(x + T) = f'(x), x \in D(f') = D(f)$$

Oxirgi ayniyat $f'(x)$ hosilaning T davrli ekanligini isbotlaydi.

Misol 8. Ushbu $f(x) = \sin x + \sin \sqrt{2}x$

funksiyani davriylikka tekshiring.

Berilgan funksiya uchun $D(f) = \mathbb{R}$ va u istalgancha marta differensiallanuvchi. Faraz qilaylik, funksiya $T > 0$ davrga ega bo'lsin.

Teorema 3 ga ko'ra $f'(x)$ va $f''(x) = -\sin x - 2\sin \sqrt{2}x$ funksiyalar ham o'sha T davrga ega. Demak, $f''(x) + f(x) = -\sin \sqrt{2}x$ funksiya ham T davrli. Misol 2 ga ko'ra

$\sin \sqrt{2}x$ funksiyaning eng kichik musbat davri $\frac{2\pi}{2} = \sqrt{2}\pi$ ga teng.

Teorema 1 ga ko'ra biror $k \in \mathbb{N}$ uchun $T = \sqrt{2}\pi k$ bo'ladi.

$f(x) - \sin \sqrt{2}x = \sin x$ ham T davrli bo'lganligi uchun biror $n \in \mathbb{N}$ da $T = 2\pi n$ ham bo'lishi kerak. Demak, biror $k \in \mathbb{N}$ va $n \in \mathbb{N}$ lar

uchun $\sqrt{2}\pi k = 2\pi n \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{n}{k}$. Bunday bo'lishi mumkin emas,

chunki $\sqrt{2}$ irratsional son. Bu ziddiyat farazimizni noto'g'riligini, berilgan funksiyaning esa davriy emasligini isbotlaydi.

Misol 9. n inchi, $n \geq 1$, darajali har qanday ko'phad davriy funksiya emas. Shuni isbotlaylik.



Birinchi darajali ko'phad $P(x) = a_1x + a_0$, $a_1 \neq 0$, davriy emas, chunki $P_1(x) = y_0$ tenglama yagona $x = \frac{y_0 - a_0}{a_1}$ yechimga ega; agar

u davriy bo'lganda edi, yechimlar cheksiz ko'p bo'lar edi. Agar n – darajali ($n > 1$) ko'phad davriy bo'lsa, uning $(n - 1)$ – tartibli hosilasi birinchi tartibli ko'phad ham teorema 3 ga davriy bo'lar edi. Demak, n – darajali ($n > 1$) ko'phad ham davriy emas. Isbotlangan bu tasdiqni teor yema 2 dan foydalanib isbotlasi ham bo'ladi.

Masalalar

1. Quyidagi funksiyalarning eng kichik musbat davrini toping:

$$f(x) = \sin^2(x), f(x) = |\cos x|, y = |tg(\pi x + 2)|,$$

$$f(x) = \{2x\}, y = 2\sin 2x + 3\sin 3x.$$

2. Quyidagi funksiyalarning davriy emasligini ko'rsating:

$$y = \sin|x|, y = \sin x + \sin \sqrt{2}x, y = \cos x \cdot \cos \sqrt{2}x$$

3. Ushbu $X = \{m + n\sqrt{2} \mid m, n \in \mathbb{Z}\}$ sonli to'plamni kiritaylik. Quyidagi funksiyani davriylikka tekshiring:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{agar } x \in X \text{ bo'lsa} \\ 0, & \text{aks holda} \end{cases}$$

4. Agar $y = f(x)$ funksiya davriy bo'lsa, ixtiyoriy tayinlangan y_0 uchun $f(x) = y_0$ tenglama yo yechimga ega emas yoki cheksiz ko'p yechimga ega bo'ladi. Shu tasdiqni isbotlang.

5. Qat'iy monoton funksiyalarning davriy emasigini isbotlang.

6. Agar $y = f(x)$ funksiya davriy bo'lsa, ushbu

$$f(x+a) = f(a)$$

parametrli tenglama (x – noma'lum) barcha $a \in D(f)$ lar uchun umumiy bo'lgan kamida bitta $x = T_0 > 0$ yechimga ega bo'lishini ko'rsating.

7. Davriy bo'lmagan funksiyalar yig'indisi (ko'paytmasi) davriy bo'lishi mumkinligini mos misol qurish orqali isbotlang.

8. Davriy funksiyalar yig'indisi (ko'paytmasi) davriy bo'lishi mumkinligini mos misol qurish orqali isbotlang.

9. Davriy funksiyalar yig'indisi (ko'paytmasi) davriy bo'lmasi mumkinligini mos misol qurish orqali isbotlang.

10. $f(x) = A \sin \alpha x + B \sin \beta x$ (A, B, α, β – noldan farqli sonlar) funksiya, agar $\frac{\alpha}{\beta}$ irratsional son (α va β lar o'lchovdosh emas) bo'lsa, davriy emasligini isbotlang.

11. Quyidagi funksiyalarni davriylikka tekshiring:

$$y = x^2 - 2 \cos 3x, y = \frac{\cos x - 2 \sin x}{x^2 - x + 1}, y = \cos \sqrt{2}x + \cos \sqrt{3}x,$$

$$f(x) = \frac{2 \cos \sqrt{2}x + 3 \cos \sqrt{3}x}{\cos x}, f(x) = e^{3 \sin(\arctg(\sqrt{x^2+1}+x) - 2 \cos x)}$$

Adabiyotlar:

1. Н. Дилмуродов, Х. Мамаюпов Даврий функцияларнинг баъзи хоссалари.// ҚаршиДУ «Насаф зиёси» журнали, 2004, №1.

2. N. Dilmurodov, Q. Abdullayev Trigonometriya: Boshlaydiganlar va biladiganlar uchun". – Qarshi: QarshiDU nashriyoti, 2010. – 296 b.

3. Gaziyeu A, Israilov I, Yaxshiboyev M. Funksiyalar va grafiklar. – Toshkent: "Voriz-nashriyot", 2006.– 455 b.

4. Turgunbayev R. M. Matematik analiz. 1- qism. – T.: "Innovatsiya ziyo", 2019. – 340 b.



ПЕРКОЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ФРАКТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ В НИКЕЛЬ СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТАХ

З.М. Хусанов, «Cyber University», Государственный университет

Ф.Т. Боймуратов, Университет Альфраганус, Узбекистан, Ташкент

Ф.А. Гиясова, Ташкентский Международный Университет Кимё

Ф.А. Гиясов, Ташкентский Международный Университет Кимё

Nikhel zarrachalari bilan to'ldirilgan polimer kompozitlarda perkolyatsiya nazariyasiga asoslangan holda cheksiz klasterning topologiyasi o'rganildi va to'ldiruvchi konsentratsiyasi kritik qiymatga yetganda o'tkazuvchi backbone tuzilmasi shakllanishi ko'rsatildi. Skeletning fraktal tuzilishi, zarrachalar o'lchamlarining taqsimlanishi va «o'lik uchlar»ning yuqori ulushi materialning kritik o'tkazuvchanlik ko'rsatkichi hamda makroskopik transport xususiyatlarini belgilashi aniqlandi. Ishlab chiqilgan model to'ldiruvchi konsentratsiyasi va dispersligiga qarab kompozitlarning elektr o'tkazuvchanligi va issiqlik uzatishini prognoz qilish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: *perkolyatsiya, perkolyatsiya chegarasi, cheksiz klaster, klaster skeleti, o'lik uchlar, polimer kompozitlar, nikel zarralari, o'tkazuvchi tarmoq.*

Представлено исследование топологии бесконечного кластера в полимерных композитах с частицами Ni на основе теории перколяции, показано формирование проводящего backbone при достижении критической концентрации наполнителя. Установлено, что фрактальная структура скелета, распределение



размеров частиц и высокая доля мёртвых концов определяют критический показатель проводимости и макроскопические транспортные свойства материала. Разработанная модель позволяет прогнозировать электропроводность и теплоперенос композитов в зависимости от концентрации и дисперсности наполнителя.

Ключевые слова: перколяция, порог перколяции, бесконечный кластер, скелет кластера, мёртвые концы, полимерные композиты, никелевые частицы, проводящая сеть.

A study of the topology of the infinite cluster in polymer composites with Ni particles is presented based on percolation theory, demonstrating the formation of a conductive backbone upon reaching the critical filler concentration. It is established that the fractal structure of the backbone, particle size distribution, and the high fraction of dead ends determine the critical conductivity exponent and the macroscopic transport properties of the material. The developed model enables prediction of the electrical conductivity and heat transfer of the composites as functions of filler concentration and dispersity.

Keywords: percolation, percolation threshold, infinite cluster, cluster backbone, dead ends, polymer composites, nickel particles, conductive network.

Металл-полимерные композиты (МПК) с дисперсными частицами металлов относятся к классу гетерогенных систем, в которых электрическая проводимость определяется формированием пространственно связанной проводящей сети. Согласно теории перколяции, непрерывный проводящий путь возникает при достижении критической концентрации наполнителя, соответствующей образованию бесконечного кластера (БК) [1-3]. Топология БК - его плотность, степень ветвления, доля скелетных связей и количество мёртвых концов



- определяет ключевые макроскопические свойства материала, включая электропроводность, теплоперенос и диффузию. Для трёхмерных композитов эти параметры подчиняются универсальным степенным зависимостям с характерными критическими показателями t , q , β и ν , отражающими особенности кластерной структуры [4-6].

Одним из наиболее значимых факторов, влияющих на формирование БК, является размер металлических частиц. Изменение масштаба наполнителя приводит к перестройке геометрии проводящей сети: наночастицы формируют более извилистые и фрактальные траектории тока, в то время как микрочастицы обеспечивают более протяжённые несущие пути. Как показывают исследования Шкловского и соавторов [6], скелет БК представляет собой разреженную сеть проводящих ветвей с характерным масштабом корреляции R , величина которого резко возрастает вблизи порога перколяции. При этом доля мёртвых концов может достигать 80-95 %, что существенно влияет на фрактальную размерность и эффективную проводимость системы. Для композитов с металлическими частицами Ni особый интерес представляет влияние размера частиц на параметры БК, поскольку никель обладает выраженными магнитными и электропроводящими свойствами, а его микроструктурная организация в полимерной матрице демонстрирует критическое поведение, характерное для трёхмерной перколяции [7-9]. Количественная оценка таких параметров, как плотность БК, объёмная доля его скелета, извилистость проводящих путей и распределение мёртвых концов, представляет важную научную задачу, необходимую для прогнозирования проводимости и оптимизации структуры композитов.

Настоящая работа направлена на исследование топологии бесконечного кластера в полимерных композитах, содержащих

микро-и наночастицы Ni. На основе методологии теории перколяции выполнено количественное определение ключевых характеристик БК и анализ их зависимости от размеров металлических частиц. Полученные результаты позволяют установить общие закономерности эволюции кластерной структуры в переходной области $V_1 \approx V_c$ и внести вклад в понимание механизмов формирования проводящих сетей в никельсодержащих МПК.

Экспериментальные образцы и методика исследования

Для оценки влияния дисперсности металлического наполнителя на структурные и проводящие характеристики композитов был получен нанокомпозит на основе никелевых частиц, сформированных *in situ* методом термического разложения формиата Ni в полимерной матрице. Формиат никеля вводили в раствор фенилона в диметилформамиде (4% масс.), после чего смесь подвергали интенсивному перемешиванию и ультразвуковому диспергированию (УЗДН-1, 22 кГц, 0.3 Вт) для предотвращения агрегации прекурсора. Последующее удаление растворителя осуществляли выпариванием и выдержкой полученной плёнки в вакууме при 373 К. Формирование металлических наночастиц обеспечивалось термодеструкцией формиата при 573 К в течение 5 ч.

Размерные характеристики металлической фазы определяли методом малоуглового рентгеновского рассеяния (SAXS), позволяющим анализировать наноструктурированные неоднородности в диапазоне 5-10 Å - 10⁴ Å. По результатам обработки данных установлено, что средний диаметр образующихся частиц не превышает 30 нм.

Для получения микрокомпозита никелевый порошок, предварительно синтезированный термолизом формиата Ni в вакууме при 573 К (3 ч), вводили в полимерную матрицу механическим способом. Смесь измельчали и гомогенизировали в планетарной мельнице на протяжении 7 ч. Морфологический



анализ методом просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ, BS242E, Tesla) показал, что размер частиц лежит в пределах 1-3 мкм.

Результаты и обсуждения

В настоящей работе изучена топология бесконечного кластера (БК) в полимерных матрицах, содержащих микро - и наночастицы Ni, с использованием методов теории перколяции. Для этих систем определены ключевые характеристики БК: плотность, объемная доля, извилистость, объемная доля скелета и количество мертвых концов в зависимости от размера металлических частиц.

Согласно перколяционной теории [10], проводимость σ композитов с случайно распределенными металлическими частицами описывается соотношениями:

$$s(V_I) = s_1 (V_I - V_c)^t, \quad V_I > V_c \quad (1)$$

$$(V_I) = s_2 (V_c - V_I)^{-q}, \quad V_I < V_c \quad (2)$$

где σ_1 и σ_2 - проводимости металлических частиц и диэлектрической матрицы соответственно; V_I - объемная доля металлического наполнителя; V_c - критическая концентрация, при которой формируется бесконечный кластер; t и q - критические показатели, равные для трехмерных систем 1.6 - 1.8 и 1 соответственно.

Методы теории перколяции позволяют количественно описать топологию сети сопротивления, в частности плотность БК $P(V_I)$, определяющую долю узлов, принадлежащих бесконечному кластеру:

$$P(V_I) = V_I' / V_p \quad (3)$$

где V_I' - объемная доля БК. При $V_I < V_c$ $P(V_I) = 0$, а при увеличении V_I она стремится к единице [11]. Вблизи порога перколяции плотность БК подчиняется степенной зависимости

$$P(V_I) = D(V_I - V_c)^b, \quad (4)$$

где $D \approx 1$, β – критический показатель (для трехмерных систем $\beta \approx 0.4$).

Длина скелета БК оценивается на основе модели, предложенной Б.И. Шкловским [12], в которой сеть БК моделируется как крупная плоская рыболовная сеть (рис. 1).

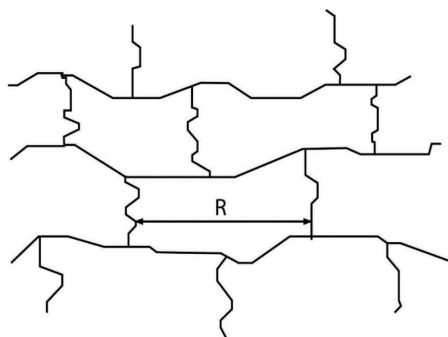


Рис. 1. Топологическая структура скелета и мёртвых концов бесконечного кластера в трёхмерных перколяционных системах

На рисунке 1 приведена, типичная топология скелета БК в трёхмерных композитных системах с проводящими частицами, модель которого традиционно рассматривается в рамках перколяционной теории. Скелет БК представлен в виде сети связанных проводящих путей, соединённых между собой узлами. На схеме показаны основные несущие цепи, которые обеспечивают непрерывный путь через образец и определяют электрическую проводимость системы при $V_l > V_c$, а при $V_l \approx V_c$ мёртвые концы составляют до 80-95% БК. Ключевой параметр, отражённый на рисунке, - радиус корреляции R ($10^{-6} - 10^{-3}$ м для композитов с Ni), характеризующий характерный линейный масштаб ячеек сети [13]. Вблизи порога перколяции он подчиняется степенной зависимости: $R \sim (V_l - V_c)^{-\nu}$, $\bar{R} = \bar{l} / \nu$ (5)

где $\nu = 0.85 \pm 0.05$ – критический индекс радиуса корреляции для трёхмерных систем, l – период решетки. Здесь также визуализированы извилистые (фрактальные) проводящие траектории, формирующиеся вследствие нерегулярного расположения частиц. Извилистость определяет коэффициент ξ , который вместе с корреляционным индексом ν задаёт критический индекс проводимости:

$$t = x + n, \quad (6)$$

где для реальных композитов значения t находятся в диапазоне $1.7 \leq t \leq 2.3$, $x \approx 1.2-1.4$

Как видно (рис.1), скелет бесконечного кластера представляет собой фрактальную сеть проводящих каналов, в которой ток течёт по наиболее протяжённым и хорошо связным траекториям. Чем выше дисперсность частиц (наночастицы $\rightarrow$ больше извилистость), тем больше вклад длины пути в критический индекс t , что снижает эффективность проводящей сети при малых избытках над порогом перколяции.

На основе предложенной модели установлено, что при наличии извилистости проволочек, формирующих скелет БК (рис. 2, при этом расстояние между точками их пересечения сохраняется равным R), критический показатель электропроводности t превышает 1.7.

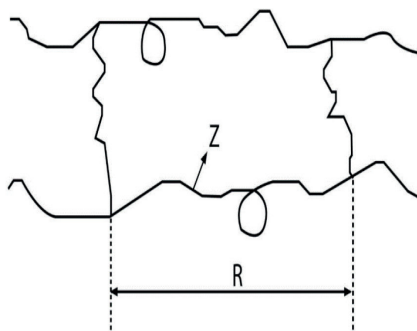


Рис. 2. Топология скелета и извилистость элементов бесконечного кластера в трёхмерных перколяционных системах с металлическими частицами

На рисунке 2 представлена, типовая топологическая модель скелета бесконечного кластера, формирующегося в композиционных системах вблизи порога перколяции. Геометрия кластера включает последовательность извилистых проводящих ветвей с локальными расширениями и узкими перемиками, которые образуют основной каркас транспортной сети. Характерный масштаб корреляции R определяет среднее расстояние между структурно устойчивыми узлами, участвующими в передаче потока или электрического тока, тогда как величина Z указывает направление локального градиента, распространяющегося вдоль скелетной ветви [13,14]. При этом критический показатель электропроводности t определяется (6) как сумма индекса ξ , учитывающего извилистость проволочек, и индекса радиуса корреляции ν . Длина проволочки между двумя точками пересечения, Z (рис. 2), выражается через ξ как:

$$Z = l / (V_1 - V_c)^x, \quad (7)$$

$$\text{а отношение } Z \text{ к } R, \quad \frac{Z}{R} = (V_1 - V_c)^{(n-x)}, \quad (8)$$

характеризует во сколько раз длина скелета превышает R за счёт извилистости ветвей.

Структура скелета обладает фрактальными свойствами, что отражается в значениях фрактальной размерности $D_f \approx 2.4-2.6$ для трёхмерных систем и повышенной извилистости траекторий ($\tau \approx 1.5-4$). Наличие локальных расширений и неоднородно распределённых узлов приводит к варьированию плотности связей в пределах кластера, что влияет на эффективные параметры переноса, включая электрическую проводимость, диффузию и теплоперенос. Такая конфигурация является характерной для систем, находящихся в режиме критической перколяции, и определяет основные особенности макроскопического поведения материала [15].



Бесконечный кластер включает скелет и мертвые концы. Считается (рис. 3), что точка принадлежит скелету БК, если из неё исходят как минимум два независимых пути, позволяющих достичь бесконечного расстояния (точка С).

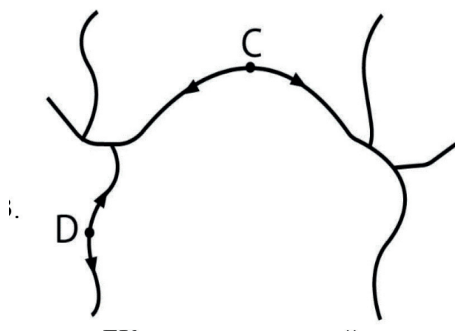


Рис. 3. Морфология фрагмента скелета бесконечного кластера с мёртвыми концами в трёхмерных перколяционных композитах

Фрагмент скелета БК, представленный на рисунке 3, иллюстрирует типичную топологию проводящей сети вблизи и выше порога перколяции. Основной несущий путь тока формируется скелетной частью кластера – протяжённой цепью соединённых проводящих элементов, обеспечивающих макроскопическую связность системы. К скелету примыкают многочисленные ветви-«мёртвые концы», которые не участвуют в переносе тока, но существенно влияют на фрактальные и топологические параметры БК. Скелет характеризуется линейным размером порядка $R \sim 10^2 - 10^3$ нм, что соответствует масштабам корреляционной длины ξ вблизи порога перколяции $V_I \gtrsim V_c$. Ветви-мёртвые концы имеют характерные размеры, $z \sim 10 - 100$ нм, при этом их объёмная доля в непосредственной окрестности порога протекания существенно превышает долю скелетных связей, что согласуется с перколяционными соотношениями $V_I^{CK} \ll V_I^{M.K}$ [16].

Фрактальная морфология скелетной части БК кластера непосредственно отражается в значениях критических индексов,

определяющих поведение проводимости в окрестности порога перколяции. Для трёхмерных композитных систем типичными являются следующие параметры: критический индекс проводимости составляет $t = 1.7-2.3$, что согласуется с универсальными значениями для трёхмерных перколяционных систем [17]. Фрактальная размерность несущего скелета лежит в диапазоне $d_{ск} \approx 1.6-1.8$, тогда как фрактальная размерность ветвей, не участвующих в переносе заряда («мёртвых концов»), несколько выше и составляет $d_{мк} \approx 1.9-2.1$. Эти значения подтверждают, что вблизи порога перколяции структура БК существенно неоднородна: проводящий скелет обладает высокой извилистостью и пониженной размерностью, тогда как мёртвые концы формируют более разветвлённую и пространственно насыщенную часть кластера. Такая топология определяет характерный вид протекания тока в перколяционных композитах и влияет на величину макроскопической проводимости [18].

Если из точки исходит лишь один путь, достигающий бесконечного расстояния (например, точка D), она считается принадлежащей мертвому концу. Общее значение $P(V_p)$ учитывает все узлы БК, включая как узлы скелета, так и мертвые концы. Плотность скелета БК, $P_{ск}(V_p)$, характеризует долю узлов, принадлежащих скелету, и определяется как:

$$P_{ск}(V_p) = V_1^{//} / V_1', \quad (9)$$

где $V_1^{//}$ - объемная доля скелета БК. Согласно результатам теории перколяции, отношение $P_{ск}(V_p)/P(V_p)$ можно записать в виде

$$\frac{P_{ск}(V_1)}{P(V_1)} = D(V_1 - V_c)^{(2\nu - \beta)}, \quad (10)$$

где D – численный коэффициент порядка единицы.

В данной работе проведено комплексное исследование топологии бесконечного кластера (БК) в полимерных композитах с Ni частицами с использованием методов теории перколяции.



Установлено, что формирование БК подчиняется законам перколяции: при достижении критической концентрации наполнителя V_c возникает непрерывный проводящий путь, образующий backbone кластера, тогда как при $V_l < V_c$ БК не формируется. Структура скелета БК обладает фрактальным характером, включающим извилистые проводящие траектории и локальные расширения, что обеспечивает высокую пространственную неоднородность сети. Извилистость и фрактальная морфология непосредственно определяют критический показатель проводимости t , который для исследованных систем находится в диапазоне 1.7-2.3. Размер и распределение металлических частиц оказывают значительное влияние на топологию сети: наночастицы формируют более извилистые и фрактальные пути, увеличивая длину скелета и значение t , тогда как микрочастицы создают более протяжённые несущие ветви, обеспечивая эффективное соединение узлов backbone. Мёртвые концы составляют существенную долю БК (до 80–95 % вблизи порога перколяции), что увеличивает фрактальную размерность ветвей, не участвующих в переносе заряда, и существенно влияет на распределение токов и макроскопическую проводимость. Ключевые параметры БК, такие как плотность $P(V_l)$, доля скелета $P_{ск}(V_l)$, радиус корреляции R и критические индексы β, ν, ζ , определяют электропроводность и другие транспортные характеристики композита, включая диффузию и теплоперенос.

Предложенная модель скелета БК позволяет количественно описывать морфологию и проводящие свойства композитов с различным размером металлических частиц, что обеспечивает возможность прогнозирования макроскопических свойств материала в зависимости от концентрации и дисперсности наполнителя. Полученные результаты подчеркивают ключевую роль морфологии бесконечного кластера в формировании

электрических и транспортных характеристик полимерных металлокомпозитов.

Литература:

1. Oladipo Folorunso, Yskandar Hamam, Rotimi Sadiku, Suprakas Sinha Ray, Adekoya Gbolahan Joseph. Parametric Analysis of Electrical Conductivity of Polymer-Composites. Polymers (Basel) (2019), 29;11(8):1250. doi: 10.3390/polym11081250.
2. Harris Mafueni Kuedituka, Hiram Ferro-Valverde, Adèle Karst, Michel Bouquey, Cédric Samuel and Thibault Parpait. Highly electro-conductive PEDOT based thermoplastic composites: effect of filler form factor on electrical percolation threshold. International Polymer Processing (2025), vol. 40, no. 3, pp. 301-308. <https://doi.org/10.1515/ipp-2024-0168>.
3. Navid Sarikhani, Zohreh Arabshahi, Abbas Ali Saberi, Alireza Z. Moshfegh. Unified Modeling and Experimental Realization of Electrical and Thermal Percolation in Polymer Composites. Applied Physics Reviews (2022) 9, 041403. DOI:10.48550/arXiv.2209.07635.
4. Abbas Ali Saberi. Recent advances in percolation theory and its applications. Physics Reports (2015), 578(11). DOI:10.1016/j.physrep.2015.03.003.
5. Jinxin Zhong, Zhuoyu Wang, Xiaokun Gu, Jun Wang. Thermal and Electrical Percolation Transport Behavior in Composite Materials with Oriented Binary Fillers. Chinese Physics Letters (2025), 42(8). DOI:10.1088/0256-307X/42/8/080602.
6. Alexey A. Gavrilov, Rinat I. Sultanov, Rinat I. Sultanov, Mikhail D. Magnitov, Aleksandra Galitsyna. RedChIP identifies noncoding RNAs associated with genomic sites occupied by Polycomb and CTCF proteins. Proceedings of the National Academy of Sciences (2022), 119(1):e2116222119. DOI:10.1073/pnas.2116222119.



7. Xinli Jing, W. Zhao, L. J. Lan. Effect of particle size on electric conducting percolation threshold in polymer/conducting particle composites. *Journal of Materials Science Letters* (2000), 19(5):377-379. DOI:10.1023/A:1006774318019.

8. Kemal Yaman. Fractal characterization of electrical conductivity and mechanical properties of copper particulate polyester matrix composites using image processing. *Polymer Bulletin* (2022), 79(5). DOI:10.1007/s00289-021-03665-2.

9. Abbas Ali Saberi. Recent advances in percolation theory and its applications. *Physics Reports* (2015), Vol. 578, Pages 1-32. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2015.03.003>.

10. Xiaotian Nan, Yi Zhang, Jiahao Shen, Ruimiao Liang, Jiayi Wang, Lan Jia, Xiaojiong Yang, Wenwen Yu and Zhiyi Zhang. A Review of the Establishment of Effective Conductive Pathways of Conductive Polymer Composites and Advances in Electromagnetic Shielding. *Polymers* (2024), 16(17), 2539. <https://doi.org/10.3390/polym16172539>.

11. Malthe-Sørenssen, A. Introduction to Percolation. In: *Percolation Theory Using Python. Lecture Notes in Physics* (2024), vol. 1029. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-59900-2_1.

12. B.I. Shklovskii, A.L. Efros. Percolation theory and conductivity of strongly inhomogeneous media. *UFN* (1975), 117:3, 401–435; *Phys. Usp.*, 18:11, 845–862. DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.0117.197511a.0401>.

13. Miguel-Ángel Martínez Cruz, Julián Patiño Ortiz, Miguel Patiño Ortiz and Alexander Balankin. Percolation on Fractal Networks: A Survey. *Fractal Fract.* (2023), 7, 231. <https://doi.org/10.3390/fractalfract7030231>.

14. Sang-Un Kim and Joo-Yong Kim. Dynamic Statistical Mechanics Modeling of Percolation Networks in Conductive Polymer Composites for Smart Sensor Applications. *Materials* (2025), 18, 3097. <https://doi.org/10.3390/ma18133097>.

15. Carl Fredrik Berg, Muhammad Sahimi. Percolation and conductivity in evolving disordered media. *Physical review E* (2023), 108(2). DOI:10.1103/PhysRevE.108.024132.

16. Wagner R. de Sena, José S. Andrade Jr., Hans J. Herrmann, André A. Moreira. Decomposing the percolation backbone reveals novel scaling laws of the current distribution. *Sec. Interdisciplinary Physics* (2023), Vol. 11. <https://doi.org/10.3389/fphy.2023.1335339>.

17. Heng Gu, Jiaojiao Wang, Choongho Yu. Three-dimensional Modeling of Percolation Behavior of Electrical Conductivity in Segregated Network Polymer Nanocomposites Using Monte Carlo Method. *Advances in Materials* (2016). Vol. 5, No. 1, pp. 1-8. doi: 10.11648/j.am.20160501.11.

18. Carl Fredrik Berg, Muhammad Sahimi. Relation between critical exponent of the conductivity and the morphological exponents of percolation theory. *Phys Rev E* (2024), 110(4):L042104. doi: 10.1103/PhysRevE.110.L042104.

OLIIY TA'LIMDA FIZIKA MASALALARI ORQALI TANQIDIY FIKRLASH, IJODKORLIK, HAMKORLIK VA KOMMUNIKATSIYANI SHAKLLANTIRISH METODIKASI

*H. N. Bozorov, Nizomiy nomidagi O'zbekiston milliy pedagogika
universiteti Fizika kafedrasida dotsenti*

Ushbu maqolada oliy ta'lim muassasalarida fizika masalalarini yechish jarayonida talabalar 4K kompetensiyalarini – tanqidiy fikrlash, ijodkorlik, hamkorlik va kommunikatsiya – shakllantirish metodikasi tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, masalalarni yechish jarayoni nafaqat talabalar bilimni oshiradi, balki ularning muammolarni tahlil qilish, innovatsion yechimlar yaratish va guruhda samarali ishlash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Fizika, aerodinamik, magnit maydon, energiya, elektr induksiya, STEAM, masalalarni yechish, 4K kompetensiyalar, tanqidiy fikrlash, ijodkorlik, hamkorlik, kommunikatsiya, metodika.

В данной статье анализируется методика формирования у студентов компетенций 4К - критическое мышление, креативность, сотрудничество и коммуникация - в процессе решения задач по физике в высших учебных заведениях. Результаты исследования показывают, что процесс решения задач не только повышает знания студентов, но и способствует развитию у них навыков анализа проблем, создания инновационных решений и эффективной работы в группе.

Ключевые слова: Физика, аэродинамика, магнитное поле, энергия, электрическая индукция, STEAM, решение задач, компетенции 4К, критическое мышление, креативность, сотрудничество, коммуникация, методика.

This article analyzes the methodology for developing students' 4C competencies - critical thinking, creativity, collaboration, and



communication - through the process of solving physics problems in higher education institutions. The research results demonstrate that the problem-solving process not only enhances students' knowledge but also contributes to the development of their skills in analyzing problems, creating innovative solutions, and working effectively in groups.

Keywords: *Physics, aerodynamics, magnetic field, energy, electrical induction, STEAM, problem-solving, 4C competencies, critical thinking, creativity, collaboration, communication, methodology.*

Hozirgi zamon ta'limi talabalaridan nafaqat fan bo'yicha bilim olishni, balki ularni tanqidiy fikrlash, ijodkorlik, hamkorlik va samarali kommunikatsiya qobiliyatlarini shakllantirishni ham talab qiladi. Ushbu qobiliyatlar – XXI asr kompetensiyalari yoki 4K kompetensiyalari – talabaning kasbiy va shaxsiy rivojlanishi uchun muhimdir. Fizika masalalarini yechish jarayoni esa talabalarni mantiqiy tahlil qilish, yechimlar ishlab chiqish va ularni guruhda muhokama qilishga imkon beradi. Shu nuqtai nazardan, fizika masalalari 4K kompetensiyalarini shakllantirishning samarali vositasi hisoblanadi [1].

4K kompetensiyalarini shakllantirishning ahamiyati:

Tanqidiy fikrlash (Critical Thinking) – ma'lumotlarni tahlil qilish, xatolarni aniqlash va optimal yechim topish qobiliyati. Fizika masalalarida talabalar turli yechim variantlarini solishtirib, eng mantiqiy va ishonchli yo'lni tanlaydi.

Ijodkorlik (Creativity) – yangi g'oya va yondashuvlarni ishlab chiqish. Masala yechishda talabalar standart bo'lmagan usullarni qo'llashga o'rganadi.

Hamkorlik (Collaboration) – guruhda samarali ishlash, fikrlarni bo'lishish va umumiy yechimga erishish. Guruh ishlari talabalarni muammolarni birgalikda hal qilishga o'rgatadi.

Kommunikatsiya (Communication) – fikrlarni aniq ifodalash, natijalarni tushuntirish va muloqot qilish. Fizika masalalarini



taqdim etish va muhokama qilish jarayoni bu kompetensiyani mustahkamlaydi [3].

Fizikani tanqidiy fikrlash uchun asos sifatida tushunish. Fizika faqat tenglamalar va nazariy tushunchalar haqida emas; bu tizimli so'rovlar orqali olamni tushunishning bir usuli. Bu talabalarni narsalar qanday va nima uchun sodir bo'lishi kabi asosiy savollarni berishga undaydi. Masalan, Nyutonning harakat qonunlarini tushunish formulalarni yodlashdan ko'proq narsani o'z ichiga oladi. Bu talabalardan harakat va kuchlar ortidagi tamoyillarni tushunishni, real vaziyatlarni tahlil qilishni va berilgan ma'lumotlar asosida natijalarni bashorat qilishni talab qiladi. Savollarni o'rganish va gipotezalarni sinab ko'rish jarayoni tanqidiy fikrlash uchun markaziy o'rinni egallaydi. Talabalar dalillarni baholashni, sabab-oqibat munosabatlarini tan olishni o'rganadilar. Fizikada eksperiment o'tkazishga urg'u berilishi bu fikrni yanada mustahkamlaydi, chunki talabalar natijalarni tahlil qilishlari, nomuvofiqliklar haqida fikr yuritishlari va kuzatishlari asosida xulosa chiqarishlari kerak. Fizika ta'limining ajralmas qismi bo'lgan ushbu ilmiy usul muammolarga mantiqiy va tizimli yondashish odatini tarbiyalaydi - tanqidiy fikrlashning asosiy xususiyatlari [2].

Fizika masalalari orqali ijodkorlikni shakllantirish - bu talabalarga beriladigan fizik masalalarni shunday tashkil etish va yechishga yo'naltirish jarayoniki, natijada talabada yangi g'oya yaratish, noodatiy fikrlash, original yechim topish, turli vaziyatlarga moslashgan kreativ yondashuv rivojlanadi.

Bu jarayonning mazmuni shundan iboratki, talaba faqatgina formulani qo'llab masalani mexanik yechmaydi, balki:

- a) masalaning mohiyatini chuqur tahlil qiladi;
- b) bir masala uchun bir nechta yechim variantini o'ylab topadi;
- c) real hayot, texnika va tabiiy hodisalar bilan bog'laydi;
- d) o'z g'oyasiga asoslangan modellar, gipotezalar, farazlar yaratadi;
- e) an'anaviy yondashuvlardan tashqariga chiqadi.



Ijodkorlikni shakllantirishning pedagogik mazmuni. Oliy ta'limda ijodkorlikni fizik masalalar orqali rivojlantirish quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Ochiq tipdagi masalalar bilan ishlash

Yagona javobi bo'lmagan masalalar ijodiy fikrlashni majbur qiladi.

Masalan: "Magnit maydondan energiya olish mumkinmi? Buning fizik asoslarini ko'rsating."

– Talaba bir nechta variant taklif qiladi, fikrlaydi, izohlaydi.

2. Muammoli vaziyatlar yaratish

Talaba o'zi izlanish, sinash va yangi yo'l topishga harakat qiladi.

Masalan: "Quyosh batareyasining samaradorligini oshirish uchun qanday fizik usullar qo'llash mumkin?"

– Talaba material, burchak, sirt xususiyatlarini o'zgartirib faraz qiladi.

3. Tadqiqotga yo'naltirilgan masalalar

Talaba kichik ilmiy izlanish qiladi.

Masalan: "Prujina tebranish chastotasini qanday omillar belgilaydi? Tajriba qilib isbotlang."

4. Real hayotga bog'langan fizika masalalari

Ijodkorlikni kundalik hayot bilan bog'lash uni yanada kuchaytiradi.

Masalan: "Shahar bo'ylab shamol energiyasidan foydalanishning eng optimal joylarini aniqlang."

5. Qurilma modeli yaratish talab qilinadigan masalalar

Talaba o'zi yasagan model orqali fizik hodisani tushuntiradi.

Masalan: "Elektr induksiya hodisasini ko'rsatadigan oddiy model yarating."

Fizika masalalari asosida ijodkorlik qanday rivojlanadi?

Talaba o'ylaydi, tahlil qiladi, sinaydi, yangilik yaratadi va quyidagilar rivojlanadi: kreativ fikrlash, variantlar ko'ra olish ko'nikmasi, muammoga noodatiy yondashuv, analitik fikrlash + fantaziya sintezi, modellashtirish va taxmin qilish qobiliyati.



Fizika masalalari orqali ijodkorlikni shakllantirish - bu talabalar-ning fizik hodisalarni yechishda o'ziga xos, yangi, samarali yechimlar yaratish qobiliyatini rivojlantirish jarayoni.

Shuningdek, ijodkorlikni rivojlantirishga qaratilgan masalalar talabalarda amaliyotga yo'naltirilgan fikrlash, kasbiy kompetensiyalar, ilmiy-tadqiqot faoliyatiga qiziqish, muammoni o'zlashtirishda metakognitiv strategiyalarni faollashtiradi. Bu esa oliy ta'limdagi fizika fanining nafaqat nazariy bilim beruvchi, balki shaxsiy va kasbiy rivojlangan, innovatsion fikrlovchi mutaxassislarni tayyorlovchi fanga aylanishida muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Fizika masalalarining hamkorlikni rivojlantirishdagi didaktik salohiyati. Fizika masalalari, ayniqsa murakkab, kontekstual yoki amaliyotga yaqin masalalar, talabalardan bir nechta nazariy tushunchalarni uyg'unlashtirishni, yangi yondashuvlardan foydalanishni talab etadi. Bunday masalalarni yakka tartibda yechish qiyin bo'lgani uchun talabalar:

fikr almashadi, rollarga ajraladi (nazariyotchi, hisobchi, tajriba loyihachisi, modellashtiruvchi), bir-birini tinglaydi, umumiy qaror ishlab chiqadi.

Bu esa tabiiy ravishda hamkorlik kompetensiyasini shakllantiradi.

