



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISH
MINTAQAVIY MARKAZI**

**“KOMPLEKS SONLAR”
MODULI BO‘YICHA
O‘QUV – USLUBIY MAJMUA**

Buxoro – 2024

Modulning o‘quv-uslubiy majmuasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2023-yil 25-avgustdagi 391-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishlari o‘quv reja va dasturlariga muvofiq ishlab chiqilgan.

Tuzuvchi: Жымакв Ж.Ж - Bux DU Differensial tenglamalar kafedrası dotsenti, f.-m.f.f.d. (PhD)

Taqrizchi: Rasulov H. – fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent.

O‘quv-uslubiy majmua Buxoro davlat universiteti Kengashining qarori bilan nashrga tavsiya qilingan (2023- yil “28” dekabrdagi 5-sonli bayonnoma)

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR	4
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI	13
III. NAZARIY MA’LUMOTLAR	15
IV. AMALIY MASHG‘ULOTLAR	29
V. GLOSSARIY	42
VI. ADABIYOTLAR RO‘YXATI:	46

I. ISHCHI DASTUR

Modulning ishchi dasturi Oliy, oʻrta maxsus va professional taʼlim yoʻnalishlari boʻyicha oʻquv-uslubiy birlashmalar faoliyatini Muvofiqlashtiruvchi kengashning 2023-yil 11-avgustdagi 4 - sonli bayonnomasi bilan maʼqullangan va Oliy taʼlim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2023 yil “ 25 ” avgustdagi MO-AL-391-sonli buyrugʻi bilan tasdiqlangan namunaviy oʻquv reja va dastur asosida ishlab chiqilgan.

Mazkur ishchi oʻquv dasturi Buxoro davlat universiteti Kengashining 2023-yil 28-dekabrda 5-sonli yigʻilish qarori bilan tasdiqlangan.

Tuzuvchi:

Jumayev J.J. – V.I. Romanovski nomidagi Matematika instituti Buxoro boʻlinmasi katta ilmiy xodimi, f.-m.f.f.d.,(PhD), dotsent.

Taqrizchi:

Boltayev A.A.– BuxDU Differensial tenglamalar kafedrasi dotsenti, f.-m.f.f.d.,(PhD)

KIRISH

Dastur O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentyabrda tasdiqlangan "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 3-dekabrda "Iqtidorli yoshlarni saralab olish tizimi va akademik litseylar faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4910-son hamda Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 1-iyundagi "Akademik litseylar rahbar va pedagog xodimlarining uzduksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida"gi 296-son Qarorlarida belgilangan ustuvor yo'nalishlar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo'lib, u zamonaviy talablar asosida malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda akademik litseylar pedagog xodimlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan tayanch modullari mavzulari orqali akademik litseylarda faoliyat olib borayotgan pedagog xodimlarning ta'limdagi islohotlar va sohaga doir me'yoriy-huquqiy hujjatlar tahlil qilish va amaliyotga tatbiq etish, ta'limda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish, matematika fanini o'qitishning zamonaviy metodikalarini amaliyotga tatbiq etish darajasini oshirish hisobiga ularning pedagogik mahorat va kasbiy kompetentligini muntazam takomillashtirish bilan birgalikda pedagog xodimlarning ehtiyojlari asosida tanlab olingan tanlov modullari bo'yicha bilim, ko'nikma va malakalarga ega bo'lishlari ta'minlanadi.

Malaka oshirish kursining o'quv dasturi quyidagi tayanch modullar mazmunini o'z ichiga qamrab oladi:

Malaka oshirish kursining o'quv dasturi quyidagi tayanch modullar mazmunini o'z ichiga qamrab oladi:

- 1.1. Ta'limdagi islohotlar va sohaga doir me'yoriy-huquqiy hujjatlar.
- 1.2. Ta'limda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish.
- 1.3. Matematika fanini o'qitishning zamonaviy metodikalari.
- 1.4. Yakuniy nazorat

Kursning maqsadi va vazifalari

Akademik litseylar pedagog kadrlarining malakasini oshirish kursining **maqsadi** pedagog kadrlarning o'quv-tarbiyaviy jarayonlarini yuqori ilmiy-metodik darajada ta'minlashlari uchun zarur bo'ladigan kasbiy bilim, ko'nikma va malakalarini muntazam yangilash, kasbiy kompetentligi va pedagogik mahoratining uzluksiz rivojlanishini ta'minlashdan iborat.

Kursning **vazifalariga** quyidagilar kiradi:

- pedagog kadrlarning kasbiy bilim, ko'nikma, malakalarini uzluksiz oshirish va rivojlantirish;

- pedagoglarning zamonaviy talablarga mos holda akademik litseylardagi o'qitish sifati va samaradorligini ta'minlash uchun zarur bo'lgan kasbiy mahorat darajasini oshirish;

- pedagog kadrlar tomonidan zamonaviy raqamli texnologiyalar va xorijiy tillarning samarali o'zlashtirilishini ta'minlash;

- o'qitishning innovatsion texnologiyalari va ilg'or xorijiy tajribalarni o'zlashtirish hamda ulardan o'quv jarayonida samarali foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish;

- o'quv jarayonini ilm-fan va ishlab chiqarish bilan samarali integratsiyasini ta'minlashga qaratilgan faoliyatni tashkil etish.

Kurs yakunida tinglovchilarning bilim, ko'nikma va malakalari hamda kompetentligiga qo'yiladigan talablar:

Kurs yakunida tinglovchilar quyidagi yo'nalishlarda bilim, ko'nikma, malaka hamda kompetensiyalarga ega bo'lishlari talab etiladi:

Tinglovchi:

- oliy ta'limga kirish testlarining talablariga mos mashqlarni;
- o'zgaruvchilarni almashtirish natijasida trigonometrik funksiyalarga keltirib yechiladigan masalalarni;
- skalyar ko'paytmaning nostandart masalalar yechishda yuqori darajali fikrlash (Bloom: Analyze–Evaluate–Create) texnologiyasidan foydalanishni;
- real hayotiy modellarni;
- mantiqiy topshiriqlar va olimpiada elementlari orqali tahliliy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirish metodlarini;
- samaradorligi yuqori, lekin kam uchraydigan kombinatsion usullardan foydalanishga keltiriladigan tenglama va tengsizliklarni **bilishi** kerak.

Tinglovchi:

- nostandart masalalarni yuqori samaradorlikka ega belgilashlar orqali yechish;
- vektorlarni skalyar ko'paytmasi va uning xossalari o'qitishda STEM, STEAM, PBL (Project-based learning) texnologiyalarini qo'llash;
- yektorlar ustida chiziqli amallar va ulardan foydalanib ba'zi tenglama va tengsizliklarni yechish;
- matematik masalalar yechishda funksional o'rniga qo'yish metodikasida o'quvchi markazidagi ta'lim (Learner-centered learning) texnologiyasini qo'llay olish **ko'nikma va malakalariga** ega bo'lishi lozim.

Tinglovchi:

- irratsional tenglamalar va tengsizliklar yechishda test va muammoli topshiriqlarni loyihalash;
- diagnostik, formatif va summativ baholash asoslaridan foydalanish;

- murakkab tenglama va tengsizliklar yechishda nostandart usullardan foydalanish *kompetensiyalariga* ega bo'lishi lozim.

“MATEMATIKA” YO‘NALISHI BO‘YICHA MALAKA OSHIRISH KURSI MATEMATIKA FANINI O‘QITISHNING ZAMONAVIY METODIKALARI MODULLINING MAZMUNI

Matematik masalalar yechishda funksional o‘rniga qo‘yish metodikasida o‘quvchi markazidagi ta’lim (Learner-centered learning) texnologiyani qo‘llash. Nostandart masalalarni yuqori samaradorlikka ega belgilashlar orqali yechish.

Vektorlar ustida chiziqli amallar va ulardan foydalanib ba’zi tenglama va tengsizliklarni yechish. Vektorlarni skalyar ko‘paytmasi va uning xossalarini o‘qitishda STEM, STEAM, PBL (Project-based learning) texnologiyalarini qo‘llash. Skalyar ko‘paytmaning nostandart masalalar yechishda yuqori darajali fikrlash (Bloom: Analyze–Evaluate–Create) texnologiyasidan foydalanish.

Oliy ta’limga kirish testlarining talablariga mos mashqlar. Murakkab tenglama va tengsizliklar yechishda nostandart usullardan foydalanish. Real hayotiy modellar. Mantiqiy topshiriqlar va olimpiada elementlari orqali tahliliy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantirish metodlari.

O‘zgaruvchilarni almashtirish natijasida trigonometrik funksiyalarga keltirib yechiladigan masalalar. Irratsional tenglamalar va tengsizliklar yechishda test va muammoli topshiriqlarni loyihalash. Samaradorligi yuqori, lekin kam uchraydigan kombinatsion usullardan foydalanishga keltiriladigan tenglama va tengsizliklar. Diagnostik, formatif va summativ baholash. Reyting tizimi va kompetensiya asosidagi baholash.

Modul bo‘yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o‘quv yuklamasi, soat			
		Hammasi	Auditoriya o‘quv yuklamasi		
			jumladan		
			amaliy	nazariy	amaliy
1.	Kompleks sonlar ustida amallar	4	4	2	2
2.	Kompleks sonlardan ildiz chiqarish	2	2		2

Jami:	6	6	2	4
--------------	----------	----------	----------	----------

1.3. Matematika fanini o‘qitishning zamonaviy metodikalari.

Matematik masalalar yechishda funksional o‘rniga qo‘yish metodikasida o‘quvchi markazidagi ta’lim (Learner-centered learning) texnologiyani qo‘llash.

Vektorlar ustida chiziqli amallar va ulardan foydalanib ba’zi tenglama va tengsizliklarni yechish. Kompleks sonlarni o‘qitishda STEM, STEAM, PBL (Project-based learning) texnologiyalarini qo‘llash. Skalyar ko‘paytmaning nostandart masalalar yechishda yuqori darajali fikrlash (Bloom: Analyze–Evaluate–Create) texnologiyasidan foydalanish.

NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-Mavzu: Kompleks sonlar ustida amallar. (2 soat)

Matematik masalalar yechishda funksional o‘rniga qo‘yish metodikasida o‘quvchi markazidagi ta’lim (Learner-centered learning) texnologiyani qo‘llash.

AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-Mavzu: Kompleks sonlar ustida amallar. (2soat)

Oliy ta’limga kirish testlarining talablariga mos mashqlar. Murakkab tenglama va tengsizliklar yechishda nostandart usullardan foydalanish. Real hayotiy modellar. Mantiqiy topshiriqlar va olimpiada elementlari orqali tahliliy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantirish metodlari.

2-Mavzu: Kompleks sonlardan ildiz chiqarish. (2soat)

Kompleks sonlardan ildiz chiqarish natijasida trigonometrik funksiyalarga keltirib yechiladigan masalalar.

Amaliy mashg‘ulotlarni tashkil etish bo‘yicha ko‘rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg‘ulotlarda tinglovchilar o‘quv modullari doirasidagi ijodiy topshiriqlar, keyslar, o‘quv loyihalari, texnologik jarayonlar bilan bog‘liq vaziyatli masalalar asosida amaliy ishlarni bajaradilar.

Amaliy mashg‘ulotlar zamonaviy ta’lim uslublari va innovasion texnologiyalarga asoslangan holda o‘tkaziladi. Bundan tashqari, mustaqil holda o‘quv va ilmiy adabiyotlardan, elektron resurslardan, tarqatma materiallardan foydalanish tavsiya etiladi.