Fizika darstarida hamkorlikni shakllantiruvchi metodlar:

Guruhlarda masala yechish

Talabalar 3 - 5 kishilik guruhlariga bo'linadi. Har bir guruhga turli darajadagi masalalar beriladi. Guruh ichida: Yetakchi (facilitator), Hisobchi, Nazariy asoslovchi, Grafik/diagramma chizuvchi, Natijani himoya qiluvchi kabi rollar belgilanadi.

Bu metod orqali talabalar *mas'uliyat taqsimoti* va *jamoaviy fikrlashni* o'rganadilar.

"Jigsaw" (pazl) metodi

Masala bo'laklarga bo'linadi. Har bir talaba masalaning 1 qismini chuqur o'rganadi. Keyin guruh qayta yig'ilib, har bir kishi o'z bo'lagini

boshqalarga o'rgatadi. Natijada hamkorlik: o'qituvchi → talaba, talaba → talaba

orasida faol kechadi.

Muammoli loyihalash (Project-based problem solving)

Talabalarga real hayotga oid masala beriladi, masalan:

- a) Quyosh panellarining samaradorligini hisoblash,
- b) Elektromagnit tizimning optimal parametrlarini topish,
- c) Suyuqlik oqimi modellarini tahlil qilish.

Bu vazifalar faqat jamoaviy hamkorlik orqali hal qilinadi.

Hamkorlikni rivojlantiradigan fizika masalalariga misollar

Laboratoriya masalasi

Masala: "Magnit induksiya chiziqlarini o'lchovchi oddiy qurilma yaratish."



Hamkorlikning talabalardagi rivojlanish natijalari: Fizika masalalari orqali hamkorlikni shakllantirish quyidagi natijalarni beradi: o'zaro muloqot kuchayadi, samarali tinglash malakasi rivojlanadi, muammolarni birgalikda hal qilish ko'nikmasi shakllanadi, jamoaviy mas'uliyat vujudga keladi, liderlik va tashabbuskorlik rivojlanadi, ilmiy izlanishga motivatsiya oshadi.

Ushbu natijalar talabaning kasbiy faoliyatiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi, chunki ko'pchilik texnik va ilmiy sohalarda real muammolar jamoada hal qilinadi.

Kommunikativ kompetensiya – zamonaviy oliy ta'limning asosiy talabi XXI asr ta'lim konsepsiyalari (4K modelidagi "Communiation" komponenti, UNESCO kompetensiyaviy ta'lim talablari, Bloom taksonomiyasi) talabalarda faqat bilim emas, balki muloqot, hamkorlik, fikrni aniq ifodalash, ilmiy asoslangan izoh berish ko'nikmalarini shakllantirishni ustuvor vazifa sifatida belgilaydi [6].

Fizika masalalari - mazmuni jihatdan aniq, qat'iy mantiqqa asoslangan va isbot talab qiluvchi faoliyat bo'lgani sababli - kommunikativ kompetensiyani rivojlantirish uchun qulay metodik platforma hisoblanadi.

Fizika masalalari kommunikatsiyani shakllantiruvchi didaktik vosita sifatida fizika masalalari talabaning: *mantiqiy fikrlash, tushuntirish, asoslash, dalillash, muammo qo'yish va uni og'zaki yoki yozma sharhlash* jarayonlarini faollashtiradi. Masalani faqat yechish emas, yechimni izohlash, "Nega aynan shunday formula qo'llandi?", "Modelning qaysi chegaraviy shartlari mavjud?" kabi savollarga javob berish talabaning ilmiy nutqini shakllantiradi [4].

Fizika masalalarida: formulani tanlash, fizik modelni so'z bilan izohlash, grafik chizishni sharhlash, natijani baholash jarayonlari talabaning bilimni og'zaki va yozma nutqda qayta tuzishiga olib keladi. Bu esa kommunikatsiyani rivojlantiruvchi kuchli mexanizm hisoblanadi.



STEAM va 4K kompetensiyalari bilan bog'liqligi. STEAM yondashuvi talabalardan real muammolarni jamoaviy tahlil qilishni, muhandislik fikrlashini va ilmiy muloqotni talab qiladi.

Fizika masalalari ushbu talablarga mos ravishda: ilmiy dalillash, texnik terminlar bilan aniq muloqot, koordinatsiyalangan guruh faoliyatini shakllantiradi. Bu esa 4K kompetensiyalarning muhim elementi bo'lgan kommunikatsiyani mazmunan mustahkamlaydi.

Fizika ta'limida muloqot modellarini qo'llash zarurati. Zamonaviy tadqiqotlar (CLIL, dialogik ta'lim, problem-based learning) shuni ko'rsatadiki, talaba bilimni passiv emas, balki dialog orqali aktiv o'zlashtiradi.

Fizika masalalari asosida: "muammo - taxmin - dalil - xulosa" ko'rinishidagi ilmiy muloqot modeli samarali qo'llanadi. Talabalarning og'zaki bayon qilish va yozma izoh berish faoliyati kommunikativ kompetensiyaning asosiy ko'rsatkichlari hisoblanadi [5].

Kasbiy kommunikatsiyani shakllantirish bilan bog'liqligi. Fizika - texnika, muhandislik, IT, energetika, elektronika kabi sohalarning tayanch fani.

Shu sababli: natijani tushuntirish, formulani qo'llash mezonlarini asoslash, jamoada yechimni himoya qilish kelajak mutaxassisning kasbiy muloqot madaniyatini shakllantiradi.

Bu esa mehnat bozorida talab qilinadigan kasbiy kommunikativ kompetensiyaning shakllanishiga xizmat qiladi.

Pedagogik eksperiment uchun metodik asos. Ilmiy asoslar shuni ko'rsatadiki, fizika masalalaridan foydalanib kommunikatsiyani rivojlantirish uchun: jamoaviy masalalar, muhokamaga yo'naltirilgan ochiq masalalar, yechimni izohlashga majbur qiladigan savollar, "o'qituvchi - talaba - talaba" o'zaro muloqot modeli samarali hisoblanadi. Bu metodlar eksperimental isbotlash uchun qulay ilmiy platforma yaratadi.



Xulosa qilib aytish mumkinki, Oliy ta'limda fizika ta'limini kompetensiyaviy yondashuv asosida tashkil etish talabalarning nafaqat fundamental bilimlarni egallashini, balki zamonaviy kasbiy faoliyat uchun zarur bo'lgan 4K kompetensiyalari - tanqidiy fikrlash, ijodkorlik, hamkorlik va kommunikatsiyani kompleks rivojlantirishni taqozo qiladi. O'tkazilgan nazariy tahlillar shuni ko'rsatadiki, fizika masalalari mazkur kompetensiyalarni shakllantirish uchun eng qulay didaktik materiallardan biridir. Chunki masala yechish jarayoni o'z tabiatiga ko'ra mantiqiy tahlil, dalillash, modellashtirish, ijodiy yondashish, fikr almashish va ilmiy nutqni qo'llashni talab qiladi.

Tanqidiy fikrlash fizika masalalarida gipoteza qo'yish, berilgan ma'lumotlar ishonchligini baholash, yechimni turli usullar bilan taqqoslash, fizik modelning chegaraviy shartlarini aniqlash orqali rivojlanadi. Ijodkorlik esa nostandart masalalar, ochiq tipdagi topshiriqlar, turli fizik modellarni integratsiya qilish hamda bir masalaga bir nechta yechim variantlarini topish jarayonida shakllanadi.

Hamkorlik kompetensiyasi guruhli masalalar, jamoaviy muhokama, "fikrlar almashinuvi" texnologiyalari, rolli taqsimlangan yechim jarayonlari orqali kuchayadi. Talabalar bir-birining fikrini tinglash, o'z pozitsiyasini himoya qilish, dalillarni birgalikda yig'ish orqali muloqot madaniyatini shakllantiradi. Kommunikativ kompetensiya esa masala yechimini og'zaki asoslash, yozma sharhlash, grafik va jadval natijalarini talqin qilish, ilmiy terminlardan to'g'ri foydalanish orqali mustahkamlanadi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, fizika masalalariga kompetensiyaviy yondashuv o'quv jarayonini reproduktiv bilim berishdan - ijodiy va tahliliy faoliyatga o'tkazadi. Talaba masalani nafaqat yechadi, balki *"nega aynan shunday yechim tanlandi?"*, *"qaysi fizik qonun yoki model qo'llanishi mantiqan asosli?"*, *"yechimni boshqacha qilish mumkinmi?"* kabi savollarga javob topishga intiladi.

Natijada, fizika masalalaridan foydalanishga asoslangan metodika



yuqoridagi 4 kompetensiyaning har birini tabiiy ravishda shakllantirishga xizmat qiluvchi integrativ pedagogik tizimni hosil qiladi. Bu esa oliy ta'limda fizika fanining nafaqat akademik, balki shaxsiy va kasbiy rivojlanishga ta'sir etuvchi kuchli platforma ekanini ko'rsatadi. Shu bilan birga, mazkur metodika kelajak muhandislari, pedagoglari va texnik mutaxassislarining muammo hal qilish, ijodiy fikrlash, jamoada ishlash va ilmiy muloqot kabi ko'nikmalarini shakllantirib, mehnat bozorining real talablariga mos tayyorlaydi.

Shu asosda, fizik masalalar orqali 4K kompetensiyalarni rivojlantirish metodikasi zamonaviy ta'limning konseptual yo'nalishlari bilan to'liq uyg'un bo'lib, oliy ta'lim uchun ilmiy asoslangan, samarali va amaliy ahamiyatga ega pedagogik yechim hisoblanadi.

Adabiyotlar:

1. O. Mavlonov, B. Zokirov Fizika o'qitish metodikasi. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2022. – 280 b.
2. Halpern D. F. Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking. – New York: Routledge, 2020. – 480 p.
3. Raximova M. STEM yondashuv asosida 4K kompetensiyalarini rivojlantirish. // *Pedagogik tadqiqotlar jurnali*. – 2022. – №2. – B. 45–52.
4. Bekchanov R. Fizika ta'limida tanqidiy fikrlashni rivojlantirish metodlari. // *Uzbek Journal of Education*. – 2021. – №4. – B. 60–67.
5. OECD. Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass. – Paris: OECD Publishing, 2021. – 55 p.
6. UNESCO. Competency-based education and 21st century skills. – Elektron resurs. URL: <https://unesco.org> (murojaat sanasi: 2024-y.).



ANIQ INTEGRALNING TATBIQLARINI O'RGATISHDA CHIZIQLI FUNKSIYAGA DOIR MASALALAR KETMA- KETLIGIDAN FOYDALANISH

*Sh.Sh. Abdiyeva, ChDPU tayanch doktoranti va
"Cyber Univercity" o'qituvchisi*

Aniq integralning shakllarning yuzlarini topishga tatbiqlari umumiy o'rta maktablari matematika darslarida o'rgatiladi. Ushbu maqolada chiziqli funksiya yordamida yuzalarni topishga doir grafikka oid masalalar ketma-ketligi qaralgan. Dastlab xususiy holatlarda shaklning tasvirini tasavvur qilish uchun uning yuzini topishga doir sodda masalalar ko'rilgan. Ammo daftar kataklari chegaralangan va masala kasr sonlar yoki daftar katagida tasvirlab bo'lmaydigan darajada katta qiymatli sonlarda qaralganda, masalani yechish murakkablashadi. Shu sababli masalani umumiy holat uchun yechish taklif etilgan va formulalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: uchburchak, trapetsiya, chiziqli funksiya, funksiya grafigi.

The applications of the definite integral to finding the areas of shapes are taught in secondary school mathematics lessons. This article explores a series of graphical problems for finding areas using a linear function. Initially, simple problems related to finding the area of a shape were considered to visualize an image of the shape in particular cases. However, when the cells of the notebook are bounded and the problem is considered with fractional numbers or with values such that they cannot be represented in the cell of the notebook, the solution of the problem becomes more complicated.

Keywords: triangle, trapezoid, linear function, graph of a function.

Применения определённого интеграла к нахождению площадей фигур изучаются на уроках математики в общеобразовательных



средних школах. В данной статье рассматривается последовательность графических задач на нахождение площадей с помощью линейной функции. Первоначально рассматривались простые задачи на нахождение площади фигуры для визуализации ее изображения в частных случаях. Однако решение задачи усложняется, когда клетки тетради ограничены, и задача рассматривается в виде дробных чисел или чисел с большими значениями, которые невозможно изобразить в клетке тетради. Поэтому предложено решение задачи для общего случая и разработаны формулы.

Ключевые слова: треугольник, трапеция, линейная функция, график функции.

Ma'lumki, 11-sinf algebra va analiz asoslari [1] kursida aniq integral va uning shaklning yuzini topishga tatbiqlari o'rgatiladi. Biroq bu tatbiqlar chiziqli funksiyalar bilan emas, boshqa funksiyalar xususan kvadrat, trigonometrik va boshqa funksiyalar bilan qaraladi. Ammo quyida qarayotgan masalalar ketma-ketligida $y = kx$ ($k \neq 0$) chiziqli funksiya grafigi yordamida hosil qilingan shakllarning yuzini topishda geometrik usuldan va aniq integraldan foydalanib, umumiy formulalar keltirib chiqarishga qaratilgan masalalar ketma-ketligini berishga qaratilgan.

Bu masalalarda shaklning tasvirini hosil qilish orqali o'quvchilarning vizual tafakkurini va shaklning yuzini turli usullar yordamida topish orqali abstrakt va mantiqiy tafakkurini rivojlantirishga qaratilgan.

$y = kx$ funksiya. Quyida $y = kx$ ($k \neq 0$) funksiya, $x = x_1$, $x = x_2$ ($x_1 < x_2$), $y = 0$ to'g'ri chiziqlar bilan chegaralangan shakl yuzini hisoblashga doir masalalar ketma-ketligi qaraladi. Bunda masala, dastlab, k , x_1 , x_2 parametrlarning aniq qiymatlari uchun ko'rib chiqiladi. Bu masalalarni o'rgatishdan maqsad o'quvchilarda berilgan parametrlarga ko'ra shaklni aniq tasavvur qilish, uning yuzini ham

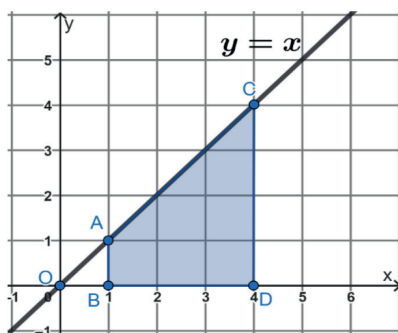


geometrik usulda ham aniq integral yordamida hisoblash ko'nikmalarini shakllantirishdan iborat.

1-masala. $x = 1$, $x = 4$ to'g'ri chiziqlar, Ox o'qi va $y = x$ funksiya grafigi bilan chegaralangan shaklning yuzini toping.

Yechish: Masalani yechish uchun dastlab, masala shartida berilgan funksiya grafiklarini chizish kerak. Ushbu masalada o'quvchi shaklning yuzini ko'rish ya'ni grafik orqali o'rganadi (vizual tafakkur) va yuzini hisoblaydi (mantiqiy tafakkur).

Masala sodda funksiya qaralganligi uchun odatda o'quvchilar shaklning o'lchamlarini kataklar sonini sanash orqali ham topishadi.

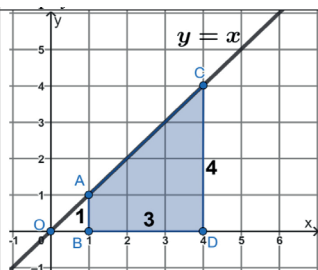


1-rasm

1-jadval

O'qituvchi faoliyati	O'quvchi faoliyati
So'ralgan shaklning yuzi o'qituvchi tomonidan ko'rsatib beriladi (1-rasm). Shaklning yuzi qanday topiladi?	1-o'quvchi: Shaklni ikkiga bo'lamiz. Natijada yuqorida to'g'ri burchakli uchburchak va pastki qismida to'g'ri to'rtburchak hosil bo'ladi. Bu shakllarning yuzini topib, natijalar qo'shiladi. $S = S_{\Delta} + S_{\square} = \frac{3 \cdot 3}{2} + 3 \cdot 1 = 4,5 + 3 = 7,5$ 2-o'quvchi: COD to'g'ri burchakli uchburchak yuzidan AOB to'g'ri burchakli uchburchak yuzini ayirib, shaklning yuzini topamiz. $S = S_{\Delta COD} - S_{\Delta AOB} = \frac{4 \cdot 4}{2} - \frac{1 \cdot 1}{2} = 8 - 0,5 = 7,5$
Bo'yalgan shakl qanday shaklga o'xshaydi?	1-o'quvchi: To'rtburchak 2-o'quvchi: Uchburchak va to'rtburchak 3-o'quvchi: Parallelogramm
Agar shaklni soat strelkasi bo'yicha 90° ga bursak, qanday shaklga o'xshaydi?	1-o'quvchi: Trapetsiya 2-o'quvchi: To'g'ri burchakli trapetsiya
Trapetsiyaning yuzi qanday topiladi?	Asoslari yig'indisining yarmi va balandligi ko'paytiriladi.

Bo'yalgan soha trapetsiya ekan, uning yuzini toping?



2-rasm

$$S_{tr} = \frac{1+4}{2} \cdot 4 = 2,5 \cdot 4 = 10$$

O'qituvchi masalani aniq integralni tatbiq qilib berish orqali yechib beradi.
Aniq integral yordamida shaklning yuzi quyidagicha topiladi:

$$S = \int_0^4 x dx = \frac{x^2}{2} \Big|_0^4 = \frac{4^2}{2} - \frac{0^2}{2} = 8 - 0 = 8$$

1-rasmda tasvirlangan shaklning yuzni topishga doir 100 nafar o'quvchilar bilan o'tkazilgan so'rovnoma natijalari (foizlarda) quyidagi 2-jadvalda tasvirlangan.

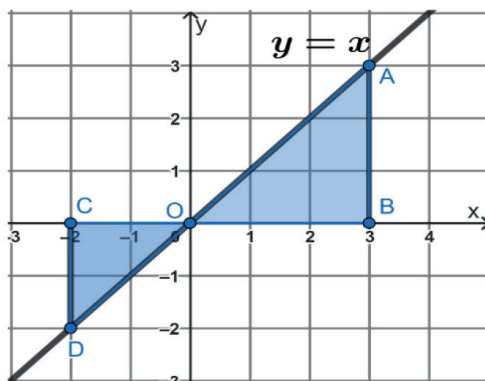
2-jadval

Savollar	Foizlarda (%)
1. Shaklning yuzini uchburchak va to'rtburchaklar orqali hisoblash.	94%
2. Shaklning yuzini COD to'g'ri burchakli uchburchak yuzidan AOB to'g'ri burchakli uchburchak yuzini ayirish orqali orqali hisoblash	5%
3. Trapetsiya orqali hisoblash	1 %

2-masala. $x = -2$, $x = 3$ to'g'ri chizilar, Ox o'qi va $y = x$ funksiya grafigi bilan chegaralangan shaklning yuzini toping.

$y = x$ funksiya grafigi $[-2;0]$ kesmada manfiy qiymatlar qabul qiladi. Shuning uchun funksiya aniq integralining $[-2;0]$ kesmadagi qiymati manfiy bo'ladi. 3-rasm





3-rasm

3-jadval

O'qituvchi faoliyati	O'quvchi faoliyati
3-rasmda qanday shakl tasvirlangan?	Ikki to'g'ri burchakli uchburchak
3-rasmdagi shaklning yuzi qanday topiladi?	AOB va COD uchburchak yuzlari topiladi va ular qo'shiladi (3-rasm). $S = S_{\triangle AOB} + S_{\triangle COD} = \frac{3 \cdot 3}{2} + \frac{2 \cdot 2}{2} = 4,5 + 2 = 6,5$

Bu masalani yechishda aniq integraldan foydalanish uchun o'quvchilar quyidagi xossasini bilishlari kerak:

1) Agar $f(x) \geq 0$, $x \in [a; b]$ bo'lsa, u holda $\int_a^b f(x) dx \geq 0$ bo'ladi.

2) Agar $f(x) \leq 0$, $x \in [a; b]$ bo'lsa, u holda $\int_a^b f(x) dx \leq 0$ bo'ladi.

$y = x$ funksiya grafigi $[-2; 0]$ kesmada manfiy qiymatlar qabul qilganligi sababli integral oldiga manfiy ishora qo'yiladi.

$$+\left(\frac{3^2}{2}-\frac{0^2}{2}\right)=2+\frac{9}{2}=2+4,5=6,5 \text{ (kv.birlik)}$$

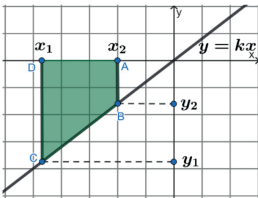
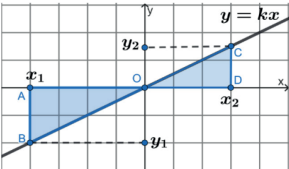
3-masala. $y = kx$ ($k > 0$) to'g'ri chiziq, Ox o'qi va $x = x_1$, $x = x_2$ ($x_1 < x_2$) to'g'ri chiziqlar bilan chegaralangan shaklning yuzini toping.

4-jadval

4-jadval

O'qituvchi faoliyati Masala shartidagi tasvirlardan biri quyidagicha bo'ladi: 1-holat.  4-rasm Bunda x_1 va x_2 ning ishorasi qanday bo'ladi? $y = kx$ ($k > 0$) funksiyaning x_1 va x_2 nuqtalardagi qiymatlarining ishorasi qanday bo'ladi?	O'quvchi faoliyati 1-o'quvchi: har ikkalasi ham musbat, ya'ni $x_1 > 0$ va $x_2 > 0$. 1-o'quvchi: har ikkalasi ham musbat, ya'ni $y(x_1) > 0$ va $y(x_2) > 0$.
---	--



x_1 va x_2 yana qanday ishorali bo'lishi mumkin va bunda tasviri qanday bo'ladi?	1-o'quvchi: x_1 va x_2 manfiy ishorali, ya'ni $x_1 < 0$ va $x_2 < 0$ bo'lishi mumkin. 2-o'quvchi: $x_1 < x_2$ ekanligini hisobga olsak, x_1 va x_2 turli ishorali, ya'ni $x_1 < 0$ va $x_2 > 0$ bo'lishi mumkin.
U holda x_1 va x_2 manfiy ishorali, ya'ni $x_1 < 0$ va $x_2 < 0$ bo'lganda masala shartidagi tasvir qanday bo'ladi?	2-holat.  5-rasm
Bu holatda $y = kx$ ($k > 0$) funksiyaning x_1 va x_2 nuqtalardagi qiymatlarining ishorasi qanday bo'ladi?	1-o'quvchi: har ikkalasi ham nafiyy bo'ladi ya'ni $y(x_1) < 0$ va $y(x_2) < 0$.
x_1 va x_2 turli ishorali, ya'ni $x_1 < 0$ va $x_2 > 0$ bo'lganda masala shartidagi tasvir qanday bo'ladi?	3-holat.  6-rasm
3-holatda $y = kx$ ($k > 0$) funksiyaning x_1 va x_2 nuqtalardagi qiymatlarining ishorasi qanday bo'ladi?	1-o'quvchi: turli ishorali bo'ladi ya'ni $y(x_1) < 0$ va $y(x_2) > 0$.

Sinfidagi o'quchilar ikki A va B guruhlariga bo'linadi. A guruhga yuqorida hosil qilingan shakllarning yuzini geometrik usullardan foydalanib topish, B guruhga esa aniq integral yordamida topish vazifasi beriladi. Har ikkala guruh tomonidan topilgan natijalar o'qituvchi tomonidan umumlashtiriladi.

O'qituvchi geometriklarga y_1 va y_2 qiymatlarni mos ravishda $y_1 = kx_1$ va $y_2 = kx_2$ qiymatlar bilan almashtirib yozishi kerakligini eslatadi.

1-2-holatlar.

A guruh	B guruh
1. OCD uchburchak yuzidan AOB uchburchak yuzini ayirish orqali: $S = S_{\Delta OCD} - S_{\Delta AOB} = \frac{x_2 \cdot y_2}{2} - \frac{x_1 \cdot y_1}{2} =$ $= \frac{x_2 \cdot (kx_2)}{2} - \frac{x_1 \cdot (kx_1)}{2} = \frac{k(x_2^2 - x_1^2)}{2} =$ $= \frac{k(x_2 + x_1)(x_2 - x_1)}{2} = (x_2 - x_1) \cdot \frac{kx_2 + kx_1}{2}$ $= (x_2 - x_1) \frac{y_2 + y_1}{2}$ 2. Trapetsiya orqali: $S_{tr} = (x_2 - x_1) \frac{y_2 + y_1}{2}$	$S = \int_{x_1}^{x_2} kx dx = k \cdot \int_{x_1}^{x_2} x dx = k \cdot \frac{x^2}{2} \Big _{x_1}^{x_2} = k \cdot \left(\frac{x_2^2}{2} - \frac{x_1^2}{2} \right) =$ $k \cdot \frac{x_2^2 - x_1^2}{2} = k \frac{(x_2 - x_1)(x_2 + x_1)}{2} =$ $= (x_2 - x_1) \cdot \frac{kx_2 + kx_1}{2} = (x_2 - x_1) \cdot \frac{y_2 + y_1}{2}$

Hosil qilingan $S = (x_2 - x_1) \frac{y_2 + y_1}{2}$ formula 2-holat uchun ya'ni

y_1 va y_1 manfiy bo'lganda ham o'rinli bo'lishi uchun, uning modulini olamiz:

$$S = \left| (x_2 - x_1) \frac{y_2 + y_1}{2} \right| \quad (1)$$

Hosil bo'lgan (1) formulada $x_2 - x_1$ trapetsiyaning balandligini, $\frac{y_2 + y_1}{2}$ esa trapetsiya asoslari yig'indisining yarmini ifodalaydi.

Yuqoridagi o'quvchilar tomonidan bajarilgan $k \cdot \frac{x_2^2 - x_1^2}{2}$ ifoda ustida

o'qituvchi tomonidan quyidagicha almashtirishlar bajariladi va quyidagi natijaga olib kelinadi:



$$S = k \cdot \frac{x_2^2 - x_1^2}{2} = k \cdot \frac{x_2^2 - x_1^2}{2} \cdot \frac{k}{k} = \frac{k^2(x_2^2 - x_1^2)}{2k} = \frac{(kx_2)^2 - (kx_1)^2}{2k} = \frac{y_2^2 - y_1^2}{2k}$$

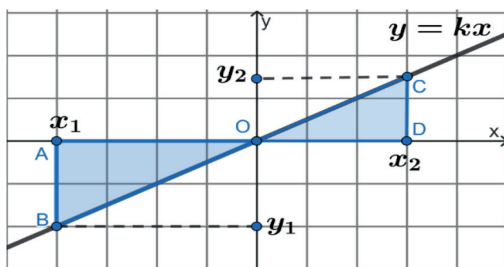
Topilgan natija k ning manfiy qiymatida yoki $y_1 > y_2$ bo'lganda ham o'rinli bo'lishi uchun uning moduli olinadi:

$$S = \left| \frac{y_2^2 - y_1^2}{2k} \right| \quad (2)$$

Demak, 3-masaladagi 1- va 2-holatlarni (2) formula yordamida ham hisoblash mumkin ekan.

3-holat. Bu holatda AOB va COD to'g'ri burchakli uchburchaklar hosil qilingan (7-rasm).

Hosil qilingan $S = \frac{k(x_1^2 + x_2^2)}{2}$ ifoda ustida quyidagi almashtirishni



7-rasm

6-jadval

A guruh	B guruh
$S = S_{\triangle AOB} + S_{\triangle COD} = \frac{x_1 \cdot y_1}{2} + \frac{x_2 \cdot y_2}{2} =$ $= \frac{x_1 \cdot kx_1}{2} + \frac{x_2 \cdot kx_2}{2} = \frac{k(x_1^2 + x_2^2)}{2}$	$S = -\int_{x_1}^0 kx dx + \int_0^{x_2} kx dx = -k \int_{x_1}^0 x dx + k \int_0^{x_2} x dx =$ $= -k \cdot \frac{x^2}{2} \Big _{x_1}^0 + k \cdot \frac{x^2}{2} \Big _0^{x_2} = -k \cdot \left(\frac{0^2}{2} - \frac{x_1^2}{2} \right) +$ $+ k \cdot \left(\frac{x_2^2}{2} - \frac{0^2}{2} \right) = \frac{kx_1^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2} = \frac{k(x_1^2 + x_2^2)}{2}$

o'quvchilar o'zlari bajarib, quyidagi natijaga kelishadi:

$$S = \frac{k(x_1^2 + x_2^2)}{2} = \frac{k(x_1^2 + x_2^2)}{2} \cdot \frac{k}{k} = \frac{(kx_1)^2 + (kx_2)^2}{2k} = \frac{y_1^2 + y_2^2}{2k}$$

Topilgan natijani k ning manfiy qiymatida ham o'rinli bo'lishi uchun uning moduli olinadi:

$$S = \left| \frac{y_2^2 + y_1^2}{2k} \right| \quad (3)$$

3-masaladagi 3-holatni (3) formula yordamida hisoblash mumkin ekan.

Hosil bo'lgan (1), (2) va (3) formulalar $y = kx + l$ funksiya uchun ham o'rinlimi? Bu masalani yechish ixtisoslashgan maktablarning matematikaga ixtisoslashgan sinf o'quvchilariga, umumta'lim maktablarining iqtidorli o'quvchilariga tavsiya etiladi.

Xulosa. 3-masaladagi natijalar umumlashtirilib, quyidagi natijalarga kelinadi.

1- va 2-holatlar. $y = kx$ ($k \neq 0$) to'g'ri chiziq, Ox o'qi va $x = x_1$, $x = x_2$ ($x_2 > x_1 > 0$, $x_1 < x_2 < 0$) to'g'ri chiziqlar bilan chegaralan-

gan shaklning yuzi quyidagi formulalar bilan hisoblanadi (4-5-rasmlar):

$$1) \quad S = \left| (x_2 - x_1) \frac{y_2 + y_1}{2} \right|;$$

$$2) \quad S = \left| \frac{y_2^2 - y_1^2}{2k} \right|.$$

Agar $x_1 = -\frac{l}{k}$ yoki $x_2 = -\frac{l}{k}$ shart bajarilsa, qidirilayotgan shakl

faqat bitta uchburchakdan iborat bo'lib qoladi va bu uchburchakning yuzi $S = \left| \frac{y_2^2}{2k} \right|$ yoki $S = \left| \frac{y_1^2}{2k} \right|$ formula yordamida hisoblanadi.



3-holat. $y = kx$ ($k \neq 0$) to'g'ri chiziq, Ox o'qi va $x = x_1$, $x = x_2$ ($x_1 < 0$, $x_2 > 0$) to'g'ri chiziqlar bilan chegaralangan shaklning yuzi quyidagi formula bilan hisoblanadi (7-rasm):
$$S = \left| \frac{y_1^2 + y_2^2}{2k} \right|.$$

Matematika darslarida asosan mantiqiy tafakkurni rivojlantirishga qaratiladi. Bu mantiqiy fikrlashga tasvirlar orqali kelish o'quvchida mavzuning mohiyatini anglash bilan birga ijodiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantiradi, o'quvchilarni kichik tadqiqotlar qilishga o'rgatadi. Vizual tafakkurni rivojlantirishdan maqsad ham aslida tasvirlar orqali fikrlashga qaratilgan.

Vizual tafakkur ko'rgazmali-harakat va ko'rgazmali-obrazli tafakkur turlariga tayangan holda amalga oshiriladi, ya'ni o'quvchi funksiya grafigini chizishni o'rgangan (ko'rgazmali-harakatli tafakkur) bo'lsa, u yuqorida berilgan masala shartidagi funksiya, x_1 va x_2 larni turli qiymatlari uchun shaklni tasavvur qiladi (ko'rgazmali-obrazli tafakkurdan abstrakt tafakkurga o'tish) va shaklning eskizini chizadi. Funksiyaning turli nuqtalardagi qiymatlarini topish (mantiqiy tafakkur) orqali hosil bo'lgan shaklni turli belgi va xususiyatlarini ajratib (vizual tafakkur), yuzi hisoblanadi (mantiqiy tafakkur).

Bunday masalalar ketma-ketligidan aniq integralning tatbiqlariga kirishda foydalanish tavsiya etiladi.

Adabiyotlar:

1. M.A. Mirzaahmedov, Sh.N. Ismailov, A.Q. Amanov, B.Q. Xaydarov Matematika. Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 11-sinflari va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi muassasalari uchun darslik. 1-2-qismlar. Toshkent.: "Zamin nashr" MChJ, 2018.-192 b.

2. Далингер В.А. Теоретические основы когнитивно-визуального подхода к обучению математике: монография. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2006. – 143 с.



TEKISLIKDA LAPLAS TENGLAMASI UCHUN KOSHI MASALASINING KARLEMAN FUNKSIYASI

*T. Ishankulov, SamDU professori
S.S. Umarov, SamDPI tayanch doktoranti*

Maqolada tekislikdagi Laplas tenglamasi uchun Koshi masalasi qaralgan.

Kalit soʻzlar: *Koshi masalasi, nokorrekt masalalar, Karleman funksiyasi, regularizatsiya, davom ettirish formulalari.*

В статье изучается задача Коши для уравнения Лапласа в на плоскости.

Ключевые слова: *Задача Коши, некорректные задачи, функция Карлемана, регуляризация, формулы продолжения.*

The article studies the Cauchy problem for the Laplace equation in the plane.

Keywords: *Cauchy problem, ill-posed problems, Carleman function, regularization, continuation formulas.*

Nokorrekt masalalarni yechimlar sinfini kompaktga qadar toraytirilsa, bu masala turgʻun boʻlishiga doir birinchi natijalar A.N. Tixonov ishlarida keltirilgan. Laplas tenglamasi uchun Koshi masalasining Karleman funksiyasi tushunchasi M.M. Lavrentʻyev tomonidan kiritilgan.[2] Tekislikdagi yoʻlak koʻrinishidagi cheksiz sohada Laplas tenglamasi uchun Koshi masalasining regularizatsiyasi V.K. Ivanov tomonidan oʻrganilgan.[3] Koʻp oʻlchamli fazoda soha chegarasining bir qismi konus boʻlganda Laplas va Gelmgols tenglamalari uchun Koshi masalasining yechimi Sh.Yarmuxamedov tomonidan Karleman funksiyasini qurish asosida olingan.[4]

1. Masalaning qoʻyilishi. R^2 tekislikda yarim birlik aylana yoyi hamda S silliq chiziq bilan chegaralangan D sohani qaraymiz. Bunda



koordinata boshi sohadan tashqarida joylashgan deb olamiz.

$x = (x_1, x_2) \in D$ va $y = (y_1, y_2) \in \bar{D}$ bo'lsin. Qaralayotgan D sohada

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial x_2^2} = 0 \quad (1)$$

Laplas tenglamasi yechimi

$U(x) = U(x_1, x_2) \in C^2(D) \cap C^1(\bar{D})$ garmonik funksiyaning

Koshi berilganlari S da berilgan:

$$U(x)|_S = f_0(x), \quad \left. \frac{\partial U(x)}{\partial n} \right|_S = f_1(x), \quad (2)$$

bu yerda $f_0(x)$ va $f_1(x)$ - berilgan funksiyalar. (2) shartlarga ko'ra $U(x)$ funksiyaning D sohada topish masalasi qaraladi.

2. Karleman funksiyasi qurish sxemasi. (1) – (2) masala yechimini topishda Karleman funksiyasi metodidan foydalanamiz. [2] ga ko'ra Laplas tenglamasining Karleman funksiyasi ta'rifini keltiramiz:

Ta'rif. S to'plamning D sohaga nisbatan Karleman funksiyasi deb ikkita x va y nuqtalarga hamda σ musbat sonli parametrga bog'liq bo'lgan, quyidagi ikki shartlarni qanoatlantiruvchi $G(x, y, \sigma)$ funksiyaga aytiladi:

$$1) G(x, y, \sigma) = \ln \frac{1}{|x-y|} + g(x, y, \sigma), \quad (3)$$

bu yerda $g(x, y, \sigma)$ funksiya y o'zgaruvchi bo'yicha D sohada garmonik funksiya;

$$2) \int_{\partial D/S} \left(|G(x, y, \sigma)| + \left| \frac{\partial G(x, y, \sigma)}{\partial n} \right| \right) ds \leq \alpha(\sigma); \quad (4)$$

bunda $\alpha(\sigma)$ funksiya $\sigma \rightarrow \infty$ da nolga intiladi.

Bu ta'rifda $g(x, y, \sigma)$ funksiya Karleman funksiyasining regulyar qismi deyiladi.

Yuqorida berilgan ta'rifdagi Karleman funksiyasining regulyar qismini

$$g(x, y, N) = -\ln \frac{1}{\rho_1} - \sum_{n=1}^N \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right) \cos n\theta, \quad (5)$$

ko'rinishda olamiz, bu yerda Karleman funksiyasining parametri σ sifatida N natural son olindi va $\theta = \varphi - \psi$; $|x| = \rho$; $|y| = \rho_1$; $\varphi = \arctg \frac{x_2}{x_1}$; $\psi = \arctg \frac{y_2}{y_1}$.

Teorema. $G(x, y, N) = \ln \frac{1}{r} + g(x, y, N)$ funksiya qaralayotgan D sohada S yoyi uchun Laplas tenglamasining Karleman funksiyasi bo'ladi.

Teoremani isbotlashdan oldin quyidagi lemmani isbotlaymiz.

Lemma. (5) tenglik bilan aniqlangan $g(x, y, N)$ funksiya D sohada y o'zgaruvchi bo'yicha garmonik funksiya bo'ladi.

Isbot. $g(x, y, N)$ funksiyaning y o'zgaruvchi bo'yicha Laplas tenglamasini qanoatlantirishini ko'rsatamiz ya'ni:

$$\Delta_y g(x, y, N) = -\Delta_y \ln \frac{1}{\rho_1} - \sum_{n=1}^N \frac{1}{n} \rho^n \Delta_y \left(\frac{\cos n\theta}{\rho_1^n} \right).$$

$\ln \frac{1}{\rho_1}$ – Laplas tenglamasining fundamental yechimligidan

$$\Delta_y \ln \frac{1}{\rho_1} = 0$$

Qatordagi laplasian ichidagi funksiyaning $g^* = \frac{\cos n\theta}{\rho_1^n}$ belgilaymiz.



Δg^* hisoblash uchun Laplas tenglamasini qutb koordinatalar ko'rinishidan

$$\Delta g^*(\rho_1, \theta) = \rho_1^2 g_{\rho_1 \rho_1}^* + \rho_1 g_{\rho_1}^* + g_{\theta \theta}^*$$

foydalanib, tegishli hosilalarni hisoblaymiz:

$$g_{\rho_1}^* = n \rho_1^{-n-1} \cos n\theta; \quad g_{\rho_1 \rho_1}^* = n(n+1) \rho_1^{-n-2} \cos n\theta;$$

$$g_{\theta}^* = -n \rho_1^{-n} \sin n\theta; \quad g_{\theta \theta}^* = -n^2 \rho_1^{-n} \cos n\theta.$$

$$\Delta g^*(\rho_1, \theta) = (n^2 + n) \rho_1^{-n} \cos n\theta - n \rho_1^{-n} \cos n\theta - n^2 \rho_1^{-n} \cos n\theta = 0.$$

$$\Delta_y g(x, y, N) = 0.$$

(5) funksiyaning y o'zgaruvchi bo'yicha garmonikligi isbotlandi.

Isbotlangan lemmadan $G(x, y, N)$ funksiya Laplas tenglamasining Karleman funksiyasining 1) shartini qanoatlantirishi kelib chiqadi. Endi $G(x, y, N)$ funksiya ta'rifini 2) shartini qanoatlantirishini ko'rsatish uchun

$$\int_{\partial D/S} \left(|G(x, y, N)| + \left| \frac{\partial G(x, y, N)}{\partial n} \right| \right) ds_y, \quad x \in D$$

integralni baholaymiz.

Bu yerda

$$G(x, y, N) = \ln \frac{1}{r} - \ln \frac{1}{\rho_1} - \sum_{n=1}^N \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right) \cos n\theta, \quad r = |x - y|$$

$G(x, y, N)$ funksiyaning qator ko'rinishidagi ifodasini topish uchun $|x - y|$ ifodada $x = \rho e^{i\varphi}$, $y = \rho_1 e^{i\psi}$, $\theta = \varphi - \psi$ va

$\lambda = \frac{\rho}{\rho_1}$ almashtirishlar olib

$$r = \rho_1 \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \theta}$$

ko‘rinishda yozib olamiz. Ushbu

$$\ln \frac{1}{r} = \ln \frac{1}{\rho_1} - \ln \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \theta} \quad (6)$$

tenglikdagi $\ln \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \theta}$ ifodani kompleks o‘zgaruvchili $\ln(1 - z)$ funksiya $z = \lambda e^{i\theta}$ almashtirishdan so‘ng haqiqiy qismidan quyidagi

$$\ln \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \theta} = - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda^n}{n} \cos n\theta \quad (7)$$

tenglikni hosil qilamiz. (6) va (7) dan

$$\ln \frac{1}{r} = \ln \frac{1}{\rho_1} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right)^n \cos n\theta \quad (8)$$

tenglikni olamiz. (8) tenglikdan

$$\sum_{n=N+1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right)^n \cos n\theta = \ln \frac{1}{r} - \ln \frac{1}{\rho_1} - \sum_{n=1}^N \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right)^n \cos n\theta \quad (9)$$

ga kelamiz.

Karleman $G(x, y, N)$ funksiyasining regulyar qismi sifatida

$$g(x, y, N) = - \ln \frac{1}{\rho_1} - \sum_{n=1}^N \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right)^n \cos n\theta$$

funksiyani olamiz. Demak $G(x, y, N)$ funksiyani

$$G(x, y, N) = \sum_{n=N+1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right)^n \cos n\theta$$

ko‘rinishda yozish mumkin.

Oxirgi tenglikning o'ng tomonidagi qatorni $x \in D$, $y \in \partial D/S$ uchun baholaymiz:

$$|G(x, y, N)|_{\partial D/S} = \left| \sum_{n=N+1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right)^n \cos n\theta \right|_{\rho_1=1} \leq \leq \sum_{n=N+1}^{\infty} \frac{\rho^n}{n} = \rho^{N+1} (1 + \rho + \rho^2 + \dots) = \frac{\rho^{N+1}}{1 - \rho}. \quad (10)$$

Xuddi shunga o'xshash G funksiyani $y \in \partial D/S$ nuqtadagi normal bo'yicha hosilasini baholaymiz:

$$\left| \frac{\partial G}{\partial n} \right|_{\partial D/S} = \left| \frac{\partial G}{\partial \rho_1} \right|_{\rho_1=1} = \left| \sum_{n=N+1}^{\infty} -\frac{\rho^n}{\rho_1^{n+1}} \cos n\theta \right|_{\rho_1=1} = = \sum_{n=N+1}^{\infty} |-\rho^n \cos n\theta| \leq \sum_{n=N+1}^{\infty} \rho^n = \frac{\rho^{N+1}}{1 - \rho}. \quad (11)$$

Shunday qilib,

$$\int_{\partial D/S} \left(|G(x, y, N)| + \left| \frac{\partial G(x, y, N)}{\partial n} \right| \right) ds_y \leq \frac{4\pi \rho^{N+1}}{1 - \rho}. \quad (12)$$

(12) tengsizlikning o'ng tomonidagi ifoda $0 < \rho < 1$ bo'lgani uchun $N \rightarrow \infty$ da $2\pi \cdot \frac{\rho^{N+1}}{1 - \rho}$ nolga intiladi.

Grin formulasiga ko'ra (1), (2) masala yechimi uchun

$$U(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{\partial D} \left[\ln \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial U(y)}{\partial n} - U(y) \cdot \frac{\partial \ln \frac{1}{r}}{\partial n} \right] dS \quad x \in D \quad (13)$$

integral tasvir o‘rinli.

$g(x, y, N)$ funksiya y o‘zgaruvchi bo‘yicha D sohada garmonikligidan $x \in D$ uchun Grin formulasiga ko‘ra

$$\int_{\partial D} \left[g(x, y, N) \cdot \frac{\partial U(y)}{\partial n_y} - U(y) \cdot \frac{\partial g(x, y, N)}{\partial n_y} \right] dS_y =$$

$$= \int_D [g(x, y, N) \Delta_y U(y) - U(y) \Delta_y g(x, y, N)] dy = 0 \quad (14)$$

tenglik o‘rinli. Masala shartidagi berilganlarni hisobga olib (13) va (14) tengliklardan

$$U(x) = \int_{\partial D/S} \left[G(x, y, N) \cdot \frac{\partial U(y)}{\partial n} - U(y) \cdot \frac{\partial G(x, y, N)}{\partial n} \right] dS_y +$$

$$+ \int_S \left[G(x, y, N) \cdot f_1(y) - f_0(y) \cdot \frac{\partial G(x, y, N)}{\partial n} \right] dS_y$$

tenglikni hosil qilamiz. Oxirgi tenglikda

$U(x) = U(x_1, x_2) \in C^2(D) \cap C^1(\bar{D})$ hamda (12) tengsizlikni hisobga olgan holda $N \rightarrow \infty$ limitga o‘tib

$$U(x) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi} \int_S \left[G(x, y, N) \cdot f_1(y) - f_1(y) \cdot \frac{\partial G(x, y, N)}{\partial n} \right] dS_y$$

tenglikni olamiz. Teorema isbotlandi.



Adabiyotlar:

1. Тихонов А.Н., “Об устойчивости обратных задач”, ДАН СССР, т. 39, № 5 (1943), 195—198

2. Лаврентьев М.М., “О некоторых некорректных задачах математической физики”, -Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния АН СССР, 1962. - 92 с..

3. Иванов В.К., “Задача Коши для уравнения Лапласа в бесконечной полосе”, Дифференц. уравнения, 1:1 (1965), 131–136

4. Ярмухамедов Ш., “О задаче Коши для уравнения Лапласа”, Докл. АН СССР, 235:2 (1977), 281–283.



ЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА ТИТАНА И ЦИРКОНИЯ

*А.К. Сабиров, доцент кафедры «Физика» НГПУ имени
Низами*

Ushbu maqolada seziy atomlari oqimida oksidlangan titan va sirkoniyning emission xossalari o'rganilgan. Ushbu tadqiqotning maqsadi metall-kislorod-seziy tizimining chiqish ishini kamaytirishdir.

Tayanch so'zlar: *emissiya, titan, sirkoniy, diffuziya, adsorbsiya, chiqish ishi, temperatura, yuza, oksidlanish, metal – kislorod – seziy, atmosfera, chiqish ishining minimal qiymati.*

В данной статье изучался эмиссионные свойства окисленных титана и циркония в потоке атомов цезия. Целью настоящей работы является уменьшение значение работы выхода системы металл – кислород – цезий.

Ключевые слова: *эмиссия, титан, цирконий, диффузия, адсорбция, работа выхода, температура, поверхность, окисление, концентрация, металл – кислород – цезий, атмосфера, минимальное значение работы выхода.*

This article studied the emission properties of oxidized titanium and zirconium in a stream of cesium atoms. The aim of this work is to reduce the value of the work function of the metal – oxygen – cesium system.

Keywords: *emission, titanium, zirconium, diffusion, adsorption, work function, temperature, surface, oxidation, concentration, metal – oxygen – cesium, atmosphere, minimum values work function.*

Долговечность и стабильность систем Me-O-Cs, используемых в термоэмиссионных преобразователях энергии, в основном зависят от содержания кислорода в металле и от термоустойчивости окислов металлов. Поэтому используемый металл должен иметь



высокую растворимость кислорода, а его окислы - высокую термоустойчивость. Таким требованиям отвечает титан и цирконий.

До настоящего времени изучались эмиссионные свойства титана и циркония в потоках или парах атомов цезия, окисленных при $T < 1000$ К, т.е. альфа-фазе. Известно что титан при $T = 1155$ К, а цирконий при $T = 135$ К претерпевают полиморфное превращение (переход альфа в бетта) т.е. изменяют гексагональную плотноупакованную решетку в объем центрированную кубическую решетку. При этом изменяются и адсорбционные эмиссионные свойства в потоке атомов цезия. В данной работе изучены эмиссионные свойства титана и циркония в потоке атомов цезия, окисленного в их бетта -фазе.

Образцы титана и циркония представляли собой таблетки диаметром соответственно 6 и 8 мм и толщиной ~1 мм. Они были вырезаны из штабников, полученных иодидным способом. Обработка поверхностей титана и циркония проводилась по стандартной технологии.

Экспериментальный прибор с плоскопараллельной геометрией аналогичен подробно описанному в работе [1]. Источником кислорода служила тонкая никелевая трубочка, заполненная окисью меди, источником цезия - ампула с жидким цезием, очищенным многократной перегонкой в вакууме 10^{-8} Торр. Измерения эмиссионных параметров проводились в вакууме $< 2 \cdot 10^{-8}$ Торр. Обезуглероживание и очистка кристаллов от примесей проводились в атмосфере кислорода.

Минимальные значения работы выхода титана в потоке атомов цезия определялись из кривых адсорбции и из S-образных кривых которые составляли 1,60-1,65 эВ при 660-680 К. После окисления его при $T = 1000$ К и давления кислорода $(5-7) \cdot 10^{-6}$ Торр, т.е. при его альфа – фазе. S-образные кривые смещаются в сторону низких, а по высоким температур, как это наблюдается у известных систем

Mo-O-Cs [2]. Минимальное значение работы выхода при этом достигается при $T=640-650\text{ K}$ и составляет 1,50 эВ (см. рис. I).

После прогрева окисленного титана в вакууме при 1300 К вид и положение S-образной кривой не изменяются и работа выхода стабилизируется на таком же режиме. Прогрев при $T=1600 - 1700\text{ K}$ в вакууме в течение 30-60 минут приводит к восстановлению начальных эмиссионных свойств титана.

Окисление титана в при 1300 К (при его бетта -фазе) и давление кислорода $(5-6) \cdot 10^{-6}$ Торр приводит к увеличению эмиссии на порядок по сравнению с чистым титаном. При этом максимум S-образной кривой смещается в сторону низких температур. Минимальное значение работы выхода при этом почти такое же, как после прогрева при 1300 К окисления титана при $T=1000\text{ K}$.

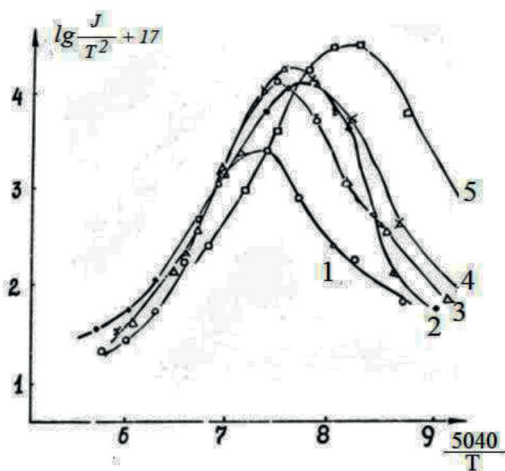


Рис. I. Низкотемпературная часть S -образных кривых для чистого (1), для окисленного в альфа при $T=1000\text{ K}$ (2) $T=1300\text{ K}$ (3), окисленного в бетта - фазе (4) и при $T=1450\text{ K}$ (5) титана.

Высокотемпературный прогрев окисленного титана в его бетта -фазе при 1450-1500 К в течение 30-40 мин приводит к увеличению эмиссии в потоке атомов цезия в 2-2,5 раза и к смещению S-образных кривых в сторону низких температур. Минимальное значение работы выхода при этом составляет 1,38 эВ при температурах кристалла 610-625 К. Таким образом, окисление титана при давлении кислорода (5-7) 10^{-6} Торр в его бетта-фазе уменьшает работу выхода примерно на $\sim 0,1$ эВ.

Необходимо отметить что длительный прогрев при 600-1700 К окисленного титана в его альфа- и бетта-фазах приводит к восстановлению начальных эмиссионных свойств. Это означает, что субоксид титана Ti_3O , который образуется при $T > 1200$ К, устойчив до 1500 К, а не до 2100 К.

Минимальные значения работы выхода в потоках атомов цезия составляли 1,60-1,70 эВ при $T=600$ К. Эти значения подтверждают данные работы [1,2].

Окисление циркония проводилось при $T=1000$ К, т.е. в его альфа – фазе, 1200 и 1300 К в его бетта-фазе при давлении кислорода (4-5) 10^{-6} Торр в течение 30 мин. В случае окисления при $T=1000$ К эмиссия электронов циркония в потоке атомов цезия увеличивается на 2 порядка, максимум эмиссии в S-образных кривых смещается в сторону низких температур на 10-15 К.

Низкотемпературная часть S - образных кривых для чистого и окисленного циркония при 1200 и 1300 К приведена на рис. 2. при окислении циркония при $T=1200$ К, т.е. в его бетта – фазе, максимум эмиссии смещается в сторону высоких температур на 30 К. При окислении циркония при $T=1300$ К эмиссия в потоке атомов цезия меньше, чем при окислении его при $T=1200$ К (кривая 4). Это связано с меньшей степенью окисления циркония при $T=1300$ К, обусловленной более низким коэффициентом аккомодации кислорода, а также растворением кислорода в объем кристалла.

Следует отметить, что прогревы в вакууме при 1100 и 1200 К окисленного циркония при $T=1000$ К в течение 10 минут приводят к заметному уменьшению эмиссии в потоке атомов цезия. По-видимому это связано с окислением только приповерхностного и поверхностного слоев, а также с тем, что при прогреве значительная часть кислорода ухлтит вглубь циркония. Прогревы при $T=1300, 1400$ и 1500 К по 10 мин окисленного циркония в его бетта -фазе не приводят к заметным изменениям формы и максимумов S-образных кривых в потоке атомов цезия [2]. Только после прогрева при $T=1600$ К в вакууме 10^{-8} Торр течение 1 час происходит заметное уменьшение эмиссионно-адсорбционных свойств. Из этого можно сделать вывод, что при окислении циркония в бетта-фазе образуются окислы, устойчивые по 1600К.

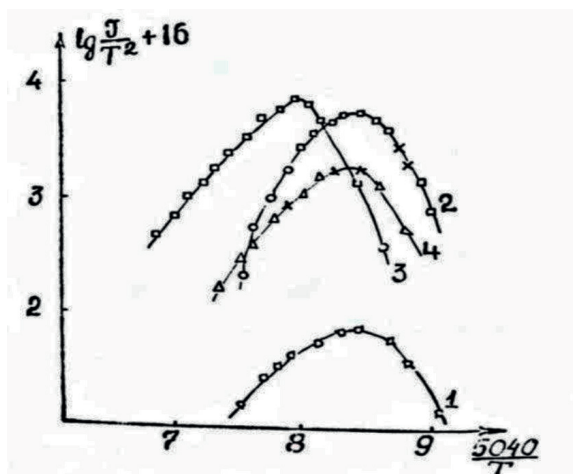


Рис. 2. Низкотемпературная часть S-образных кривых для чистого (1), окисленного в альфа - фазе (2), окисленного в бетта - фазе при $T=1200$ К (3) и при $T=1200$ К (4) циркония в потоке атомов цезия при температуре резервуара цезия 120 С.

При окислении циркония и титана образуются субоксиды типа Me_3O , Me_2O и Me_6O . Субоксиды Zr_3O , Zr_2O и Zr_6O устойчивы до температур 2100, 1273 и 1200 К, а субоксиды титана Ti_3O , Ti_2O и Ti_6O - до 2100 так как в них атомы кислорода располагаются в октаэдрических пустотах гексагональной структуры.

Анализируя S-образные кривые, а также кривые адсорбции для окисленных титана и циркония в потоке атомов цезия, можно утверждать, что при окислении в альфа – фазе образуется система Me_6O-Cs и при окислении их в бетта -фазе – Me_3O-Cs . Относительно высокие значения работы выхода системы $Ti-O-Cs$ и $Zr-O-Cs$ (работа выхода системы 1,38 - 1,50 эВ) в сравнении с другими системами $Me-O-Cs$ можно связать с образованием объемных окислов, в которых ослаблен дипольный момент двойного поляризованного слоя, ответственного за уменьшение работы выхода системы.

Литература:

1. Сабиров А.К. Изучение эмиссионные свойства сплавов с цирконием. Вестник ТАДИ, 2018, №2, С.15-18.
2. Сабиров А.К, Туламетов М.А., Каюмова М.Р. Эмиссионные свойства сплава Мо-Zr, Точная наука, 2019, №60, С.2-3.



MATEMATIKA JOZIBASI

IKKINCHI TARTIBLI UCH NOMA'LUMLI DIOFANT TENGLAMALARINI YECHISHNING MARKOV USULLARI

*B.B. Prenov, Nukus davlat pedagogika instituti "Matematika"
kafedراسى mudiri, f.-m.f.d (DSc), professor*

*G.M.Allambergenova, Nukus davlat pedagogika instituti
"Matematika" kafedراسى assistenti*

Maqolada ikkinchi tartibli diofant tenglamalarni yechishning Markov usuli misollar yordamida bayon etiladi. Bu kabi tenglamalarni mustaqil o'rganishida asosan maktab oquvchilari va talaba yoshlarga Markov teoremasining ahamiyati ko'rsatilib otildi.

Kalit so'zlar: *ikkinchi tartibli uch noma'lumli diofant tenglamasi, Markov teoremasi, singulyar yechim.*

В статье на примерах описаны Марковские методы решения диофантовых уравнений второй степени. Показана важность теоремы Маркова для школьников и студентов при самостоятельном изучении таких уравнений

Ключевая слова: *диофантово уравнение второй степени с тремя неизвестными, теорема Маркова, особые решения*

The article describes Markov methods for solving second-degree Diophantine equations using examples. The importance of Markov's theorem was shown to schoolchildren and students in the independent study of such equations.

Key words: *Diophantine equation of the second degree with three unknowns, Markov's theorem, singular solution*

Bugungi kunga kelib ta'lim sohasida juda ko'p o'zgarishlar yuz bermoqda. Ayniqsa talaba yoshlarga bilimlarni chuqur o'rgatish hamda



ularni ko‘proq mustaqil ishlashga o‘rgatish ta’lim tizimining dolzarb vazifalaridan biriga aylanib bormoqda. Hozirda diofant tenglamalari keng miqyosdagi nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Bu kabi masalalar matematikaning asosiy sonlar nazariyasining ahamiyatli va qiziqarli masalalaridan biri hisoblanadi. Bunday masalalar asosan dunyo miqyosida bo‘lib o‘tadigan xalqaro olimpiadalarida bundan tashqari maktab va akademik litseylarning matematikaga ixtisoslashtirilgan sinflari darsliklarida uchratishimiz mumkin. Birinchi hamda ikkinchi tartibli aniqmas tenglamalarni yechishning elementar usuli, taqqoslamalar yordamida yechish, o‘rniga qo‘yish usuli va boshqa usullarini o‘quvchilar o‘rgangan bo‘lishi mumkin. Maqolada biz aynan ikkinchi tartibli uch noma’lumli diofant tenglamalarini yechishning Markov usulini misollar yordamida ko‘rsatib o‘tamiz.

$x^2 + y^2 + z^2 = 3xyz$ ko‘rinishidagi tenglama Markov tenglamasi deb ataladi. A.A. Markov o‘z izlanishlarida kutilmaganda qo‘shimcha diofant tenglamasining (hozir uning nomi bilan ataladigan) quyidagi ko‘rinishdagi tenglamasiga duch keladi:

$$x^2 + y^2 + z^2 = 3xyz$$

A.A. Markov tenglamaning barcha yechimlari bayonini faqat maktab matematikasi vositalarini qo‘llash bilan keltirib chiqaradi[1].

Markov teoremasi. Markov tenglamasining ixtiyoriy yechimi singulyar. $(1,1,1)$ yechimi bilan qo‘shni yechimlar zanjiri bilan birlashadi.

Isbotlash. Mayli (a,b,c) - Markov tenglamasining singulyar bo‘lmagan yechimi bo‘lsin. Unda uning kichik maksimal koordinataga ega qo‘shni (a_1,b_1,c_1) yechimi mavjud bo‘ladi. Agar bu yechim ham singulyar bo‘lmasa, unda u yanada kichik maksimal koordinataga ega (a_2,b_2,c_2) yechimni keltirib chiqaradi, va yana boshqa. Natural sonlar qatoridan cheksiz kamayuvchi ketma-ketlikni tuzish mumkin emasligi sababli, bu jarayon tugashi kerak, va biz teng koordinatalarga ega

ba'zi bir (a_n, b_n, c_n) yechimiga, ya'ni singulyarga yetib kelganimizda tugaydi. Agar $(1,1,1)$ bo'lsa, unda teorema isbotlangan bo'ladi, agar bu $(2,1,1)$ yechimi bo'lsa, unda $(2,1,1)$ yechimi uchun qo'shni yechim 2 koordinatasi bo'yicha $(1,1,1)$ bo'lishini eslash kerak bo'ladi[1].

Teorema isbotlandi.

Quyidagi savolni qo'yamiz: "Agar uchta natural son kvadratlarining yig'indisi ularning ko'paytmasiga bo'linsa, u holda bo'linma qanday bo'lishi mumkin? Bu savol quyidagiga teng kuchli: k ning qanday natural qiymatlarida quyidagi diofant tenglama nol yechimga ega bo'ladi?

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$$

$k = 3$ bo'lganda bu tenglama Markov tenglamasiga mos keladi.

$k = 1$ bo'lganda $X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$ yechimga ega bo'lishini oson ko'rish mumkin, masalan, $(3,3,3)$. $X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$ tenglamasini tahlil qilib, quyidagi natijaga kelamiz: tenglamasi faqat $k = 1$ va $k = 3$ bo'lganda yechimga ega bo'ladi. Bu natija ham elementar usullar bilan olinishi mumkin.

Teorema. $X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$ tenglamasi faqat $k = 1$ va $k = 3$ bo'lganda nol bo'lmagan yechimga ega bo'ladi.

Isbotlash.

$k = 1$ bo'lganda yechim $X^2 + Y^2 + Z^2 = XYZ$ tenglamasining hamma (A, B, C) yechimlari $A = 3a, B = 3b, C = 3c$ formulalari bo'yicha olinadi, bunda (a, b, c) – Markov tenglamasining ozod yechimi. Ushbu xossa bilan mos ravishda joylashadi. $k = 2$ bo'lganda $X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$ tenglamasi $X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$ tenglamasi $k = 2$ bo'lganda yechimga ega bo'lmagani uchun yechimga ega bo'lmaydi. $k > 3$ holini ko'rib chiqamiz.



Mayli, biror $k > 3$ bo'lganda $X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$ tenglamasi (a, b, c) yechimga ega bo'lsin. Shu tenglamaning a, b, c koordinatalari juft-juftdan har xil ekanligini ko'rsatamiz.

Mayli, masalan, $b = c$; unda $a^2 = kab^2 - 2b^2 = (ka - 2)b^2$, sababi $a = bd$ unda d – butun. Bundan $b^2d^2 = (kbd - 2)b^2$, $d^2 = kbd - 2, 2 = d(kb - d)$. d ga yoki $d - 1$, yoki 2 ga bo'linadi. Ikki holda ham $kb - 3$, bu $k > 3$ shartiga teskari bo'ladi. b ning $\psi_a(x)$ ko'phadning a va a' yechimlari orasida yotadigan, ya'ni $a > b > a'$ ko'ramiz. Shuning uchun (a', b, c) yechimida maksimal koordinatasi (a, b, c) yechimining maksimal koordinatasidan kichik. Shunday qilib, har bir (a, b, c) yechimi bo'yicha kichik maksimal koordinataga ega (a_1, b_1, c_1) yechimlarini tuzish mumkin. Bu tuzish yanada kichik maksimal koordinataga ega (a_2, b_2, c_2) yechimini olish bilan takrorlash mumkin bo'ladi. Sabab $X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$ tenglamasining $k > 3$ bo'lgandagi istalgan yechimida koordinatalari juft-juftdan har xil bo'ladi. Umumiylikni cheklamagan holda $a > b > c$ deb aytish mumkin bo'ladi. (a, b, c) yechimi uchun

$$\psi_a(x) = x^2 + b^2 + c^2 - kx bc$$

kvadrat uch had yordamida (a', b, c) yechimini a koordinatasi bo'yicha qo'shniga o'zgartiramiz. Shunda

$$\psi_a(b) = 2b^2 + c^2 - kb^2c < 3b^2 - kb^2c \leq 3b^2 - kb^2 < 0,$$

har bir yechimning koordinatalari juft-juftdan har xil, bu jarayonni cheksiz davom ettirish mumkin va $X^2 + Y^2 + Z^2 = kXYZ$ tenglamasining barcha kichik va katta koordinatalarga ega yechimlarining cheksiz ketma-ketligini olish mumkin. Ammo bunday bo'lishi mumkin emas, chunki koordinatalari - natural sonlar.



Teorema isbotlandi.

Natija. Markov tenglamasining ixtiyoriy (a,b,c) yechimi uchun a,b,c sonlari o'zaro juft-juftdan tub[2].

1-misol. Agar m,n,p - Markov tenglamasining yechimi bo'lsa, u holda m, n va p sonlari o'zaro tub sonlar bo'lishini isbotlang[3].

Yechimi. Mayli, $m = dm_1, n = dn_1p$ va $p = dp_1$ bo'lsin, bunda $d > 1$. U holda $m_1^2 + n_1^2 + p_1^2 = 3dm_1n_1p_1$ Lekin yo'qiridagi teorema asosan $x^2 + y^2 + z^2 = kxyz$ tenglamasi $k > 3$ bo'lganda natural sonlarda yechimlarga ega bo'ladi.

2-misol. $m^2 + n^2 + p^2 = mnp$ tenglamaning barcha yechimlari natural sonlarda $3m_1, 3n_1, 3p_1$ shakliga ega bo'lishini isbotlang, bunda m_1, n_1, p_1 - Markov tenglamasining yechimlari[4].

Yechimi. Agar $m^2 + n^2 + p^2 = mnp$ bo'lsa, u holda m,n va p sonlarining 3 ga bo'linishini isbotlash yetarli. Agar butun son 3 ga bo'linmasa, u holda uning kvadratini 3 ga bo'lganda, 1 qoldiq qoladi. Shuning uchun agar $m^2 + n^2 + p^2$ 3 ga bo'linmasa u holda, m,n va p sonlari orasida 3 ga bo'linadigani ham, 3 ga bo'linmaydigani ham bor bo'ladi. Unda $m^2 + n^2 + p^2 = mnp$ 3 ga bo'linadi, lekin bunday bo'lishi mumkin emas.

Demak, $m^2 + n^2 + p^2$ 3 ga bo'linadi, unda m,n va p sonlari yoki hammasi 3 ga bo'linadi, yoki hammasi 3 ga bo'linmaydi. Ikkinchi varianti mumkin emas, chunki,

$$mnp = m^2 + n^2 + p^2 \text{ 3 ga bo'linadi.}$$

3-misol. $\frac{xy}{z} + \frac{yz}{x} + \frac{zx}{y} = 3$ tenglamani butun sonlarda yeching[3].



Yechimi: $x \neq 0$, $y \neq 0$, $z \neq 0$ deb olib berilgan tenglamani umumiy maxrajga keltiramiz va $x^2y^2 + y^2z^2 + z^2x^2 = 3xyz$ tenglamaga ega bolamiz. Hosil bo'lgan tenglamani x ning kvadrat tenglamasi sifatida qarab yechamiz.

$$(y^2 + z^2)x^2 - 3yzx + y^2z^2 = 0$$

(*) tenglamaning diskriminantini hisoblaymiz:

$$D = 9y^2z^2 - 4(y^2 + z^2)y^2z^2 = y^2z^2(9 - 4(y^2 + z^2))$$

(*) tenglama butun yechimga ega bo'lishi uchun diskriminant noldan katta yoki teng bo'lishi kerak. Buning uchun $9 - 4(y^2 + z^2) \geq 0$, $y^2 + z^2 \leq \frac{9}{4}$. bo'lishi zarurligi chiqadi y , z lar butun sonlar bo'lganligi sababli $y^2 + z^2$ ifoda 2 ga teng bo'lishi kerak. Bundan $y^2 = 1$, $z^2 = 1$ teng bo'lishi va bu qiymatlarni diskriminantga olib borsak, unda $D = 1$ bo'ladi.

y^2 , z^2 lar 1 dan katta qiymatni qabul qila olmaydi. Shuning uchun $y^2 = 1$ va $z^2 = 1$ lar yagona ma'nolari bo'lgani uchun (*) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi.

1) $y = 1$, $z = 1$ (yoki $y = -1$, $z = -1$) bo'lganda $2x^2 - 3x + 1 = 0$ tenglamaga keltiriladi. Bu tenglamaning butun yechimi $x = 1$ bo'ladi, demak, $(1, 1, 1)$, $(1, -1, -1)$.

2) $y = -1$, $z = 1$ (yoki $y = 1$, $z = -1$) bo'lganda $2x^2 + 3x + 1 = 0$ tenglamaga keltiriladi. Bu tenglamaning yechimi $x = -1$ bo'ladi, demak, $(-1, -1, 1)$, $(-1, 1, -1)$

Demak, $(1, 1, 1)$, $(1, -1, -1)$, $(-1, -1, 1)$, $(-1, 1, -1)$ butun sonlar uchligi berilgan tenglamaning yechimi bo'ladi.

Xulosa: Hisoblash nuqtayi nazardan ikkinchi darajali uch noma'lumli diofant tenglamalarini yechishning Markov usuli boshqa

usullardan afzalroq, chunki asosiy e'tibor tenglamaning ixtiyoriy yechimi singulyar. $(1, 1, 1)$ yechimi bilan qo'shni yechimlar zanjiri bilan birlashishiga qaratiladi.

Adabiyotlar:

1. Башмакова И.Г. «Диофант и диофантовые уравнения» вып. 17. М.Наука, 1972.-68б.
2. Е.П. Гринько, А.Г. Головач «Методы решения диофантовых уравнений при подготовке школьников к олимпиадам», Брест БрГУ имени А.С. Пушкина 2013.
3. М.Е.Чанга «Диофантовы уравнения: Уравнения Пелля» (Учебное пособие) Москва: МПГУ-2020.
4. Д.Ф. Базылев Справочное пособие к решению задач: «Диофантовы уравнения». Мн.НТЦ «АПИ», 1999.-160с.



ILG'OR TAJRIBA VA O'QITISH METODIKASI

MEXANIKA BO'LIMIDAN OLIMPIADA MASALALARINI
YECHISHDA INTEGRALDAN FOYDALANISH METODIKASI

*F. I. Jo'rayev, Chirchiq davlat pedagogika universiteti
mustaqil izlanuvchi (PhD)*

Ushbu maqolada Fizikaning mexanika bo'limidan olimpiada masalalarini yechishda integraldan foydalanish metodikasi keltirilgan. Shuningdek, masala yechish uchun o'quvchilarga zarur metodik tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: *masala, uchburchak, integral, tezlik, massa, zichlik, bosim, impuls, kinetik energiya.*

В данной статье представлена методика использования интегралов при решении олимпиадных задач по разделу «Механика» физики. Также приведены методические рекомендации, необходимые учащимся для решения задач.

Ключевые слова: *задача, треугольник, интеграл, скорость, масса, плотность, давление, импульс, кинетическая энергия.*

This article presents a methodology for using integrals in solving physics olympiad problems from the mechanics section. Methodological recommendations necessary for students to solve such problems are also provided.

Keywords: *problem, triangle, integral, velocity, mass, density, pressure, momentum, kinetic energy.*

Yosh avlodni mustaqil fikirli, zamonaviy bilim va kasb-hunarlarini egallagan, sog'lom hayotiy pozitsiyaga ega chinakkam vatanparvar insonlar sifatida tarbiyalash ustoz va murabbiylarning asosiy vazifasidir. Fan va texnikaning hozirgi taraqqiyoti tabiiy va texnika sohalarida ko'proq yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashni taqozo etadi. Fizika fanidan o'quvchilarni oliy o'quv yurtlariga, konkurslarga



va olimpiadalarga tayyorlash jarayonlarini loyihalashtirishda ta'lim mazmuni, ta'lim maqsadi, kutilayotgan natijani to'g'ri belgilash, ta'lim metodlari, shakllari va vositalarini to'g'ri tanlash, o'quvchilarning bilim, ko'nikma va malakalarini baholashni aniq mezonlarini oldindan ishlab chiqish, mashg'ulotlarni amalga oshirish va bir-biri bilan uyg'unlashuviga e'tiborni qaratish maqsadga muvofiqdir. O'quvchilarning egallagan bilimlarini masala yechish orqali baholashda innovatsion yondashuvlarning ahamiyati juda katta. Masala yechish-kichik hodisa va jarayondagi noma'lum fizik kattaliklarni masala shartida berilgan kattaliklar orqali ifodalangan formulasini chiqarib masala shartida berilgan kattaliklarning son qiymatini o'rniga qo'yib hisoblashdir. Fizika o'qitishda amaliy metodlar ichida masalalar yechish muhim o'rin egallaydi. Masalalar yechishda qo'yiladigan asosiy maqsad o'quvchilar fizik qonuniyatlarni chuqurroq tushunsinlar, ularni ajrata olsinlar va ularni fizik hodisalarni tahlil qilishga, amaliy masalalarga qo'llay olishga o'rganishlaridan iborat.

Fizikadan masalalar yechish-o'quv jarayonining zaruriy elementlaridan biridir. Masala yechish o'quvchilarda fizik hodisalar orasidagi bog'lanishlarni, qonunlarni chuqur o'zlashtirishga, ularning mantiqiy fikrlashini va izlanuvchanlik qobiliyatini yanada rivojlantirishga, maqsadga erishish ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi[1, 82-bet]. Fizikadan olimpiada masalalarini yechishda o'quvchilarni mehnatsevarlik, maqsadga erishishda tirishqoqlik, intiluvchanlik va muammoni mustaqil hal qila olish kabi shaxsiy axloqiy xislatlarni shakllantirishga yordam beradi[2, 64-73 bet].

Fizikadan masala yechishda o'quvchilar quyidagi qisqacha metodik ko'rsatmaga amal qiladilar:

1. Masalaning sharti bir necha marta o'qib chiqiladi va u fizikaning qaysi bo'limiga tegishli ekani aniqlanadi.

2 Masalaning qaysi bo'limga tegishliligi anglanadi, mazmuni tushuniladi va masala shartida berilgan kattaliklar „XBS“ da ifodalanib, topish kerak bo'lgan kattalik yoziladi.



3. Masalaning shartiga mos keluvchi chizma chiziladi.
4. Masala shartida qanday fizik qonuniyatlar yotgani aniqlanadi.
5. Masalani umumiy ko'rinishda yechish uchun ketma-ketlik asosida masala shartidagi noma'lum kattalikni ma'lum kattaliklar bilan bog'lovchi formulalar hosil qilinadi.
6. Masala yechishda qo'llanilgan har bir qonun, qoida, formula va fizik kattaliklar qisqacha izohlab boriladi.
7. Masala shartiga berilgan kattaliklar aniqlangan formulaga qo'yiladi va hisoblanadi.
8. Masalaning javobini chiqarishda uning aniqligiga ahamiyat beriladi va kerakli xulosalar chiqariladi.

Quyida integrallashga doir masala yechishning namunalarini keltiramiz:

1. A nuqta o'zgarmas ϑ tezlik bilan shunday harkatlanmoqdaki, ϑ tezlik yo'nalishi doimo B nuqtaga tomon yo'nalgan.

B nuqta esa

2. $u < \vartheta$ tezlik bilan to'g'ri chiziqli va tekis harakat qiladi

3. (1-rasm).

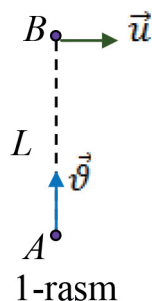
Boshlang'ich vaqt momentida ϑ va u o'zaro perpendikulyar, hamda A va B orasidagi masofa L bo'lsa, qancha vaqtdan so'ng uchrashadi?

Berilgan: ϑ , u , L . Topish kerak T - ?

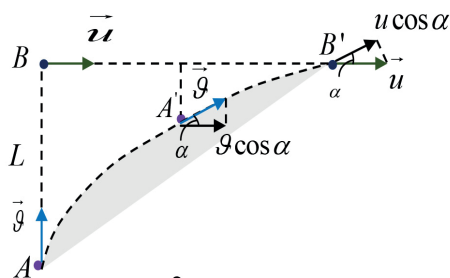
Yechilishi: 2-rasmdan foydalanib quyidagi munosabatni yoza olamiz:

$$A'B' = (\vartheta - u \cdot \cos \alpha) dt$$

bu yerda $A'B'$ - jismlar orasidagi masofa bo'lib, u doimo kamayib boradi.



1-rasm



2-rasm.