Dasturning axborot-metodik ta'minoti

Modullarni o'qitish jarayonida ishlab chiqilgan o'quv-metodik materiallar, tegishli soha bo'yicha ilmiy jurnallar, Internet resurslari, multimedia mahsulotlari va boshqa elektron va qog'oz variantdagi manbalardan foydalaniladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston.– T.: "O'zbekiston" NMIU, 2021. - 464 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. «Oliy Majlisga Murojaatnomasi hamda O'zbekiston yoshlari forumida so'zlagan nutqidan iqtiboslar». – T.: "Tasvir", 2021. - 52 bet.
3. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi asosida demokratik islohotlar yo'lini qat'iy davom ettiramiz. 6-jild. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2023. - 536 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Erkin, obod va farovon mamlakatni - Yangi O'zbekistonni barchamiz birgalikda barpo etamiz. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2023. - 368 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Xalqchil islohotlar xalqimiz manfaatlariga xizmat qiladi. 7-jild. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2023. - 392 b.
6. Mirziyoyev Sh.M. Hozirgi zamon va Yangi O'zbekiston. – T.: "O'zbekiston" NMIU, 2024. -344 b.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar

1. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O'zbekiston, 2023.
2. O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda qabul qilingan "Ta'lim to'g'risida"gi O'RQ-637-sonli Qonuni.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-sonli Farmoni.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 29-oktabrdagi "Ilm-fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-6097-sonli Farmoni.
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 22-yanvardagi "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-son Farmoni.
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrda "O'zbekiston - 2030" strategiyasi to'g'risida"gi PF-158-son Farmoni.
7. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 13-oktabrdagi "Alohida ta'lim ehtiyojlari bo'lgan bolalarga ta'lim-tarbiya berish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" PQ-4860-sonli Qarori.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 3-dekabrdagi "Iqtidorli yoshlarni saralab olish tizimi va akademik litseylar faoliyatini takomillashtirish chora-

tadbirlari to'g'risida" PQ-4910-son Qarori.

9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktyabrdagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida" PQ-358-son Qarori.

10. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 1-iyundagi "Akademik liseylar rahbar va pedagog xodimlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida" 296-son Qarori.

11. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 29-noyabrdagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llab-quvvatlash uchun maxsus rejim tashkil etish va uning faoliyatini yo'lga qo'yish tartibi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqida" gi 717-son Qarori.

12. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2025-yil 10-iyuldagi "2025-2026-yillarda sun'iy intellekt texnologiyalari sohasida ustuvor loyihalarni amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 425-son Qarori.

13. BMT. Inson huquqlari umumjahon Deklaratsiyasi. 1948.

14. BMT. Bolalar huquqlari to'g'risidagi Konvensiya.1989.

III. Maxsus adabiyotlar

1. Zulunov R.M. Sun'iy intellekt texnologiyalari – T.: Classic, 2024.
2. Mo'minov B.B., Sun'iy intellekt (O'quv qo'llanma). – T., 2023.
3. Babaxodjaeva N.M. Sun'iy intellekt va neyron to'rli texnologiyalar. -T., 2023.
4. Toirov S.S., Axmedov U.M. Axborot tizimlari va texnologiyalari (o'quv qo'llanma). – T.: Iqtisodiyot, 2020. – 240 b.
5. Abduraxmonov R.M. Pedagogik texnologiyalar va raqamli ta'lim muhitlari. – T.: Fan va texnologiya, 2021. – 200 b.
6. Muminova L.R, Nazarova D.A. Inklyuziv va maxsus ta'lim atamalarining izohli lug'ati. – T., 2021.
7. Nazarova D.A, Mamarajabova Z.N. Maxsus pedagogika (Surdopedagogika). - T.: Innovatsiya-ziyo, 2020.
8. Nazarova D.A. Inklyuziv madaniyatini shakllantirishda ta'lim klasteri sub'yektlarining o'rni. //Scientific aspects and trends in the field of scientific research. International scientific online conference.
9. Nazarova Dildora Asatovna. Issues of involving children with hearing in inclusive education.// European Journal of Agricultural and Rural Education (EJARE)Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 2 No.12, December 2021,ISSN: 2660-5643/ Page 149.
10. Butterworth, J., & Mitchell, D. (2013). Inclusive Education and its Social Benefits. London: Routledge. 77-80 p.
11. Florian, L., & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring Inclusive Pedagogy. British Educational Research Journal. 28 p.
12. Nazarova, D. A. (2020). "Aspects of Orientation of Students of the Professional Development Courses in the Direction 'Managers of Educational Institutions' to the

Effective Organization of Inclusive Education."European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences, 8(8), 7-12.

13. "Inklyuziv ta'limning dolzarb masalalari: muammo va ularning yechimlari" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. Toshkent shahri. 2021-yil 26-mart.- 335 b.

14. Xudoyberdiyev D., Xolmatov F. Learner-Centered Education va interaktiv dars metodologiyasi. – T.: Toshkent Davlat Pedagogika Universiteti, 2024.

15. Stohlmann M., Moore T.J., Roehrig G.H. "Considerations for Teaching Integrated STEM Education." Journal of Pre-College Engineering Education Research. Vol. 2, No. 1, 2021.

16. Mahmudov D., Salohiddinov A. STEM va STEAM ta'lim texnologiyalarini maktabda tatbiq qilish. – T.: O'zbekiston Masofaviy Ta'lim, 2023.

17. Ergashev O., Toshtemirov B. Project-Based Learning (PBL) metodologiyasi va tatbiqlari. – T.: Fan va Texnologiya, 2022.

18. Qodirov M., Saidov F. Reyting tizimi va kompetensiya asosidagi baholash. – T.: Sharq Nashriyoti, 2023.

19. В.В. Зайцев, В.В. Рыжков, М.И. Сканапи. Элементарная математика. Начало математического анализа. Мир и образование, 2024.

20. Mamatov M., Rahmatov N. Vektorlar va chiziqli algebra: masalalar yechish metodikasi. – T.: Tafakkur, 2023.

21. Sharipov A., Keunimjayev M. Existence and uniqueness of polyhedral with given value of the conditional curvature, International Electronic Journal of Geometry, 2023, Vol. 16, No. 1, pp. 160-170 (Scopus).

22. Larson R., Hostetler R.P., Edwards B.H. Precalculus: Functions and Graphs. 6th ed. – Boston: Cengage Learning, 2022.

23. Sharipov A.S. Analitik geometriya, Darslik.- T.: "Tilim" nashriyoti, 2023. - 304 b.

24. В.В. Зайцев, В.В. Рыжков, М.И. Сканапи. Элементарная математика. Начало математического анализа. - М.;Мир и образование, 2024.

25. И.М. Яглом. Геометрические преобразования. МФН, 2020.

26. Aufmann R.N., Lockwood J., Nation R.D., Clegg D.K. Precalculus: An Introduction. 10th ed. – Boston: Cengage Learning, 2022.

IV. Elektron ta'lim resurslari

1. <http://edu.uz>
2. <http://lex.uz>
3. <http://lib.bimm.uz>
4. <http://ziyonet.uz>
5. <http://natlib.uz>
6. <https://problems.ru/>

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

AQLIY HUJUM METODI

Aqliy hujum - g‘oyalarni generatsiya (ishlab chiqish) qilish metodidir. “Aqliy hujum” metodi biror muammoni yechishda talabalar tomonidan bildirilgan erkin fikr va mulohazalarni to‘plab, ular orqali ma’lum bir yechimga kelinadigan eng samarali metoddir. Aqliy hujum metodining yozma va og‘zaki shakllari mavjud. Og‘zaki shaklida o‘qituvchi tomonidan berilgan savolga talabalarning har biri o‘z fikrini og‘zaki bildiradi. Talabalar o‘z javoblarini aniq va qisqa tarzda bayon etadilar. Yozma shaklida esa berilgan savolga talabalar o‘z javoblarini qog‘oz kartochkalarga qisqa va barchaga ko‘rinarli tarzda yozadilar. Javoblar doskaga (magnitlar yordamida) yoki “pinbord” doskasiga (ignalar yordamida) mahkamlanadi. “Aqliy hujum” metodining yozma shaklida javoblarni ma’lum belgilar bo‘yicha guruhlab chiqish imkoniyati mavjuddir. Ushbu metod to‘g‘ri va ijobiy qo‘llanilganda shaxsni erkin, ijodiy va no - standart fikrlashga o‘rgatadi.

Aqliy hujum metodidan foydalanilganda talabalarning barchasini jalb etish imkoniyati bo‘ladi, shu jumladan talabalarda muloqot qilish va munozara olib borish madaniyati shakllanadi. Talabalar o‘z fikrini faqat og‘zaki emas, balki yozma ravishda bayon etish mahorati, mantiqiy va tizimli fikr yuritish ko‘nikmasi rivojlanadi. Bildirilgan fikrlar baholanmasligi talabalarda turli g‘oyalar shakllanishiga olib keladi. Bu metod talabalarda ijodiy tafakkurni rivojlantirish uchun xizmat qiladi.

Vazifasi. “Aqliy hujum” qiyin vaziyatlardan qutulish choralarini topishga, muammoni ko‘rish chegarasini kengaytirishga, fikrlash bir xilli - ligini yo‘qotishga va keng doirada tafakkurlashga imkon beradi. Eng asosiysi, muammoni yechish jarayonida kurashish muhitidan ijodiy hamkorlik kayfiyatiga o‘tiladi va guruh yanada jipslashadi.

Obyekti. Qo‘llanish maqsadiga ko‘ra bu metod universal hisoblanib tadqiqotchilikda (yangi muammoni yechishga imkon yaratadi), o‘qitish jarayonida (o‘quv materiallarini tezkor o‘zlashtirishga qaratiladi), rivojlantirishda (o‘z-o‘zini bir muncha samarali boshqarish asosida faol fikrlashni shakllantiradi) asqotadi.

Qo‘llanish usuli. “Aqliy hujum” ishtirokchilari oldiga qo‘yilgan muammo bo‘yicha xar qanday muloxaza va takliflarni bildirishlari mumkin. Aytilgan fikrlar yozib borildi va ularning mualliflari o‘z fikrlarini qay - tadan xotirasida tiklash imkoniyatiga ega bo‘ldi. Metod samarasi fikrlar xilma-xilligi bilan tavsiflandi va hujum davomida ular tanqid qilin - maydi, qaytadan ifodalanmaydi. Aqliy hujum tugagach, muhimlik jixatiga ko‘ra eng yaxshi takliflar generatsiyalanadi va muammoni yechish uchun zarurlari tanlanadi.

“Aqliy hujum” metodi o‘qituvchi tomonidan qo‘yilgan maqsadga qarab amalga oshiriladi:

1. Talabalarning boshlang‘ich bilimlarini aniqlash maqsad qilib qo‘yilganda, bu metod darsning mavzuga kirish qismida amalga oshiriladi.
2. Mavzuni takrorlash yoki bir mavzuni keyingi mavzu bilan bog‘lash maqsad qilib qo‘yilganda - yangi mavzuga o‘tish qismida amalga oshiriladi.
3. O‘tilgan mavzuni mustahkamlash maqsad qilib qo‘yilganda - mavzudan so‘ng, darsning mustahkamlash qismida amalga oshiriladi.