Rasmdan foydalanib quyidagilarni yoza olamiz:

$$A'B' = ds \quad ds = (g - u \cdot \cos \alpha) dt \quad \int_L^0 ds = \int_0^T (g - u \cdot \cos \alpha) dt \quad L = gT - u \int_0^T \cos \alpha \cdot dt$$

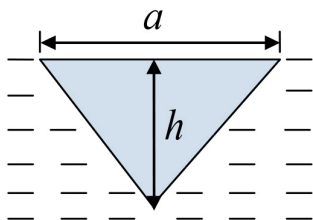
$$\begin{cases} BB' = uT \\ BB' = \int_0^T g \cdot \cos \alpha \cdot dt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} uT = \int_0^T g \cdot \cos \alpha \cdot dt = g \int_0^T \cos \alpha \cdot dt \end{cases}$$

$$\begin{cases} L = gT - u \int_0^T \cos \alpha \cdot dt \\ uT = g \int_0^T \cos \alpha \cdot dt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L - gT = -u \int_0^T \cos \alpha \cdot dt \\ uT = g \int_0^T \cos \alpha \cdot dt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{L - gT}{uT} = -\frac{u}{g} \\ Lg - g^2T = -u^2T \end{cases}$$

Bu tenglamalar sistemasidan T vaqt quyidagiga teng: $T = \frac{Lg}{g^2 - u^2}$

Javob: $T = \frac{Lg}{g^2 - u^2}$

Asosi a , balandligi h bo'lgan uchburchak shaklidagi yupqa plastinka vertikal holatda suvga botirilgan (3-rasm). Agar plastinka asosi suv sathida yotgan bo'lsa, suvning plastinkaga bergan gorizontaal bosim kuchini toping. Suvning zichligi ρ ga teng. g - erkin tushish tezlanishi.



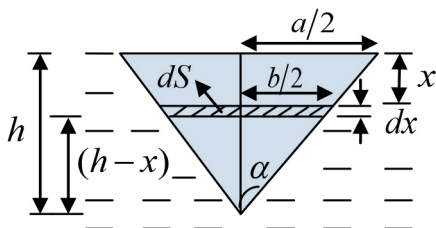
3-rasm.

Berilgan: a , h , ρ , g .

Topish kerak: $F = ?$

Yechilishi: Quyida rasmda keltirilgan o'ng tomondagi to'g'ri burchakli o'xshash uchburchaklardan quyidagi munosabatlarni yoza olamiz

(4-rasm):



4-rasm.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{a}{2}}{h}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{b}{2}}{h-x}$$

Bularni tenglashtirib quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\frac{a}{2h} = \frac{b}{2(h-x)} \quad \frac{h-x}{h} = \frac{b}{a} \quad b = \frac{a}{h}(h-x)$$

Suvning plastinkaning dS yuzali qismiga bergan gorizontaal bosim kuchi quyidagiga teng: $F = \int p \cdot ds$ bunda $ds = dx \cdot b$. x - chuqurlikdagi bosim esa quyidagiga teng: $p = \rho g x$. U holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F = \int_0^h \rho g x \cdot dx b = \rho g \int_0^h b x \cdot dx = \rho g \int_0^h \frac{a}{h} (h-x) \cdot x dx$$

$$F = \rho g \frac{a}{h} \int_0^h (hx - x^2) dx = \rho g \frac{a}{h} \left[h \cdot \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} \right] \Big|_0^h = \rho g \frac{a}{h} \left(\frac{h^3}{2} - \frac{h^3}{3} \right) = \frac{\rho g a h^2}{6}$$

Javob: $F = \frac{\rho g a h^2}{6}$.

3.R- radiusli yarim halqani Y o'qi bo'lab massa markazni toping(5-rasm).

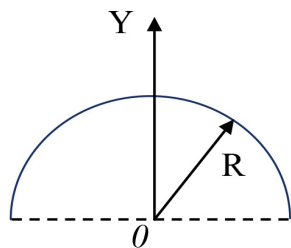
Berilgan: R. Topish kerak y=?

Yechilishi: Halqaning dl qismini ajratib olamiz(6-rasm). Chizmadan foydalanib quyidagini yoza olamiz:

$$dl = R d\alpha$$

bu dl qismning dm massasini quyidagicha topamiz.

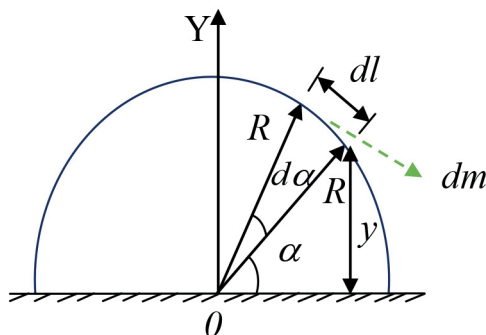
$$\left\{ \begin{array}{l} M = \rho S \pi R \\ dm = \rho S dl \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} M \cdot dl = dm \cdot \pi R \\ dm = \frac{M}{\pi R} \cdot dl \end{array} \right\}$$



5-rasm.

Y o'qi bo'ylab massa markazini quyidagicha yoza olamiz:

$$y = \frac{\int y dm}{M} = \frac{\int R \sin \alpha \cdot dm}{M}$$



6-rasm.

$$y = \frac{\int R \sin \alpha \cdot \frac{M}{\pi R} \cdot dl}{M} = \frac{\int R \sin \alpha \frac{M}{\pi R} \cdot R d\alpha}{M} = \frac{RM}{\pi M}$$

$$\int_0^{\pi} \sin \alpha \cdot d\alpha = \frac{R}{\pi} - (-\cos \alpha) \int_0^{\pi} = -\frac{R}{\pi} (-1 - 1) = \frac{2R}{\pi}$$

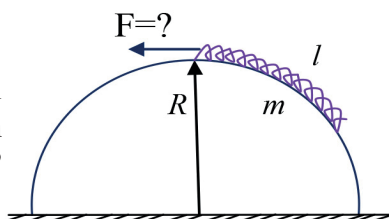
Javob: $y = \frac{2R}{\pi}$

4. Silliqlik yarim sferaning sirtidagi m massali zanjirni ushlab turish uchun qanday F kuch talab etiladi (7-rasm)?

Zanjirning uzunligi $l = \pi R/3$, bunda

R -sfera radiusi va $\pi = 3,14$.

Berilgan: m , $l = \pi R/3$. Topish kerak: $T = ?$



7-rasm.

Yechilishi: Zanjirning massasi quyidagiga teng:

$$m = \rho S l = \rho S \frac{\pi R}{3} \quad (1)$$

Zanjirdan kichik dl qismni ajratib olamiz(8-rasm).



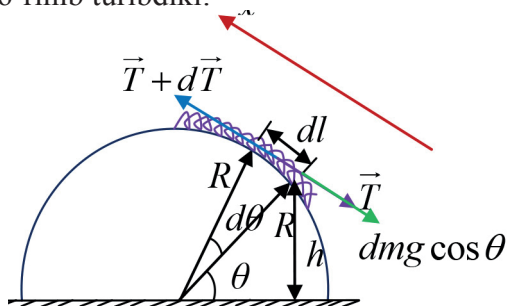
U holda bu qismning dm massasi quyidagiga teng:

$$dm = \rho S dl \quad (2)$$

(1) va (2) lardan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{dm}{m} = \frac{\rho S dl}{\rho S \frac{\pi R}{3}} = \frac{3dl}{\pi R} \quad \text{bundan} \quad dm = \frac{3m}{\pi R} dl \quad (3)$$

Rasmdan ko'rinib turibdiki:



8-rasm.

$$dl = R d\theta \quad (4)$$

(4) ni (3) ga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$dm = \frac{3m}{\pi R} R d\theta = \frac{3m d\theta}{\pi} \quad (5)$$

Zanjirdan ajratib olingan kichik dl qismga ta'sir etuvchi kuchlarning muvozanat shartini quyidagicha yoza olamiz(x-o'qi bo'yicha proyeksiya olamiz):

$$T + dT - T = dm g \cos \theta \quad \text{bundan:} \quad dT = dm g \cos \theta \quad (6)$$

(6) tenglikni ikkala tomonini integrallaymiz:

$$\int_0^T dT = \int_{\pi/3}^{\pi/2} dm g \cos \theta \quad (7)$$

(5) ni (7) ga qo'yamiz:

$$T = \int_{\pi/3}^{\pi/2} \frac{3mg d\theta \cos \theta}{\pi} = \frac{3mg}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi/2} \cos \theta d\alpha = \frac{3mg}{\pi} \sin \theta \Big|_{\pi/3}^{\pi/2} = \frac{3mg}{\pi} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\text{Javob: } F = T = \frac{3mg}{2\pi}$$

5. Bola m massali va l uzunlikdagi zanjirni bir uchidan ushlab vertikal osilgan holda ko'tarib turibdi. Zanjirning pastki uchi gorizontol sirtga tegib turibdi. Bola zanjirni qo'yib yuborsa, u gorizontol tekislikga tushadi. Zanjirning gorizontol sirtga beradigan to'liq impulsini toping.

Yechilishi: Zanjirning ixtiyoriy dm massali qismining yerga beradigan impulsi quyidagi formula bilan topiladi:

$$P = \int v \cdot dm \quad (1); \quad \text{bu yerda } dm = \frac{m}{l} dx \quad (2).$$

Gorizontol sirtidan hisoblaganda zanjirning x qismining uzunligi tezligi quyidagiga teng: $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot x} \quad (3).$

(1) va (3) larni (1) ga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$P = \frac{m}{l} \sqrt{2 \cdot g} \cdot \int_0^l \sqrt{x} dx = \frac{2}{3} \cdot m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot l}$$

$$\text{Javob: } P = \frac{2}{3} \cdot m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot l}$$

6. AB zanjir radiusi R bo'lgan chorak sferaning sirtida ushlab turilibdi (9-rasm). Chorak sfera gorizontol sirtga tutashgan. Zanjir qo'yib yuborilganidan so'ng uning gorizontol sirtga to'liq o'tgan momentdagi impulsini toping. Ishalanishlarni hisobga olmang. g -erkin tushish tezlanishi.

Berilgan: R . Topish kerak: $P=?$.

Yechilishi: AB – zanjirning massasi quyidagiga teng:



$$m = \rho S \cdot AB \quad (1)$$

$$AB = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2} \quad (2)$$

(2)ni (1) ga qo'yib quyidagiga ega

$$\text{bo'lamiz: } m = \rho S \frac{\pi R}{2} \quad (3)$$

Zanjirdan kichik dx qismni ajratib
olamiz (10-rasm) va bu qismning massasi
 dm quyidagiga teng:

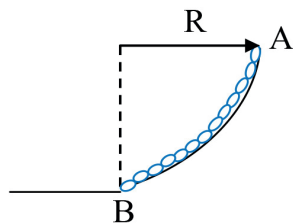
$$dm = \rho S dx \quad (4)$$

(3) va (4) lardan quyidagiga ega

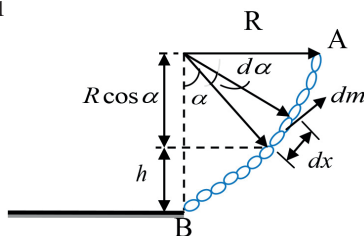
bo'lamiz:

$$\frac{dm}{m} = \frac{\rho S dx}{\rho S \frac{\pi R}{2}} = \frac{2dx}{\pi R} \quad \text{bundan}$$

$$dm = \frac{2m}{\pi R} dx \quad (5)$$



9-rasm.



10-rasm.

Rasmdan ko'rinish turibdiki: $dx = R d\alpha$ (6) ni (5) ga qo'yib

$$\text{quyidagiga ega bo'lamiz: } dm = \frac{2m}{\pi R} R d\alpha = \frac{2m d\alpha}{\pi} \quad (7)$$

$$\text{Dastlab potensial energiya: } E_{p(1)} = \int dmgh \quad (8)$$

(7) ni (8) ga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$E_{p(1)} = \int dmgh = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2m d\alpha}{\pi} gh = 2mg \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{h d\alpha}{\pi} \quad (9)$$

$$\text{Rasmdan ko'rinish turibdiki: } R \cos \alpha + h = R \quad \text{bundan} \\ h = R(1 - \cos \alpha) \quad (10)$$

(10) ni (9) ga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\Delta E_p = 2mg \int_0^{\pi/2} \frac{R(1 - \cos \alpha) d\alpha}{\pi} = \frac{2mgR}{\pi} \int_0^{\pi/2} (1 - \cos \alpha) d\alpha \text{ yoki}$$

$$E_{p(1)} = mgR(1 - \frac{2}{\pi}) \quad (11)$$

Zanjir gorizontol holatga kelganda uning kinetik energiyasi quyidagiga teng:

$$E_{k(2)} = \frac{m\vartheta^2}{2} \quad (12)$$

$$\text{Energiyaning saqlanish qonunidan: } E_{p(1)} + E_{k(1)} = E_{p(2)} + E_{k(2)} \quad (13)$$

bu yerda $E_{k(1)} = 0$; $E_{p(2)} = 0$

(11), (12) va (13) lardan zanjirning gorizontol holatga kelganida ega bo'lgan tezligi va impulsini topamiz:

$$mgR(1 - \frac{2}{\pi}) = \frac{m\vartheta^2}{2} \quad \text{bundan} \quad \vartheta = \sqrt{2gR(1 - \frac{2}{\pi})} \quad (14)$$

$$P = m\vartheta = m\sqrt{2gR(1 - \frac{2}{\pi})} \quad (15)$$

$$\text{Javob: } P = m\sqrt{2gR(1 - \frac{2}{\pi})}$$

Adabiyotlar:

1. M. Djo'rayev. Fizika o'qitish metodikasi. Toshkent «ABU MATBUOT-KONSALT» 2015.

2. F. I. Jo'rayev. Iqtidorli o'quvchilarni fizika olimpiadalariga tayyorlashda masalalar tanlashning ahamiyati. Fizika, matematika va informatika jurnali. 64-73 betlar. 2024/3/1.



TALABALARNING PEDAGOGIK DASTURIY VOSITALAR YARATISH KOMPETENTLIGINI SHAKLLANTIRISH BOSQICHLARI VA INDIKATORLARI

*Mamayusufov Mirkomil Qahramon o'g'li, TerDPI
"Matematika va informatika" kafedrası o'qituvchisi*

Mazkur maqolada pedagogik dasturiy vositalarning (PDV) ta'lim jarayonidagi o'rni va didaktik imkoniyatlari tahlil qilingan. Talabalarda PDV yaratish kompetentligini shakllantirishga xizmat qiluvchi bosqichlar, zamonaviy texnologiyalar (Lectora, iSpring, CourseLab) asosida o'quv resurslarini loyihalash metodikasi bayon etiladi. Shuningdek, xorijiy va mahalliy tadqiqotchilarning raqamli ta'limga oid ilmiy qarashlari solishtirilib, PDV ishlab chiqishda qo'yiladigan pedagogik, texnik va dizayn talablari yoritilgan.

Kalit so'zlar: *pedagogik dasturiy vositalar, raqamli ta'lim, interfaol muhit, Lectora, iSpring, CourseLab, kompetentlik, multimedia.*

This article examines the role and didactic potential of pedagogical software tools (PST) in the educational process and outlines the stages of forming students' competence in creating PST. It highlights the methodology of designing digital learning materials using modern technologies such as Lectora, iSpring, and CourseLab. The study also compares foreign and local scientific approaches to digital learning and discusses the pedagogical, technical, and design requirements for developing effective digital learning tools.

Keywords: *pedagogical software tools, digital education, interactive environment, Lectora, iSpring, CourseLab, competence, multimedia.*

В статье рассматриваются роль и дидактические возможности педагогических программных средств (ППС) в образовательном процессе. Раскрываются этапы формирования компетентности студентов в создании ППС и методика

проектирования учебных материалов с использованием современных технологий (Lectora, iSpring, CourseLab). Также сопоставляются научные подходы зарубежных и отечественных исследователей к цифровому обучению и излагаются педагогические, технические и проектные требования к разработке ППС.

Ключевые слова: педагогические программные средства, цифровое образование, интерактивная среда, Lectora, iSpring, CourseLab, компетентность, мультимедиа.

Zamonaviy ta'lim jarayoni shiddat bilan raqamlashtirilayotgan hozirgi davrda o'qituvchilarning axborot texnologiyalaridan samarali foydalanish ko'nikmalari bilan bir qatorda, talabalar ham mustaqil ravishda pedagogik dasturiy vositalar (PDV) yaratish kompetentligiga ega bo'lishlari ta'lim sifatini oshirishning muhim omiliga aylanmoqda [1]. Chunki PDVlar yordamida o'qitish jarayonini individuallashtirish, interfaol va vizual yondashuvni ta'minlash, shuningdek, o'quv materialini talabaning tayyorgarlik darajasiga moslashtirish mumkin.

Pedagogik dasturiy vosita deganda, o'qitish, nazorat qilish, tahlil va qayta aloqa berish jarayonlarini avtomatlashtiruvchi, o'quvchi yoki talabaning bilish faoliyatini faollashtiruvchi, didaktik jihatdan asoslangan elektron mahsulotlar tushuniladi [2].

Bugungi kunda pedagogik dasturiy vositalarni yaratish jarayonida AutoPlay Media Studio, iSpring Suite, Lectora Inspire, CourseLab, Macromedia Flash, Prezi, Articulate Storyline kabi dasturlardan keng foydalanilmoqda. Ushbu platformalar yordamida yaratilgan PDVlar o'quvchilarga interfaol topshiriqlar, testlar, animatsiyalar, ovozli tushuntirishlar orqali bilimlarni mustahkamlash imkonini beradi [3].

Mazkur maqolada talabalarning pedagogik dasturiy vositalar yaratish kompetentligini shakllantirish jarayonini tizimli asosda o'rganish, uning bosqichlarini aniqlash va samaradorlik indikatorlarini ishlab chiqish masalalari yoritiladi. Shuningdek, bu jarayonni ta'lim jarayoniga integratsiyalashning metodik asoslari tahlil qilinadi.



Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Pedagogik dasturiy vositalar (PDV) haqida ilmiy izlanishlar 20-asrning ikkinchi yarmidan boshlab rivojlana boshlagan. Dastlabki tadqiqotlar o'qitish jarayoniga texnik vositalarni integratsiya qilish orqali o'quv samaradorligini oshirishga qaratilgan bo'lgan [1]. Biroq zamonaviy yondashuvlarda PDVlar o'qituvchining faol yordamchisi sifatida emas, balki talabaning mustaqil bilim olish kompetentligini shakllantiruvchi muhim omil sifatida qaralmoqda [2].

Zamonaviy tadqiqotlarda (K.A. Boldko [3], A.K. Ryasuleva [4]) PDV yaratish kompetentligining shakllanish bosqichlari — *motivatsion, bilish, amaliy va refleksiv* – sifatida talqin qilinadi. Boldkoga ko'ra, talaba avvalo o'zining ta'limiy ehtiyojlarini anglab yetadi (motivatsion bosqich), so'ngra dasturiy vositalarni o'rganadi (bilish bosqichi), amalda PDV yaratadi (amaliy bosqich) va nihoyat o'z faoliyatini tahlil qiladi (refleksiv bosqich). Ushbu bosqichlarning har biri aniq indikatorlar orqali baholanadi.

Xorijiy manbalarda, xususan, D. Merrill [5] va R. Mayer [6] tomonidan ilgari surilgan *multimedia o'qitish nazariyalari* PDVlarning dizayn va kontent jihatidan samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Mayerning kognitiv yuklama nazariyasiga ko'ra, ta'limiy dasturlarni yaratishda vizual va verbal axborot o'rtasidagi muvozanatni saqlash talabaning bilimni chuqur o'zlashtirishiga yordam beradi.

Mahalliy tadqiqotlarda esa (A. Abduqodirov [7], M. Ergashev [8], N. Xolmurodova [9]) PDVlarni yaratish jarayonida talabalarda dizayn fikrlash, axborot madaniyati va tahliliy yondashuvni shakllantirishga urg'u beriladi. Shuningdek, O'zbekiston oliy ta'lim tizimida raqamli kompetentlikni rivojlantirish bo'yicha qabul qilingan "*Raqamli ta'lim*" konsepsiyasi (2021) PDVlarni o'qitish jarayonining majburiy tarkibiy qismi sifatida belgilaydi [10].

Tahlil natijalariga ko'ra, mavjud ilmiy manbalar PDV yaratish kompetentligini ko'p jihatdan texnik yoki metodik nuqtai nazardan



o'rganadi. Ammo ularni *integrativ kompetensiya modeli* asosida-ya'ni talabani kasbiy, texnik va pedagogik ko'nikmalarining birligida tahlil qilish zarur. Shu jihatdan, ushbu maqola talabalarning PDV yaratish kompetentligini shakllantirish bosqichlari va indikatorlarini aniqlashga qaratilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotning metodologik asosi sifatida *kompetensiya yondashuvi, faoliyatli yondashuv* hamda *raqamli pedagogika* konsepsiyasi tanlandi [11]. Mazkur yondashuvlar talabalarning pedagogik dasturiy vositalarni yaratish jarayonida ularning shaxsiy faolligini, texnik fikrlashini va refleksiv baholash qobiliyatini kompleks tarzda rivojlantirish imkonini beradi.

Metodologik jihatdan, ish *nazariy tahlil, tajriba-sinov, kuzatish* va *diagnostik testlar* asosida olib borildi. Tadqiqot obyekti sifatida pedagogika yo'nalishida tahsil olayotgan bakalavr talabalari tanlandi. Tajriba 3 bosqichda amalga oshirildi: *diagnostika (boshlang'ich), shakllantiruvchi (asosiy)* va *nazorat (yakuniy)* bosqichlar [12].

Pedagogik dasturiy vositalar yaratish kompetentligini shakllantirish jarayoni quyidagi bosqichlarda amalga oshadi (1-jadval).

1-jadval. Talabalarning PDV yaratish kompetentligini shakllantirish bosqichlari va indikatorlari

Bosqich	Asosiy mazmun	Kompetensiya komponenti	Indikatorlar
1. Motivatsion bosqich	PDV yaratish zaruratini anglash, ta'limda raqamli texnologiyalarga qiziqishni shakllantirish	Shaxsiy-motivatsion	- PDV yaratishga nisbatan ijobiy munosabat- Mustaqil o'rganishga tayyorgarlik- Kasbiy ehtiyojni anglash darajasi



2. Bilish (kognitiv) bosqichi	PDV yaratish nazariyasi va dasturlari (Lectora, iSpring, CourseLab, Flash va boshqalar) bilan tanishish	Bilim-komponent	- Dasturlarning funksional imkoniyatlarini bilish- O'quv dizayn asoslarini tushunish- O'quv modullarini tahlil qilish qobiliyati
3. Amaliy bosqich	O'quv modullarini loyihalash, test, animatsiya, interaktiv elementlar yaratish	Amaliy-ijodiy	- Dasturiy vositalarda modullarni yaratish- Multimedia integratsiyasi- Texnik nosozliklarni bartaraf etish ko'nikmasi
4. Refleksiv baholash bosqichi	Yaratilgan PDVni baholash, tahlil qilish, o'z faoliyatini takomillashtirish	Refleksiv-baholovchi	- O'z ishini tanqidiy tahlil qila olish- PDV samaradorligini aniqlay olish- O'z-o'zini rivojlantirishga tayyorgarlik

Tadqiqot metodologiyasi doirasida har bir bosqich uchun *kompetensiya indikatorlari* aniqlanib, ular Likert shkalasi asosida 5 ballik tizimda baholandi. Shuningdek, *pedagogik diagnostika* uchun maxsus test topshiriqlari, so'rovnomalar va kuzatuv varaqalari ishlab chiqildi. Natijalar tahlili uchun *deskriptiv statistika*, *korrelyatsion tahlil* va *eksperimental tahlil* usullari qo'llanildi.

Metodologiyada shuningdek *Lectora Inspire*, *iSpring Suite* va *CourseLab* dasturlari asosiy vosita sifatida tanlandi, chunki ular PDV yaratishning turli bosqichlarini qamrab oladi: dizayn, interaktivlik va testlash [12]. Shu orqali talabalarning dasturiy-didaktik kompetensiyasini baholash imkoniyati kengaydi.

Shakllantiruvchi bosqichda talabalarga amaliy topshiriqlar berildi: *“Interaktiv dars moduli yaratish”*, *“Test moduli integratsiyasi”*,

“Multimedia komponentlarini uyg'unlashtirish”. Bu jarayonda talabalar o'zaro hamkorlik, muammoli vaziyatni hal etish va tahliliy fikrlashni rivojlantirdilar.

Tahlil va natijalar. Natijalar tahlili davomida aniqlanishicha, talabalarda quyidagi o'zgarishlar kuzatildi:

- PDV yaratish bo'yicha *amaliy mustaqillik* shakllandi;
- Dasturiy-didaktik vositalarni *ijodiy qo'llash* ko'nikmasi rivojlandi;
- O'quv jarayonida *integrativ yondashuv* (pedagogika + IT) kuchaydi;
- Talabalarda *o'z faoliyatini rejalashtirish va tahlil qilish madaniyati* oshdi [13].

Tahlil natijalaridan kelib chiqadiki, PDV yaratish kompetentligini shakllantirishda quyidagi shart-sharoitlar muhim:

1. Ta'lim jarayoniga *amaliy loyiha asosidagi yondashuvni* joriy etish;
2. Talabalarning *raqamli fikrlash va o'quv dizayni* ko'nikmalarini parallel rivojlantirish;
3. Har bir bosqichda *refleksiv tahlil va o'zini baholash* mexanizmlarini yo'lga qo'yish;
4. PDV yaratishda *Lectora, iSpring, CourseLab* kabi integrativ dasturlardan kompleks foydalanish [12].

Xulosa va takliflar. O'tkazilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar natijasida aniqlanishicha, talabalarning pedagogik dasturiy vosita (PDV) yaratish kompetentligini shakllantirish jarayoni tizimli, bosqichma-bosqich va metodik yondashuv asosida tashkil etilgandagina yuqori samaraga erishiladi. PDV yaratish kompetentligini rivojlantirishda motivatsion, bilish, amaliy va refleksiv-baholovchi bosqichlar o'zaro uzviy bog'liq bo'lib, har biri talabaning kasbiy shakllanishida muhim rol o'ynaydi.

Yuqoridagi ilmiy-amaliy natijalarga asoslanib, quyidagi xulosa va tavsiyalarni ilgari surish mumkin:



1. Ta'lim jarayonida PDV yaratish kompetentligini shakllantirish maxsus metodika asosida amalga oshirilishi lozim. Bu metodika talabalarda dasturiy, dizayn va didaktik fikrlashni uyg'un rivojlantiradi.

2. Oliy ta'lim muassasalarida Lectora, iSpring Suite, CourseLab, AutoPlay Media Studio kabi PDV yaratish dasturlari bo'yicha maxsus amaliy kurslar joriy etish zarur.

3. PDV yaratish kompetentligini baholashda indikatorli monitoring tizimidan (motivatsion, bilish, amaliy, refleksiv) foydalanish natijadorlikni aniqlashga yordam beradi.

4. Har bir talaba uchun "raqamli portfolio" yuritish — ularning PDV yaratishdagi ijodiy yondashuvini va o'zini baholash kompetentligini mustahkamlaydi.

5. PDVlar yordamida o'quv jarayonini modernizatsiyalash orqali talabalarda raqamli pedagogik madaniyatni shakllantirish mumkin.

Yuqoridagi ilmiy-amaliy xulosalar asosida aytish mumkinki, PDV yaratish kompetentligini shakllantirish — bu nafaqat texnik ko'nikma, balki talabaning pedagogik tafakkuri, ijodkorligi va mustaqil o'quv faoliyatini rivojlantiruvchi murakkab, ammo zarur jarayondir. Shu boisdan, har bir oliy ta'lim muassasasi ta'lim dasturlarida ushbu yo'nalish bo'yicha metodik tizimni shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar:

1. Абдуллаева, Ш. (2019). Инновационные подходы в цифровом образовании. Ташкент: Фан.

2. Badrul, H. K. (2018). Theory and Practice of E-Learning Systems. New York: Springer.

3. Boldko, K. A. (2019). Formirovanie professional'noj kompetentnosti studentov pri sozdanii EOR. Minsk: BGU.

4. Ryasuleva, A. K. (2018). Razvitie didakticheskikh umenij studentov v elektronnom obrazovanii. Kazan: KNITU.



5. Merrill, D. (2013). *First Principles of Instruction*. San Francisco: Pfeiffer.
6. Mayer, R. (2017). *Multimedia Learning: Principles and Applications*. Cambridge: CUP.
7. Abduqodirov, A. (2021). *Pedagogik texnologiyalar va raqamli ta'lim*. Toshkent: O'zMU nashriyoti.
8. Ergashyev, M. (2020). *Ta'limda elektron vositalardan foydalanish metodikasi*. Qarshi: QarDU.
9. Xolmurodova, N. (2022). *Raqamli kompetensiyani shakllantirish metodikasi*. Toshkent: Innovatsion ta'lim.
10. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qarori. (2021). "Raqamli ta'lim" konsepsiyasi. Toshkent.
11. Richards, J. & Rodgers, T. (2014). *Approaches and Methods in Language Teaching*. Cambridge: CUP.
12. Shokirova, D. (2023). *Lectora va iSpring dasturlari asosida o'quv kurslari yaratish*. Toshkent: TDPU.
13. Qahramon o'g'li, M. M., & Abdumalik o'g, O. T. N. (2025, May). PEDAGOGIK DASTURIY VOSITALAR YARATISHDA MA'LUMOTLAR BAZASINING AHAMIYATI. In *International conference on multidisciplinary science* (Vol. 3, No. 5, pp. 73-75).

FIZIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISHDA DASTURIY TA'MINOTLAR VA ULARNING FIZIKANI O'QITISHDAGI AHAMIYATI

*H.Q. Xudoyeva, Toshkent shahar Chilonzor tumani
201-umumiy o'rta ta'lim maktabining fizika fani o'qituvchisi*

Ushbu maqolada fizik jarayonlarni modellashtirishda qo'llaniladigan zamonaviy dasturiy ta'minotlar, ularning o'qitish jarayonidagi pedagogik, metodik va texnik ahamiyati tahlil qilinadi. Virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalarning o'quvchilarda ilmiy-tadqiqot ko'nikmalarini shakllantirishdagi roli, shuningdek ular orqali fizik qonuniyatlarni chuqur anglash imkoniyatlari yoritiladi. Dasturiy vositalardan foydalanishning ustunliklari, cheklovlari va ta'limga integratsiya mexanizmlari haqida fikr yuritiladi.

Kalit so'zlar: *modellashtirish, virtual laboratoriya, PhET, LabVIEW, MATLAB, Simulink, fizik ta'lim, raqamli pedagogika, VR texnologiya, eksperimental ko'nikma, simulyatsiya.*

Zamonaviy axborot texnologiyalarining rivojlanishi fizik ta'lim jarayonini modernizatsiya qilishni talab etmoqda. Xususan, kompyuter modellashtirish, simulyatsiyalar va virtual laboratoriyalar murakkab fizik jarayonlarni tushunarli, vizual va interaktiv shaklda o'rganish imkonini yaratmoqda. Modellashtirish o'quvchilarda tahliliy fikrlash, eksperimental ko'nikmalar, mustaqil izlanish va fanlararo bog'liqlikni anglash kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

Fizika fanining mazmuni tabiat hodisalarini matematik modellarga asoslangan holda anglashni talab qiladi. Shu sababli ta'lim jarayonida PhET, LabVIEW, MATLAB, Simulink, VR laboratoriyalari kabi dasturiy vositalarni qo'llash nafaqat tushunishni osonlashtiradi, balki real laboratoriya mashg'ulotlarini samarali to'ldirib boradi.[4]



Ushbu tadqiqotning maqsadi - fizik jarayonlarni modellashtirishda qo'llaniladigan dasturiy ta'minotlarning imkoniyatlarini o'rganish, ularning ta'lim jarayonidagi pedagogik va metodik afzalliklarini tahlil qilish, shuningdek ular bilan ishlash jarayonida yuzaga keladigan muammolarni aniqlashdir.[5]

Fizik jarayonlarni modellashtirishning nazariy asoslari

Modellashtirish - turli fizik hodisalar va jarayonlarning matematik, grafik yoki algoritmik tasvirini yaratish orqali ularni o'rganish metodidir. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida modellar:

- vaqt va fazoni vizual tasvirlash,
- ideal va noideal sharoitlarni solishtirish,
- murakkab jarayonlarni sodda shaklda ifodalash,
- tajribalarni xavfsiz sharoitda o'tkazish imkonini yaratadi.

Fizik modellashtirish o'quvchilarni real tajribalar bilan yuzma-yuz kelishdan avval jarayonning mohiyatini tushunishga tayyorlaydi.

1-jadval. Fizik jarayonlarni modellashtirishda qo'llaniladigan dasturiy vositalarning taqqoslanishi [6].

Dasturiy ta'minot	Qo'llanilish sohasi	Afzalliklari	Cheklovlari
PhET	Maktab va OTM	Soddalashtirilgan, vizual, bepul	Idealizatsiya yuqori
LabVIEW	Oliy ta'lim, ilmiy tadqiqotlar	Real tajriba analogi, aniq o'lchov	Litsenziya qimmat, o'rganish murakkab
MATLAB/Simulink	Modellashtirish, hisob-kitob, ilmiy loyihalar	Murakkab modellar, grafik tahlil	Dastur resurs talab qiladi
VR laboratoriya	Fizika, muhandislik	To'liq immersiya, xavfsizlik	Maxsus qurilmalar kerak



Dasturiy ta'minotlarning turlari

1. PhET Interactive Simulations

Kolorado universiteti tomonidan yaratilgan ushbu platforma o'quvchilar uchun soddalashtirilgan, ammo ilmiy asoslangan simulyatsiyalarni taqdim etadi.

Ahamiyati:

- murakkab jarayonlarning sodda vizuallashtirish;
- boshlang'ich bosqichda fizik tushunchalarni shakllantirish;
- maktab sharoitida foydalanish uchun qulay. [7]

2. LabVIEW

Milliy Instruments kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan professional muhit.

Ahamiyati:

- murakkab fizik modellarni qurish imkoniyati;
- yuqori aniqlikdagi virtual o'lchash texnologiyalari;
- oliy ta'limda laboratoriya jarayonlarini takrorlashda keng qo'llanadi.[8]

3. MATLAB va Simulink

Matematik modellash va algoritmik tahlil uchun mo'ljallangan.

Ahamiyati:

- diferensial tenglamalar orqali fizik jarayonlarni tahlil qilish;
- grafik simulyatsiyalar yaratish;
- turli mexanik, elektr va kvant tizimlarini modellashtirish. [9]

4. Virtual Reallik (VR) laboratoriyalari

Oculus, HTC Vive¹ kabi VR qurilmalar orqali immersiv muhit yaratish mumkin.

Ahamiyati:

- o'quvchining jarayonga to'liq sho'ng'ishini ta'minlaydi;
- xavfli yoki qimmat tajribalarni xavfsiz bajarish imkonini beradi;
- 3D vizuallashtirish orqali chuqur tushunishni rivojlantiradi.

¹ yuqori sifatli virtual reallik



Dasturiy modellashtirishning fizikani o'qitishdagi ahamiyati

1. Murakkab jarayonlarni soddalashtirilgan ko'rinishda tushuntirish

Elektr zanjirlari, elektromagnit maydonlar, kvant jarayonlari kabi ko'rinmas hodisalarni virtual tarzda tasvirlash o'quvchilarning mavzuni tez va aniq tushunishiga imkon yaratadi.

2. Vizual-tasviriy tafakkurni rivojlantirish

Modellashtirish jarayoni o'quvchilarda abstrakt fikrlash, grafik talqin, formula va model o'rtasidagi bog'liqlikni tushunish ko'nikmalarini kuchaytiradi.

3. Tajriba o'tkazish ko'nikmalarini shakllantirish

Virtual laboratoriyalar:

- xavfsiz,
- tejamkor,
- takrorlanadigan tajribalar yaratish imkonini berib, real laboratoriyalarni to'ldiruvchi vosita vazifasini bajaradi.

4. Mustaqil ta'limni rivojlantirish

O'quvchilar modellashtirish jarayonida:

- parametrlarni o'zgartiradi,
- natijalarni taqqoslaydi,
- xulosalar chiqaradi.

Bu esa ularning mustaqillik va ilmiy yondashuvini kuchaytiradi.

5. O'qituvchining pedagogik imkoniyatlarini kengaytirish

O'qituvchi:

- qiyin mavzularni tushuntirishda vizuallashtirilgan vositalardan foydalanadi,
- vaqtni tejaydi,
- o'quvchi faoliyatini kuzatish va baholashni avtomatlashtiradi.

Muammolar va cheklovlar

1. Texnik infratuzilmaga bog'liqlik

Kompyuterlar, internet va mos dasturiy vositalarning mavjudligi har doim ham ta'minlanmagan bo'lishi mumkin.



2. Dasturiy ta'minotning murakkabligi

LabVIEW yoki MATLAB kabi murakkab platformalar ko'pchilik o'quvchilar uchun qiyinchilik tug'diradi.

3. O'qituvchilarning raqamli kompetensiyasi

Modellashtirishni samarali tashkil etish uchun o'qituvchi malakasi yuqori bo'lishi zarur.

4. Virtual natijalarning idealizatsiyasi

Virtual modellar real tajribadagi xatoliklarni to'liq aks ettirmasligi mumkin, bu esa real laboratoriya ko'nikmalarining to'liq shakllanmasligiga olib keladi.

Fizik jarayonlarni modellashtirishda qo'llaniladigan dasturiy ta'minotlar zamonaviy ta'limning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Ular o'quvchilarga murakkab fizik jarayonlarni tushunishda ko'mak beradi, o'qituvchilarning metodik imkoniyatlarini kengaytiradi, ta'lim sifati va samaradorligini oshiradi. Biroq modellashtirishni o'quv jarayoniga to'liq integratsiya qilish texnik, metodik va pedagogik jihatdan puxta tayyorgarlikni talab etadi. Shunday ekan, virtual va real laboratoriya mashg'ulotlarini uyg'unlashtirish fizik ta'limda optimal yondashuv bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar:

1. S.X. Zoirov, U.X. Fayzullayeva, "Fizika fanini zamonaviy texnologiyalardan foydalanib o'qitish metodikasi." *Open Science*, 2023.

2. Sh.E. Karshiboyev, "Kredit-modul tizimida fizika laboratoriya mashg'ulotlarini raqamli texnologiyalar asosida tashkil etish." *Interpretation and Researches*, 2024.

3. S.I. Odilova, "Fizika darslarida media texnologiyalar asosida o'quvchilarning ilmiy-ijodiy salohiyatini rivojlantirish." *Best Journal Up*, 2023.