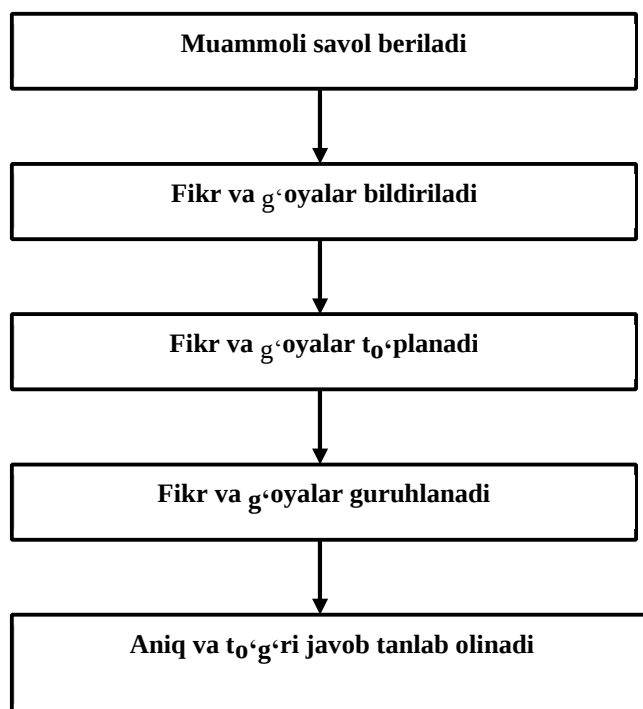
“Aqliy hujum” metodining afzallik tomonlari:

- natijalar baholanmasligi talabalarni turli fikr-g‘oyalarning shakllanishiga olib keladi;
- talabalarning barchasi ishtirok etadi;
- fikr-g‘oyalar vizuallashtirilib boriladi;
- talabalarning boshlang‘ich bilimlarini tekshirib ko‘rish imkoniyati mavjud;
- talabalarda mavzuga qiziqish uyg‘otish mumkin.

“Aqliy hujum” metodining kamchilik tomonlari:

- o‘qituvchi tomonidan savolni to‘g‘ri qo‘ya olmaslik;
- o‘qituvchidan yuqori darajada eshitish qobiliyatining talab etilishi.

“Aqliy hujum” metodining tarkibiy tuzilmasi



“Aqliy hujum” metodining bosqichlari:

1. Talabalarga savol tashlanadi va ularga shu savol bo'yicha o'z javoblarini (fikir, mulohaza) bildirishlarini so'raladi;
2. Talabalar savol bo'yicha o'z fikr-mulohazalarini bildirishadi;
3. Talabalarning fikr-g'oyalari (magnitafonga, videotasmaga, rangli qog'ozlarga yoki doskaga) to'planadi;
4. Fikr-g'oyalar ma'lum belgilar bo'yicha guruhlanadi;
5. Yuqorida qo'yilgan savolga aniq va to'g'ri javob tanlab olinadi.

“Aqliy hujum” metodini qo'llashdagi asosiy qoidalar:

- a) Bildirilgan fikr-g'oyalar muhokama qilinmaydi va baholanmaydi.
- b) Bildirilgan har qanday fikr-g'oyalar, ular hatto to'g'ri bo'lmasa ham inobatga olinadi.
- v) Bildirilgan fikr-g'oyalarni to'ldirish va yanada kengaytirish mumkin. ilova Mavzu bo'yicha asosiy tushuncha va iboralar

Ilova

□ O'zaro hurmat va iltifot ko'rsatgan xolda har kim o'z do'stlarini tinglay olishi kerak; ***Guruxlarda ish olib borish qoidalari***

□ Berilgan topshiriqqa nisbatan har kim aktiv, o'zaro hamkorlikda va ma'suliyatli yondashishi kerak;

□ Zarur paytda g'ar kim yordam so'rashi kerak;

✓

So'ralgan paytda har kim yordam ko'rsatishi kerak;

□ Gurux ish natijalari baholanayotganda hamma qatnashishi kerak ; ✓ Har kim aniq tushunishi kerakki:

□ O'zgalarga yordam berib, o'zimiz o'rganamiz!

□ Biz bir qayiqda suzayapmiz: yo birga ko'zlagan manzilga yetamiz, yoki birga cho'kamiz!

“Davra suhbat” munozarasini o'tkazish bo'yicha yo'riqnoma

1. Soʻzga chiqqanlarni diqqat bilan, boʻlmasdan tinglang.
2. Maʼruzachining fikriga qoʻshilmasang, oʻz fikringni bildirishga ruxsat soʻra.
3. Maʼruzachining fikriga qoʻshilsang, koʻrib chiqilayotgan masala boʻyicha qoʻshimcha fikrlar bildir.

Tayanch soʻzlar va iboralar:

- ✚ Learner-centered learning texnologiyasi
- ✚ STEM texnologiyasi
- ✚ STEAM texnologiyasi
- ✚ PBL texnologiyasi
- ✚ Nostandart masalalar
- ✚ Vektorlar ustida chiziqli amallar
- ✚ Samaradorligi yuqori, lekin kam uchraydigan kombinatsion usullar,
- ✚ Irratsional tenglamalar va tengsizliklar,
- ✚ Diagnostik, formatif va summativ baholash,

III. NAZARIY MA'LUMOTLAR

Matematik masalalar yechishda funksional oʻrniga qoʻyish metodikasida oʻquvchi markazidagi taʼlim (Learner-centered learning) texnologiyani qoʻllash. Vektorlarni skalyar koʻpaytmasi va uning xossalari oʻqitishda STEM, STEAM, PBL (Project-based learning) texnologiyalarini qoʻllash

Matematik masalalar yechishda funksional oʻrniga qoʻyish metodikasida oʻquvchi markazidagi taʼlim (Learner-centered learning) texnologiyani qoʻllash.

XVII asrda Yan Amos Komenskiy (1592-1670) «anʼanaviy oʻqitish» atamasini kiritdi. U maktab taʼlimini tashkil etib, sinf dars tizimini, maktabda oʻquv yili va uni oʻquv choraklariga boʻlish toʻgʻrisidagi tushunchani kiritdi, oʻquv kunini qanday tashkil etishni belgilab berdi, oʻquv mashgʻulotlarining sinf-dars tizimini

nazariy jihatdan ishlab chiqdi va buni amalda qo'lladi. An'anaviy ta'lim quyidagi xususiyatlarga ega:

- an'anaviy ta'limda barcha mavzular bo'yicha qat'iy dars turlari tanlanadi;
- dars mavzusi bo'yicha bilim, ko'nikma, malakalarni shakllantiriladi, mustahkamlanadi;
- yangi mavzuni tushuntiriladi, mustahkamlanadi, nazorat, topshiriqlar beriladi;
- ta'lim oluvchilar o'qituvchini tinglash va o'zlashtirish, berilgan topshiriqlarni bajarish bilan cheklanadi;
- darsning modul va algoritmlaridan har bir o'qituvchi o'zi qo'llayotgan metodga muvofiq foydalanadi;
- an'anaviy ta'lim to'g'ridan to'g'ri diqqatni jalb qilmasdan yoki tanlab olingan ba'zi bir qismlarga chuqurroq kirmasdan, fanlarning umumiy doirasini qamrab oladi;
- an'anaviy o'quv dasturi ma'ruzasida o'qituvchi sinfda biron bir mavzu haqida gapirishni, ta'lim oluvchilar qaydlarni yozib olishni va keyin olingan bilimlarni test yoki imtihonda qo'llashni o'z ichiga oladi. Muayyan shaxslar uchun an'anaviy sinf tuzilmalari va ma'ruzalar monoton bo'lishi mumkin, bu ta'lim oluvchilarning diqqatini tezda yo'qotishiga olib keladi.



STEM ta'limi birinchi bor Amerikada Massachusetts Texnologiyalar Institutida (MIT) ishlab chiqilgan. Bu mashhur institutning shiori «Mind and hand» – «Aql va qo'l» dir. Massachusetts Texnologiyalar instituti STEM kurslarini ishlab chiqdi va hatto ba'zi o'quv yurtlarida STEM ta'lim markazlarini yaratidi. Avstraliya, Buyuk Britaniya, Isroil, Kanada, Xitoy, Singapur, AQSH ta'lim tizimida keng qo'llanilmoqda. Ta'limning maqsadi ta'lim oluvchilarni ijodiy tafakkurini rivojlantirish va ularni loyihalashtirish asosida o'qitish orqali tabiiy fanlar, texnologiya, muhandislik, matematika va san'at fanlaridan samarali foydalanishga o'rgatishdir. STEM ta'lim quyidagi xususiyatlarga ega:

- STEM ta'limi binar mashg'ulotlar, loyihalar, o'quv tadqiqotlariga tayanadi.
- STEM ta'limi muhitida bilimlarni saqlash muhimdir, ammo ta'lim oluvchilarning ushbu bilimlarni qanday qo'llashi undan ham muhim. STEM

nafaqat ta'lim oluvchiga biron-bir mavzu haqida ma'lumot berish, balki o'quvchiga ushbu mavzuni haqiqiy hayotga qanday tatbiq etish va kelajakda undan qanday foydalanish lozimligini ko'rsatishga qaratilgan. Masalan, an'anaviy matematik kurs o'quvchiga tenglamani o'rgatishi mumkin, ammo ta'lim oluvchi ushbu tenglamani haqiqiy hayotdagi vaziyatlarga qanday qo'llashni bilmasligi mumkin. STEM ta'limi o'quvchiga matematik tenglamani o'rgatadi hamda undan fan yoki muhandislik kabi turli sohalarda qanday foydalanish mumkinligiga yo'nalish beradi;

□ STEM ta'limi diqqatni jalb qilishga, tanlab olingan mavzuning barcha qismlariga chuqurroq kirishga, fanlarni umumiy emas, balki aynan bir qismini qamrab oladi;

□ STEM ta'limi oluvchilarni to'g'ridan-to'g'ri mavzuga tatbiq etilishi mumkin bo'lgan tadbirlarga jalb qiladi, natijada ta'lim oluvchilarning qiziqishi ortib boradi va bo'shliqni cheklaydi;

□ STEM ta'limida aynan bir qolip mavjud emas, dars bola shaxsiga yo'naltirilgan bo'lishi kerak;

STEM ta'limining umumiy chizmasi:



STEM ta'limining o'qitish modeli	
Afzalliklari	Kamchiliklari

□ motivatsiyaning yuqorililigi (<i>ta'lim oluvchilar darsni kamroq qoldirib, darsga nisbatan munosabati o'zgarganini namoyish qiladi. O'qituvchi bola bo'sh vaqtini bajonidil loyiha (o'quv tadqiqoti)ga sarflayotganini sezadi</i>); □ bilimlarni egallash (<i>bilim olish mas'uliyati o'z bo'ynida ekanligini yaxshiroq his etadi</i>); □ yuqori darajadagi fikrlash ko'nikmalarining shakllanishi (<i>ta'lim oluvchilar murakkab, mavhum holatlarda ham yuqori darajada fikrlash, muammo yechimini topish, qaror qabul qilish ko'nikmalarini o'zida shakllantiradi</i>); hamkorlikda ishlash ko'nikmasining rivojlanishi (<i>loyiha (o'quv tadqiqoti) jamoaviy jarayon bo'lib, hamkorlikda ishlash afzalligini namoyon etadi. Hamkorlik muhitida ishlab, ta'lim oluvchilar ko'proq ma'lumotga ega bo'lishadi</i>); □ mustaqil ishlash malakasining rivojlanishi (<i>tashkillashtirish, vaqtni boshqarish, mustaqil ishlash ko'nikma va malakasi shakllanadi</i>); □ barcha uchun qulay va afzal (<i>loyiha (o'quv tadqiqoti) an'anaviy metodlar samara bermayotgan ta'lim oluvchilar uchun qulay. Avval faol bo'lmagan ta'lim oluvchilar endi o'quv faoliyatida dadillashadi. Darsdagi bilishning turli xil imkoniyatlari ta'lim olish ehtiyoji (motivatsiya)ni shakllantiradi</i>).	□ ko'p vaqt talab etilganligi; □ nazorat qilish imkoniyati kamligi; □ o'qituvchi rolining pasayishi; □ «bo'sh o'zalshtiruvchi» ta'lim oluvchilar bo'lganligi □ sababli «iqtidorli»larning bahosiga ta'siri yoki aksincha; □ o'qituvchining ko'p qirrali bilimga ega emasligi.
---	---

STEM - ta'lim jarayonida o'qitish o'quvchilarning qiziqishlari va xususiyatlarini inobatga olgan holda, ayrim fanlar va ularni o'rganish darajasini tanlab olish orqali o'quv jarayonini individuallashtirishni ko'zda tutadi. STEM – ta'lim dasturida o'quvchilarning qiziqishlaridan kelib chiqqan holda sinfdan tashqari va amaliy mashg'ulotlar o'tkazish nazarda tutiladi. O'quv dastur o'qitishning maqsadlari jamiyat va davlat manfaatlari va talablariga mos kelmog'i hamda javob bermog'i lozim.

Mustaqil Respublikamizning jahon hamjamiyatida tutgan o'rnini tobora o'sib, xalqaro aloqalar, savdo-sotiq, turizm va mamlakatlar o'rtasidagi madaniy hamda iqtisodiy aloqalar rivojlanib, mustahkamlanib borayotgan bir paytda uning kelajagini yaratuvchi yoshlarga xorijiy tillarni puxta o'rgatish va xorijliklar bilan muloqot davomida o'ziga taalluqli masalalarni erkin muhokama qila olish, umuman og'zaki yoki yozma shaklda muloqot qilishni o'rgatish hozirgi kunning eng muhim vazifalaridan biridir.

STEM ta'limi ta'lim oluvchilar maktablarda amaliy, ta'limiy, tarbiyaviy va rivojlantiruvchi maqsadlarga tayanadi:

Amaliy maqsad fanlarga oid dasturlarda qayd etilgan talablar doirasida tushunish, o'z fikrini bayon etish kabi malaka va

Ta'limga STEM yondashuv tatbiqi

Ko'nikmalarni shakllantirish orqali model yaratish hamda ularni tatbiq qilishdan iboratdir.

Ta'limiy maqsad fanlarni chuqur o'rgatish jarayonida ta'lim oluvchilarning tafakkurini o'stirish va egallagan bilimlarini rivojlantirish tushuniladi.

Tarbiyaviy maqsad ta'lim oluvchilarda aqliy mehnat, malaka va ko'nikmalarini hosil qilish, shuningdek, ularni vatanparvarlik va axloqiy poklik ruhida tarbiyalash, har tomonlama rivojlangan, yuksak ma'naviyatli, mustaqil fikrlovchi shaxsni shakllantirish, rostgo'ylik, o'zga xalqqa, uning qadriyatlariga hurmat bilan qarash, iymon-e'tiqod, do'stlik, o'z qadrini bilish va irodalilik kabi sifatlarni shakllantirish kabilar tushuniladi. Rivojlantiruvchi maqsad ta'lim oluvchini har tomonlama yetuk shaxs bo'lib yetishishini, ya'ni uning aqliy, hissiy va ruhlantiruvchi xususiyatlarini rivojlantirishni ifodalaydi.

STEM ta'limi o'qitishning amaliy, ta'limiy, tarbiyaviy va rivojlantiruvchi maqsadlari nafaqat dars jarayonida, balki darsdan tashqari vaqtlarda mustaqil o'qib o'rganishga yo'naltiradi.

STEM ta'limi o'quv reja, dasturini tuzishda fanlararo bilimlarni uzatish, chuqur fikrlash, o'quvchi tafakkurini o'stirish, izlanish, tanqidiy o'rganish, interfaol strategiyalarni qo'llashni inobatga olinadi. STEM ta'limida ta'lim oluvchilar, o'qituvchi, amaliyotchi trenerlar faoliyat yuritadi.

STEM ta'limi dasturida amaliy mashg'ulotlar ta'lim oluvchining qiziqishini inobatga olgan holda bitta, ikkita yoki undan ortiq yo'nalishlarning: fan, texnologiya, muhandislik, matematika va san'at kabilarning integratsiyasiga tayaniladi. Ushbu integratsiyada o'qitish jarayoni o'qituvchilar uslubi (anketa, individual suhbat, o'zaro hamkorlikda ishlash va boshqalar)ga bog'liq.

Bilimlarni uzatish tizimi – bu hozirgi va kelajakdagi murakkab masalalarni tushunish uchun fanlarning o'zaro bog'liqligini namoyish etishga qaratilgan tuzilma. Bunda faqatgina bitta fan doirasida emas, balki bir nechta fan va sohalarining tushunchalari, metodlari hamda yondashuvlari e'tiborga olinadi. Bilimlarni uzatish tizimi ta'lim oluvchilarning yuqori darajadagi fikrlash strategiyasini, ijodkorligini va o'qishini rivojlantirish uchun pedagogik texnologiyalardan to'g'ri foydalanishni nazarda tutadi. Jumladan, "Blum taksonomiyasi" strategiyasida qo'llaniladigan fe'llardan foydalanish ahamiyatlidir.

STEM ta'lim oluvchining ijodiy tafakkurini shakllantiruvchi 8 ko'nikmani rivojlantirish nazarda tutadi:

1. Savol berish va muammolarni aniqlash. Tabiiy va yaralgan olam haqidagi tasavvurlarni bilish va tushunish uchun savollarni aniq, to'g'ri shakllantira olish ko'nikmasi nazarda tutiladi. Bunda empirik tafakkur shakllantiriladi va rivojlantiriladi.
2. Tadqiqotlarni rejalashtirish va o'tkazish. Ta'lim oluvchilar individual, guruhlarda laboratoriya yoki sinov maydonchalarida tadqiqotlarni rejalashtirish va olib borish ko'nikmasini shakllantiriladi va rivojlantiriladi.
3. Ma'lumotlarni tahlil va talqin qilish. Tadqiqot natijalaridan olingan ma'lumotlarning mazmun-mohiyatini tushunish uchun mantiqiy jihatdan tahlil va talqin qilish ko'nikmasi shakllantiriladi va rivojlantiriladi. Ma'lumotlarning qonuniyatlari har doim ham aniq bo'lmasligi sababli aniqlashtirish uchun bir qator vositalardan: jadvashtirish, grafik izohlash, vizual idrok qilish va statistik tahlildan foydalaniladi.
4. Matematik va hisoblash tafakkuridan foydalanish. Fizik hodisalar va ularning o'rtasidagi aloqalarini ifodalash uchun matematik va hisoblash vositalardan: statistik ma'lumotlarni tahlil qilish, miqdoriy ko'rsatkichlarni keltirish orqali ta'lim oluvchilarda matematik va hisoblash tafakkuridan foydalanish ko'nikmasi shakllantiriladi va rivojlantiriladi.
5. Mulohazalarni tartibga solish va yechimini ishlab chiqish. Ilmiy mahsulotlar – bu mulohaza va ta'riflar, muhandislik mahsulotlari esa qarorlardir. Shu nuqtayi nazardan ta'lim oluvchilarda mulohaza yuritish, ta'rif berish, qaror chiqarish ko'nikmasi shakllantiriladi va rivojlantiriladi.
6. Dalillar asosida argumentlash. Argumentlash – bu mulohazalar va qarorlar qabul qilish jarayonidir. Bu jarayonda ta'lim oluvchilarda dalillar asosida argumentlash ko'nikmasi shakllantiriladi va rivojlantiriladi.
7. Axborotni qabul qilish, baholash va uzatish. Ta'lim beruvchilar yaratilgan g'oya va metodlarni aniq, ishonchli yetkazishlari kerak. Ta'lim oluvchilar esa yakka tarzda va guruhlarda g'oyalarni o'rganish, baholash va tanqidiy tahlil qilish ko'nikmasiga ega bo'ladi.
8. Modellarni ishlab chiqish va qo'llash. Ta'lim oluvchilar g'oyalar va mulohazalarni taqdim etishda modellar: diagrammalar, chizmalar, fizik nusxalar, matematik tasvirlar,

kompyuter modellashtirish vositalarni yaratish va qo'llash ko'nikmasini shakllantiriladi va rivojlantiriladi.

STEAM texnologiyasi

STEAM texnologiyasi — bu ta'limda fanlararo integratsiyaga asoslangan zamonaviy pedagogik yondashuv bo'lib, **Science (tabiiy fanlar), Technology (texnologiya), Engineering (muhandislik), Art (san'at), Mathematics (matematika)** yo'nalishlarini birlashtirgan holda o'qitishni nazarda tutadi.

STEAM yondashuvi o'quvchini faqat bilim oluvchi emas, balki muammoni hal qiluvchi, ijodkor va tadqiqotchi shaxs sifatida shakllantiradi.

STEAM texnologiyasining paydo bo'lish tarixi

- XX asr oxiri – XXI asr boshlarida STEM modeli ishlab chiqildi
- Texnik bilimlar yetarli bo'lmagani sababli **Art (ijodkorlik)** komponenti qo'shildi
- Natijada **STEAM** modeli yuzaga keldi

Bu yondashuv AQSh, Janubiy Koreya, Yaponiya, Finlyandiya kabi davlatlarda keng joriy etilgan.

Kompleks sonlar va ular ustida amallarni o'qitishda STEM, STEAM, PBL texnologiyalarini qo'llash

Zamonaviy ta'lim texnologiyalarining konseptual asoslari

Hozirgi kunda ta'lim sohasida kuzatilayotgan tub o'zgarishlar an'anaviy o'qitish uslublaridan voz kechib, yangi pedagogik yondashuvlarni joriy etishni taqozo etadi. **STEM yondashuvi** fan, texnologiya, muhandislik va matematika sohalarini bir-biriga bog'lab o'qitishni nazarda tutadi. Bu yondashuvning asosiy maqsadi talabalar orasida nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalar bilan uyg'unlashtirish orqali real hayotdagi muammolarni hal qilish qobiliyatini rivojlantirishdir. STEM ta'limining afzalligi shundaki, u turli fanlar o'rtasidagi bog'lanishlarni yaratib, talabalarning bilim olishga bo'lgan qiziqishini oshiradi hamda ularni kelajakdagi kasbiy faoliyatga tayyorlaydi.