4. Suh A., Traxler A., "Virtual Laboratories in Physics Education: Opportunities and Challenges." *Journal of Physics Education Research*, 2021.
5. Tatli Z., , Ayas A., "Virtual Laboratory Applications in Science Education." *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2013.
6. S.Ainsworth, "The functions of multiple representations in learning." *Computers & Education*, 2006.
7. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu>
8. National Instruments. LabVIEW System Design Software Documentation. <https://www.ni.com>
9. MathWorks. MATLAB & Simulink Documentation. <https://www.mathworks.com>



FIZIKA FANINING «ELEKTR VA MAGNITIZM» BO'LIMINI O'QITISHDA ELEKTR ZANJIRINING BIR QISMIDA KUCHLANISH TUSHUNCHASI

A.A. Alayev, Nizomiy nomidagi O'zMTIT f.-m.f.n., dotsent

Fizika fanini o'qitishda «elektr yurituvchi kuch», «kuchlanish» va «potentsiallar farqi» kabi kuchlar ayrim atamalarni ham shakl, ham mazmun jihatdan talabalarga to'g'ri yetkazish, texnikada va kundalik hayotda bu tushunchalarni chalkashtirmaslik masalalari yoritilgan.

Tayanch so'zlar: kuchlanish, elektr energiyasi, elektr zanjiri, elektrostatik kuchlar, Kulon kuchlari, elektr kuchlanish, elektr yurituvchi kuch, elektr tarmog'i, potentsiallar farqi, tok manbai.

The issues of correctly conveying to students, both in form and content, such terms as «electromotive force», «voltage», and «potential difference» when teaching physics, as well as the issues of preventing the mixing of these concepts in technology and everyday life, are highlighted.

Keywords: voltage, electrical energy, electric circuit, electrostatic forces, Coulomb forces, electrical voltage, electromotive force, electrical network, potential difference, current source.

Освещены вопросы правильной передачи студентам как по форме, так и по содержанию таких терминов, как «электродвижущая сила», «напряжение» и «разность потенциалов» при преподавании физики, а также вопросы недопущения смешивания этих понятий в технике и быту.

Ключевые слова: напряжение, электрическая энергия, электрическая цепь, электростатические силы, силы Кулона, электрическое напряжение, электродвижущая сила, электрическая сеть, разность потенциалов, источник тока.



Fizika fanini o'qitishda ayrim atamalarning turli darslik va o'quv qo'llanmalarida, ba'zan texnikada va kundalik turmushda turlicha atalishiga duch kelamiz. Ayniqsa texnika sohasida bilim olayotgan talabalarning o'qish jarayonida quyidagi dalillarga uchrab turadi. Umumiy fizika darslaridan tanish bo'lgan va unda aniq ta'riflarga ega bo'lgan ba'zi tushunchalar texnika mutaxassisligi bo'yicha darslarida fizika nuqtai nazardan sinonim bo'lmagan boshqa tushunchalar bilan almashtiriladi. Shuningdek, turli xil fizikaviy tushunchalarga bir xil talqin berilishi ham uchraydi. Bunday almashtirish va soddalashtirishlarning sabablariga chuqur kirishmaymiz. Har qanday holatda ham bunday omillar talabalar uchun o'qish jarayonida qo'shimcha qiyinchiliklar tug'diradi.

Misol sifatida elektr zanjirining bir qismidagi kuchlanish tushunchasini ko'rib chiqamiz. Oliy o'quv yurtlarining muhandislik-texnika mutaxassisliklari uchun fizika darsliklarida potentsiallar farqi ($\varphi_1 - \varphi_2$), elektr yurituvchi kuch ($\mathcal{E}$) va elektr kuchlanishi (U) kabi tushunchalarni aniq farqlash zarurligi alohida ta'kidlangan. Ushbu farqlashga 1 ko'ra [1-4], berilgan 1-2 qismdagi kuchlanish zanjir bo'ylab nuqtadan 2 nuqtaga birlik musbat zaryadni ko'chirishda elektrostatik (Kulon kuchi) va tashqi kuchlar tomonidan bajarilgan ishga son jihatdan teng bo'lgan fizikaviy kattalik sifatida aniqlanadi. Agar zanjir bo'ylab zaryadni ko'chirishda A_{12} ish bajarilgan bo'lsa, u holda U_{12} kuchlanish quyidagiga teng:

$$U_{12} = \frac{A_{12}}{q} = \varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}_{12}, \quad (1)$$

bu yerda $\mathcal{E}_{12}$ – zanjir qismida ta'sir qiluvchi elektr yurituvchi kuch (EYuK).

Avvalo, talabalar elektr maydonining energetikaviy tavsifi hisoblangan va zaryad potensial energiyasining shu zaryad miqdoriga nisbati bo'lgan potensial (potentsiallar farqi) tushunchasi bilan tanishishlari zarur. «Kuchlanish» atamasi esa zanjir qismi bo'ylab potensial o'zgarishidan kelib chiqadigan kattalikdir. (1) ifodadagi $\mathcal{E}_{12}$ a'zo



o'suvchi potensialga ega bo'lgan sohalar bo'ylab birlik musbat zaryadni ko'chirishda tashqi kuchlar bajargan ishga son jihatdan teng, $(\varphi_1 - \varphi_2)$ esa zanjirning butun qismi bo'ylab Kulon kuchlarining umumiy ishiga teng. O'suvchi potensialga ega bo'lgan sohalar $(\varphi_1 - \varphi_2)$ manfiy va $\mathcal{E}_{12}$ bilan qisqaradi (tashqi kuchlar Kulon maydoni kuchlariga qarshi ish bajariladi). Shuning uchun U_{12} kuchlanishni zaryadning butun qismi nuqtalarining potentsiallari orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

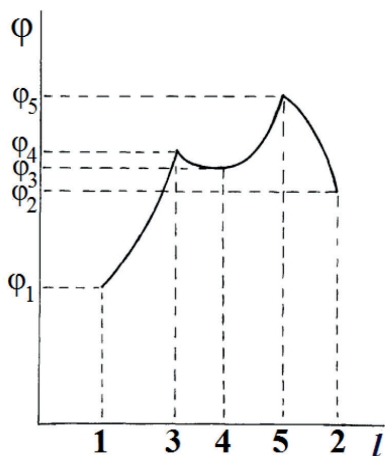
$$U_{12} = \int_1^2 d\varphi \quad \left| \frac{d\varphi}{dl} < 0 \right. \quad (2)$$

Bu yerda integral potensial pasayadigan zanjir qismining sohalarini bo'yicha olinadi.

Shunday qilib, «kuchlanish» atamasi zanjir qismidagi potensial pasayishlari yig'indisi yoki «potensial pasayadigan sohalar bo'yicha potensial farqlari yig'indisi»dan boshqa narsa emas. Buni oddiy misolda tushuntirib o'tamiz. Zanjirning 1–2 qismidagi potensialning o'zgarishi quyidagicha bo'lsin (1- rasmga qarang). U holda, ushbu holat uchun zanjir qismidagi U_{12} kuchlanish quyidagiga teng:

$$U_{12} = (\varphi_3 - \varphi_4) + (\varphi_5 - \varphi_2).$$

1–2 kesimlardagi kuchlanishni hisoblash uchun biz ushbu kesimlardagi potentsialning o'zgarishini bilishimiz kerak. Albatta, o'sib borayotgan potentsialga ega bo'lmagan (EYuKga ega bo'lmagan) zanjir kesimlarining xususiy holati uchun potentsialning pasayishi (kuchlanish qiymati) son jihatdan kesimlar uchlaridagi potentsiallar farqiga teng bo'lishi aniq. Shunga qaramay, umumiy holda «kuchlanish» atamasi



1- rasm. Potensial tushuvi

potentsiallar farqi kabi kesim uchlarining ikki nuqtasiga emas, butun kesimga tegishlidir.

Texnika sohasida esa ko'pincha «kuchlanish» va «potentsiallar farqi» tushunchalari shunchaki bir xil deb qabul qilinadi. Masalan, ba'zida quyidagilarni eshitishga to'g'ri keladi: «zanjirning ikki nuqtasi 1–2 orasidagi kuchlanishni o'lcaymiz...» Oddiy elektr zanjirini olaylik (2- rasmga qarang). Zanjirning yuqori qismiga nisbatan kuchlanish quyidagicha ifodalanishi aniq:

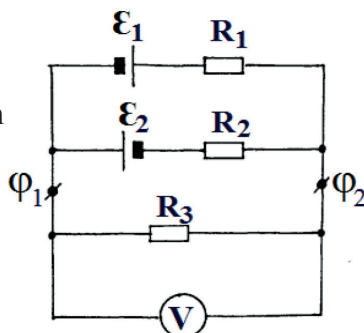
$$U_{12}' = \varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}_1.$$

O'rta qismga nisbatan kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$U_{12}'' = \varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}_2,$$

va ikkita pastki qismiga nisbatan:

$$U_{12}''' = \varphi_1 - \varphi_2.$$

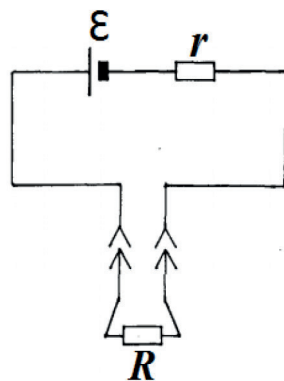


2- rasm. Elektr zanjiri

Shunday qilib, ikki nuqtaga nisbatan kuchlanish bir ma'noda aniqlanmagan.

U aniq bir qismlarga nisbatan aniqlangan. Shunga ko'ra, biz 1–2 nuqtalar orasidagi kuchlanishni emas, balki ular orasidagi potentsiallar farqini aniqlay olamiz (bu son jihatdan EYuKga ega bo'lmagan elektr zanjirining pastki qismlariga ta'sir qiluvchi kuchlanishga teng).

Shunga o'xshash misollarni ko'plab keltirish mumkin. Ba'zan shunday jumalarni o'qishga to'g'ri keladi: «...ochiq tok manbaining uchlaridagi kuchlanish son jihatdan manbaning EYuKga teng...». Bunday tizim uchlaridagi kuchlanish nolga



3- rasm

teng, EYuK esa manba qismlaridagi potentsiallar farqi bilan aniq mos keladi. Yoki, aytaylik, o'zgarmas tok manbai va biz tarmoqqa elektr energiyasi iste'molchisini ulashimiz mumkin bo'lgan qismlarni o'z ichiga olgan elektr tarmog'i mavjud (3- rasm). «Tarmoqdagi kuchlanish 220 V...» – deganda nima nazarda tutiladi? Ulangan iste'molchi bilan qismlardagi potentsiallar farqimi? Ammo u $\mathcal{E} = \text{const}$ da o'zgarmas emas va yuklamaning qiymatiga bog'liq. Tarmoq kuchlanishi esa (tok manbai va uning ichki qarshiligini o'z ichiga olgan qismida) iste'molchi uzilganida umuman nolga teng. Ammo yopiq zanjirdagi (iste'molchi ulanganda) kuchlanish haqiqatan ham o'zgarmas va tok manbaining EYuKga teng. Shunday qilib, bu holda elektr tarmog'ining doimiy tavsifi haqida gapirganda, quyidagicha ta'riflash to'g'riroq bo'lar edi: «tarmoqning elektr yurituvchi kuchi 220 V ga teng».

Bunday ziddiyatlar «elektr yurituvchi kuch», «kuchlanish» va «potentsiallar farqi» kabi tushunchalarning aralashmasidan kelib chiqadi. Texnikada «kuchlanish pasayishi» – deb nomlangan to'rtinchi atamaga ham duch kelamiz. Bu esa «kuchlanish» tushunchasining sinonimi bo'lgani uchun bizning tushunchalarimizni butunlay chalkashtirib yuboradi.

Ushbu maqolada ko'rib chiqilgan masalalar misolida quyidagicha xulosa qilish mumkin. Texnika sohasidagi bo'lajak mutaxassislariga fizika darslarida o'tiladigan ma'ruzalarda tegishli boshqa atamalar bilan almashtiriladigan yoki aralashtiriladigan ta'riflar yoki tushunchalar uchraganda, talabalarning e'tiborinibunga qaratish vato'g'ri tushunchalar berib ketish kerak. Bu ularga kelajakda ortiqcha tushunmovchiliklardan qochishga yordam beradi. Bunday tushunchalarni berishda albatta, talabalarning kelajakdagi mutaxassisligini ham hisobga olish kerak. Fan-texnika taraqqiyoti yashin tezligida o'sib borayotgan hozirgi zamonda fizika-texnika sohasidagi atamalarning mazmun va mohiyatini to'g'ri tushuntirish va bu atamalardan to'g'ri foydalanishni kelajak avlodga o'rgatish har bir fan o'qituvchisining burchidir.



Adabiyotlar:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 2. Электричество и магнетизм: Учебное пособие.- СПб.: «Лань», 2021.- 352 с.
2. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике.- М.: Наука, 2006.- 1056 с.
3. Калашников С. Г. Электричество / – М.: Физматлит, 2004. – 624 с.
4. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi. 12 jild. -«O'zbekiston milliy ensiklopediyasi» Davlat ilmiy nashriyoti. 2000–2006 yy.



FMI jurnalining Aziz muxlislari! Ushbu «Masalalar bo'limi» jurnal tashkil qilingandan buyon faoliyat ko'rsatib keladi.

Bu yerda berilgan masalalarni yechib tahririyatga yuboring.

Xat mualliflarining ismi jurnal sahifalarida e'lon qilinadi.

Shuningdek, o'zingizga manzur bo'lgan va boshqalar uchun ham qiziqarli bo'lishi kutilgan misol va masalalarni to'plab, tanlab yuboring. Ism va familiyangiz bilan jurnalda berib boramiz.

Bu ishga iqtidorli o'quvchilar bilan shug'ullanayotgan ustoz muallimlar va matematika to'garagi rahbarlarini jalb qilamiz.

Xat va masalalaringizni quyidagi manzilga yuboring:

Toshkent shahr, Shayxontoxur tumani Ziyo ko'chasi 6 - uy.

**T.N.Qori Niyoziy nomidagi Tarbiya pedagogikasi
milliy instituti FMI jurnali.**

Agar yangi masalalar tuzib yuborsangiz unga alohida e'tibor beriladi. Jurnalimiz haqidagi har qanday taklif va fikr mulohazalaringizni mamnuniyat bilan qabul qilamiz.

Masalalar bo'limida qanday tipdagi masalalar bo'lishini xohlaysiz? Xatlaringizni kutamiz!!!

OLIMPIADA MASALALARI

M.86. Birlik va o'nlik raqamlari orasiga 0 raqami yozilsa qiymati 9 marta kattalashadigan natural sonlarni toping.

M.87. Tenglamani yeching: $9 \cdot 4^{x+5} = 19 \cdot 6x + 4 \cdot 9^{x+0.5}$

M.88. Agar a va b butun sonlari uchun ushbu $a^2 - 4b = 2$ tenglik o'rinli bo'lsa tenglamani qanoatlantiruvchi a va b larni toping

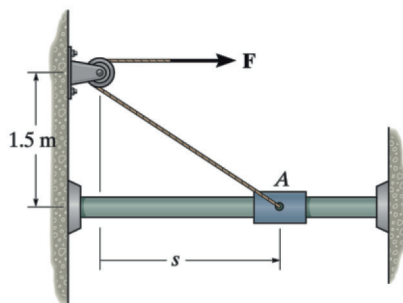
M.89. $3 \cdot 2^x + 1 = y^2$ tenglamani natural yechimlarini toping.

M.90. Haqiqiy musbat a va b sonlar uchun

$$\sqrt[3]{\frac{a}{b}} + \sqrt[3]{\frac{b}{a}} \leq \sqrt[3]{2(a+b) \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)} \quad \text{tengsizlikni isbotlang}$$

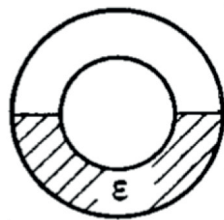


F.81. O'zgarmas $F = 50 \text{ N}$ kuch arqon orqali gorizontal o'qqa kiygizilgan halqaga tasir qiladi (rasmga qarang). Bu yerda $s = 2 \text{ m}$, $h = 1,5 \text{ m}$ va halqaning massasi 1 kg . $s = 0 \text{ m}$ bo'lgan vaqtda halqa qanday tezlikka erishadi. Ishqalanish kuchlari hisobga olmasa ham bo'ladigan darajada kichik.



F.82. Faraz qilaylik, Yer yuzasiga yaqin hududda havo normal sharoitda bo'lsin. Temperatura va havoning molyar massasi balandlikdan qat'i nazar o'zgarmaydi deb hisoblab, Yer sirtidan 5 km balandlikdagi va 5 km chuqurlikdagi kon tubidagi havo bosimini toping.

F.83. Sferik kondensatorning ikki konsentrik qoplamalari orasidagi bo'shliqning yarmi rasmga ko'rsatilganidek dielektrik singdiruvchanligi ϵ bo'lgan modda bilan to'ldirilgan. Kondensatorning zaryadi q ga teng. Elektr maydon kuchlanganligi E ni sfera radiusi r ning funksiyasi sifatida ifodalang.



F.84. Agar obyektivning o'rnatma halqasi (ramkasi) diametri D va okulyar hosil qilgan shu halqa tasvirining diametri d bo'lsa. Cheksizlikka yo'naltirilgan (fokuslangan) Kepler teleskopining kattalashtirish koeffitsientini toping.

F.85. Noaniqlik prinsipidan foydalanib, o'lchami $l = 0,2 \text{ nm}$ bo'lgan sohada cheklangan elektronning eng kichik kinetik energiyasini baholang.

I.86. Yulduzli raqamlar

Masala: Foydalanuvchi son kiritadi. Har bir qatorda raqam yulduzchalar bilan o'ralgan holda chiqariladi (masalan, * 1 *, ** 2 **).



I.87. Eng uzun soʻz

Masala: Foydalanuvchi matn kiritadi. Dastur matndagi eng uzun soʻzni va uning uzunligini chiqaradi.

I.88. Raqamlar teskari tartibi

Masala: Foydalanuvchi sonlar roʻyxatini kiritadi. Dastur sonlarni teskari tartibda va har bir sonning raqamlarini teskari qilib chiqaradi.

I.89. Sehrli sanash

Masala: Foydalanuvchi son kiritadi. Agar son juft boʻlsa, 2 ga boʻlinadi, toq boʻlsa

I.90. Raqamli piramida

Masala: Foydalanuvchi qatorlar sonini kiritadi. Dastur raqamlardan simmetrik piramida chizadi (masalan, 1, 1 2, 1 2 3).

Javoblar:

M.81. $7m^2 - 5n^2 = 2000$ shartni qanoatlantiruvchi m va n butun sonlar mavjudmi?

Yechish. Shartga koʻra $7m^2 : 5$, demak $m^2 : 5$, bundan $m : 5$. U holda $m = 5k$ va $7 \cdot 25k^2 - 5n^2 = 2000$, bundan $35k^2 - n^2 = 400$. Demak, $n : 5$, $n = 5l$. $7k^2 - 5l^2 = 80$. Endi $k = 5p$ va $35p^2 - 14 = l^2 + 2$. Soʻngi tenglikning chap tomoni 7 ga boʻlinadi, ammo oʻng tomoni xech bir l da 7 ga boʻlinmaydi. (Bunga ishonch hosil qilish uchun son kvadratining 7 ga boʻlgandagi qoldiqlarini qarash yetarli).

M.82. Anvar va Sarvar 7×9 (7 ta satr va 9 ta ustundan iborat) jadval katakchalariga galma-gal butun sonlarni yozib, oʻyin oʻynayapti. Oʻyinni Anvar boshlaydi. Har bir qadamda jadvalning boʻsh katakchasiga son yoziladi. Oʻyin jadval sonlar bilan toʻlganga qadar davom ettiriladi. Keyin jadval satrlaridagi sonlar yigʻindilari $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ hisoblanadi. Agar yigʻindilar orasida juftlari



toqlariga nisbatan ko'p bo'lsa, Anvar o'yinda yutgan bo'ladi. Aks holda Sarvar yutgan bo'ladi. Kim o'ziga yutuqni ta'minlashi mumkin?

Yechish. Anvar o'ziga yutuqni ta'minlashi mumkin. Buning uchun u quyidagi strategiyadan foydalanishi mumkin: Markazdagi ustunning ixtiyoriy katagiga juft son yozadi. Keyin, agar Sarvar markaziy ustunni kataklarini to'ldirsa, Anvar ham markaziy ustundagi kataklarni juft sonlar bilan to'ldiradi. Agar Sanjar boshqa katakka son yozsa, u holda Anvar Sanjar yozgan satrga, u to'ldirgan katakka markazdagi ustunga nisbatan simmetrik bo'lgan katakka aynan Sanjar yozgan son qanday bo'lsa (toq, juft), shunday son yo'zadi. Natijada markaziy kataklarda juft sonlar turgan satrlar soni to'rt dan kam bo'lmaydi, bu satrlardagi sonlar yig'indisi juft son bo'ladi.

M.83. Quyidagi tasdiqni isbotlang: $x^2 - 3x - 1 = 0$ tenglamaning ildizlari $(x^2 - 2x - 1)^2 - 2(x^2 - 2x - 1) - x - 1 = 0$ tenglamaning ham ildizlari bo'ladi.

Yechish. Aytaylik, a berilgan birinchi tenglamaning ildizi bo'lsin. U holda $a^2 - 3a - 1 = 0$. Ikkinchi tenglamani quyidagicha yozib olamiz:

$$(x^2 - 3x - 1 + x)^2 - 2(x^2 - 3x - 1 + x) - x - 1 = 0.$$

So'ngi tenglamada $x = a$ bo'lganda, $a^2 - 2a - a - 1 = 0$ bo'ladi. Ya'ni a berilgan ikkinchi tenglamaning ham ildizi bo'ladi.

M.84. n butun son va p tub son haqida quyidagilar ma'lum: $5n - 1$ va $n - 10$ sonlari p ga qoldiqsiz bo'linadi. $2025n + 1$ yig'indi ham p ga bo'linishini isbotlang.

Yechish. Masala shartidan $5n - 1 - 5(n - 10) = 49$ bo'lib, u p ga qoldiqsiz bo'linadi. p esa tub son. Demak, $p = 7$.

Endi, $2025n + 1 = 289 \cdot 7n + 2(n - 10) + 21$ ekanini e'tiborga olsak, berilgan yig'indi 7 ga qoldiqsiz bo'linadi.



M.85. Doiraning MN vatari bilan chegaralangan w segmentiga ikkita aylana ichki chizilgan. Bu aylanalar w segmentni chegaralaydigan aylanaga A va B nuqtalarda, MN vatarga C va D nuqtalarda urinadi. A, B, C va D nuqtalar bitta aylanada yotishini isbotlang.

Yechish. Aytaylik, O nuqta A va C nuqtalardan o'tuvchi aylananing markazi, T esa B va D nuqtalardan o'tuvchi aylananing markazi bo'lsin. OA, OC, TB, TD radiuslarni, hamda berilgan aylanaga A va B nuqtalarda urinmalar o'tkazamiz. Urinmalar H nuqtada kesishsin (urinmalar parallel bo'lgan holni mustaqil qarang).

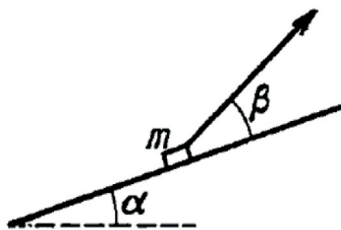
Bir nechta burchaklar juftligining teng ekanini isbotlaymiz. Urinmalar va MN vatar orasidagi burchaklar ($\angle HAB$ va $\angle HBA$) teng, chunki ularning har biri vatar (AB) va urinmaning aylanadan "ajratgan" yoyning yarmiga teng.

$\angle OAB = 90^\circ - \angle HAB$ va $\angle TBA = 90^\circ - \angle ABH$ ekanidan $\angle OAB = \angle TBA$. AOC va BTB uchburchaklar tengyo'nli, demak, $\angle OAC = \angle OCA$ va $\angle TBD = \angle TDB$.

$\angle A + \angle D = \angle OAB + \angle OAC + \angle TDB + \angle TDC$; $\angle B + \angle C = \angle TBA + \angle TBD + \angle OCA + \angle OCD$.

$\angle OCD = \angle TDC = 90^\circ$ ekanini hisobga olsak, $\angle A + \angle D = \angle B + \angle C$. Demak, ABCD to'rtburchak ichki chizilgan.

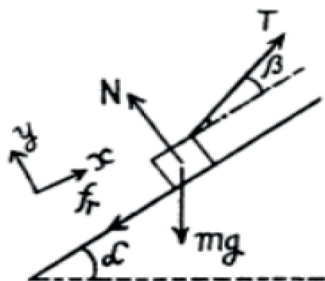
F.76. Massasi m ga teng bo'lgan jism qiyalik burchagi α bo'lgan qiya tekislik ustida turibdi (rasm). Jism va qiya tekislik orasidagi ishqalanish ko'effitsiyenti k ga teng. m massali jismni yuqoriga harakatlantira oladigan F kuchning



qiymati minimal bo'lishi uchun, bu kuch va qiya tekislik orasidagi β burchak qanday bo'lishi kerak. F kuchning bu minimal qiymatini toping.

Yechim:

Keling avval X va Y kordinata o'qlarini joylashtirib olaylik. X o'qini qiyalik bo'ylab yuqoriga, Y o'qini unga perpendikulyar qilib tanlaylik (rasm). Shuningdek jismga ta'sir qiluvchi kuchlarni chizmadagidek belgilab olamiz. Endi esa X va Y o'qlari bo'yicha kuchlarni tashkil etuvchilarga ajratamiz va Nyutonning ikkinchi qonunini qo'llaymiz.



$$\begin{cases} T \cos \beta - mg \sin \alpha - f_r = 0 \\ T \sin \beta + N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Bu yerdan $N = mg \cos \alpha - T \sin \beta$ va $f_r = kN$ ekanligini inobatga olsak,

$$T = mg \sin \alpha + \frac{kmg \cos \alpha}{\cos \beta + k \sin \beta} \quad (2)$$

Ifoda hosil bo'ladi. $\cos \beta + k \sin \beta$ ifodaning qiymati maksimal bo'lganda T kuch minimal qiymatga erishadi. $\cos \beta + k \sin \beta$ ning maksimal qiymatini topish uchun uni β bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilasini 0 ga tenglash kerak, ya'ni $\frac{d(\cos \beta + k \sin \beta)}{d\beta} = 0$

bundan $\operatorname{tg} \beta = k$ degan ifoda kelib chiqadi. Bundan β ning qiymatini (2) olib borib qo'ysak, $T_{\min}$ uchun quyidagi yakuniy javob kelib chiqadi.



$$T_{\min} = \frac{mg(\sin \alpha + k \cos \alpha)}{\frac{1}{\sqrt{1+k^2}} + \frac{k^2}{\sqrt{1+k^2}}} = \frac{mg(\sin \alpha + k \cos \alpha)}{\sqrt{1+k^2}}.$$

$$T_{\min} = \frac{mg(\sin \alpha + k \cos \alpha)}{\sqrt{1+k^2}}.$$

F.77. Molyar massasi M bo'lgan ideal gaz bir xil tortishish maydonidagi juda baland vertikal silindrsimon idishda joylashgan bo'lib, unda erkin tushish tezlanishi g ga teng. Gazning temperaturasi T ga teng va hamma nuqtada bir xil deb faraz qilib, gazning og'irlik markazi joylashgan balandlikni toping.

Yechim: Agar biz bu gazni kichik dm massali bo'lakchalardan iborat deb qarasak va bu bo'laklarning yerdan balanligi h belgilash kiritsak, bu sistemaning massa markazi uchun quyidagi ifodani yozishimiz o'rinli bo'ladi.

$$h_0 = \frac{\int h dm}{\int dm}$$

Masala shartiga ko'ra silindr juda baland deyilgan. Demak biz integral 0 dan ∞ gacha bo'lgan chegara qo'yamiz, va shuningdek $dm = \rho dh$ sifatida o'zgartiramiz. Shunda ifoda

ko'rinishni oladi. Barometrik formulaga ko'ra $\rho = \rho_0 e^{-Mgh/RT}$

$$h = \frac{\int_0^{\infty} h dm}{\int_0^{\infty} dm} = \frac{\int_0^{\infty} h \rho dh}{\int_0^{\infty} \rho dh}$$

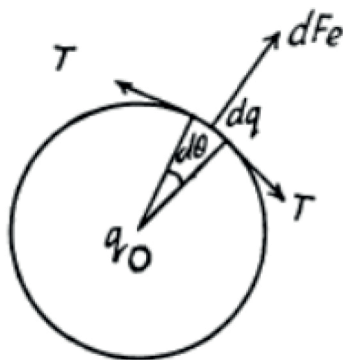
tenglik bizga ma'lum. Demak,



F.78. Radiusi r bo'lgan ingichka simdan yasalgan halqaga q zaryad berilgan. Agar halqa margaziga q_0 miqdordagi nuqtaviy zaryad joylashtirilsa halqadagi taranglik kuchi qanchaga ortadi.

$$h = \frac{\int_0^{\infty} h \rho_0 e^{-Mgh/RT} dh}{\int_0^{\infty} \rho_0 e^{-Mgh/RT} dh} = \frac{RT}{Mg}$$

Yechim: q_0 zaryad halqa markaziga joylashtirilganda q_0 va q zaryadlar orasida paydo bo'ladigan elektr kuchlari qo'shimcha taranglik kuchi paydo qiladi. Halqaning dl uzunligiga mos keluvchi dq zaryadga ta'sir etuvchi taranglik kuchi va elektr kuchlarini muvozanatlashgan holatini ko'rib chiqamiz.



$$Td\theta = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_0}{r^2} \left(\frac{q}{2\pi r} r d\theta \right)$$

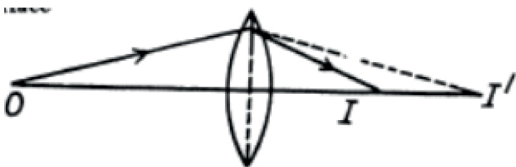
Yuqoridagi tenglikdan T taranglik kuchini ajratib olib yakuniy natijaga ega bo'lamiz

$$T = \frac{q_0 q}{8\pi^2 \epsilon_0 r^2}$$

F.79. Nuqtaviy manba simmetrik ikki tomonlama qavariq shisha linzaning oldingi sirti markazidan 20 cm masofada joylashgan. Linzaning qalinligi 5,0 cm va uning sirtlari egrilik radiusi 5,0 cm ga teng. Ushbu linza yordamida hosil bo'ladigan manbaning tasviri linzaning orqa sirtidan qancha masofada joylashadi?



Yechim: Berilgan linza sezilarli qalinlikka ega bo'lgani sababli yupqa linza formulasi qo'llab bo'lmaydi. Oldingi sirtida sinish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:



$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{R}$$

Bu yerda s manbadan linzagacha bo'lgan masofa. Hisoblashlarni amalga oshirib s' ni aniqlaymiz. Buyum linzadan chap tarafdagi bo'lgani uchun $s = -20 \text{ cm}$

$$\frac{1,5}{s'} - \frac{1}{-20} = \frac{1,5 - 1}{5}$$

$$s' = 30 \text{ cm}$$

Demak linzaning o'ng tomonida linzadan 30 cm uzoqlikda tasvir hosil bo'lar ekan. Linzaning qalinligi 5 cm bo'lganligi sababli bu tasvir linzaning ikkinchi sirtidan $30 - 5 = 25 \text{ cm}$ masofada hosil bo'ladi. Endi yuqorida foydalangan formulamizni yana bir marta linzaning ikkinchi sirti uchun qo'llaymiz.

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{R}$$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1,5}{25} = \frac{1 - 1,5}{-5}$$

$$s' = 6,25 \text{ cm}$$

Tasvir linzadan 6,25 cm masofada o'ngda hosil bo'lar ekan.

F.80. Natriy Na atomidagi rezonans sariq dublet chizig'i ($3p \rightarrow 3s$ o'tish)ning ikki komponenti to'liq uzunliklari mos ravishda 589 nm va $589,56 \text{ nm}$ ga teng. $3p$ termining sathlari orasidagi ajralishni (splitting) eV birlikda toping.

Yechim: Na chiziqlarining ajralishi $3p$ sathlarining nozik tuzilma (fine structure) bo'yicha ajralishidan kelib chiqadi ($3s$ sathi deyarli bitta bo'lib, faqat ehtimoliy giper-nozik ta'sirlar bundan mustasno). Shunday qilib, $3p$ sathining ajralishi energiya farqiga teng bo'ladi. Ya'ni

$$\Delta E = hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = \frac{hc(\lambda_2 - \lambda_1)}{\lambda_1 \lambda_2} \approx \frac{hc \Delta \lambda}{\lambda}$$

Berilgan son qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz va ΔE uchun yakuniy natijani olamiz.

I.81. Sehrli kvadrat tekshiruvi

Masala: Foydalanuvchi 3×3 yoki 4×4 kvadratdagi sonlarni kiritadi. Dastur bu kvadratning sehrli ekanligini tekshiradi (barcha qatorlar, ustunlar va diagonallar yig'indisi teng bo'lishi kerak).

```
1 n = int ( input (" Kvadrat o'lchamini kiriting (3 yoki 4): "))
2 kvadrat = []
3 for i in range (n):
4     qator = list ( map (int , input (f' {i+1} - qator sonlarini kiriting :
5     " "). split ()))
6     kvadrat . append ( qator )
7
8     yigindi = sum ( kvadrat [0])
9     sehrli = True
10
11 for qator in kvadrat :
```



```

12 sehrli = False
13 break
14
15 for j in range (n):
16 ustun_yigindi = sum ( kvadrat [i][j] for i in range (n))
17 if ustun_yigindi != yigindi :
18 sehrli = False
19 break
20
21 print ("Bu kvadrat sehrli " if sehrli else "Bu kvadrat sehrli emas
“
)

```

I.82. Palindrom soʻzlar roʻyxati

Masala: Foydalanuvchi bir nechta soʻzlarni kiritadi. Dastur faqat palindrom soʻzlarni (oʻngdan va chapdan bir xil oʻqiladigan) chiqaradi.

```

1 sozlar = input ("So 'zlarni kiriting (bo 'shliq bilan ): "). split ()
2 palindromlar = []
3 for soz in sozlar :
4 if soz == soz[::-1]:
5 palindromlar . append (soz)
6 if palindromlar :
1
7 print (" Palindrom so 'zlar :", " ". join ( palindromlar ))
8 else :
9 print ("Yo 'q)

```

I.83. Raqamlar oʻyini

Masala: Kompyuter ikki xonali son tanlaydi. Foydalanuvchi 5 ta urinishda sonni topishi kerak. Agar raqamlar mos kelsa, qisman toʻgʻri deb xabar beriladi.



```

1 import random
2 son = random . randint (10 , 99)
3 urinish = 5
4 for i in range ( urinish ):
5 taxmin = int ( input (f"{i+1} - urinish . Ikki xonali sonni toping :
6 "))
7 if taxmin == son:
8 print (" Tabriklaymiz ! Topdingiz !")
9 break
10 raqam1 , raqam2 = son // 10, son % 10
11 t1 , t2 = taxmin // 10, taxmin % 10
12 if t1 == raqam1 or t2 == raqam2 :
13 print (" Qisman to'g'ri!")
14 else :
15 print (" Noto'g'ri!")
16 else :
17 print (f"Afsus , to'g'ri javob : { son }")

```

I.84. Kod yozish

Masala: Foydalanuvchi matn kiritadi. Har bir harf 3 ta keyingi harfga almashtiriladi (masalan, 'a' 'd' ga, 'z' 'c' ga). Bo'shliq va belgilar o'zgarmaydi

```

1 matn = input (" Matn kiriting : "). lower ()
2 kod = ""
3 for harf in matn :
4 if harf . isalpha ():
5 kod += chr (( ord ( harf ) - 97 + 3) % 26 + 97)
6 else :
7 kod += harf
8 print (" Shifrlangan matn :", kod)

```

I.85. To'plamlar o'yini

Masala: Kompyuter 7 ta tasodifiy son tanlaydi. Foydalanuvchi yig'indi kiritadi, dastur bu yig'indini ushbu sonlardan topish mumkinligini aniqlaydi.



```
1 import random
2 sonlar = random . sample ( range (1, 20) , 7)
3 print (" Sonlar :", sonlar )
2
4 yigindi = int ( input (" Ushbu sonlardan yig 'indisi qanday bo
'ladi ? "
))
5 topildi = False
6 for i in range (1, 1 << len ( sonlar )):
7 jami = 0
8 tanlangan = []
9 for j in range ( len ( sonlar )):
10 if i & (1 << j):
11 jami += sonlar [j]
12 tanlangan . append ( sonlar [j])
13 if jami == yig'indi :
14 print (f" Topildi ! { tanlangan } = { yig'indi }")
15 topildi = True
16 break
17 if not topildi :
18 print (" Bunday yig 'indi yo'q!")
```



TALAB, TAKLIF VA TAHLIL

EFFEKTIV POTENSIAL HAMDA UNING TAHLILI

*X.K. Raimov, GDPI Aniq fanlar kafedrası, o'qituvchsi
Xayitboyeva Gulshoda Toir qizi, GDPI talabasi
Nematullayeva Roxila Zikriyojon qizi, GDPI talabasi*

Ushbu maqolada effektiv potentsial tushunchasi va uning fizik ma'nosi tahlil qilinadi. Tizimlarning barqaror holatini aniqlashda effektiv potentsialning roli yoritiladi. Har bir kattaliklar bo'yicha tegishli o'zgarishlar amalga oshirilib tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: *effektiv potentsial, orbita, markazdan qochma energiya, gravitatsion maydon.*

В данной статье анализируется понятие эффективного потенциала и его физический смысл. Подчеркивается роль эффективного потенциала в определении равновесных (устойчивых) состояний систем. Для каждой соответствующей величины выполняются и анализируются соответствующие преобразования.

Ключевые слова: *эффективный потенциал, орбита, центробежная энергия, гравитационное поле.*

This article analyzes the concept of the effective potential and its physical meaning. It highlights the role of the effective potential in determining the equilibrium (steady) states of systems. The corresponding transformations for each relevant quantity are performed and analyzed.

Key words: *effective potential, orbit, centrifugal energy, gravitational field.*

Kepler masalasi uchun effektiv potentsial quyidagi ko'rinishga egadir[1-7]:



$$U_{eff} = -\frac{\alpha}{r} + \frac{L^2}{2mr^2} . \quad (1)$$

Bu yerda $\alpha = GMm$ deb qaraymiz. Formulaning birinchi hadi oldidagi ishora kuch tortuvchi ekanligidan kelib chiqadi. Bu tenglamadagi ikkinchi had markazdan qochma energiyani ifodalab kelad. Yuqoridagi ifodadan limitni topamiz:

$$\lim_{r \rightarrow \infty} U_{eff} = \lim_{r \rightarrow \infty} \left(-\frac{\alpha}{r} + \frac{L^2}{2mr^2} \right) = 0 , \quad (2)$$

formuladan ko'rinadiki $r \rightarrow \infty$ intildanda effektiv potensial $U_{eff} = 0$ bo'ladi ekan. Buni yozishdan maqsad umumiy chegarani bilib olish edi. Navbatda effektiv potensialning minimumni topamiz, bunda bizga matematik analiz kursidagi funksiyani minimumini topishdan foydalanamiz, ya'ni [1-4]:

$$\frac{dU_{eff}}{dr} = 0 , \quad (3)$$

topamiz. Bu barqaror orbitaning sharti, ya'ni markaziy kuch bilan markazdan qochma kuch muvozanatda. Tegishli hosilani olib topamiz [5-6]:

$$\frac{dU_{eff}}{dr} = \frac{d}{dr} \left(-\frac{\alpha}{r} + \frac{L^2}{2mr^2} \right) = \left(\frac{\alpha}{r^2} - \frac{L^2}{mr^3} \right) = 0 . \quad (4)$$

Bu tenglikni oxridagi qismini har ikkal tamoni r^2 ga ko'paytirib radius uchun minimum ifodasini olamiz:

$$\left(\frac{\alpha}{r^2} - \frac{L^2}{mr^3} \right) = 0 \Rightarrow r_{\min} = \frac{L^2}{m\alpha} , \quad (5)$$

(5) ifoda sayyoralar yoki boshqa jismlar markaziy maydonda harakatlanyotganda shunday orbitada joylashadiki bunda u kam energiya sarflash holatida bo'ladi [5-6].

Navbatda (1) formula taxlilini amalga oshiraylik bunda shartli ravishda quyidagi jadvalda keltirilgan qiymatlardan foydalanamiz 1-jadval.

$G = 1$	$m = 1$	$M = 1$	$L = 2$
---------	---------	---------	---------

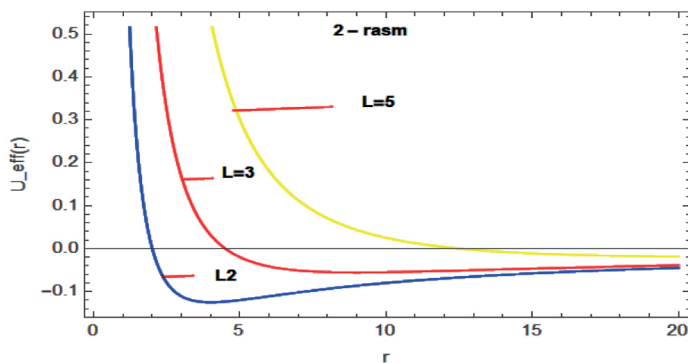
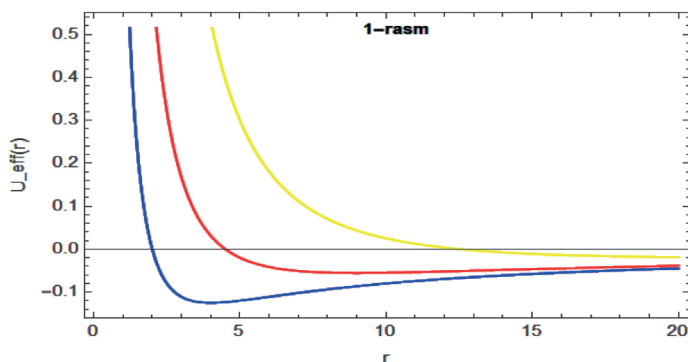
$G = 1$	$m = 1$	$M = 1$	$L = 3$
$G = 1$	$m = 1$	$M = 1$	$L = 5$

1-jadvaldagi G gravitatsion doimiy belgisi bo'lib, soddalik uchun biz $G = 1$ deb oldik.

Yuqoridagi grafiklar $U_{eff} = -G \frac{Mm}{r} + \frac{L^2}{2mr^2}$ formula asosida chizilgan

bo'lib, soddalik uchun 1-jadvaldagi shartli qiymatlardan foydalandik. Bunda effektiv potentsial uchun ifoda quyidagi ko'rinishni oladi:

$$U_{eff} = -G \frac{Mm}{r} + \frac{L^2}{2mr^2} \Rightarrow -\frac{1}{r} + \frac{L^2}{2r^2} \quad (6)$$



(4) formulani ham 1-jadvaldagi shartli qiymatlarni hisobga olib qayta yozamiz[1]:

$$\frac{dU_{eff}}{dr} = \frac{1}{r^2} - \frac{L^2}{r^3} = 0 \quad (7)$$

$G = M = m = 1$ dan $\frac{1}{r^2} = \frac{L^2}{r^3} \Rightarrow r = L^2$ ekanligini ko'rish mumkin.

Bundan $r_{min} = L^2$ tasdiqni olamiz, dhunday qilib har bir L uchun

$r_{min} = L^2$ ni (7) ifodaga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

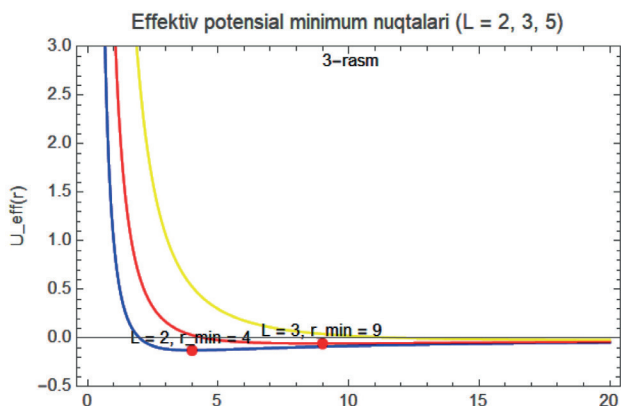
$$U_{min} = U_{eff}(r_{min}) = -\frac{1}{L^2} + \frac{L^2}{2L^4} = -\frac{1}{L^2} + \frac{1}{2L^2} = -\frac{1}{2L^2} \quad (8)$$

(4) va (7) lardan foydalanib grafikni olamiz:

3-rasmdan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin ya'ni:

$L = 2$ (moviy chiziq) Minimum kichik r da joylashgan. Bundan tortishish maydoni kuchli hamda zarra markazga yaqin orbita bo'yicha harakatlanadi deyish mumkin.

$L = 3$ (qizil chiziq) minimum biroz o'ngga siljiydi hamda o'rtacha masofadagi orbitaga to'g'ri keladi.



$L = 5$ (sariq chiziq) bunda minimum yetarlicha katta r da bo'ladi hamda markazdan qochma ta'sir kuchliroq, zarra uzoq orbitada harakatlanadi.

(7) formuladan ikkinchi hosilani olamiz[4-5]:

$$\frac{d^2 U_{eff}}{dr^2} = -\frac{2}{r^3} + \frac{3L^2}{r^4} \quad (9)$$

$r = r_{min} = L^2$ deb olib, keying tasdiqni olamiz:

musbat bo'lgani uchun bu nuqta barqaror minimum – ya'ni kichik radial siljishlar uchun tebranishlar yuzaga kelishi mumkin.

(a) Kichik r da (yaqin masofalarda)

Barcha chiziqlar keskin yuqoriga ko'tariladi – bu markazdan qochma bar'yerni bildiradi.

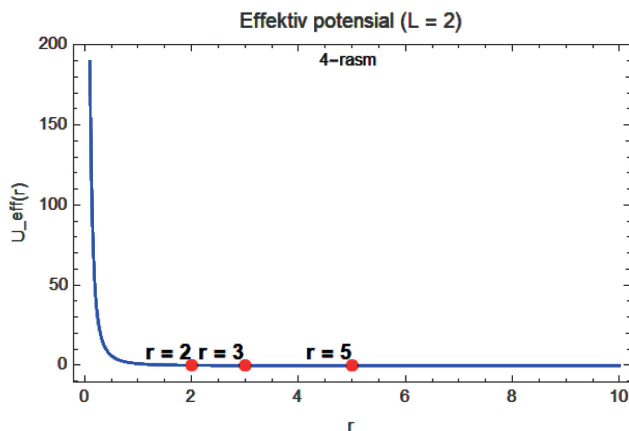
$r \rightarrow 0$ bo'lganda $U_{eff} \rightarrow \infty$ ya'ni zarracha markazga kirib bora olmaydi.

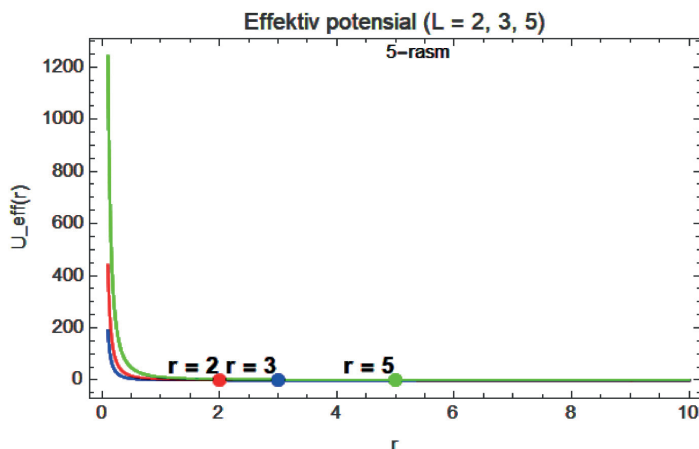
(b) O'rta masofalarda

– Har bir chiziq minimum nuqtaga ega.

Shu nuqta zarrachaning barqaror aylana orbitasi radiusini ifodalaydi.

– Minimum chuqurlig L ortgan sari kamayadi – demak, barqarorlik zaiflashadi.





(c) Katta r da

– Barcha egri chiziqlar asta-sekin nolga yaqinlashadi, ya’ni potensial energiya kamayadi va zarracha markazdan uzoqlashgan sari kuch ta’siri deyarli yo‘qoladi.

6-rasmdan quyidagilarni xulosa qilish mumkin:

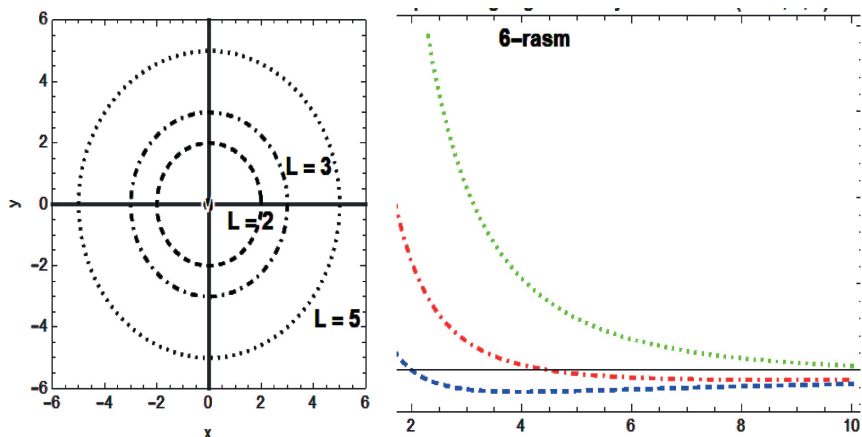
– Har bir potensial egri chiziqning minimum nuqtasi — barqaror aylana orbitaning radiusini bildiradi.

– L ortgan sari minimumning joyi chapdan o‘ngga siljiydi, orbita radiusi ortadi.

– Shu bilan birga, potensial minimumning chuqurligi kamayadi, barqarorlik zaiflashadi, ya’ni yuqori burchak impulsi bo‘lgan orbitani buzish osonroq.

Xulosa

Ushbu maqolada Kepler masalasi uchun effektiv potensial tushunchasi, uning fizik mazmuni hamda barqaror holatlarni aniqlashdagi ahamiyati tahlil qilindi. Effektiv potensial ikki asosiy qismdan — tortishish potentsiali va markazdan qochma energiyadan iborat ekani ko‘rsatildi. Analitik hisoblar orqali potensial minimumi zarrachaning barqaror aylana orbitasiga mos kelishi isbotlandi.



Grafik tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, burchak impulsi ortishi bilan orbitaning radiusi kattalashadi, lekin barqarorlik zaiflashadi. Kichik radiuslarda markazdan qochma bar'yer kuchli ta'sir ko'rsatadi, katta masofalarda esa potentsial nolga intiladi. Shu boisdan, har bir sistema uchun energiya va burchak impulsi qiymatlari barqaror holatni belgilovchi asosiy parametrlar hisoblanadi. Effektiv potentsial tushunchasi markaziy kuchlar ta'siridagi harakatlarni chuqurroq tushunish va tahlil qilish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Landau L.D., Lifshits E.M. *Mexanika*. – Moskva: Nauka, 1988.
2. Goldstein H. *Classical Mechanics*. – Addison-Wesley, 1980.
3. Feynman R., Leighton R., Sands M. *Feynman Lectures on Physics, Vol. I–III*. – Addison-Wesley, 1970.
4. Marion J.B., Thornton S.T. *Classical Dynamics of Particles and Systems*. – Brooks/Cole, 2004.
5. Taylor J.R. *Classical Mechanics*. – University Science Books, 2005.
6. Fayzullayev X.A. *Nazariy mexanika*. – Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2012.



TA'LIMDA MULTIMEDIA VOSITALARIDAN FOYDALANISHNING DIDAKTIK PRINSIPLARI

*M.B. Rustemov, Nukus davlat pedagogika instituti,
mustaqil izlanuvchi*

Kalit so'zlar: *Multimedia, didaktik prinsiplari, raqamli ta'lim, interfaollik, ko'rgazmalilik, integratsiya, o'quv faoliyati.*

Ushbu maqolada ta'lim jarayonida multimedia vositalaridan foydalanishning didaktik prinsiplari tahlil qilinadi. Multimedia texnologiyalari ta'limni ko'rgazmali, interfaol va individual xususiyatlarga ega jarayonga aylantiradi. Tadqiqotda multimedia vositalarining o'quvchilar bilish faoliyatiga ta'siri, ularning didaktik imkoniyatlari hamda samarali qo'llash shart-sharoitlari ilmiy asosda yoritilgan.

Ключевые слова: *мультимедиа, дидактические принципы, цифровое образование, интерактивность, наглядность, интеграция, учебная деятельность.*

В данной статье анализируются дидактические принципы использования мультимедийных средств в образовательном процессе. Мультимедийные технологии превращают обучение в процесс с наглядными, интерактивными и индивидуальными особенностями. В исследовании на научной основе освещены влияние мультимедийных средств на познавательную деятельность учащихся, их дидактические возможности и условия их эффективного применения.

Key words: *multimedia, didactic principles, digital education, interactivity, visualization, integration, educational activities.*

This article analyzes the didactic principles of using multimedia tools in the educational process. Multimedia technologies transform education into a process with visual, interactive, and individual

characteristics. The study scientifically substantiates the influence of multimedia tools on the cognitive activity of students, their didactic possibilities, and the conditions for their effective application.

Zamonaviy axborot texnologiyalarining tez sur'atlarda rivojlanishi ta'lim tizimini tubdan o'zgartirdi. Ta'lim jarayonida multimedia vositalaridan foydalanish o'quvchilarning bilim olish faoliyatini faollashtirish, fanga bo'lgan qiziqishni kuchaytirish va bilimlarni samarali o'zlashtirishga xizmat qilmoqda.

Multimedia – bu matn, tovush, tasvir, video, animatsiya va interfaol elementlarning integratsiyasi asosida yaratilgan ta'limiy kontentdir. U o'quvchi ongida murakkab tushunchalarni vizual va verbal shaklda aks ettirishga imkon beradi.

Didaktik nuqtai nazardan, multimedia vositalari nafaqat ta'lim mazmunini boyitadi, balki o'quv jarayonining strukturasi va metodikasini ham yangilaydi. Shuning uchun multimedia vositalaridan foydalanishda ularning **didaktik prinsiplarini** aniqlash, tizimlashtirish va amaliyotga joriy etish bugungi kunda pedagogika fani oldida turgan dolzarb masalalardan biridir.

Zamonaviy ta'lim jarayonida raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi multimedia vositalarining keng qo'llanilishiga olib keldi. Multimedia - bu matn, grafika, audio, video va animatsiyalarni o'quv jarayonida uyg'unlashtirish hisoblanadi. Biroq, multimedia vositalarining o'zi ta'lim samaradorligini kafolatlamaydi. Ularni qanday didaktik prinsiplar asosida loyihalash va qo'llash muhim pedagogik muammo hisoblanadi.

So'nggi yillarda o'tkazilgan tadqiqotlar (Mayer, 2021; Clark, 2023) shuni ko'rsatadiki, noto'g'ri loyihalangan multimedia kontenti "kognitiv ortiqcha yuk"ga olib kelishi va o'quvchilarning bilim olish samarasini pasaytirishi mumkin. Shu sababli, multimedia vositalaridan foydalanishning ilmiy asoslangan didaktik prinsiplarini ishlab chiqish dolzarb vazifaga aylanmoqda.



Ushbu tadqiqotning maqsadi ta'limda multimedia vositalaridan foydalanishning asosiy didaktik prinsiplarini aniqlash va ularning amaliy ahamiyatini ko'rsatishdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqotda quyidagi ilmiy-uslubiy yondashuvlardan foydalanildi:

1. Nazariy tahlil – multimedia texnologiyalarining o'qitish jarayonidagi o'rni, ularning didaktik asoslari bo'yicha xorijiy va mahalliy manbalar o'rganildi (Mayer, Kozma, Alimova, Nurmatova va boshqalar).

2. Tizimli yondashuv – multimedia vositalarining o'quv jarayoniga integratsiyasi va ta'limiy tizimdagi o'zaro aloqalari tahlil qilindi.

3. Kuzatuv va tajriba usuli – multimedia asosida tashkil etilgan dars jarayonlari o'rganildi; o'quvchilarning o'zlashtirish darajasi va motivatsiyasi baholandi.

4. Taqqoslama tahlil – an'anaviy va multimedia asosida o'qitilgan guruhlarining natijalari solishtirildi.

Natijalar

Tadqiqot natijalari multimedia vositalaridan foydalanishning quyidagi **asosiy didaktik prinsiplarini** aniqlash imkonini berdi:

1. Ko'rgazmalilik prinsipi.

Multimedia vositalari yordamida abstrakt tushunchalarni tasvir, video, diagramma va 3D-model shaklida ifodalash o'quvchilarning bilish faoliyatini faollashtiradi. Bu prinsip o'quv axborotining oson qabul qilinishini ta'minlaydi.

2. Interfaollik prinsipi.

O'quvchi multimedia tizimi bilan o'zaro muloqotda bo'ladi, bu esa uning mustaqil o'rganish, tanlash va qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantiradi.



3. Integrallik prinsipi.

Matn, audio, video va grafik elementlar bir butun tizim sifatida uyg'unlashadi. Natijada o'quvchi axborotni kompleks tarzda idrok etadi.

4. Moslashuvchanlik (adaptivlik) prinsipi.

Multimedia materiallari o'quvchilarning individual o'zlashtirish sur'ati, bilish darajasi va qiziqishlariga mos ravishda tuziladi.

5. Motivatsion faollik prinsipi.

Multimedia vositalari orqali o'quv jarayoniga o'yin, simulyatsiya va interfaol topshiriqlarni kiritish o'quvchilarning o'rganishga bo'lgan ichki ehtiyojini kuchaytiradi.

6. Tizimlilik va ketma-ketlik prinsipi.

Multimedia materiallari ta'lim mazmunini bosqichma-bosqich, mantiqan izchil shaklda taqdim etishni talab qiladi.

7. Mustaqillik va refleksiya prinsipi.

O'quvchi multimedia muhitida bilimlarni o'zi mustaqil izlaydi, o'z xulosalarini chiqaradi va natijalarni tahlil qiladi.

Tadqiqot natijasida ta'limda multimedia vositalaridan foydalanishning 7 ta asosiy didaktik prinsipi aniqlandi. Turli formatdagi elementlarni (matn, audio, video, animatsiya) mazmunan uyg'unlashtirish. Bu prinsipga ko'ra, barcha multimedia elementlari o'quv maqsadlariga xizmat qilishi va bir-biri bilan mazmunan bog'liq bo'lishi kerak. O'quvchi bilan aktiv o'zaro ta'sirni ta'minlash. Bunga interaktiv testlar, simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar va mustaqil amaliyot qilish imkoniyatlari kiradi. Multimedia kontentining texnik va kontent jihatdan barcha o'quvchilar uchun ochiq bo'lishi. Bu prinsip turli bilim darajasi, fiziologikal imkoniyatlar va texnik shart-sharoitlarga ega bo'lgan o'quvchilarni hisobga oladi. Ta'lim mazmunining ilmiy to'g'riligini ta'minlash. Barcha vizuallashtirilgan materiallar, animatsiyalar va grafikalar haqiqiy ilmiy ma'lumotlarga asoslangan bo'lishi kerak. Murakkab tushuncha va jarayonlarni vizual



ko‘rinishda taqdim etish. Bu prinsip abstrakt tushunchalarni aniq va tushunarli qilishga yordam beradi. O‘quvchilarning individual xususiyatlarini (yoshi, bilim darajasi, kognitiv qobiliyatlari) hisobga olish. Bu prinsip har xil darajadagi o‘quvchilar uchun moslashtirilgan kontent yaratish imkoniyatini beradi. O‘quv materiallarini mantiqiy ketma-ketlikda tashkil etish. Bu prinsipga ko‘ra, multimedia kontenti bosqichma-bosqichlik, uzluksizlik va mavzular o‘rtasida bog‘liqlik tamoyillariga asoslangan bo‘lishi kerak. Kuzatuv natijalariga ko‘ra, multimedia asosidagi darslarda o‘quvchilarning faolligi an’anaviy darslarga nisbatan 40% ga, o‘quv materialini eslab qolish darajasi esa 30% ga yuqori bo‘lgan.

Multimedia vositalarining didaktik prinsiplari ta’lim jarayonining sifat ko‘rsatkichlarini tubdan yaxshilaydi. Avvalo, **ko‘rgazmalilik** va **interfaollik** tamoyillari o‘quvchilarda faol bilish faoliyatini shakllantiradi. Axborotni faqat eshitish yoki o‘qish orqali emas, balki ko‘rish, tahlil qilish va o‘zaro muloqotda bo‘lish orqali o‘zlashtirish samaradorlikni oshiradi.

R. Mayerning “Multimedia Learning” konsepsiyasiga ko‘ra, inson miyasi axborotni ikki kanal – vizual va verbal yo‘nalishda qabul qiladi. Shu sababli ta’limda tasvir va matnning uyg‘unligi bilimni uzoq muddatli xotirada mustahkamlashga yordam beradi.

Integrallik prinsipi multimedia vositalarining asosiy o‘zagini tashkil etadi. U nafaqat turli axborot turlarini birlashtiradi, balki o‘qitish jarayonining mantiqiy va psixologik yaxlitligini ham ta’minlaydi. Bu esa fanning turli bo‘limlarini uzviy bog‘lashga, fanlararo integratsiyani rivojlantirishga xizmat qiladi.

Moslashuvchanlik prinsipi o‘quvchining individual o‘zlashtirish darajasini hisobga olgan holda o‘qitish imkonini beradi. Bu holat konstruktivistik ta’lim nazariyasining “har bir o‘quvchi o‘z bilimini mustaqil quradi” tamoyiliga mos keladi.

Biroq multimedia vositalaridan foydalanishda ayrim metodik muammolar ham kuzatiladi:



- o'qituvchilarning raqamli kompetensiyasi yetarli emasligi;
- ortiqcha vizual va audio yuklama tufayli e'tiborning chalg'ishi;
- texnik vositalarning yetishmasligi yoki sifatsiz ishlashi.

Shuning uchun multimedia vositalarini ta'limda samarali joriy etish uchun o'qituvchilarni raqamli didaktika asoslariga o'rgatish, metodik qo'llanmalar ishlab chiqish va o'quv jarayonini texnik jihatdan to'liq ta'minlash zarur.

Didaktik prinsiplarga asoslangan multimedia yondashuvi o'quv jarayonini:

- interfaol,
- motivatsion,
- mustaqil fikrlashga yo'naltirilgan,
- amaliy natijaga qaratilgan tizimga aylantiradi.

Aniqlangan didaktik prinsiplar multimedia vositalarini loyihalash va qo'llashda quyidagi afzalliklarni beradi:

Nazariy ahamiyati:

- Kognitiv yuk nazariyasini amaliyotda qo'llash imkoniyati
- Multimedia o'rganish nazariyasini takomillashtirish
- Raqamli pedagogikaning metodologik asoslarini mustahkamlash

Amaliy ahamiyati:

- Kognitiv yukni optimallashtirish
- O'quv materiallarini idrok etishni osonlashtirish
- O'quvchilarning motivatsiyasini oshirish
- Bilimlarni mustahkamlashni ta'minlash

Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, prinsiplarni qo'llash murakkab tizimli jarayon bo'lib, ularning barchasi o'zaro bog'liq holda amalga oshirilishi kerak. Masalan, individualizatsiya prinsipini tizimlilik prinsipsisiz amalga oshirish qiyin, chunki o'quv materiallarining mantiqiy ketma-ketligi individual talablar bilan uyg'unlashtirilishi lozim.

Shuningdek, prinsiplarning nisbiy ahamiyati turli ta'lim kontekstlarida o'zgarishi mumkin. Masalan, oliy ta'limda ilmiylik



prinsipi, boshlang'ich ta'limda esa vizuallashuv prinsipi ustuvor ahamiyatga ega bo'lishi mumkin.

Tadqiqot natijasida ta'limda multimedia vositalaridan foydalanishning 7 ta asosiy didaktik prinsipi aniqlandi va ularning amaliy qo'llanilishi tavsiflangan. Ushbu prinsiplarga rioya qilish multimedia kontentining ta'lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Aniqlangan prinsiplarning turli fanlar va ta'lim bosqichlaridagi samaradorligini eksperimental tekshirish. Prinsiplar asosida multimedia kontentini avtomatik baholash tizimini ishlab chiqish. Sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida prinsiplarni amalga oshirish mexanizmlarini ishlab chiqish. Taklifetilgan didaktik prinsiplar zamonaviy raqamli ta'lim muhitida sifatli multimedia kontentini yaratish va qo'llash uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Tadqiqot natijalariga asoslanib, quyidagi xulosalar ilgari suriladi. Multimedia vositalari ta'limning didaktik tamoyillarini yangi bosqichda amalga oshirishga xizmat qiladi. Ko'rgazmalilik, interfaollik, integrallik va moslashuvchanlik prinsiplari multimedia asosidagi ta'limning asosiy poydevorini tashkil etadi. Multimedia vositalari o'quvchilarning bilim olish jarayonini faollashtirib, mustaqil fikrlash, ijodiy yondashuv va tahliliy qobiliyatlarini rivojlantiradi. O'qituvchilarning raqamli pedagogik kompetensiyasini oshirish multimedia vositalarini samarali qo'llashning muhim shartidir. Kelgusida multimedia texnologiyalarining psixologik-didaktik modellarini ishlab chiqish, ularni milliy ta'lim tizimiga moslashtirish zarur.

Adabiyotlar

1. Mayer R.E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
2. Kozma R. (2014). *Technology, Learning, and Education Reform*. Educational Technology Journal.



3. F.A. Alimova (2024). *Raqamlashtirish sharoitida elektron didaktik ta'minotni takomillashtirish yo'llari*. Nukus: Ajiniyoz DPI ilmiy to'plami.
4. G. Nurmatova (2022). *Raqamli o'quv resurslarini yaratishning didaktik asoslari*. Toshkent: TDPU nashriyoti.
5. Jonassen D. (2015). *Designing Constructivist Learning Environments*. Routledge.
6. Salomon G. (2013). *Interaction of Media, Cognition, and Learning*. Erlbaum Associates.
7. N. Qodirova (2021). *Pedagogik texnologiyalar va raqamli ta'lim*. Toshkent: Fan nashriyoti.



ASOSIY FIZIKAVIY DOIMIYLAR VA ULARNING BARQARORLIGI

Q.Sh. Tursunov, Qarshi davlat texnika universiteti professori.

M.J. Korjavov, Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti.

Biz fizik tajribalar va nazariyalarda har xil jarayonlar hamda materiya turlarining barqarorligini tavsiflovchi fizik doimiylarga duch kelamiz. Bu maqolada doimiylarning muhim ahamiyatga ega ekanligi, ularning turli o'lchamlarda mustaqil ravishda kiritilishi va bugungi kunda erishilgan o'lchov aniqligi doirasida bir–biriga bog'liq ekanligi, hamda ularning turg'unligi haqida fikr yuritiladi.

Kalit so'zlar: Fizik doimiylar, elektron, yorug'lik tezligi, elementar zaryad, Avogadro doimiysi, barqarorlik, issiqlikning mexanik ekvivalenti.

Мы обсуждаем фундаментальные физические константы, которые описывают стабильность различных процессов и типов материи в наших физических теориях и практиках. В этой статье подчеркивается важность этих констант, их независимое измерение в разных масштабах и их связь с точностью современных методов измерения. Мы также рассматриваем их постоянство во Вселенной.

Ключевые слова: Физические константы, электрон, скорость света, элементарный заряд, постоянная Авогадро, стабильность, механический эквивалент тепла.

We discuss fundamental physical constants that describe the stability of various processes and types of matter in our physical theories and practices. This paper highlights the importance of these constants, their independent measurement at different scales, and their relationship to the accuracy of modern measurement methods. We also consider their constancy in the universe.



Key words: *Physical constants, electron, speed of light, elementary charge, Avogadro constant, stability, mechanical equivalent of heat.*

Fizik nazariya va qonunlarda biz har xil turdagi jarayonlar va materiya turlarining barqarorligini tavsiflovchi doimiylarga duch kelamiz. Ushbu doimiylar muhim ahamiyatga ega, chunki ular turli vaziyatlarda mustaqil ravishda namoyon bo'ladi va hech bo'lmaganda bugungi kunda erishilgan o'lchov aniqliklarida doimiy qiymatga ega. Bundan tashqari, hozirgi vaqtda ularni boshqa miqdorlar orqali hisoblash mumkin emas. Shuning uchun ular fundamental fizikaviy doimiylar (FFD) deb ataladi. Ushbu tushunchani va doimiylar to'plamini qat'iy aniqlash mumkin emas, chunki doimiylar ma'lum fizik nazariyalarni ifodalaydi. Ilmiy taraqqiyot jarayonida ushbu nazariyalarning ba'zilari doimiylari umumiyroq bo'lganlari bilan almashtiriladi. Bunday holda, odatda eski va yangi doimiylar o'rtasidagi munosabatlar paydo bo'ladi. Shuning uchun biz FFDning mutlaq to'plami haqida emas, balki faqat zamonaviy fan darajasiga mos keladigan to'plam haqida gapirishimiz mumkin [1].

Asosiy fizik doimiylar materiyaning eng umumiy, asosiy xususiyatlari to'g'risida ma'lumot beradigan doimiylardir. Hozirgi vaqtda quyidagilar asosiy doimiy hisoblanadi.

Gravitatsion doimiy: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} N \cdot \frac{m^2}{kg^2}$ – olamning barcha ob'ektlariga xos bo'lgan universal o'zaro tortishish kuchining miqdoriy xarakteristikasidir.

Yorug'lik tezligi: $s = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}$ – tabiatdagi har qanday o'zaro ta'sirning maksimal tarqalish tezligi hisoblanadi.

Elementar zaryad: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ – tabiatda erkin holatda mavjud bo'lgan zarra elektr zaryadining minimal qiymati.



Plank doimiysi: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot c$ – ta'sir deb ataladigan fizik kattalikning minimal qiymatini aniqlaydi va mikroolam fizikasida asosiy rol o'ynaydi.

Elektronning tinchlikdagi massasi: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$ – eng yengil barqaror elementar zarrachaning inertligini tavsiflaydi. Shuningdek, elektronlardan tashqari, koinot moddasining asosiy tarkibiy elementlari protonlar va neytronlardir, shuning uchun ularning xarakteristikalari m_p va m_n tinchlikdagi massalari, μ_p va μ_n – magnit momentlari, neytronning yashash vaqti $\tau_n \approx 10^3 c$, asosiy fizikaviy doimiy hisoblanadi.

Xabbl doimiysi: $H = 50-100 km / (c \cdot Mpk)$ – butun Koinotning kengayish tezligini xarakterlaydi. Bu kengayishning eng oddiy modeli bolalar sharini puflaganda uning kattalashishidir. Bunda shar sirtidagi boshlang'ich nuqtalar bir-biridan vaqt davomida uzoqlashib boradi. Kuzatuvchi shu nuqtalarning (galaktikalar to'dasining) birida joylashgan, deb tushuntiriladi. Galaktikalar to'dasi va kvazarlarning bizdan uzoqligi R va uzoqlashish tezligi $\mathcal{Q}$ orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi: $\mathcal{Q} = HR$; bunda H – Xabbl doimiysi. Xabbl doimiysiga aniqlik kiritish hozirda ham davom etmoqda. Bugungi davrdagi ushbu doimiyning nisbatan katta aniqlik bilan belgilangan qiymati har bir megaparsekga sekundiga 70 kilometrni tashkil qiladi. Masalan biror galaktika bizdan aytaylik 100 Mpk masofada joylashgan bo'lsa, demak u bizdan taxminan sekundiga $70 \times 100 = 7000$ kilometr tezlik bilan uzoqlashmoqda deb xulosa qilinadi. $1pk = 30,8568$ trillion kilometrga teng bo'lib, 3,2616 yorug'lik yili masofasi demakdir [2].

Avogadro doimiysi: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1}$ – bir mol modda miqdoridagi tarkibiy elementlar (atomlar, molekullar, ionlar) sonini, moddaning tuzilishini, uning diskret atom tuzilishini tavsiflaydi [2].

Bolsman doimiysi: $H = 50-100 km / (c \cdot Mpk)$ – zarrachalar tizimining makro xarakteristikasi bo'lib, E – molekullarning o'rtacha kinetik energiyasini uning T –harorati bilan bog'laydi. Bir erkinlik

darajasiga to'g'ri keladigan zarracha harakatining o'rtacha kinetik energiyasi $E_i = \frac{1}{2} kT$.

Vaqt o'tishi bilan fundamental fizikaviy doimiylarning o'zgarmasligini ko'rsatadigan juda ko'p sonli eksperimental dalillar mavjud. Biroq, bir qator olimlarning doimiylarning o'zgarmaslik darajasi chegaralari to'g'risida taxminlari ham mavjud. 1937 yilda P.Dirak vaqt o'tishi bilan koinotning rivojlanishi va kengayishida G-tortishish doimiysi kamaydi, degan farazni bildirdi. Hisob-kitoblarga ko'ra, tortishish doimiysining bu kamayishi yiliga $\approx 10^{-10}$ tartibida ekan. Dirak gipotezasini hali to'g'ridan – to'g'ri o'lchovlar bilan tekshirish mumkin emas, chunki zarur bo'lgan o'lchov aniqligiga erishilgan yo'q. Protonning barqarorligi bo'yicha eksperimental tadqiqotlar olib borilmoqda. Uning massasi fundamental doimiy deb qabul qilingan. Uning **yarim yemirilish davrii** $\tau_p > 10^{31}$ yil ekanligi haqida dalillar mavjud. Shubhasiz, asosiy doimiylarning barqarorlik darajasi juda katta.

Xulosa qilish mumkinki, Koinotda kuzatiladigan qaytmas jarayonlar barqaror fundamental fizik doimiylar qiymatlari bilan belgilanadigan doirada sodir bo'ladi.

So'nggi o'n yilliklarda fizikaning asosiy rivojlanish yo'nalishi tortishish, elektromagnit, zaif va kuchli to'rtta o'zaro ta'sir turini birlashtirishdir. Darhaqiqat, S. Vaynberg va A. Salamning elektromagnit va zaif o'zaro ta'siri nazariyasini yaratishigacha va Buyuk birlashuv nazariysini (BBN) ning (elektromagnit, kuchli va zaif o'zaro ta'sirlar) ba'zi nazariyalarini ishlab chiqishdan oldin FFD to'plami sifatida quyidagi doimiylar:

$\tilde{n}, \hbar, \alpha, \alpha_s, \alpha_w, m_p, (yoki\ m_e), \alpha_G, H, \rho, \lambda, k, I$

ko'rib chiqilgan [3]. Bu yerda c – vakuumdagi yorug'lik tezligi;



$\hbar = \frac{h}{2\pi}$ – Plank doimiysi; α , α_s , α_w va α_g – elektromagnit,

kuchsiz, kuchli va gravitatsion o‘zaro ta’sirlarning konstantalari; m_p va m_e – proton va elektron massalari; H , p , λ – kosmologik parametrlar (Xabbl doimiysi, Olamdagi materiyaning o‘rtacha zichligi va kosmologik konstanta); k – Bolsman doimiysi, I – issiqlikning mexanik ekvivalenti.

Barcha zaryadlangan zarralar va fotonlar bo‘ysunadigan elektromagnit o‘zaro ta’sirlar eng to‘liq va izchil o‘rganilgan. Elektromagnit o‘zaro ta’sirning tashuvchisi fotondir. Elektromagnit kuchlar uchun o‘zaro ta’sir konstantasi son jihatdan nozik struktura

konstantasi $a_e = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$ ga teng.

α_w – zaif va α_s – kuchli o‘zaro ta’sir doimiylari – mikrozarrachalarning o‘zaro ta’sirini xarakterlaydi. Zaif o‘zaro ta’sir 1934 yilda Enriko Fermi tomonidan to‘rt fermionli kontaktli o‘zaro ta’sir nuqtai nazaridan Fermi doimiysi $G_F = 1,4 \cdot 10^{-49} \text{ erg} \cdot \text{cm}$ bilan tavsiflangan. Yuqori energiyalarda zaif o‘zaro ta’sirlarda Fermi kontaktli o‘zaro ta’sir o‘rniga $\mathcal{G}_W$ – zaif zaryad (elektr zaryadiga o‘xshash) bilan ta’minlangan va fermionlar o‘rtasida harakat qiladigan kvant almashinuvi sodir bo‘ladi. Bunday kvantlar birinchi marta 1983 yilda kollyayderda (CERN) topilgan. Bular zaryadlangan bozonlar – $W^\pm$ massasi $m_{W^\pm} = 80 \frac{\text{GeV}}{c^2}$ va Z^0 – neytral bozon massasi $m_{Z^0} = 90 \frac{\text{GeV}}{c^2}$

Bu holda α_w – zaif o‘zaro ta’sir konstantalari Fermi konstantasi orqali

ifodalanadi: $\alpha_w = \frac{m_p^2}{\hbar^2 c} G_F \approx 1,02 \cdot 10^{-5}$.