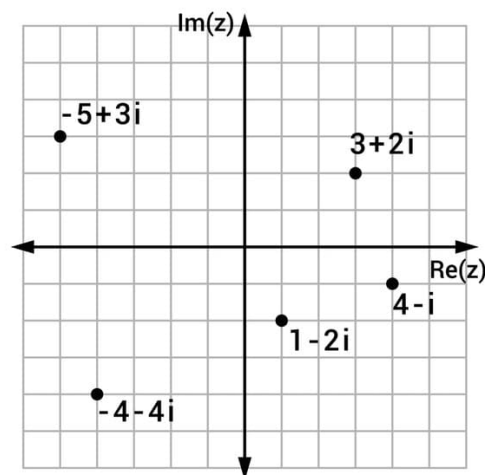
STEAM yondashuvi STEM konsepsiyasiga san'at elementlarini qo'shish orqali ta'lim jarayonini yanada boyitadi. San'atning integratsiyasi talabalar orasida ijodiy fikrlashni rag'batlantiradi, estetik tuyg'ularni rivojlantiradi va bilimlarni yangi usullar bilan ifodalashga yordam beradi. Bu yondashuv ayniqsa murakkab, mavhum va mavjud haqiqiy sonlar o'qiga sig'maydigan matematik tushunchalarni vizual va ijodiy usullar yordamida tushuntirishda katta ahamiyatga ega bo'ladi.

Loyiha asosidagi ta'lim yoki **PBL (Project-based learning)** texnologiyasi esa talabalarni faol ishtirokchilar sifatida ta'lim jarayoniga jalb etadi. Bu usulda talabalar mustaqil ravishda tadqiqot olib boradilar, muammolarni aniqlaydilar va ularni hal qilish yo'llarini qidiradilar. PBL texnologiyasining asosiy xususiyati shundaki, u talabalarni real hayotdagi vaziyatlar (masalan, elektrotehnik zanjirlar, fraktal grafika va signalga ishlov berish) bilan duch keltiradi va ulardan amaliy yechimlar topishni talab qiladi. Bu esa o'z navbatida tanqidiy fikrlash, jamoaviy ish ko'nikmalari va mustaqil o'rganish qobiliyatlarini rivojlantirishga yordam beradi.

Tayanch ibora va tushunchalar

Kompleks son, kompleks sonning algebraik, trigonometrik, ko'rsatkichli shakllari, kompleks sonlar ustida amallar, Muavr formulasi, Eyler formulasi,

1. Kompleks son tushunchasi. Aytaylik, $\mathbb{C}^2$ fazoga izomorf bo'lgan $\mathbb{C}$ kompleks sonlar tekisligi berilgan bo'lsin. Bu tekislikning elementlari $z = x + iy$ ko'rinishidagi kompleks son bo'lib, bu yerda $i^2 = -1$ (i – mavhum birlik) ga teng. Shuningdek, kompleks sonning $x = \operatorname{Re} z$ – haqiqiy qismi, $y = \operatorname{Im} z$ – mavhum qismi deyiladi. (*Re* – lotincha *realis* – “haqiqiy”, *Im* – lotincha *imaginarins* – “mavhum” degan ma'noni bildiradi.)



1-chizma

1-chizmada $x = \operatorname{Re} z$ – haqiqiy o'q, $iy = i \operatorname{Im} z$ – mavhum o'q deb qaraymiz.

Bizga 2 ta $z_1 = x_1 + iy_1$ va $z_2 = x_2 + iy_2$ kompleks sonlar berilgan bo'lsin. Ular ustida quyidagi amallarni qaraymiz:

1) $z_1 = z_2 \Leftrightarrow x_1 = x_2, y_1 = y_2$ – kompleks sonlarning tengligi;

2) $z_1 + z_2 = x_1 + iy_1 + x_2 + iy_2 = x_1 + x_2 + i(y_1 + y_2)$ – kompleks sonlar yig'indisi;

3) $z_1 \cdot z_2 = (x_1 + iy_1) \cdot (x_2 + iy_2) = x_1x_2 - y_1y_2 + i(x_1y_2 + x_2y_1)$ – kompleks sonlar ko'paytmasi;

4) $\frac{z_1}{z_2} = \frac{x_1 + iy_1}{x_2 + iy_2} = \frac{x_1x_2 + y_1y_2}{x_2^2 + y_2^2} + i \frac{x_1y_2 - y_1x_2}{x_2^2 + y_2^2}$ – kompleks sonlarning nisbati.

Kompleks sonlar yig'indisiga nisbatan quyidagi xossalar o'rinli:

1⁰) $z_1 + z_2 = z_2 + z_1$ – kommutativlik;

2⁰) $z_1 + (z_2 + z_3) = (z_1 + z_2) + z_3$ – assotsiativlik.

Kompleks sonlar ko‘paytmasiga nisbatan quyidagi xossalar ham o‘rinli:

1⁰) $z_1 \cdot z_2 = z_2 \cdot z_1$ – kommutativlik;

2⁰) $z_1 \cdot (z_2 \cdot z_3) = (z_1 \cdot z_2) \cdot z_3$ – assotsiativlik;

3⁰) $z_1 \cdot (z_2 + z_3) = z_1 \cdot z_2 + z_1 \cdot z_3$ – distributivlik.

$z = x + iy$ kompleks sonning *qo‘shmasi* deb $\bar{z} = x - iy$ songa aytiladi va $\bar{z}$ kabi belgilanadi. Kompleks sonlarning qo‘shmasi uchun quyidagi xossalar o‘rinli:

1⁰) $\overline{(\bar{z})} = z$;

2⁰) $\overline{z_1 \pm z_2} = \bar{z}_1 \pm \bar{z}_2$;

3⁰) $\overline{z_1 \cdot z_2} = \bar{z}_1 \cdot \bar{z}_2$;

4⁰) $\overline{(z^n)} = (\bar{z})^n$.

2. Kompleks sonning moduli, argumenti va trigonometrik shakli. $z = x + iy$

kompleks sonning *moduli* deb $\sqrt{x^2 + y^2}$ songa aytiladi va $|z|$ kabi belgilanadi, ya’ni

$$|z| = |x + iy| = \sqrt{x^2 + y^2}. \quad (1)$$

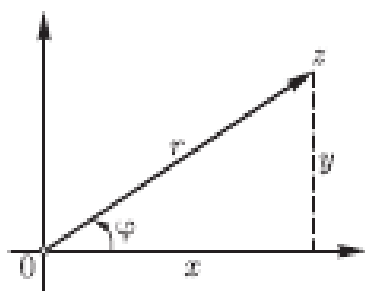
Bundan kelib chiqadiki, $|z| \geq 0$ bo‘ladi, faqat $z = 0$ bo‘lgandagina $|z| = 0$ bo‘ladi. Modul haqiqiy son bo‘lib, bu kompleks sonning absolut qiymatini ifodalaydi. (1) dan quyidagi tengliklarni olamiz:

$$|z_1 z_2| = |z_1| |z_2|;$$

$$|z^n| = |z|^n, \quad n \in \mathbb{Z};$$

$$|\bar{z}| = |z|, \quad z\bar{z} = |z|^2. \quad (2)$$

Kompleks tekislikdagi $z = x + iy$ nuqtaning holati nafaqat Oxy dekart koordinatalar sistemasida emas, balkim (r, φ) qutb koordinatalar sistemasida ham ifodalanadi (2-rasm), bu yerda $r = |z|$ – 0 nuqtadan z nuqttagacha bo‘lgan masofa, φ – z vektor va haqiqiy o‘qning musbat yo‘nalishi orasidagi burchak. Bu burchak z ($z \neq 0$) kompleks sonning *argumenti* deyiladi va $\varphi = \arg z$ kabi belgilanadi. $z = 0$ son uchun argument aniqlanmagan.



2-rasm

2-rasmdan ko‘rinadiki,

$$x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi. \quad (3)$$

Shuningdek, ixtiyoriy $z \neq 0$ kompleks sonni

$$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi). \quad (4)$$

(4) ko'rinishi kompleks sonning *trigonometrik shakli* deyiladi.

Agar $z = x + iy$, $\varphi = \arg z$ bo'lsa, u holda (3) formuladan quyidagilarni olamiz:

$$\cos \varphi = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad \sin \varphi = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}. \quad (5)$$

Shuningdek, $z = x + iy$ kompleks son argumentini topish uchun (5) tenglamalar sistemasini yechish kerak.

(5) sistema cheksiz ko'p yechimga ega va uning barcha yechimlari $\varphi = \varphi_0 + 2\pi k$, $k \in \mathbb{Z}$ formula bilan topiladi, bu yerda φ_0 – (5) sistemaning bitta yechimi. Shunday qilib, kompleks sonning argumenti bir qiymatli aniqlanmas ekan: agar φ_0 – z kompleks sonning argumenti qiymatidan biri bo'lsa, u holda argumentning barcha qiymatlari quyidagi formulada ifodalanadi:

$$\arg z = \varphi_0 + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}. \quad (6)$$

(5) sistemadan $z = x + iy$ kompleks son argumenti quyidagi tenglamani qanoatlantirishini ko'ramiz:

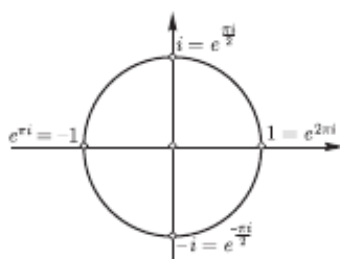
$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{x}, x \neq 0. \quad (7)$$

(5) tenglamalar sistemasi (7) tenglamani barcha ildizlarini ham hosil qilmaydi.

3. Kompleks sonning ko'rsatkichli ko'rinishi. $|z| = 1$, $\varphi = \arg z$ bo'lsin. U holda (4) formuladan $z = \cos \varphi + i \sin \varphi$ bo'ladi. Bu kompleks sonni $e^{i\varphi}$ simvol orqali belgilanadi, ya'ni $e^{i\varphi}$ funksiya uchun ixtiyoriy φ haqiqiy son uchun Eyler formulasi quyidagicha aniqlanadi:

$$e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi. \quad (8)$$

Xususan, 3-rasmdan $e^{2\pi i} = 1$, $e^{\pi i} = -1$, $e^{\frac{\pi i}{2}} = i$, $e^{-\frac{\pi i}{2}} = -i$ bo'ladi:



3-rasm

Ixtiyoriy φ haqiqiy son uchun $|e^{i\varphi}| = 1$ bo'lishini belgilaymiz. (8) da φ ni o'rniga $-\varphi$ ni qo'ysak, u holda quyidagi tenglikni olamiz:

$$e^{-i\varphi} = \cos \varphi - i \sin \varphi. \quad (9)$$

(8) va (9) tengliklarni taqqoslab ayirib yuborib

$$\cos \varphi = \frac{1}{2}(e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}), \quad \sin \varphi = \frac{1}{2i}(e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}),$$

Eyler formulasini olamiz, bunda trigonometrik funksiyalar ko'rsatkichli funksiyalar orqali ifodalanadi.

$e^{i\varphi}$ funksiya ko'rsatkichli funksiyalar kabi oddiy xossalarga ega:

$$e^{i\varphi_1} e^{i\varphi_2} = e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (10)$$

$$\frac{e^{i\varphi_1}}{e^{i\varphi_2}} = e^{i(\varphi_1 - \varphi_2)}, \quad (11)$$

$$(e^{i\varphi})^n = e^{in\varphi}, n \in \mathbb{Z}. \quad (12)$$

Bu yerda (10) tenglikni isbotlaymiz:

$$e^{i\varphi_1} e^{i\varphi_2} = (\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2) = (\cos \varphi_1 \cos \varphi_2 - \sin \varphi_1 \sin \varphi_2) + i(\sin \varphi_1 \cos \varphi_2 + \cos \varphi_1 \sin \varphi_2) = \cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2) = e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)}.$$

(11) tenglik ham shunga o'xshash kiritiladi. (12) tenglik induksiya bo'yicha (10) va (11) dan kelib chiqadi.

(8) va (12) dan

$$(\cos \varphi + i \sin \varphi)^n = \cos n\varphi + i \sin n\varphi, n \in \mathbb{Z}$$

Muavr formulasini olamiz.

(4) va (8) formulalardan kelib chiqadiki, ixtiyoriy $z \neq 0$ kompleks sonni

$$z = r e^{i\varphi} \quad (13)$$

ko'rinishda ifodalash mumkin, bunda $r = |z|$, $\varphi = \arg z$. (13) ko'rinishdagi kompleks sonlar uning *ko'rsatkichli ko'rinishi* deyiladi.

(10) va (11) tengliklar yordamida kompleks sonlarning ko'paytmasini va bo'linmasini ko'rsatkichli ko'rinishda ifodalaymiz:

$$z_1 z_2 = r_1 e^{i\varphi_1} r_2 e^{i\varphi_2} = r_1 r_2 e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (14)$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1 e^{i\varphi_1}}{r_2 e^{i\varphi_2}} = \frac{r_1}{r_2} e^{i(\varphi_1 - \varphi_2)}, \quad (15)$$

(12) tenglikdan formulani qurilishida butun darajada ifodalanadi:

$$z^n = (r e^{i\varphi})^n, n \in \mathbb{Z}. \quad (16)$$

(14)-(16) formulalardan, xususan (2) formuladan quyidagi argument xossalarini olamiz:

$$\text{agar } \varphi_1 = \arg z_1, \varphi_2 = \arg z_2 \text{ bo'lsa, u holda } \varphi_1 + \varphi_2 = \arg(z_1 z_2); \quad (17)$$

$$\text{agar } \varphi_1 = \arg z_1, \varphi_2 = \arg z_2 \text{ bo'lsa, u holda } \varphi_1 - \varphi_2 = \arg\left(\frac{z_1}{z_2}\right); \quad (18)$$

$$\text{agar } \varphi = \arg z \text{ bo'lsa, u holda } \varphi - \varphi_2 = \arg\left(\frac{z}{z_2}\right); \quad (19)$$

Kompleks sonning tenglik qoidasini trigonometrik yoki ko'rsatkichli ko'rinishda ko'rsatamiz: agar $\varphi_1 = \arg z_1$, $\varphi_2 = \arg z_2$ bo'lsa, u holda $z_1 = z_2$ tenglik faqatgina

$$|z_1| = |z_2| \text{ va } \varphi_1 = \varphi_2 + 2\pi k \quad (20)$$

bo'lgandagina o'rinli bo'ladi, bunda k – biror butun son.

4. Kompleks sondan ildiz chiqarish. Quyidagi tenglamani qaraymiz:

$$z^n = a, \quad (21)$$

bu yerda $a \neq 0$ – kompleks son, n – natural son. $a = \rho e^{i\theta}$, $z = r e^{i\varphi}$ bo'lsin. U holda

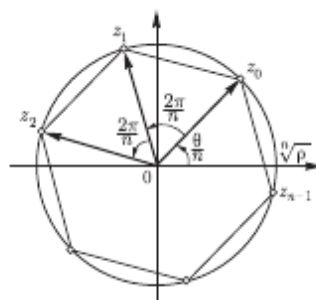
$$r^n e^{in\varphi} = \rho e^{i\theta}.$$

Ushbu tenglamadan (22) qoida yordamida $r^n = \rho$, $n\varphi = \theta + 2\pi k$ olamiz, bundan $r = \sqrt[n]{\rho}$, $\varphi_k = \frac{\theta + 2\pi k}{n}$ va

$$z_k = \sqrt[n]{\rho} e^{\frac{(\theta + 2\pi k)i}{n}}, k \in \square \quad (22)$$

munosabatlarni olamiz.

Bu sonlarni $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ning turli qiymatlarida va $k = n$ da esa sonning o'zini beradi. Kompleks tekislikda bu nuqtalar n –burchakning uchlarida belgilanadi, shuningdek markazi 0 nuqtada, radiusi $\sqrt[n]{\rho}$ aylanani qaraymiz:



4-rasm

Izoh. Agar $z^n = a$ bo'lsa, z kompleks son a sonda olingan n –darajali ildiz $\sqrt[n]{a}$ kabi belgilanadi. Yuqoridan ko'rinadiki, $a \neq 0$ bo'lsa, a sonda n –darajali ildizlari n ta turli xil ildizlar bo'ladi.

STEM yondashuvini kompleks sonlarni o'qitishda qo'llash

Kompleks sonlarni o'qitishda STEM yondashuvini qo'llash ushbu "mavhum" tushunchaning amaliy fanlar bilan integratsiyasini yaqqol ko'rsatadi:

- **Fan (Science / Fizika):** Fizikada, xususan elektrotehnika, o'zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblash butunlay kompleks sonlar apparatiga tayanadi. Tok kuchi, kuchlanish va to'liq qarshilik (impedans) kompleks o'zgaruvchilar sifatida ifodalanadi: $Z = R + jX$ (bu yerda muhandislikda tok kuchi bilan adashtirmaslik uchun mavhum birlik j orqali belgilanadi). Qarshiliklarning ketma-ket va parallel ulanishidagi amallar kompleks sonlarni qo'shish va bo'lish qoidalarini amalda tasdiqlaydi. Shuningdek, tebranishlar va to'lqinlar mexanikasida garmonik tebranishlar fazasini hisoblashda kompleks ko'rsatkichli funksiyalardan foydalaniladi.
- **Texnologiya (Technology):** Zamonaviy dasturlash va vizualizatsiya vositalari kompleks tekislikni dinamik tarzda ko'rsatish imkonini beradi. **GeoGebra** dasturi yordamida talabalar kompleks sonlarni nuqta sifatida kiritib, ularni ko'paytirganda yoki ildiz chiqarganda nuqtalarning aylanib siljishini vizual kuzatadilar. **Python** dasturlash tilida ichki complex ma'lumotlar turi mavjud bo'lib, cmath kutubxonasi

yordamida murakkab amallar va Muavr formulasini sonli hisoblash algoritmlarini yaratish oson kechadi. **MATLAB** esa signallarga raqamli ishlov berish (DSP) va Furye almashtirishlarida kompleks matritsalar bilan ishlash muhitini ta'minlaydi.

- **Muhandislik (Engineering):** Radiotekhnika, aerodinamika va avtomatik boshqaruv tizimlari muhandisligida tizimning barqarorligini tahlil qilish uchun kompleks tekislikdagi qutblar va nollarning joylashuvi (Nyquist va Bode mezonlari) o'rganiladi. Samolyot qanotlari atrofidagi havo oqimini modellashtirishda kompleks o'zgaruvchili funksiyalar va konform akslantirishlar qo'llaniladi.

STEAM yondashuvining ta'limiy imkoniyatlari

Kompleks sonlar algebra va geometriyani san'at va dizayn bilan bog'lash uchun eng boy matematik manbalardan biridir:

- **Vizual san'at va raqamli dizayn (Fraktallar):** Kompleks sonlar ustida takroriy iteratsion amallar bajarish natijasida tabiatning eng go'zal matematik san'at asari bo'lgan **Juliya (Julia)** va **Mandelbrot (Mandelbrot set)** fraktallari hosil bo'ladi. $z_{n+1} = z_n^2 + c$ rekurent formulasi yordamida talabalar kompleks tekislikda nuqtalarning cheksizlikka intilishi yoki barqaror qolishini hisoblab, ularni ranglar gammasiga akslantiradilar. Bu orqali talabalarda ham yuqori darajali matematik tushuncha, ham raqamli san'at estetikasi shakllanadi.
- **Musiqqa san'ati (Tovush sintezi):** Raqamli musiqada tovush to'lqinlarining chastota spektrini tahlil qilish va ovoz effektlarini (exox, filtrlar) yaratish uchun Teskari Furye almashtirishlaridan foydalaniladi, bu jarayon esa bevosita kompleks ko'rsatkichli funksiyalar va Muavr qoidalariga tayanadi. Talabalar ohangning garmonikasini kompleks sonlar yordamida tahlil qila oladilar.

PBL texnologiyasini tatbiq etishning amaliy usullari

Loyiha asosidagi ta'lim jarayonida talabalar kichik guruhlariga bo'linib, kompleks sonlar amallariga doir quyidagi muammoli loyihalar ustida ishlaydilar:

1. **"Raqamli filtrlar va audio-ekvalayzer loyihalash" loyihasi:** Talabalar ma'lum bir audio signal tarkibidagi shovqinlarni filtrlash uchun kompleks qarshiliklar modelini tuzadilar. Kompleks sonlarni bo'lish va modullarini hisoblash orqali chastota xarakteristikalarini dasturlaydilar.
2. **"Fraktal san'at galereyasi va dasturiy generatsiya" loyihasi:** Guruhlar Python yoki JavaScript yordamida o'zlarining Mandelbrot fraktallarini chizuvchi dasturlarini yaratadilar. Kompleks sonlarni kvadratga oshirish va qo'shish amallarining tezligini optimallashtirib, interaktiv grafik ko'rgazma tashkil etishadi.
3. **"O'zgaruvchan tok elektr tarmoqlarini optimallashtirish" loyihasi:** Muhandislik yo'nalishidagi ushbu loyihada talabalar bir nechta induktiv va sig'im elementlariga ega bo'lgan murakkab zanjirdagi quvvat yo'qotilishini hisoblashadi va uni kompleks sonlar yordamida minimallashtirish yo'llarini taklif qilishadi.

Loyihalarni amalga oshirish bosqichlari va baholash

Har bir loyiha talabalar tomonidan quyidagi ketma-ketlikda bajariladi:

- **Bosqichlar:** Muammoni o'rganish va gipoteza — Kompleks tekislikda matematik model tuzish — Hisoblash va dasturiy vizualizatsiya — Yakuniy loyiha taqdimoti (PBL mezonlari asosida).
- **Baholash:** Talabalarni baholash faqat yakuniy test bilan cheklanmaydi. Bunda jarayonning o'zi, talabaning kompleks amallarni qay darajada amaliyotga tatbiq eta olgani, guruhdagi kollaboratsiya (hamkorlik), ijodiy vizuallash (STEAM) va muammoli vaziyatda qaror qabul qila olish kompetensiyalari diagnostik, formativ va summativ mezonlar yordamida baholanadi.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-AMALIY MASHG'ULOT: KOMPLEKS SONLAR USTIDA AMALLARNI ZAMONAVIY METODLAR ASOSIDA O'QITISH (2 SOAT)

Mavzu mazmuni: Real hayotiy modellar (Elektrotehnika zanjirlari). Kompleks sonlar ustida algebraik va geometrik amallar. Kompleks tekislikdagi amallarni o'qitishda **STEAM (Fraktal grafika)** va **PBL (Loyiha asosidagi ta'lim)** texnologiyalarini qo'llash. Skalyar ko'paytma va kompleks sonlar bog'liqligi orqali yuqori darajali fikrlash (**Bloom: Analyze–Evaluate–Create**) texnologiyasidan foydalanish.