O‘zaro ta’sir masofalari $\approx fm$ tartibiga bo‘lsa, α_s – kuchli o‘zaro ta’sir doimiysi bir atrofida qiymatga ega bo‘ladi. Nisbiy masofalarning

pasayishi bilan kuchli o‘zaro ta’sir doimiysi sezilarli darajada kamayadi. 0,1 va 0,001 fm masofalarda bu doimiy mos ravishda quyidagi qiymatlarga ega: $\alpha_s(0,1f_m) \approx 0,31$; $\alpha_s(0,001f_m) \approx 0,105$. Gravitatsion

o‘zaro ta’sir $\alpha_G = \frac{Gm_n^2}{\hbar c} = 0,5 \cdot 10^{-38}$ – gravitatsion o‘zaro ta’sir doimiysiga

kiradigan $G = 6,67 \cdot 10^{-11} N \cdot \frac{m^2}{kg^2}$ – tortishish doimiysi bilan tavsiflanadi,

bu yerda m_n – nuklon massasi. Ushbu doimiy elementar zarralar uchun juda kichik miqdorga ega. Shuning uchun yuqori energiyalar fizikasida qabul qilingan massa shkalasi uchun tortishish kuchlari boshqa fundamental o‘zaro ta’sirlarga nisbatan ahamiyatsiz hisoblanadi.

Tahlillar va natijalar. ρ_c – koinotdagi materiyaning o‘rtacha kritik zichligi qiymati Xabbl doimiysining qiymatiga bog‘liq bo‘ladi.

$\rho_n = \frac{3H^2}{8\pi G}$, bu yerda H – Xabbl doimiysi, G – tortishish doimiysi. Kritik

zichlikni (va boshqa kosmologik parametrlarni) yozishda ko‘pincha

$H = \frac{H}{100 \frac{km/c}{Mpk}}$ deb belgilangan o‘lchovsiz Xabbl doimiysi ishlatiladi.

Ushbu belgilardan foydalanib, $\rho_c = 1,88 \cdot 10^{-26} \cdot \hbar^2 \frac{kg}{m^3} = 1,05 \cdot 10^{-5} \cdot \hbar^2 \frac{GeV}{cm^3}$

va bu koeffitsient $\hbar$ va H dan farqli o‘laroq, vaqtga bog‘liq emas.

– Kosmologik doimiy umumiy nisbiylik nazariyasiga kiritilgan vakuum xususiyatlarini tavsiflovchi fizik doimiydir. Uning o‘lchami maydonning teskari o‘lchamiga yoki uzunlikning teskari kvadratiga to‘g‘ri keladi (XBS da – m^{-2}). $\tilde{\lambda} = 1,0905 \cdot 10^{-52} m^{-2}$.

Issiqlikning mexanik ekvivalenti–issiqlik almashinuvi jarayonida uzatiladigan issiqlik miqdori (kaloriya) birligiga teng bo‘lgan ish miqdori. O‘lchov natijalari shuni ko‘rsatdiki, 1cal=4,188 J. k –Bolsman



doimiysi axborot nazariyasi, termodinamika, entropiya muammosi, qora tuynuklar nazariyasi va boshqalarda katta rol o'ynaydi.

Fundamental fizik doimiylar faqat tajriba orqali aniqlanadi. Ularni nazariy jihatdan aniqlashga urinishlar qilingan bo'lsa-da, hali ijobiy natijalarga erishilmagan. Eynshteyn olamning yagona fizik manzarasida nazariy jihatdan aniqlanmagan ixtiyoriy doimiylar bo'lmasligi kerak deb hisoblagan. 1983 yilda yorug'likning ma'lum bir to'lqin uzunligi λ bilan bog'liq bo'lgan metrning yangi ta'rifi tasdiqlangandan so'ng (ilgari bo'lgani kabi platina-iridiy qotishmasidan tayyorlangan tayoq bilan emas), bu rolni qisman yorug'lik tezligi $c(\lambda = ct)$ ham o'ynaydi. Endi uni vaqt (chastota) va uzunlik birliklari orasidagi ekvivalentlik (proporsionallik) koeffitsienti sifatida ham ko'rish mumkin, chunki u yetarlicha aniqlik bilan o'lchangan. Ushbu konstantalar to'plami yigirmanchi asrning 70-yillariga qadar fundamental fizik o'zaro ta'sirlarni har tomonlama o'rganish rivojlangan davrda shakllandi.

FFDlarni aniqlashning aniqligi juda xilma-xildir. Bugungi kunda eng aniq o'lchangan doimiy vakuumdagi yorug'lik tezligi bo'lib qolmoqda. Vaqt va uzunlik birliklarining alohida etalonlari mavjud bo'lganda (1983 yilgacha), u 10^{10} aniqlik bilan o'lchangan edi. Endi u (aniqlanishicha) nol noaniqlik bilan aniqlangan deb hisoblanadi; uning qiymati $299792458 m/c$. e , $\hbar$, m_e – mikroskopik (atom) konstantalar 10^{-10} – 10^{-8} noaniqlik bilan aniqlangan.

Nihoyat, ba'zi FFD yoki ularning kombinatsiyalari fizik kattaliklarning asosiy birliklarini tavsiflovchi tabiiy o'lchovlar deb hisoblash mumkin: vaqt, uzunlik va massa, bu prinsipial jihatdan barcha fizik hodisalarni tavsiflash uchun yetarlidir. Bunday o'lchovlar, masalan, Plank olamidagi $L \approx 10^{-33} cm$ – uzunlik, $m_L \approx 10^{-5} g$ – massa va $\tau_L \approx 10^{-43} c$ vaqt birliklari bo'lishi mumkin. Ular asosiy fizik qonunlar va Maksvellning EMMN, kvant nazariyasi, Eynshteynning MNN va UNN kabi nazariyalar bilan bog'liq bo'lgan ba'zi $\hbar$, $\hbar$ va G kabi doimiylarning kombinatsiyalari sifatida aniqlanadi va bu

o'Ichamlarda kvant hamda tortishish effektlari dolzarb bo'ladi. Plank uzunligi taxminan qora tuynuk o'Ichamiga teng bo'ladi.

2005 yil oktabr oyida Xalqaro og'irlik va o'Ichovlar qo'mitasi (XOO'Q) Xalqaro birliklar tizimi (XBS) dagi ettita asosiy birliklardan kilogramm, amper, Kelvin va molni qayta aniqlash bo'yicha tavsiyanomani qabul qildi, shunda bu birliklar asosiy doimiylarning aniq ma'lum qiymatlariga bog'landi. Ushbu to'rtta asosiy birlikka yangi ta'riflar berilishi kerak, ularni h –Plank doimiysi, e – elementar zaryad, k –Bolsman doimiysi va N_A –Avogadro doimiysining aniq belgilangan qiymatlari (nol noaniqlik) bilan bog'lash kerakligi haqida xulosaga kelingan. Ular:

– kilogramm shunday massa birligiki, Plank doimiysi aynan

$h = 6,6260693 \cdot 10^{-34} J \cdot c$ ga teng;

– amper elektr tokining shunday birligiki, elementar zaryad aynan $e = 1,60217653 \cdot 10^{-19} C$ ga teng;

– kelvin termodinamik haroratning shunday birligiki, Bolsman doimiysi aynan $k = 1,3806505 \cdot 10^{-23} J / K$ ga teng;

– mol – bu strukturaviy elementlar (atomlar, molekulalar, ionlar, elektronlar, boshqa har qanday zarralar yoki aniq belgilangan zarrachalar guruhlari) dan tashkil topgan modda miqdorining birligiki, Avogadro doimiysi aniq $N_A = 6,0221415 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$ ga teng.

Bu shuni anglatadiki, XBS ning yettita asosiy birligidan oltitasi haqiqiy tabiiy invariantlar orqali aniqlanadi. Bundan tashqari, nafaqat ushbu to'rtta asosiy doimiylar aniq belgilangan qiymatlarga ega bo'ladi, balki boshqa ko'plab fundamental fizik doimiylarning noaniqliklari ham sezilarli darajada kamayadi.

Xulosa. FFD bilan bog'liq yana bir muammo shundaki, nima uchun ularning qiymatlari yerdagi hayotning paydo bo'lishi va mavjudligi uchun zarur bo'lgan juda tor oraliqda yotadi (atomlarning barqarorligi, Quyoshga ham tegishli bo'lgan yulduzlarning yashash vaqti, tirik



mavjudotlarning yashashi uchun yerdagi harorat, okeanlar mavjudligi va boshqalar).

Bir nechta mumkin bo'lgan va to'liq ishonarli bo'lmagan tushuntirishlar mavjud:

- Birinchidan, garchi bu dalilning ehtimoli juda kichik va ahamiyatsiz bo'lsada, biz barcha mumkin bo'lgan FFD to'plamlari bilan aniqlanuvchi olamda emas, yuqorida keltirilgan FFD bilan aniqlanuvchi olamda yashayotganimiz tasodifiydir.
- Ikkinchidan, hayot biz bilmagan boshqa ko'rinishlarda va boshqa FFD to'plamlari uchun mavjud bo'lishi mumkin.
- Uchinchidan, biznikidan boshqa olamlarda boshqa har qanday FFD to'plamlari amalga oshirilishi mumkin[2,4,5].

Adabiyotlar:

1. Tursunov Q.SH., Korjavov M.J. Olamning fizik manzarasini integratsiya va umumlashtirish asosida o'rganish.– Toshkent shahri, j: “Fizika, matematika va informatika”.–64–75 b.– №3.–2025.
2. В.В. Чесноков. Физические основы измерений: //учеб. Пособие – Новосибирск: СГГА, 2008.–101 с.
3. Xolbayev I. Standart model haqida.– Toshkent shahri, j: “Fizika, matematika va informatika”.–3–7 b.–№2.–2022.
4. Турсунов Қ.Ш., Ч.Х. Тошпўлатов, М.Ж. Коржавов Квант назариясининг пайдо бўлишида Планк ғояларининг тутган ўрни.– Toshkent shahri, j: “Fizika, matematika va informatika”.–37–41 b.– №6.–2011.
5. Tursunov Q.Sh. Olamning fizikaviy manzarasida umumlashtirish darajalari.– Toshkent shahri, j: “Xalq ta'limi”.–21–25.b.– № 4.–2014.



O'ZBEKISTONDA 4 - VA 8 - SINIF O'QUVCHILARINING MATEMATIKAGA QIZIQISHI VA YUTUQLARI (TIMSS 2023 xalqaro tadqiqoti natijalari asosida)

*N.A. Karimov, A. Avloniy nomidagi pedagogik mahorat
milliy instituti yetakchi mutaxassisi*

Ushbu maqolada IEA (Ta'limdagi yutuqlarni baholash xalqaro assotsiatsiyasi) tomonidan o'tkazilgan TIMSS 2023 (Matematika va tabiiy fanlar bo'yicha xalqaro tadqiqot tendensiyalari) natijalari yoritiladi. Unda butun dunyo, xususan, O'zbekiston bo'yicha 4- va 8-sinf o'quvchilarining matematikani o'rganishni qanchalik yoqtirishi va buning TIMSS tadqiqoti matematika baholash yo'nalishidagi natijalari bilan qanday bog'liqligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: *Ta'limdagi yutuqlarni baholash xalqaro assotsiatsiyasi (IEA), TIMSS tadqiqoti, to'liq qo'shilaman, bir oz qo'shilaman, bir oz qo'shilmayman yoki umuman qo'shilmayman, juda yoqtiradiganlar, biroz yoqtiradiganlar va yoqtirmaydiganlar.*

В данной статье рассматриваются результаты исследования TIMSS 2023 (Международное исследование тенденций в области преподавания и изучения математики и естественных наук), проведенного Международной ассоциацией по оценке успеваемости в образовании (IEA). В ней освещается, насколько учащиеся 4-х и 8-х классов во всем мире, в частности в Узбекистане, любят изучать математику и как это связано с их результатами по направлению «Математика» в исследовании TIMSS.

Ключевые слова: *Международная ассоциация по оценке образовательных достижений (IEA). Исследование TIMSS, полностью согласен, частично согласен, частично не согласен или совсем не согласен; очень нравятся, немного нравятся и не нравятся.*



This article presents the results of TIMSS 2023 (Trends in International Mathematics and Science Study) conducted by the IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). It highlights how much 4th- and 8th-grade students around the world, particularly in Uzbekistan, enjoy learning mathematics and how this is related to their performance in the mathematics assessment domain of the TIMSS study.

Key words: *International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), TIMSS Research, Agree a lot, Agree a little, Disagree a little, Disagree a lot, very much like, somewhat like, do not like.*

TIMSS 2023 xalqaro tadqiqoti to'rtinchi va sakkizinchi sinflarda tahsil olayotgan o'quvchilarning matematika va tabiiy fanlar bo'yicha yutuqlarini baholaydi. Tadqiqot ushbu o'quvchilar, ularning ota-onalari, o'qituvchilari va maktab direktorlaridan kontekstual ma'lumotlarni ham to'playdi. TIMSS dasturi 1995-yildan beri o'tkazib kelinadi va 2023-yil uning sakkizinchi sikli hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda matematika va tabiiy fanlar yo'nalishida o'tkazildi hamda 4- va 8-sinf o'quvchilarini qamrab olindi. Unda dunyo miqyosida 4-sinflar taqdiqotlarida **58 ta**, 8-sinflarda esa jami **44 ta** davlat ishtirok etdi. O'zbekistonda ushbu tadqiqot 2023-yil aprel-may oylarida ilk marotaba o'tkazildi. Barcha hududlardan tanlab olingan **166 ta** maktabdan jami **8800 nafar** o'quvchilar (shundan, **4450 nafar** 4-sinf va **4350** nafar 8-sinf) ishtirok etdi. Shuningdek, mazkur maktablarning **166 nafar** direktorlari hamda **1035 nafar** matematika va tabiiy fanlar bo'yicha o'qituvchilar so'rovnomalarda qatnashgan.

4-sinf o'quvchilari natijalari:

Tadqiqotda qatnashgano'zbekistonlik 4-sinf o'quvchilari tabiiy fanlar savodxonligi bo'yicha **412 ball** to'plagan va ishtirokchi **58 ta** davlat ichida



54-o'rinni egalladi. Matematika yo'nalishi bo'yicha esa qatnashuvchi **58 ta** davlat ichida **443 ball** bilan **50-o'rinni** egalladi.

O'zbekistonda 4-sinflardagi qizlar (**446 ball**) matematika yo'nalishida o'g'il bolalardan (**440 ball**) yaxshiroq natija qayd etgan bo'lsa, tabiiy fanlar yo'nalishida ham xuddi shunday farq saqlanib qolgan (qizlar **414 ball**, o'g'il bolalar **409 ball**).

4-sinf o'quvchilarining matematikaga qiziqishi va yutuqlari

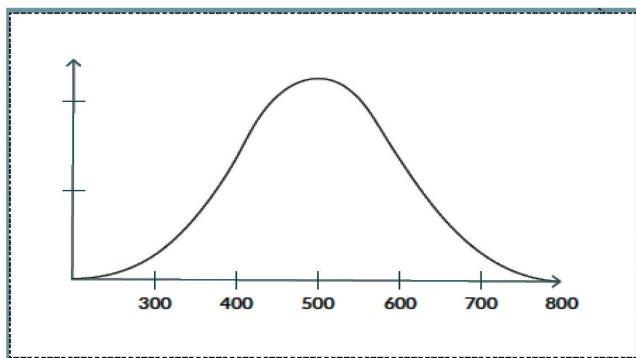
Yosh bolalar odatda o'rganishga va atrofdagi tabiatni bilishga qiziqadilar — bu maktabda ham, undan tashqarida ham kuzatiladi. Boshlang'ich sinf o'quvchilari matematika faniga ijobiy munosabatda bo'lsalar, bu ularning matematika fanidan oladigan natijalariga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Aynan shu bosqichda matematikani o'rganishdan zavqlanish juda muhim, chunki bu kelajakda o'quvchilarning matematika faniga bo'lgan doimiy qiziqishini shakllantiradi.

4-sinf o'quvchilari matematikani o'rganishni qanchalik yoqtiradilar?

TIMSS 2023 tadqiqotida har bir mamlakatdan representativlik tamoyiliga asoslanib tanlab olingan o'quvchilardan ma'lumot to'plandi va natijalar milliy darajadagi aholini ifodalaydi. Tanlab olingan o'quvchilar TIMSS tadqiqoti matematika baholash yo'nalishi topshiriqlarini bajardilar hamda o'quvchilarning tajribalari va munosabatlarini o'rganishga qaratilgan kontekst so'rovnomasini to'ldirdilar. TIMSS tadqiqotining matematikadan baholashi topshiriqlari xalqaro miqyosda kelishilgan va 4-sinf o'quvchilariga keng o'qitiladigan matematika mavzulari asosida tuzilgan savollardan iborat. Ushbu mavzular quyidagi yo'nalishlarni qamrab oladi: sonlar, o'lchash va geometriya hamda ma'lumotlar bilan ishlash. Baholash topshiriqlari o'quvchilarning umumiy matematikadan yutuqlari balini shakllantirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Aksariyat mamlakatlarda o'quvchilarning o'rtacha natijalari **450–550 ball** oralig'ida, ayrim



mamlakatlarda esa bu ko'rsatkich **400 balldan** biroz past yoki **600 balldan** biroz yuqori.



1-rasm. O'quvchilarning matematikani o'rganishni yoqtirishi shkalasi

O'quvchilar har bir bayonot bo'yicha *to'liq qo'shilaman, bir oz qo'shilaman, bir oz qo'shilmayman yoki umuman qo'shilmayman* deb belgilaydilar. O'quvchilarning ushbu yetti bayonotga bergan javoblari birlashtirilib, ularning natijalari uch toifaga ajratildi: matematikani *juda yoqtiradiganlar, biroz yoqtiradiganlar va yoqtirmaydiganlar*.

Matematikani o'rganish haqidagi ushbu bayonotlarga qanchalik qo'shilasiz?				
	To'liq qo'shilaman	Bir oz qo'shilaman	Bir oz qo'shilmayman	Umuman qo'shilmayman
1) Men matematikani o'rganishdan zavqlanaman.	☐	☐	☐	☐
2) Men matematikada ko'plab qiziqarli narsalarni o'rganaman.	☐	☐	☐	☐
3) Men matematikani yoqtiraman.	☐	☐	☐	☐
4) Men sonlar bilan bog'liq har qanday o'quv mashg'ulotlarini yoqtiraman.	☐	☐	☐	☐
5) Men matematik masalalarni yechishni yoqtiraman.	☐	☐	☐	☐
6) Men matematika darslarini intiqlik bilan kutaman.	☐	☐	☐	☐
7) Matematika mening eng sevimli fanlarimdan biridir.	☐	☐	☐	☐

2-rasm

O'quvchilardan bir nechta bayonotga javob berishlarini so'rash, faqat bitta savolga javob so'rashdan ko'ra, ularning matematika faniga bo'lgan munosabatini yanada kengroq va ishonchliroq tushunishga yordam beradi. Agar o'quvchilar matematikani yoqtirishga oid bir nechta bayonotlarga o'xshash javoblar bersalar, barcha javoblarni birgalikda hisobga olish orqali shakllangan baho ularning matematika o'rganishga bo'lgan qarashlarini aniqroq ifodalashiga ko'proq ishonch hosil qilish mumkin. Xalqaro miqyosda, to'rtinchi sinf o'quvchilarining deyarli **80 foizi** matematikani o'rganishga nisbatan hech bo'lmaganda qisman ijobiy munosabatda ekanliklarini bildirganlar.

Xalqaro miqyosda **44%**, O'zbekistonda esa **80 %** o'quvchilar matematikani o'rganishni ***juda yoqtirishlarini*** bildirgan. Xalqaro miqyosda **32%**, O'zbekistonda esa **15 %** o'quvchilar matematikani ***biroz yoqtirishlarini*** bildirgan. Xalqaro miqyosda **24%**, O'zbekistonda esa **5%** o'quvchilar matematikani ***yoqtirmasliklarini*** bildirgan.

TIMSS 2023 tadqiqotida ishtirok etgan deyarli barcha mamlakatlarda, matematikani ko'proq yoqtirishini bildirgan to'rtinchi sinf o'quvchilari o'rtacha hisobda matematikadan yuqoriroq yutuqlarga erishganlar.

Matematikani yoqtirish va matematika fanidagi yutuqlar bir-biriga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Matematikani yoqtirish yuqoriroq natijalarga olib kelishi mumkin. Xuddi shuningdek, matematikada yaxshi o'qiydigan o'quvchilar bu fanni ko'proq yoqtirishi ham mumkin.

8-sinf o'quvchilari natijalari:

Xalqaro hisobot tahlili natijalariga ko'ra, O'zbekistondagi 8-sinf o'quvchilarining matematika yo'nalishi bo'yicha o'rtacha ko'rsatkichi **421 ball** bo'lib, qatnashuvchi **44 ta** davlatdan **32-o'rinni** egallagan. 8-sinf tabiiy fanlar savodxonligi bo'yicha esa qatnashgan **44 ta** davlat orasidan **396 ball** bilan **39-o'rinni** egalladi.

Tabiiy fanlar yo'nalishida 8-sinflardagi qizlar (**395 ball**) va o'g'il bolalar (**396 ball**) deyarli bir xil natija qayd etgan bo'lsa, matematika yo'nalishida o'g'il bolalar (**426 ball**) qizlardan (**416 ball**) ko'ra yuqoriroq natija qayd etgan.



8-sinf o'quvchilarining matematikaga qiziqishi va yutuqlari

O'quvchilarning matematika faniga bo'lgan qiziqishi ko'pincha umumiy o'rta ta'limning quyi sinflarida pasaya boshlaydi. O'quvchilarning matematikani o'rganishga qiziqishini shakllantirish va uni doimiy ravishda qo'llab-quvvatlash ularning nafaqat maktab davridagi, balki undan keyingi davrdagi yutuqlariga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin. Uzoq muddatli istiqbolda esa, matematika faniga qiziqish o'quvchilarning matematika bilan bog'liq oliy ta'lim yo'nalishlari yoki kasblarni tanlashga oid orzu-intilishlariga ta'sir qiladi.

8-sinf o'quvchilari matematikani o'rganishni qanchalik yoqtiradilar?

TIMSS 2023 tadqiqotida har bir mamlakatdan representativlik tamoyili asosida tanlab olingan o'quvchilardan ma'lumot to'plandi va natijalar milliy darajadagi aholini ifodalaydi. Ushbu o'quvchilar TIMSS tadqiqotining matematikadan baholash topshiriqlarini bajardilar hamda qo'shimcha ravishda ularning tajribalari va munosabatlarini o'rganishga qaratilgan kontekst so'rovnomasini to'ldirdilar. TIMSS tadqiqotining matematikadan baholash topshiriqlari xalqaro miqyosda kelishilgan va 8-sinflarda keng o'qitiladigan matematika mavzulari asosida tuzilgan savollardan iborat. Bu mavzular quyidagi yo'nalishlarni qamrab oladi: sonlar, algebra, geometriya va o'lchash hamda ma'lumotlar bilan ishlash va ehtimollik. Ushbu topshiriqlar o'quvchilarning umumiy matematikadan yutuqlari balini shakllantiradi.

O'quvchilarning matematikani o'rganishni yoqtirishi shkalasi

O'quvchilar har bir bayonot bo'yicha *to'liq qo'shilaman, bir oz qo'shilaman, bir oz qo'shilmayman yoki umuman qo'shilmayman* deb belgilaydilar. O'quvchilarning ushbu yetti bayonotga bergan javoblari birlashtirilib, ularning natijalari uch toifaga ajratildi: matematikani *juda yoqtiradiganlar, biroz yoqtiradiganlar va yoqtirmaydiganlar*.

O'quvchilar har bir bayonot bo'yicha *to'liq qo'shilaman, bir oz qo'shilaman, bir oz qo'shilmayman yoki umuman qo'shilmayman* deb



belgilaydilar. O'quvchilarning ushbu yetti bayonotga bergan javoblari birlashtirilib, ularning natijalari uch toifaga ajratildi: matematikani juda yoqtiradiganlar, biroz yoqtiradiganlar va yoqtirmaydiganlar.

O'quvchilardan bir nechta bayonotga javob berishlarini so'rash, faqat bitta savolga javob so'rashdan ko'ra, ularning matematika faniga bo'lgan munosabatini yanada kengroq va ishonchliroq tushunishga yordam beradi. Tasavvur qiling, agar o'quvchilar matematikani yoqtirishga oid bir nechta bayonotlarga o'xshash javoblar bersalar, barcha javoblarni birgalikda hisobga olish orqali shakllangan baho ularning matematika o'rganishga bo'lgan qarashlarini aniqroq ifodalashiga ko'proq ishonch hosil qilish mumkin.

Xalqaro miqyosda kam sonli 8-sinf o'quvchilari matematikani o'rganishga nisbatan ijobiy munosabat bildiradilar:

Xalqaro miqyosda faqatgina **21%**, O'zbekistonda esa **56 %** o'quvchilar matematikani o'rganishni ***juda yoqtirishlarini*** bildirgan. Xalqaro miqyosda **32%**, O'zbekistonda ham **32 %** o'quvchilar matematikani ***biroz yoqtirishlarini*** bildirgan. Xalqaro miqyosda **47%**, O'zbekistonda esa **12%** o'quvchilar matematikani ***yoqtirmasliklarini*** bildirgan.

Xalqaro miqyosda matematikani juda yoqtiradigan o'quvchilar bilan uni yoqtirmaydigan o'quvchilar o'rtasidagi matematika bo'yicha o'rtacha yutuqlarda 50 ball farq mavjud. Matematikani yoqtirish va matematika bo'yicha yutuqlar bir-biriga ta'sir qilishi mumkin. Matematikani yoqtirish yuqori natijalarga olib keladi. Xuddi shuningdek, matematikadan yaxshi o'qiydigan o'quvchilar ushbu fanni ko'proq yoqtirishlari ham mumkin.

Adabiyotlar:

1. <https://www.iea.nl/publications/timss-2023-international-report>
2. Ismailov A.A., Karimov N.A., TIMSS 2019 baholash qamrov doirasi, metodik qo'lanma, Toshkent, 2021 yil, 68-bet.



ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ, ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ

*Т.А. Орлова, д. п. н (DSc), и. о. профессор НПУУз. им. Низами
Х.Х Мухторова, магистр 1 курса по специальности
“Методика преподавания точных и естественных наук НПУУз
им. Низами*

В данной статье идёт речь о формировании политехнических знаний учащихся на уроках по физике в общеобразовательных школах. Также применение политехнических знаний в повседневной жизни учащихся, и их профессиональное ориентирование – выбор профессии в будущем.

Ключевые слова: *Политехнические знания, предмет физика, учащиеся, общеобразовательные школы, техника.*

Ushbu maqolada umumta'lim maktablarida fizika darslarida o'quvchilarning politexnika bilimlarini rivojlantirish masalalari muhokama qilinadi. Shuningdek, unda ushbu politexnika bilimlarini o'quvchilarning kundalik hayotida va ularning kasbiy yo'nalishi - kelajakdagi kasbni tanlashda qo'llash masalalari ham muhokama qilinadi.

Калит со'zлар: *Politexnika bilimlari, fizika fanlari, talabalar, umumta'lim maktablari, texnologiya.*

This article discusses the development of students' polytechnical knowledge in physics classes in comprehensive schools. It also discusses the application of this polytechnical knowledge in students' daily lives and their career guidance -choosing a future profession.

Keywords: *Polytechnic knowledge, physics subject, students, comprehensive schools, technology.*

Современное общество развивается в условиях научно-технического стремительного прогресса. Перед образовательными школами стоит задача подготовить всесторонне развитую личность, способную применять физические знания на практике и быстро адаптироваться к новым технологиям и в дальнейшем участвовать в производственных процессах [1]. В связи с этим важное значение приобретает формирование политехнических знаний у учащихся общеобразовательных школ по предмету физика.

Одним из главных учебных предметов в общеобразовательных школах является физика, изучение которого способствует соединению теоретических физических основ с практикой и объясняет принципы устройств и работы физических приборов и технических средств.

Актуальность темы. Физика – является научной основой техники, поэтому предмету физика принадлежит главная роль в политехническом обучении учащихся общеобразовательных школ. Содержание предмета физики в общеобразовательной школе представляет для учащихся круг возможностей, для того чтобы их ознакомить с физическими принципами отраслей производства, а также с технологиями физических процессов и организацией труда [2].

Физика, является одной из фундаментальных наук, лежащих в основе современной техники и технологии. Она формирует у учащихся общеобразовательных школ – основные представления о закономерностях физических явлений и процессов, происходящих в природе, принципах работы технических устройств и физических приборов, а также механизмов в производстве. В процессе изучения предмета физики с 7 по 11 класс общеобразовательной школы учащиеся участвуют в деятельности:

- знакомятся с физическими приборами, которые применяются в повседневной жизни и в промышленности;
- выполняют лабораторные и практические работы используя



STEM - технологии, связанные с реальными техническими задачами и проблемами;

– наблюдают применение физических явлений и процессов в окружающем мире, природе, например использование ветровой, солнечной энергии в электростанциях и т. д [3].

В настоящее время можно выделить основные отрасли науки и техники, в которых используется физические знания в качестве научной базы, например энергетика, машиностроение, контрольно – измерительная техника, также устройства и приборы, регулирующие и направляющие производственные процессы – автоматика, радио, электроника и нанoeлектроника, кибернетика.

Также политехнические знания по предмету физика применяются непосредственно при работе с транспортом: автомобильный, самолётостроение, а также связанный с нефтепроводами.

Политехнические знания из области физики применяются при связи: оптика – волоконная связь, интернет, спутниковая связь, сотовая и т.д.

Политехнические знания – эта система знаний о научных основах техники, современных технологиях и производственных процессах. Эти знания позволяют учащимся общеобразовательных школ в будущем:

- понимать физические принципы работы машин и механизмов;
- глубоко осознать связь науки с практикой;
- развивать инженерно – техническое мышление и логику;
- применять знания по физике и технике в своей жизни и будущих профессиях.

Проведение уроков по физике для учащихся общеобразовательных школ - создает прочную связь между теорией и практикой, то есть представляет основу политехнического образования.

Роль предмета физики в политехническом обучении учащихся общеобразовательных школ предполагает следующие задачи:

– вооружение учащихся общеобразовательных школ с 7 по 11-го класс знаниями о физических принципах современного производства, а также техники и технологии, применяемых в этих процессах.

– выработка у учащихся умений и практических навыков обращения с повсеместно распространённым контрольно – измерительными приборами, современным и технологичными источниками энергии, способами преобразования и применением её в жизни.

– формирование и развитие определённых качеств личности учащихся, таких как: позитивное отношение к труду, профессиональная ориентация, творческая и мотивационная составляющие, исследовательские, конструкторские и инженерные умения [4].

В нашей статье приведены методы и формы формирования политехнических знаний по предмету физика в общеобразовательных школах:

1. Проблемные методы обучения – решение задач из жизни с использованием знаний по физике.

2. Выполнение лабораторных и практических работ, на уроках физики, а также моделирование технических процессов, демонстрация новых физических экспериментов.

3. Необходимо использовать интеграцию с другими предметами такими, как информатика, математика, химия и технология, чтобы складывалась целостная картина политехнических знаний;

4. Проведение экскурсий на производство и встречи с рабочими-специалистами, знакомства с производственными объектами и специальными знаниями, которые используются из предмета физики.

5. Проектно – исследовательская деятельность – разработка и создание 3D-моделей, проведение демонстрационных экспериментов, создание самодельных физических приборов [5].



Эти формы и методы обучения делают обучение по предмету физика в общеобразовательных школах для учащихся осмысленным, интересным и приближенным к реальной профессиональной деятельности, связанной с политехническими знаниями и умениями.

Существует межпредметный дидактику – политехнический принцип в обучении физики учащихся – он означает нацеленность всего процесса обучения на создание общетеоретической базы для изучения общетехнических предметов в образовательной школе, и специальных дисциплин в академических лицеях и профессиональных колледжах, при подготовке выпускников к практическому освоению окружающей действительности, например: знания технического применения, открытий по физике, в том числе и информация о нобелевских лауреатах, принципов действия приборов и машин [6].

При применении политехнического принципа у учащихся общеобразовательных школ развивается научно-техническое мышление и способности видеть применение физических явлений и научных открытий на практике, умение учащихся воплощать научные идеи и новые технические разработки и приборы по физике. Весь курс физики с 7 по 11-го класс в общеобразовательных школах состоит из ядра фундаментальных знаний и варьируемой оболочки прикладных тем и современных приложений в технике. Принцип политехнизма входит в содержание образования, который имеет место в физической науке, практическое изучение физических явлений и процессов, приборов, измерительных установок в учебном физическом эксперименте и лабораторных работах и предусматривает обучение учащихся статистическим методам обработки результатов физических опытов и оценки погрешности измерения.

Педагог при отборе по предмету физики политехнического материала должен руководствоваться определёнными принципами:



– учебный материал по предмету физика технического содержания, доступного для усвоения учащимся образовательных школ, должен быть связан с программой учебного материала, конкретизировать и расширять его, но в то же время не нарушать логику и систему курса физики в общеобразовательной школе, которой изучают учащиеся с 7 по 11 класс;

– политехнические сведения должны знакомить учащихся с основными аспектами современной техники и перспективами её развития, принципами действия физических приборов и установок;

– определённое место, также должен находить учебный материал, в процессе урока, который знакомит учащихся с научными – исследовательскими учреждениями и предприятиями в Узбекистане: заводами, электростанциями, производственными объединениями, людьми, которые стоят за станками, управляют научными приборами и устройствами, с условиями их труда и деятельности и основными требованиями, предъявляемыми к знаниям по физики [4].

Необходимо заметить, что все приводимые на уроках физики примеры и факты политехнической направленности должны быть полностью систематизированы и подчиняться законам логики. Сама наука физика – уже политехнична, поэтому целью и задачей политехнического обучения в процессе преподавания предмета физики являются вооружение учащихся глубокими знаниями фундаментальных физических теорий и законов [3]. Приведём примеры:

Изучение темы: “Закон сохранения энергии”: – при объяснение этой темы педагог должен ознакомить учащихся с использованием этого закона в работе гидроэлектростанций, гидроаккумулирующих электростанциях. Можно привести примеры применения машин на стройках, краны, бульдозеры, комбайны, транспортеры и т. д; необходимо познакомить учащихся общеобразовательных школ



с механизацией производственных трудоёмких процессов. При изучении темы “Простые механизмы. Золотое правило механики” пояснять на примерах: рычагов автопоилок, наклонной плоскости, блоков подъемных кранов, гидравлических подъемников и других механизмов, которые положены в основу работы этих машин и установок.

Пример – отбойного молотка, может быть рассмотрен для учащихся на уроках физики в качестве конструкторской задачи, как механического устройства. Штангенциркули, счётчики газа и воды, микрометры, индикаторы, манометры, барометры – это все примеры инструментов и приборов контрольно-измерительной техники. На примере разного вида транспорта – самолётов, автобусов, трубопроводов, канатно – подвесного, можно показать учащимся общеобразовательных школ - практическое применение законов механики. Обязательно нужно рассказывать на уроках физики, где идёт соответствие политехнической направленности и перспективах развития автомобильного транспорта в Республики Узбекистан. При изучении учебного материала на уроках физики об искусственных спутниках Земли и космических скоростях, целесообразно рассказать об их использовании в телевидении и радио, для интернета и сотовой связи, в навигации и так далее.

Таким образом мы можем сделать вывод что формирование политехнических знаний, через обучение предмета физики, не только развивает интеллектуальные способности, но и воспитывает у учащихся общеобразовательных школ такие нравственные качества, как трудолюбие, ответственность, аккуратность и наличие дисциплины. Практическая направленность политехнического обучения – стимулируют интерес к техническому творчеству и формирует уважительное отношение к техническим профессиям [2].

В заключении, мы делаем вывод что формирование политехнических знаний учащихся на уроках физики – является

важным направлением современной дидактики. Поскольку позволяет развивать инженерное мышление, формируют интерес учащихся общеобразовательных школ к технике, а также подготавливает их к жизни в обществе со современными технологиями. Чтобы максимально достичь цели – сформировать политехнические знания учащихся общеобразовательных школ на уроках физики, необходимо при обучении использовать разнообразные методы и формы обучения, в том числе и дуальное образование, а также активно применять современные образовательные технологии [7].

Литература

1. Орлова Т.А., Байрамова К.А. Педагогические ситуации, способствующие воспитанию гармоничной личности в общеобразовательной школе // «O'zbekistonda pedagog kadrlarni tayyorlashning muammo va yechimlari» mavzusidagi respublika ilmiy – texnik konferenciyasi to'plami, Ташкент. 26 апреля. - 2024, - с. 406 -408.
2. Поляков, В. Г. Политехническое образование и его роль в формировании инженерного мышления школьников / Санкт-Петербург: Лань, 2018. - С. 45-78.
3. Розов, Н. Х. Формирование политехнических знаний учащихся при изучении физики // Физика в школе. - 2012. - №3. - С. 12–17.
4. Кузнецова, Т.Н., Орлова, Е.С. Интеграция естественнонаучных и технических знаний в обучении физике // Педагогическое образование и наука. - 2020. - №5. - С. 33–39.
5. Орлова Т.А., Йулдошева Д.М. Роль демонстрационных самодельных приборов в обучении физики в общеобразовательной школе // Сборник материалов международной научно –



практической конференции: «Проблемы современной физики и астрономии, пути их решения, методы обучения», Ташкент. 17-18 апреля, 2025. - С. 863-865.

6. Искандеров Н.Ф., Уварова Е.Е. Политехнические знания обучающихся в школьном курсе физики //Международный научно – исследовательский журнал № 5 (107).- часть 4. -май.- 2021.- С.142-144. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.107.5.130>

7. Орлова Т.А. Развитие профессиональной компетентности будущих учителей физики, на основе обучения решения задач по астрономии// Монография. Ташкент: “Innovatsiya - Ziyο”, 2022. – 148 с.



TRIGONOMETRIK TENGLAMALARNI YECHISHDA UMUMMANTIQUIY FAOLIYAT USULLARIDAN FOYDALANISH

K.R. Kodirov, A.S. Nishonboyev, Farg'ona davlat universiteti

Ushbu maqolada trigonometrik tenglamalarni yechishda umum mantiqiy faoliyat usullarining o'rni va ahamiyati tahlil qilinadi. Umum mantiqiy faoliyat usullarining qo'llanilishi o'quvchilarda muammo yechish ko'nikmalarini rivojlantirish, yechimlarni tez va samarali topish imkoniyatini oshirish bilan bog'liqligi ta'kidlanadi.

Kalit so'zlar: *trigonometrik tenglamalar, umum mantiqiy faoliyat usullari, analiz, sintez, taqqoslash, umumlashtirish, abstraktlashtirish, mantiqiy tafakkur.*

В данной статье анализируется роль и значение методов общелогической деятельности при решении тригонометрических уравнений. Подчеркивается, что применение методов общей логической деятельности связано с развитием у учащихся навыков решения проблем, повышением возможности быстрого и эффективного поиска решений.

Ключевые слова: *тригонометрические уравнения, методы общелогической деятельности, анализ, синтез, сравнение, обобщение, абстрагирование, логическое мышление.*

This article analyzes the role and significance of general logical activity methods in solving trigonometric equations. It emphasizes that the application of general logical activity methods is linked to developing problem-solving skills in students and enhancing their ability to find solutions quickly and effectively.