Real Hayotiy Modellashtirishning Asoslari: Kompleks Impedans

Real hayotiy modellashtirish matematik abstrakt tushunchalarning amaliy dunyo bilan bog'lanishini ta'minlaydi. Kompleks sonlar "mavhum" deb nomlansa-da, fizika va muhandislikda, xususan o'zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblashda eng real vosita hisoblanadi.

Kompleks sonlar va ular ustida amallar .

Namunaviy misollardan yechimlar va ko'rsatmalar

1. $\frac{(1+i)(1-2i)}{3+i}$ ifodani soddalashtiring.

Yechish: $z_1 = (1+i)(1-2i)$, $z_2 = 3+i$. U holda z_1 ni soddalashtirib: $z_1 = 3-i$, keyin z_1 va z_2 larning nisbatini olsak:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{3-i}{3+i} = \frac{(3-i)^2}{10} = \frac{8-6i}{10} = \frac{4}{5} - \frac{3}{5}i.$$

2. $(12+5i)\left(\frac{3}{13} - \frac{4}{13}i\right)(12-5i)$ ifodani soddalashtiring.

Yechish: Bu ifodani soddalashtirishda 1-qavsga 3-qavsni ko'paytirsak, hisoblash osonlashadi:

$$(12+5i)\left(\frac{3}{13} - \frac{4}{13}i\right)(12-5i) = (12^2 - 5^2i^2)\left(\frac{3}{13} - \frac{4}{13}i\right) = 169\left(\frac{3}{13} - \frac{4}{13}i\right) = 39 - 52i.$$

3. $\frac{(1-i\sqrt{3})^6}{(1+i)^4}$ ni hisoblang.

Yechish: Kompleks sonning ko'rsatkichli ko'rinishidan foydalanamiz: $1-i\sqrt{3} = 2e^{-\frac{\pi i}{3}}$, $1+i = \sqrt{2}e^{\frac{\pi i}{4}}$ va ularni kasrning berilishiga qo'yib, quyidagi natijani olamiz:

$$\frac{(1-i\sqrt{3})^6}{(1+i)^4} = \frac{2^6 e^{-2\pi i}}{(\sqrt{2})^4 e^{i\pi}} = -16.$$

4. $z^6 = -8$ tenglamaning barcha ildizlarini toping.

Yechish: (22) formuladan foydalanib, quyidagini olamiz:

$$z_k = \sqrt[6]{2} e^{\frac{(\pi+2\pi k)i}{6}}, \quad k = 0, 1, 2, 3, 4, 5,$$

bunda

$$\begin{aligned} z_0 &= \sqrt[6]{2} e^{\frac{\pi i}{6}} = \frac{\sqrt{6}}{2} + i \frac{\sqrt{2}}{2}, & z_1 &= \sqrt[6]{2} e^{\frac{2\pi i}{6}} = \sqrt{2} i, \\ z_2 &= \sqrt[6]{2} e^{\frac{3\pi i}{6}} = -\frac{\sqrt{6}}{2} + i \frac{\sqrt{2}}{2}, & z_3 &= -z_0 = -\frac{\sqrt{6}}{2} - i \frac{\sqrt{2}}{2}, \\ z_4 &= -z_1 = -\sqrt{2} i, & z_5 &= -z_2 = \frac{\sqrt{6}}{2} - i \frac{\sqrt{2}}{2}. \end{aligned}$$

Mustaqil yechish uchun testlar

1. $z = x + iy$ kompleks sonning moduli $|z|$ qanday aniqlanadi?

- A) $|z| = x + y$. B) $|z| = x^2 + y^2$. *C) $|z| = \sqrt{x^2 + y^2}$.
D) $|z| = |x + y|$. E) $|z| = \sqrt{x^2 - y^2}$.

2. $z = 3 - 4i$ kompleks sonning moduli $|z|$ nimaga teng?

- A) -1. B) 1. C) 7. *D) 5. E) 25.

3. $z = x + iy$ kompleks songa qo'shma kompleks son $\bar{z}$ qanday aniqlanadi?

- A) $-x + iy$. *B) $x - iy$. C) $-x - iy$. D) $y + ix$. E) $y - ix$.

4. O'zaro qo'shma kompleks sonlar uchun quyidagi tengliklardan qaysi biri o'rinli emas?

- A) $z + \bar{z} = 2 \operatorname{Re} z$. *B) $z - \bar{z} = 2 \operatorname{Im} z$. C) $z \cdot \bar{z} = |z|^2$.
D) $z \cdot \bar{z} = |\bar{z}|^2$. E) $|z| = |\bar{z}|$.

5. $z_1 = x_1 + y_1 i$ va $z_2 = x_2 + y_2 i$ kompleks sonlar qaysi shartda teng deyiladi?

- A) $x_1 = x_2$. B) $y_1 = y_2$. C) $x_1 = x_2, y_1 \neq y_2$.
*D) $x_1 = x_2, y_1 = y_2$. E) $x_1 \neq x_2, y_1 = y_2$.

6. Quyidagi tengliklarning qaysi birida $z_1 = x_1 + y_1 i$ va $z_2 = x_2 + y_2 i$ kompleks sonlar teng bo'lmasligi mumkin?

- A) $(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 = 0$. B) $|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| = 0$.

- *C) $(x_1 - x_2)(y_1 - y_2) = 0$. D) $x_1 - x_2 = 0, y_1 - y_2 = 0$.
 E) barcha hollarda $z_1 = z_2$ bo'ladi.

7. Qayerda z kompleks sonning trigonometrik shakli to'g'ri ko'rsatilgan?

- *A) $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$. B) $z = r(\cos \varphi - i \sin \varphi)$. C) $z = r(\sin \varphi + i \cos \varphi)$.
 D) $z = r(\sin \varphi - i \cos \varphi)$. E) $z = r \sin \varphi \cdot i \cos \varphi$.

8. Kompleks sonning algebraik $z = x + iy$ va trigonometrik $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ shakllari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi quyidagi tengliklardan qaysi biri o'rinli emas ?

- A) $r^2 = x^2 + y^2$. B) $x = r \cos \varphi$. C) $y = r \sin \varphi$. *D) $\varphi = \arctg(x/y)$.
 E) barcha tengliklar o'rinli .

9. Quyidagi kompleks sonlarning qaysi birining moduli 1 ga teng emas ?

- A) $z = \cos 47^\circ + i \sin 47^\circ$. B) $z = \cos 147^\circ + i \sin 147^\circ$. C) $z = \cos 247^\circ + i \sin 247^\circ$.
 *D) keltirilgan barcha kompleks sonlarning moduli 1 ga teng .
 E) keltirilgan barcha kompleks sonlarning moduli 1 ga teng emas.

10. Trigonometrik shaklda berilgan

$$z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) , \quad z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$$

kompleks sonlarni $z_1 \cdot z_2$ ko'paytmasining moduli r nimaga teng?

- A) $r = \sqrt{r_1^2 + r_2^2}$. B) $r = r_1 + r_2$. C) $r = r_1 - r_2$. *D) $r = r_1 \cdot r_2$. E) $r = r_1 / r_2$.

11. Trigonometrik shaklda berilgan

$$z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) , \quad z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$$

kompleks sonlarni $z_1 \cdot z_2$ ko'paytmasining argumenti φ qanday topiladi ?

- A) $\varphi = \varphi_1 \cdot \varphi_2$. *B) $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$. C) $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$. D) $\varphi = \varphi_1 / \varphi_2$.
 E) to'g'ri javob keltirilmagan .

12. $z_1 = 3(\cos 45^\circ + i \sin 45^\circ)$, $z_2 = 4(\cos 30^\circ + i \sin 30^\circ)$ kompleks sonlarning $z = z_1 \cdot z_2$ ko'paytmasini toping.

- A) $z = 5(\cos 75^\circ + i \sin 75^\circ)$. B) $z = 5(\cos 15^\circ + i \sin 15^\circ)$. *C) $z = 12(\cos 75^\circ + i \sin 75^\circ)$.
 D) $z = 12(\cos 15^\circ + i \sin 15^\circ)$. E) $z = 7(\cos 75^\circ + i \sin 15^\circ)$.

13. Trigonometrik shaklda berilgan

$$z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) , \quad z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2) \neq 0$$

kompleks sonlarni z_1 / z_2 bo'linmasining moduli r nimaga teng?

- A) $r = \sqrt{r_1^2 + r_2^2}$. B) $r = r_1 + r_2$. C) $r = r_1 - r_2$. D) $r = r_1 \cdot r_2$. *E) $r = r_1 / r_2$.

14. Trigonometrik shaklda berilgan

$$z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) , \quad z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2) \neq 0$$

kompleks sonlarni z_1 / z_2 bo'linmasining argumenti φ qanday topiladi ?

- A) $\varphi = \varphi_1 \cdot \varphi_2$. B) $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$. *C) $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$. D) $\varphi = \varphi_1 / \varphi_2$.
 E) to'g'ri javob keltirilmagan .

15. $z_1=3(\cos 45^\circ + i \sin 45^\circ)$, $z_2=4(\cos 30^\circ + i \sin 30^\circ)$ kompleks sonlarning $z=z_1/z_2$ bo'linmasini toping.

- A) $z=12(\cos 75^\circ + i \sin 75^\circ)$. B) $z=12(\cos 15^\circ + i \sin 15^\circ)$. C) $z=5(\cos 75^\circ + i \sin 75^\circ)$.
 *D) $z=3(\cos 15^\circ + i \sin 15^\circ)/4$. E) $z=4(\cos 15^\circ + i \sin 15^\circ)/3$.

16. Trigonometrik shaklda berilgan $z_0=r_0(\cos \varphi_0 + i \sin \varphi_0)$ kompleks sonning n -tartibli natural darajasi $z=(z_0)^n$ moduli r nimaga teng?

- A) $r=nr_0$. B) $r=r_0/n$. *C) $r=(r_0)^n$. D) $r=\sqrt[n]{r_0}$. E) $r=n/r_0$.

17. Trigonometrik shaklda berilgan $z_0=r_0(\cos \varphi_0 + i \sin \varphi_0)$ kompleks sonning n -tartibli natural darajasi $z=(z_0)^n$ argumenti φ qanday aniqlanadi?

- *A) $\varphi=n\varphi_0$. B) $\varphi=n+\varphi_0$. C) $\varphi=(\varphi_0)^n$. D) $\varphi=\sqrt[n]{\varphi_0}$. E) $\varphi=\varphi_0/n$.

18. $z_0=2(\cos 15^\circ + i \sin 15^\circ)$ kompleks son bo'yicha $z=(z_0)^5$ kompleks sonni toping.

- A) $z=10(\cos 75^\circ + i \sin 75^\circ)$. B) $z=10(\cos 20^\circ + i \sin 20^\circ)$. C) $z=7(\cos 75^\circ + i \sin 75^\circ)$. *D) $z=32(\cos 75^\circ + i \sin 75^\circ)$. E) $z=32(\cos 20^\circ + i \sin 20^\circ)$.

19. Muavr formulasining davomini ko'rsating: $(\cos \varphi + i \sin \varphi)^n = \dots\dots\dots$.

- A) $\cos^n \varphi + i \sin^n \varphi$. B) $\cos^n \varphi - i \sin^n \varphi$. *C) $\cos n\varphi + i \sin n\varphi$.
 D) $\cos n\varphi - i \sin n\varphi$. E) $\cos(\varphi+n) + i \sin(\varphi+n)$.

20. Trigonometrik shaklda berilgan $z_0=r_0(\cos \varphi_0 + i \sin \varphi_0)$ kompleks sonning n -tartibli $z=\sqrt[n]{z_0}$ ildizining moduli r nimaga teng?