Keywords: *trigonometric equations, general logical activity methods, analysis, synthesis, comparison, generalization, abstraction, logical thinking.*



Matematika o'qitish metodikasida faoliyatli yondashuv birinchi marta A.A.Stolyarning [4] asarlarida aniq belgilab berilgan. Uning tahlili shuni ko'rsatadiki, matematika o'qitishda faoliyatli yondashuvning mohiyati o'quvchilarga "matematikada qo'llaniladigan matematik bilimlarni o'zlashtirish faoliyatini, fikrlash usullarini, o'quvchilar tomonidan matematik faktlarni, ularni isbotlash va muammolarni hal qilish usullarini mustaqil ravishda kashf etishga turtki bo'ladigan pedagogik vaziyatlarni yaratishdan iborat ekanligi ta'kidlab o'tilgan, ya'ni, boshqacha qilib aytganda, faoliyatli yondashuvni har qanday o'qitishni biror faoliyatga o'rgatish" deb hisoblaydi. Bu bugungi kunda matematika o'qitish metodikasi nuqtayi nazaridan, faoliyatli yondashuvni tushunish variantlaridan biridir. Shunday qilib, A.A. Stolyar faoliyatni faoliyatli yondashuvni amalga oshirish vositasi sifatida emas, balki uning maqsadi deb hisoblaydi. Shuning uchun ham matematika o'qitishda faoliyatli yondashuvning xususiyatlaridan biri sifatida olim uni har bir darsda, maktab matematika kursining har bir mavzusini o'rganishda qo'llash nazarda tutilmaganligini qayd etadi. Chunki maktabda matematika uchun ajratilgan real vaqtda buni amalga oshirish mumkin emas. Didaktik jihatdan tayyor bilimlarni va ularni o'zlashtirish bo'yicha faoliyat usullarini o'qitishni uyg'unlashtirishni taqozo etadi. Shu bilan birga, o'quv jarayonida faoliyatli yondashuv nuqtayi nazaridan, ko'plab an'anaviy masalalar, jumladan, bilim, ko'nikma va malakalarning o'zaro bog'liqligi masalasi yangicha yoritiladi. Ko'rinib turibdiki, har qanday ko'nikma va malakalar ostida ma'lum bir xususiyatga ega bo'lgan qandaydir harakatlar yoki hatto harakatlar ketma-ketligi mavjud. Faoliyat tuzilmasi harakatlardan shakllanganligi, bilimlar esa harakatlarning qismi bo'lganligi sababli, har qanday bilim ortida ular amalga oshiradigan faoliyat mexanizmlarini topish mumkin. U holda faoliyatli yondashuv nuqtayi nazaridan, bilimlarni o'zlashtirish jarayonini faqat ular kiritilgan faoliyat orqali boshqarish mumkin. Bu faoliyat mazmunini mos ravishda qurish orqali



shakllangan bilimlarning asosiy sifatleri ham ta'minlanadi. Shu bilan birga, faoliyat va bilim o'rtasida ham teskari aloqa mavjud, chunki bilimsiz faoliyat ham bo'lmaydi. Demak, bilim shunchaki faoliyat elementi emas, balki u faoliyatning o'zi bo'lib, u o'z natijasiga ko'ra baholanadi. Bunda faoliyatli yondashuvni amalda qo'llash nafaqat o'quvchilarni bilimlarni o'zlashtirish bo'yicha faoliyatga o'rgatish (A.A. Stolyar aytganidek), balki tayyor bilimlarni ham o'zlashtirishni taxmin qiladi. Bilimga yaxlit faoliyat sifatida qarash uning faoliyatli xususiyatini ochib beradi. Bunday kontekstda faoliyatli yondashuvdan foydalanish G.I. Saransev fikriga ko'ra, bilimlarga mos keladigan va tarkibi motivatsion soha, turli xil harakatlar, faoliyat usullari, evristika, nazorat va o'z-o'zini nazorat qilishdan iborat faoliyatni qurishni o'z ichiga oladi[5].

Shunday qilib, yuqorida aytilganlar asosida shuni ta'kidlash mumkinki, o'qitish jarayonida faoliyatli yondashuvni tushunishning quyidagi asosiy hollarini kuzatish mumkin: 1) o'quvchilarni fan doirasidagi mavzular bilan tanishtirish (yechishning umumiy usulini talab qiladigan vaziyatlar) va ularni o'quv harakatlar, nazorat harakatlari va o'z-o'zini nazorat qilish orqali hal qilish; 2) o'quvchilarni o'qitishda fikrlash usullarini, o'quvchilarning masalalarni va ularning isbotini mustaqil ravishda topishi, masalalarni hal qilish va boshqalar bilan mos qo'yish; 3) mavzular mazmuniga mos keladigan harakatlar majmuini tanlash; 4) bilimning faoliyat xarakterini amalga oshirish.

Demak, matematika o'qitish metodikasida faoliyatli yondashuv matematika darslarida o'quvchilarning bilim, ko'nikma, malakalarini hamda kompetensiyalarini (ayniqsa kognitiv), xususan umummantiqiy faoliyat usullarini shakllantirishning metodologik asoslaridan biri bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Ushbu maqolada trigonometrik tenglamalarni yechishda umummantiqiy faoliyat usullarining o'rni va ahamiyati tahlil qilinadi. Xususan, analiz, sintez, taqqoslash, umumlashtirish, abstraktlashtirish



kabi mantiqiy amallarni matematik yechim strategiyasiga integratsiya qilish jarayoni yoritiladi. Umum mantiqiy faoliyat usullarining qo'llanilishi o'quvchilarda muammo yechish ko'nikmalarini rivojlantirish, yechimlarni tez va samarali topish imkoniyatini oshirish bilan bog'liqligi ilmiy asosda ko'rsatib beriladi.

Trigonometrik tenglamalar matematikaning muhim bo'limlaridan biri sifatida o'quvchilarda mantiqiy fikrlash, funksional bog'lanishlarni anglash va o'zgaruvchilar orasidagi munosabatlarni tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Bunday tenglamalarni yechish jarayoni ko'p bosqichli fikriy amallardan iborat: trigonometrik funksiyalarning xususiyatlarini bilish, turli formulalardan foydalanish, yechimlar majmuasini aniqlash va ularni umumlashtirish. Shu bilan birga, trigonometrik tenglamalarni yechish faqat texnik amallarni o'zlashtirish bilan cheklanib qolmaydi. Umum mantiqiy faoliyat usullarini qo'llash — muammoning mohiyatini ochish, yechim strategiyasini to'g'ri tanlash va natijalarni asoslash imkonini beradi [1,2].

Umum mantiqiy faoliyat usullari quyidagilardan iborat [3]:

1. Analiz, ya'ni muammoni tarkibiy qismlarga ajratishdan iborat bo'lib, trigonometrik tenglamalarni analiz qilish quyida ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

- funksiya turini aniqlash;
- tenglama turini klassifikatsiya qilish;
- uning yechishni eng optimal usulini tanlash.

2. Sintez-ajratilgan qismlarni bog'lash, umumiy yechimni shakllantirishdan iborat. Masalan:

• umumiy va xususiy xususiyatlariga ko'ra, formulalardan birlashtirib foydalanish;

- yechish bosqichlarini bir sxemasini ko'rish.

3. Abstraksiyalash-tenglamani analog tenglamalar bilan solishtirish.

Bu:

- o'xshash yechim usullarini tanlash;



• murakkab tenglamani oddiyroq shaklga keltirishga yordam beradi.

4. Umumlashtirish-tenglama yechimidan umumiy qonuniyatlarni hosil qilish.

Masalan:

• $\sin x = a$, $\cos x = a$, $\operatorname{tg} x = a$ turidagi tenglamalar uchun umumiy yechim formulasi;

• trigonometrik funksiyalarining davriyligi bo'yicha umumlashtirilgan yechimlarni aniqlash.

Endi umum mantiqiy faoliyat usullarini trigonometrik tenglamalarni yechish jarayonini quyidagi misollarda ko'rsatib o'tamiz:

1-misol: $\sin 2x - 12(\sin x - \cos x) + 12 = 0$ tenglamani umum-mantiqiy faoliyat usullari orqali yeching.

Yechish. Analiz: ushbu tenglama aralash turdagi trigonometrik tenglama, ammo unda $\sin 2x = 2 \sin x \cos x$ va $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ ekanliklari ma'lum. Uni quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

$$\sin^2 x + \cos^2 x - 2 \sin x \cos x + 12(\sin x - \cos x) - 13 = 0.$$

Tenglamadagi $\sin^2 x + \cos^2 x - 2 \sin x \cos x$

$$\text{Ifoda } \sin^2 x + \cos^2 x - 2 \sin x \cos x = (\sin x - \cos x)^2$$

$$\text{ekanligidan, } (\sin x - \cos x)^2 + 12(\sin x - \cos x) - 13 = 0$$

ko'rinishidagi tenglamaga ega bo'lamiz.

Abstraktlashtirish: tenglamada $t = \sin x - \cos x$ belgilashni kiritamiz va uni t ga nisbatan $t^2 + 12t - 13 = 0$ kvadrat tenglamaga keltiramiz va uni yechamiz.

Sintez: Vieyet teoremasiga ko'ra, so'ngi tenglamaning ildizlari $t = 1$, $t = -13$ ekanligiga erishamiz va ularni $t = \sin x - \cos x$ belgilashga qo'yish orqali, ikkita sodda $\sin x - \cos x = 1$ va $\sin x - \cos x = -13$ trigonometrik tenglamalarni yechish masalasiga kelimiz. Ikkinchi tenglama x ning ixtiyoriy qiymatlarida yechimga ega emas, chunki uni har ikki tomonini $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ga ko'paytirish orqali



$\frac{1}{\sqrt{2}}\sin x - \frac{1}{\sqrt{2}}\cos x = -\frac{13}{\sqrt{2}}$ yoki $\sin(x - \frac{\pi}{4}) = -\frac{13}{\sqrt{2}}$ tenglamani xosil

qilish mumkin. Xosil bo'lgan tenglamaning o'ng tomonidagi son -1 dan kichik. Ma'lumki $\sin x = a$ tenglama $-1 \leq a \leq 1$ larda yechimga ega. Birinchi tenglamani quyidagi ko'rinishga keltirish orqali, uni yechimini

topish mumkin: $\frac{1}{\sqrt{2}}\sin x - \frac{1}{\sqrt{2}}\cos x = \frac{1}{\sqrt{2}}$ yoki $\sin(x - \frac{\pi}{4}) = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Bundan esa, $x - \frac{\pi}{4} = (-1)^k \frac{\pi}{4} + k\pi$, $k \in \mathbb{Z}$ ekanligiga ega bo'lamiz.

O'z navbatida, $k = 2n$, $n \in \mathbb{Z}$, ya'ni juft bo'lsa, u holda $x = \frac{\pi}{2} + k\pi$, $k \in \mathbb{Z}$ yechimga, agar toq bo'lsa, u holda $x = k\pi$, $k \in \mathbb{Z}$

yechimlarga ega bo'lamiz.

2- misol: $6\cos 2x - 14\cos^2 x - 7\sin 2x = 0$ tenglamani yeching.

Yechish: Analiz: Ushbu tenglama ham aralash turdagi trigonometrik tenglama, lekin unda $\cos 2x = 2\cos^2 x - 1$ yoki $1 + \cos 2x = 2\cos^2 x$ va $\sin 2x = 2\sin x \cos x$ ekanliklari ma'lum. Tenglamani quyidagi ko'rinishda yozib olish mumkin:

$$6(1 + \cos 2x) - 14\cos^2 x - 14\sin x \cos x - 6 = 0 \text{ yoki}$$

$$\cos^2 x + 7\sin x \cos x + 3 = 0$$

$\cos x = 0$ tenglamaning yechimi emas, demak uni $\cos x$ ning istalgan darajalariga, xususan $\cos^2 x$ ga bo'lishimiz mumkin:

$$\frac{3}{\cos^2 x} + 7\frac{\sin x}{\cos x} + 1 = 0.$$

$$\text{Hosil bo'lgan tenglamada } \frac{1}{\cos^2 x} = 1 + \tan^2 x \text{ va } \frac{\sin x}{\cos x} = \tan x$$

ekanliklarini inobatga olib, quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$3(1 + \operatorname{tg}^2 x) + 7\operatorname{tg} x + 1 = 0 \text{ yoki } 3\operatorname{tg}^2 x + 7\operatorname{tg} x + 4 = 0.$$

Abstraktlashtirish: so'ngi tenglamada $z = \operatorname{tg} x$ belgilashni amalga oshiramiz z ga nisbatan $3z^2 + 7z + 4 = 0$ kvadrat tenglamaga ega bo'lamiz.

Sintez: $3z^2 + 7z + 4 = 0$ kvadrat tenglamani yechamiz:

$$z_{1,2} = \frac{-7 \pm 1}{6} \text{ yoki } z = -\frac{4}{3} \text{ va } z = -1.$$

Topilgan z ning qiymatlarini $z = \operatorname{tg} x$ belgilashga qo'yish orqali, ikkita sodda $\operatorname{tg} x = -\frac{4}{3}$ va $\operatorname{tg} x = -1$ trigonometrik tenglamalarni yechish

masalasiga kelamiz. Birinchi tenglamadan $x = -\frac{\pi}{4} + k\pi, k \in Z$ yechimni, ikkinchi tenglamadan esa, $x = -\arctg\left(\frac{4}{3}\right) + k\pi, k \in Z$ yechimlarni olamiz.

Umum mantiqiy faoliyat usullari trigonometrik tenglamalarni yechish bo'yicha quyidagi muammolarni hal qilishda o'ta samarali hisoblanadi:

- murakkab trigonometrik tenglamalarni sodda trigonometrik tenglamalarga ajratish;
- tenglama turini klassifikatsiya qilish (bir funksiyali, aralash, transsendent va h.k.);
- trigonometrik funksiyalarning davriyligi asosida yechimlar to'plamini aniqlash;
- formulalar tanlovini mantiqiy asoslash.

Bu usullar yechishning harakatlar ketma-ketligini emas, balki masalaning tub mohiyatini anglash imkonini beradi. Demak, o'quvchi ushbu ko'rinishdagi masalalarni yechish orqali, muammoni analiz qila oladi, uni taqqoslay oladi, umumlashtiradi va to'g'ri strategiya tanlashga erishadi.



Trigonometrik tenglamalarni yechishda umummantiqiy faoliyat usullaridan foydalanish matematik bilimlarni o'zlashtirish samaradorligini oshiradi, o'quvchilarda mantiqiy tafakkur, analiz, sintez, abstraktlashtirish va umumashtirish ko'nikmalarini shakllantiradi. Bunday yondashuv nafaqat trigonometriya bo'limida, balki umumiy matematik tayyorgarlikning barcha yo'nalishlarida muhim ahamiyatga egadir. Bundan tashqari umummantiqiy faoliyat usullarini tizimli qo'llanilishi, o'quvchilarning matematik tafakkurini shakllanib borishiga, masalalarni mohiyatini chuqur anglashini va ularni mustaqil yechishga bo'lgan ko'nikmalarini yaratadi. Shu bois ularni o'quv jarayoniga integratsiya qilish o'qituvchi va o'quvchi faoliyatida muxim o'rin tutadi.

Adabiyotlar:

1. Nishonboyev A.S., Qodirova X.K. Maktab matematikasida Trigonometrik misol va masalalar. O'quv qo'llanma. –Farg'ona 2025. 129 b.
2. Turgunbayev R.M., Kodirov K.R., Nishonboyev A.S. O'quvchilarda umummantiqiy faoliyat usullarini shakllantirish metodikasi. O'quv-uslubiy qo'llanma. –Farg'ona 2023. 65 b.
3. Nishonboyev A.S. Algebra va analiz asoslari fanini o'qitish jarayonida umummantiqiy faoliyat usullarini shakllantirish metodikasi. // Fizika, matematika va informatika ilmiy-uslubiy jurnal. –Toshkent, 2025 №5. B. 56-64 b.
4. А.А. Столяр. Зачем и как мы доказываем в математике: Беседы со старшеклассником/ А.А.Столяр. -Мн.: Нар. асвета, 1987. 173ст.
- Г.И. 5. Саранцев. Методика обучения математике в средней школе / Саранцев Г.И., Учеб. пособие для студентов мат. спец. пед. вузов и ун-тов -М.: Просвещение, 2002. 224ст.





MUNDARIJA

ILMIY-OMMABOP BO‘LIM

Raxmatullayeva Gulira’no Valijon qizi. Molekulyar fizikadan qiziqarli va noodatiy topshiriqlar orqali o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshirish metodikasi	I-3
N. Dilmuradov, E.O.Sharipov, X.U.Chuyanov. Hosila yordamida modelashtirish.....	I-11
K. N. Po‘latova. Geometrik masalalar: ijodiy tafakkurni shakllantirishning asosiy omili	I-20
N.R. Zaynalov, A.A. Shakarov, B.Sh. Ibrohimov. Xitoy qoldiqlar teoremasiga doir misollar.....	I-36
Zaripov Olimjan Kuvandiq o‘g‘li. Oliy ta’lim muassasalarida fanlararo integratsiyani mobil ta’lim texnologiyalari asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish	I-42
X.A. Abdimurodova, X.N. Izzatilloeva, M.D. Yo‘ldoshyeva. Kasr tartibli hosila qatnashgan differensial tenglamalarni yechish	I-51
M.T. Maxammadaliyev, Sh.A. Abduraximova, N.K. Razokova. Muavr formulasining ba’zi tatiqlari.....	I-60
M.K. Yuldashyev. Informatika fanini o‘qitishning ilmiy-metodik asoslari va zamonaviy tendensiyalari.....	I-67
N. X. Qurbonov, Z. H. Muhammadiyev, B. R. Toshpulatov. Ba’zi parametrik tenglamalarni yechish usullari.....	II-3
R.M.Turgunbayev, H.D.Abdurahimova. Tekislikda turli metrikalar va ularga nisbatan aylana, ellips, giperbola va parabola tushunchalari	II-13
И. И. Сафаров, Д. М. Махмудова. Силжии тўлқинини қовушоқ-эластик цилиндрик қувур билан ўзаро таъсири.....	II-21
M. Saidaripova. Fizika amaliy mashg‘ulotlarida axborot texnologiyalarini joriy etish	II-26
M.M. Ro‘zikov. Matematika ta’limida parametrlash usulining ahamiyati.....	III-3
X.Ибраимов, Б.А. Олимов. Мактаб физик тажрибаларни ўтказишида рақамли лабораториялардан фойдаланиши.....	III-12
M.T. Maxammadaliyev, Sh.A. Abduraximova, N.K. Razokova. Trigonometrik funsiyalar uchun yoyish formulalari.....	III-18



M.Ashurov. Talabalarining dasturlash ko'nikmalarini shakllantirishda kreativ va ijodiy fikrlashlardan foydalanish.....	III-25
F.B.To'raxonov. Ta'lim klasteri sharoitida ixtisoslashgan maktab o'quvchilarining kasbiy kompetentsiyalarini takomillashtirish metodikasi	IV-3
X.H. Ибраимов, В.А. Olimov. Suyuqliklarda ho'llanish hodisasini o'rqanish	IV-11
И.В.Баймуратова, Э.Х.Бозоров. Мультимедийные приложения, как новый способ развития интереса в преподавании информационных технологиях студентов.....	IV-16
M. A.Solayeva. Raqamli texnologiyalarning talim jarayonida qollanilishining nazariy asoslari.....	IV-24
G. Buronova, M. Halimova, M. Tulayeva. Raqamli transformatsiya davrida davlatorganlari faoliyatining ochiqligi va samaradorligini oshirish: sun'iy intellektga asoslangan axborot tizimlari integratsiyasi	V-3
X.H. Ибраимов В.А. Olimov. Suyuqliklarda ho'llanish hodisasini o'rqanish	V-10
A.M. Ahmedov. Dunyo mamlakatlarida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash tajribalarining qiyosiy tahlili.....	V-18
Y.I.Asadova. Methodology for studying students of higher education institutions using artificial intelligence on independent educational topics in sciences.....	V-26
I.N. Maxmudov. Yarim o'tkazgichlar fizikasiga oid mashg'ulotlarni samarali tashkil etish	V-33
A.M. Tillaboyev. Sun'iy intellekt asosidagi astronomik simulyatsiyalar va virtual laboratoriyalarni yaratishning ilmiy-metodik asoslari	V-41
M.У.Насыров, Д.А.Каландарова, Э.Х.Бозоров, Г.С.Палванова. Тезлаткичлар классификацияси ва уларнинг ривожланиши босқичларини ўрганишида дидактик таълим воситаларининг мотивацион ахамияти	V-49

MATEMATIKA JOZIBASI

Najmiddinova Durdona Oybek qizi. Astronomiyadan masalalar yechish texnologiyalari	I-74
N.X.Qurbonov. Uchburchak tengsizligi yordamida yechiladigan ayrim	



<i>masalalarning yechish usullari</i>	I–82
U.X. Xonqulov. Trigonometrik tenglamalarni yechishning bir usuli.....	II –33
C.C. Эгамбердиев. Эстетическое воспитание учащихся академических лицеев посредством альтернативных методов умножения.....	II –42
J.U.Xujatov, M.D.Vaisova. Ikki o'zgaruvchili ba'zi diofant tenglamalari haqida.....	III–33
Г. Г. Тожиақбарова. Интеграция виртуальной и дополненной реальности в практические занятия по школьной программе математике: систематический обзор литературы.....	IV–32
G.A. Rasulova. Geometriyadan olimpiada masalalarini yechish usullari.....	V–63
J. U. Xujatov. Uch noma'lumli ba'zi diofant tenglamalarining yechimlar to'plamining quvvati haqida.....	V–70

ILG'OR TAJRIBA VA O'QITISH METODIKASI

У. Ш. Убайдуллаев. Краевая задача с разрывными условиями склеивания для уравнения смешанного типа типа с оператором дробного порядка в смысле Капуто в прямоугольной области.....	I–91
S.A. Alibekov. Raqamli transformatsiya: qishloq xo'jaligida axborot texnologiyalarining samaradorligi va istiqbollari.....	I–98
И.Х.Ибраимов, Т.А.Орлова, М.Ш.Фатхуллаева. Игровые методы, применяемые в обучение учащихся 7 классов по физике в общеобразовательных школах.....	I–105
E.B. Maxmanov. Fizikadan ta'lim natijalarini baholashga asoslangan darslarni loyihalash va o'tkazish.....	I–112
C.C. Эгамбердиев. Инновационная методика проведения современного урока по математике для учеников начальных классов.....	I–127
G'S.Bozorov. Hosila yordamida ayniyatlarni isbotlash.....	II –48
D.E.Davletov, Sh.I.Sharipova. Uchburchak va parabola orasidagi ba'zi ajoyib munosabatlar.....	II –53
Sh.B. Ochilov, S. Davronova. Dual ta'limi asosida o'qitishda o'quvchilarning kognitiv qobiliyatlarini rivojlantirish texnologiyalari.....	II –60
J. U. Xujatov, M.D.Vaisova, Botirova Xurshida Davronbek qizi. Ferma-Eyler teoremasi va uning tadbiqlari.....	II –69
Sh.A.Egamqulov. Informatika va axborot texnologiyalari darslarida	



elektron ta'lim resurslaridan foydalanish metodikasi	II –78
T.U.Toshboyev, M.T.Ubaydullayev. Maktab fizika darslarida tanqidiy fikrlashni raqamli texnologiyalar orqali o'rgatishni o'ziga xos jihatlari.....	III–42
T.T. Kalekeeva, G.M. Allamberganova. Chiziqli fazoda matritsalar va operatorlarga oid masalalarni yechishning ba'zi usullari.....	III–48
A.X. Махмудов. Мактаб таълимини рақамлаштириши трансформацияси.....	III–58
F. Q. Tugalov. Fizikani fanlararo aloqadorlikda o'qitishning ahamiyati.....	III–65
M.A. Vafayev, A.A. Shakarov, B.Sh. Ibrohimov. Elliptik egri chiziqlar ustida dastlabki amallar.....	III–73
Q. Sh. Tursunov, M.J. Korjavov. Olamning fizik manzarasini integratsiya va umumlashtirish asosida o'rganish.....	III–78
Z. R. Muxammadxo'jayeva. Raqamli ta'lim sharoitida kar va zaif eshituvchi o'quvchilarga daktil alifbosini o'qitishdagi yondashuvlar	IV–40
X.X.Tajiboyeva. O'quvchilarni zamonaviy dunyoda muvaffaqiyatli bo'lishlari uchun zarur bo'lgan yondashuvlar asosida ta'lim samaradorligini oshirish.....	IV–47
A.Sh. Safarov. Umumiy o'rta ta'lim maktablarida fizika va kimyo fanlarining bog'lanishlari haqida metodik ko'rsatmalar	IV–56
Narzullayeva O'g'iloy Bahrom qizi. Simmetrik ketma-ketliklar fazolarining izometriyalari.....	IV–64
Quljonov Nodir Jonadil o'g'li. Raqamli ta'limda integratsiyalashgan dasturiy-didaktik vositalarni loyihalashning metodologik asoslari.....	IV–73
Y.Q. Jumaniyazova. Matematikani o'qitishda singapur tajribasi va uni amaliyotda qo'llash haqida	IV–82
M. Barakayev, K.Turgunova. Matematikani amaliy yonalishini kuchaytirish orqali kasbiy sohalarga yo'naltirib o'qitish imkoniyatlari.....	IV–91
A.Qutbedinov, Yu.I.Malanova. Bo'lajak fizika o'qituvchisining eksperimental kompetentligini axborot texnologiyalari yordamida rivojlantirish metodikasi.....	IV–101
Zaripov Olimjan Kuvandiq o'g'li. Talabalarga informatsiya kompetentligin rivojlantirishning pedagogikaliq masalalari	V–79
Tashanov Odilboy Safar o'g'li, E. X. Bozorov, Nosirova Gulparshin Maxsud qizi. Yadro reaktorida ^{99}Mo ning olinishi.....	V–88



Zaripov Olimjan Kuvandiq o'g'li. Sanli pedagogikaliq ortalikda talabalarga informatsiya kompetentligin rawajlantirivdin metodik tiykarlari.....	V-95
C. X Umarov, U.O.Xodjaev, 3. M Harzuллаева. Деформационные эффекты в твердых растворах монокристаллов $TlGaS_2$ на основе использования виртуальной модели.....	V-103
3.Б. Усманова. Медиамаҳсулотлар ва ҳозирги замон ёшлари.....	V-112
F.T. Xoliqulov. Akademik litseylarda algebra fanini raqamli texnologiyalar yordamida o'qitish usullari.....	V-118
Turabova Lobar Xusen qizi. Fizika darslarida ma'naviy-intellektual tarbiya samaradorligini oshirishning innovatsion metodlari.....	V-126
Ahmadova Kamola Ahmad qizi. Ma'naviy-axloqiy tarbiyada informatika fanining o'rni va didaktik imkoniyatlari.....	V-132

OLIMPIADA VA MASALALAR YECHISH BO'LIMI

Masalalar va yechimlar.....	I-135
Masalalar va yechimlar.....	II-84
Masalalar va yechimlar.....	III-88
Masalalar va yechimlar.....	IV-110
Masalalar va yechimlar.....	V-138

TALAB, TAKLIF VA TAHLIL

Masodiqova Dilruxsor Ravshanjon qizi. Inklyuzivlik tamoyillarini hisobga olgan holda pedagogik jarayonni tashkil etish.....	I-148
M. B.Dusmuratov. Fizik kattalikning ekstremal qiymatlarini hosila yordamida aniqlashga oid masalalar yechish.....	I-152
M. O. Toxirova. Maktabda nyuton qonunlari mavzusini o'qitishda fanlararo bog'lanish.....	I-162
A.F.Qorayev. Refleksiv videotreninglar asosida ta'lim jarayonini samarali tashkil etish.....	I-167
R.N. To'rayev, T.Yu. To'rayev, M. Mamayusupov. Elektron ta'lim muhitida mustaqil ta'limni takomillashtirish bosqichlari.....	I-176



K.F.Yusupova. Tabiiy fanlarni o'qitishda integrativ materiallarni tanlash tamoyillari.....	I-184
M.I. Djumayev. Raqamli ta'lim muhitida xalqaro standartlashtirish mohiyati.....	I-192
S.S. Jumanazarov. O'qituvchilarining malakasini oshirishda veb-kvest ta'lim texnologiyasidan foydalanish.....	I-200
A. I. Ashirova. Innovatsion yondashuv asosida bo'lajak informatika fani o'qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish	II-96
A. R. Safarov, M.A. Axmatova. Rekurrent formulalar yordamida ba'zi integrallarni hisoblash.....	II-104
N. Dilmuradov, E. O. Sharipov, X. U.Chuyanov. Hosila yordamida modellashtirish.....	II-114
Irkinov Ma'murjon Botirjon o'g'li. Fizika fanini o'qitishda simulyatsion dasturlar haqida dunyo ilmiy jamoatchiligining qarashlari.....	II-123
A. A. Axmedov, E.A.Qudratov, N.A.Soliyeva. Bo'lajak fizika o'qituvchilari eksperimental kompetentligini rivojlantirishda laboratoriya mashg'ulotlarini takomillashtirishning imkoniyatlari.....	II-131
A. U. Arziqulov, Q.K.Janiqulov. Parametrli algebraik tenglamalarni o'zgarasni variatsiyalash usuli bilan yechish	II-139
R. R. Khamraeva. Innovative approaches to solving parametric equations: a case study using geogebra	II-149
M. A. Qalandarova. Maktab o'quvchilarida moliyaviy savodxonlikni rivojlantirishda matematika darsining imkoniyatlaridan foydalanish	II-155
N. A. Karimov. PISA 2022 asosiy tadqiqotida matematik savodxonlik yo'nalishi bo'yicha test topshiriqlaridan namunalar va baholash mezonlari	II-162
D.T.Mirzayev, Sh.A.Fayziyeva, S.Ch. Khaydarova. Analyses for the study of internet communications.....	III-102
M.Boltayev. Fanlarni o'qitishda ar va vr texnologiyalaridan foydalanishning dolzarbligi.....	III-110
Turabova Lobar Xusen qizi. O'quvchilarda tanqidiy fikrlashni shakllantirish – ma'naviy va intellektual tarbiyaning asosi sifatida (7-sinf fizika fani misolida).....	III-115
A.E. Bekturdiyev. Maktab o'quvchilarning bilim sifatini monitoring qilish va dasturlash algoritmini ishlab chiqish.....	III-123
M.O.Abulov. Predikatlar mantiqi tavsiflari.....	III-131



S.Q.Tursunov, U.E.Kadirov. Ta'limiy resurslar yaratishda web-texnologiyalardan foydalanish.....	III-141
X.M.Kurbanov. Texnik-muhandislik oliy o'quv yurtlarida ixtisoslik fanlarning ta'lim mazmunini integratsiyalashga asosiy yondashuvlar.....	III-148
T.U. Toshboyev, M.T. Ubaydullayev, G.Z. Eshnazarova. Oliy va o'rta ta'lim muassasalarining o'quv jarayonida kvest texnologiyalaridan foydalanish.....	III-155
I.B.Xudoyberdiyev. Oliy ta'lim muassasalarida bo'lajak mutaxassislarni axborot texnologiyalari fani orqali kasbiy rivojlantirishning tahlili.....	III-168
C.B.Ражабов, Бизнеспедагогика–иқтисодий ривожланишнинг тарбиявий драйвери.....	III-176
G. Bauatdinov. Gravitatsion zichlik.....	IV-122
S. Sh. Qarshibayev. Talabalarning vizual kompetentligini rivojlantirishda gamifikatsion yondashuv o'quv motivatsiyasi va tijaviylik.....	IV-126
Sayfullayev Ramziddin Fazliddin o'g'li, E.X. Bozorov, M.U. Nasirov. Nurlanishlarning organizmga ta'siri va zamonaviy axborot texnologiyalari.....	IV-133
III. А Абдурахманова. Интенсификация использования речевых технологий посредством цифровых ресурсов: опыт и перспективы Узбекистана.....	IV-141
Ф.Х.Сайдалиева, С.Х. Юсупова. Использование нестандартных методов обучения и дидактических игр на уроках геометрии с целью повышения качества образования школьников.....	IV-149
B.Ch.Xidirov. Tekislikni muntazam shakllarga ajratish va ularning tugunlari orqali shakl yuzini hisoblash usullar.....	IV-156
K.R.Nasriddinov, D.Z.Xodjayeva. Tibbiyot litseylari fizika ta'limini takomillashtirish strategiyasi.....	IV-163
R.M Turgunbayev. Matematik analiz fanini uzviylik kategoriyasi asosida o'qitish samaradorligini aniqlash haqida.....	IV-168
M.Barakayev, M.Hayitova. Bo'lg'usi boshlang'ich sinf o'qituvchilari kasbiy kompetentsiyalarining tasnifi.....	IV-176
C.B. Ражабов. Ўқувчиларда тадбиркорлик кўникмаларини шакллантиришнинг бизнеспедагогик йўналишлари.....	IV-184
Sh.N. Amonova. Matematika darslarida raqamli	



<i>texnologiyalardan foydalanish metodikasi</i>	<i>V-152</i>
<i>A.A. Axmedov, B.F. Izbosarov, I.R. Kamolov. Molekulyar fizika</i>	
<i>fanidan fizika ta'lim yo'nalishi talabalarining eksperimental</i>	
<i>kompetentligini rivojlantirish.....</i>	<i>V-160</i>
<i>F.E. Boqiyev. Umumiy o'rta ta'lim maktabi o'quvchilarining</i>	
<i>vatanparvarlik kompetensiyasi indikatorlari.....</i>	<i>V-169</i>
<i>R.B. Batirova. Specific aspects and types of interactive and interactive methods in</i>	
<i>the educational system</i>	<i>V-178</i>
<i>M.A. Tursunov. Ta'limda raqamli darsliklardan foydalanish</i>	
<i>D.Z.Xodjayeva, F.B.Majlimov. Zamonaviy fizika ta'limida</i>	
<i>tibbiyotga yo'naltirilgan tarixiylik yondashuvi.....</i>	<i>V-196</i>





MUNDARIJA

ILMIY-OMMABOP BO'LIM

<i>N. Dilmuradov, E.O. Sharipov, M.H. Muhiddinov. Davriy va nodavriy funksiyalar to'g'risida</i>	3
3.M. Xusanov, F.T. Bоймуратов, Ф.А. Гиясова, Ф.А. Гиясов. <i>Перколяционные свойства и фрактальная структура проводящей сети в никель содержащих полимерных композитах</i>	14
H. N. Bozorov. <i>Oliy ta'limda fizika masalalari orqali tanqidiy fikrlash, ijodkorlik, hamkorlik va kommunikatsiyani shakllantirish metodikasi.....</i>	28
Sh.Sh. Abdiyeva. <i>Aniq integralning tatbiqlarini o'rgatishda chiziqli funksiyaga doir masalalar ketma-ketligidan foydalanish.....</i>	38
T. Ishankulov, S.S. Umarov. <i>Tekislikda laplas tenglamasi uchun koshi masalasining karleman funksiyasi</i>	49
A.K. Сабиров. <i>Эмиссионные свойства титана и циркония</i>	57

MATEMATIKA JOZIBASI

B.B. Prenov, G.M.Allamberganova. <i>Ikkinchi tartibli uch noma'lumli diofant tenglamalarini yechishning markov usullari</i>	69
--	----

ILG'OR TAJRIBA VA O'QITISH METODIKASI

F. I. Jo'rayev. <i>Mexanika bo'limidan olimpiada masalalarini yechishda integraldan foydalanish metodikasi.....</i>	70
Mamayusufov Mirkomil Qahramon o'g'li. <i>Talabalarning pedagogik dasturiy vositalar yaratish kompetentligini shakllantirish bosqichlari va indikatorlari</i>	80
H.Q. Xudoyeva. <i>Fizik jarayonlarni modellashtirishda dasturiy ta'minotlar va ularning fizikani o'qitishdagi ahamiyati</i>	88
A.A. Alayev. <i>Fizika fanining «elektr va magnetizm» bo'limini o'qitishda elektr zanjirining bir qismida kuchlanish tushunchasi</i>	94

OLIMPIADA VA MASALALAR YECHISH BO'LIMI

Masalalar va yechimlar	100
------------------------------	-----

TALAB, TAKLIF VA TAHLIL

X.K. Raimov, Xayitboyeva Gulshoda Toir qizi, Nematullayeva Roxila Zikriyojon qizi. <i>Effektiv potensial hamda uning tahlili.....</i>	113
--	-----



M.B. Rustemov. Ta'limda multimedia vositalaridan foydalanishning didaktik prinsiplari	120
Q.Sh. Tursunov, M.J. Korjavov. Asosiy fizikaviy doimiylar va ularning barqarorligi.....	128
N.A. Karimov. O'zbekistonda 4 - va 8 - sinf o'quvchilarining matematikaga qiziqishi va yutuqlari.....	137
T.A. Орлова, X.X. Мухторова. Формирование политехнических знаний учащихся, при обучении физики в общеобразовательных школах	144
K.R. Kodirov, A.S. Nishonboyev. Trigonometrik tenglamalarni yechishda umumtantiqiy faoliyat usullaridan foydalanish	153



Jurnalning ushbu sonini
tayyorlashda qatnashganlar:

*B. Olimov, F. Saidova, K. Mamatkarimov, R. Turgunboyev, F. Ochilov
Kompyuterda sahifalovchi: M. Dadajanova.*

*O‘zbekiston Respublikasi Matbuot va axborot agentligida
№ 0103 tartib raqami bilan ro‘yxatdan o‘tgan.*

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasi Filologiya,
Pedagogika va psixologiya fanlari bo‘yicha ekspert kengashi tavsiyasi
(21.04.2014. №4) va Rayosat qarori (30.04.2014. №205/3) ga asosan
fan doktori ilmiy darajasiga talabgorlar jurnallari ro‘yxatiga «Fizika,
matematika va informatika» jurnali kiritilgan.*

Tahririyat manzili:

Toshkent shahr, Olmazor tumani Ziyo ko‘chasi 6 - uy.

T.N.Qori Niyoziy nomidagi Tarbiya pedagogikasi milliy instituti

FIZIKA, MATEMATIKA va INFORMATIKA jurnali

Web-site: <http://uzpfiti.uz/uz2/fizika,matematika,informatika.htm>

E-mail: fizmat_jurnali@inbox.uz

Bosishga ruxsat etildi. 21.10. 2025 y. Qog‘oz bichimi 60x84 1/16.

Ofset bosma usulida bosildi. 13 bosma taboq.

Adadi nusxa . Buyurtma №5

**“BIZNES POLIGRAF” MCHJ bosmaxonasi,
Toshkent shahar, Chilonzor katta Qozirobood 65 uy.**