- A) $r=nr_0$. B) $r=r_0/n$. C) $r=(r_0)^n$. *D) $r=\sqrt[n]{r_0}$. E) $r=n/r_0$.

21. Trigonometrik shaklda berilgan $z_0=r_0(\cos \varphi_0 + i \sin \varphi_0)$ kompleks sonning n -tartibli $z=\sqrt[n]{z_0}$ ildizining argumenti φ qanday aniqlanadi?

- A) $\varphi=n \cdot (\varphi_0 + 2\pi k)$, $k=0,1,2, \dots, n-1$. B) $\varphi=n+\varphi_0+2\pi k$, $k=0,1,2, \dots, n-1$. C) $\varphi=(\varphi_0)^n+2\pi k$, $k=0,1,2, \dots, n-1$. D) $\varphi=\sqrt[n]{\varphi_0}+2\pi k$, $k=0,1,2, \dots, n-1$. *E) $\varphi=(\varphi_0+2\pi k)/n$, $k=0,1,2, \dots, n-1$.

22. Agar $z_0=16(\cos 60^\circ + i \sin 60^\circ)$ bo'lsa, quyidagilardan qaysi biri $z=\sqrt[4]{z_0}$ kompleks sonni ifodalaydi?

- A) $z=2(\cos 15^\circ + i \sin 15^\circ)$. B) $z=2(\cos 105^\circ + i \sin 105^\circ)$. C) $z=2(\cos 195^\circ + i \sin 195^\circ)$. D) $z=2(\cos 285^\circ + i \sin 285^\circ)$. *E) $z=2(\cos 355^\circ + i \sin 355^\circ)$.

23. $z^4=-1$ ikki hadli tenglama nechta ildizga ega?

A) 1 . B) 2 . C) 3 . *D) 4 . E) ildizga ega emas .

24. Quydagi kompleks sonlardan qaysi biri $z^4 = -1$ ikki hadli tenglama ildizini ifodalamaydi ?

A) $\cos 45^\circ + i \sin 45^\circ$. B) $\cos 225^\circ + i \sin 225^\circ$. C) $\cos 315^\circ + i \sin 315^\circ$.

*D) keltirilgan barcha sonlar tenglama ildizlari bo'ladi .

E) keltirilgan barcha sonlar tenglama ildizlari bo'lmaydi .

Amaliy Mashg'ulot Tizimi va Metodik Karta

- **O'quv vaqti:** 80 daqiqa
- **Tinglovchilar:** Akademik litsey o'qituvchilari
- **O'quv mashg'ulot turi:** Amaliyot (Interfaol metod va PBL)
- **O'quv vositasi:** Tarqatma materiallar, elektron doska, GeoGebra dasturi, Python muhiti.

O'quv mashg'ulot rejasi:

1. Kompleks sonlar ustida amallarni geometrik va algebraik tahlil qilish (Vektorli moslik).
2. O'zgaruvchan tok zanjirlarida kompleks sonlarni qo'llash (STEM modeli).
3. Kompleks tekislikda Julia va Mandelbrot fraktallarini loyihalash (STEAM va PBL yondashuvi).

O'quv faoliyati natijalari (Tinglovchilar bilishi kerak):

- Kompleks sonlar ustida amallarning fizik va geometrik ma'nosini tushuntira olish.
- **GeoGebra** orqali kompleks sonlar koordinatalarining dinamik harakatini vizuallashtirish.
- **PBL** texnologiyasi orqali talabalarga guruh ishlari ("Raqamli audio-filtrlar yaratish") topshiriqlarini loyihalay olish.

Dars Bosqichlari va Ish Vaqti Taqsimoti

Ish vaqti bosqichlari	O'quvchi/O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchilar faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu rejasini, uning STEM/STEAM bilan bog'liqligini tushuntiradi.	Eshitadilar, konspekt qiladilar, mavzu dolzarbligini muhokama qiladilar.

Ish vaqti bosqichlari	O'quvchi/O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchilar faoliyatining mazmuni
	1.2. Bloom taksonomiyasining "Tahlil" va "Yaratish" darajalarini e'lon qiladi.	
2-bosqich. Asosiy (65 daqiqqa)	2.1. Kompleks sonlar algebraik va trigonometrik amallarini fizik modellar bilan bog'laydi. 2.2. GeoGebra dasturida kompleks son ko'paytirilganda vektorning burilishini ko'rsatadi. 2.3. Tinglovchilarga muammoli topshiriq (Zanjir qarshiligi) beradi va guruhlarda PBL tahlilini boshqaradi.	Interfaol usulda qatnashadilar, Python/GeoGebra vizualizatsiyalarini tahlil qiladilar. Guruhda loyihani yechadilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (5 daqiqqa)	3.1. Mashg'ulotni yakunlab, o'qituvchilar uchun metodik tavsiyalar beradi. 3.2. Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar beradi.	Mustaqil ish topshiriqlarini yozib oladilar.

2-AMALIY MASHG'ULOT: KOMPLEKS SONLARDAN ILDIZ CHIQUVCHI NOSTANDART MASALALAR VA BAHOLASH (2 SOAT)

Mavzu mazmuni: Muavr formulasi yordamida kompleks sonlardan n -darajali ildiz chiqarish. Ildizlarning geometrik joylashuvi (muntazam ko'pburchaklar) orqali **STEAM** va muammoli ta'limni qo'llash. Irratsional va murakkab tenglamalarni kompleks shaklga keltirib yechishning kam uchraydigan kombinatsion usullari. Diagnostik, formatif va summativ baholash tizimi.

Mustaqil yechish uchun testlar

1. $w=z^2-z$ funksiyaning $z=1+2i$ nuqtadagi qiymatini hisoblang.
A) $4-2i$. B) $-4-2i$. *C) $-4+2i$. D) $4+2i$. E) $2-4i$.
2. $w=z^2-z$ funksiyaning $z=1-2i$ nuqtadagi qiymatini hisoblang.
A) $4-2i$. *B) $-4-2i$. C) $-4+2i$. D) $4+2i$. E) $2-4i$.
3. $z=x+iy$ kompleks o'zgaruvchili funksiya $f(z)=x^2-2(x+y)i$ kabi aniqlangan. Bu funksiyaning $z=2-3i$ nuqtadagi qiymatini hisoblang.
A) $4-10i$. B) $4-2i$. *C) $4+2i$. D) $4+10i$. E) $4-4i$.
4. $w=z^2-z$ ($z=x+iy$) funksiya uchun $u(x,y)=\operatorname{Re} w$ nimaga teng?
A) x^2-2xy . B) x^2+y^2-x . C) x^2-y^2+x . *D) x^2-y^2-x . E) x^2+y^2+x .
5. $w=z^2-z$ ($z=x+iy$) funksiya uchun $v(x,y)=\operatorname{Im} w$ nimaga teng?
A) x^2-2xy . B) $2xy-x$. C) $2xy+x$. *D) $2xy-y$. E) $2xy+y$.
6. $w=f(z)$ ($z=x+iy$) funksiya uchun $\operatorname{Re} f(z)=x^2-y^2$, $\operatorname{Im} f(z)=-2xy$ bo'lsa, $w=f(z)$ funksiyaning toping.
A) $w=z^2$. B) $w=z \cdot \bar{z}$. *C) $w=\bar{z}^2$. D) $w=z^2+z$. E) $w=z^2+\bar{z}$.
7. $w=f(z)$ ($z=x+iy$) funksiya uchun $\operatorname{Re} f(z)=x^2-y^2$, $\operatorname{Im} f(z)=2xy$ bo'lsa, $w=f(z)$ funksiyaning toping.
*A) $w=z^2$. B) $w=z \cdot \bar{z}$. C) $w=\bar{z}^2$. D) $w=z^2+z$. E) $w=z^2+\bar{z}$.
8. Agar $f(z)=z^2-z$ va $z_0=1+2i$ bo'lsa, $\lim_{z \rightarrow z_0} f(z)$ limit qiymatini toping.
A) $4-2i$. B) $-4-2i$. *C) $-4+2i$. D) $4+2i$. E) $2-4i$.
9. Agar $f(z)=z^2-z$ va $z_0=1-2i$ bo'lsa, $\lim_{z \rightarrow z_0} f(z)$ limit qiymatini toping.
A) $4-2i$. *B) $-4-2i$. C) $-4+2i$. D) $4+2i$. E) $2-4i$.
10. Agar $\lim_{z \rightarrow z_0} f(z)$ va $\lim_{z \rightarrow z_0} g(z)$ limitlar mavjud, quyidagi limitlardan qaysi biri mavjud bo'lmasligi mumkin?

- A) $\lim_{z \rightarrow z_0} [f(z) + g(z)]$. B) $\lim_{z \rightarrow z_0} [f(z) - g(z)]$. C) $\lim_{z \rightarrow z_0} [f(z) \cdot g(z)]$.
 *D) $\lim_{z \rightarrow z_0} [f(z)/g(z)]$. E) barcha limitlar mavjud bo'ladi .

11. Agar $\lim_{z \rightarrow 1+i} f(z) = 2 - 3i$ bo'lsa, $\lim_{z \rightarrow 1+i} zf(z)$ limit qiymati nimaga teng ?

- A) $3-2i$. B) $4+i$. *C) $5-i$. D) $-1+2i$. E) aniqlab bo'lmaydi .

12. Agar $\lim_{z \rightarrow i} f(z) = 2 - 3i$ bo'lsa, $\lim_{z \rightarrow i} [f(z)/z]$ qiymati nimaga teng ?

- A) $3-2i$. B) $2+3i$. *C) $-3-2i$. D) $-1+3i$. E) aniqlab bo'lmaydi .

13. Agar $\lim_{z \rightarrow i} f(z) = 2 - 3i$ bo'lsa, $\lim_{z \rightarrow i} [z^2 f(z)]$ qiymati nimaga teng ?

- A) $3-2i$. *B) $-2+3i$. C) $-3-2i$. D) $2-3i$. E) aniqlab bo'lmaydi .

14. $w=e^z$ ko'rsatgichli funktsiya qaysi darajali qator bilan aniqlanadi?

- A) $1 - \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^3}{3!} + \dots + (-1)^n \frac{z^n}{n!} + \dots$.
 *B) $1 + \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} + \frac{z^3}{3!} + \dots + \frac{z^n}{n!} + \dots$.
 C) $1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \frac{z^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n}}{(2n)!} + \dots$.
 D) $z - \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} - \frac{z^7}{7!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots$.
 E) $z + \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} + \dots + \frac{z^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$.

15. $w=e^{-z}$ ko'rsatgichli funktsiya qaysi darajali qator bilan aniqlanadi?

- *A) $1 - \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^3}{3!} + \dots + (-1)^n \frac{z^n}{n!} + \dots$.
 B) $1 + \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} + \frac{z^3}{3!} + \dots + \frac{z^n}{n!} + \dots$.
 C) $1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \frac{z^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n}}{(2n)!} + \dots$.
 D) $z - \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} - \frac{z^7}{7!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots$.
 E) $z + \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} + \dots + \frac{z^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$.

16. $w = \cos z$ trigonometrik funksiya qaysi darajali qator bilan aniqlanadi?

- A) $1 - \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^3}{3!} + \dots + (-1)^n \frac{z^n}{n!} + \dots$.
- B) $1 + \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} + \frac{z^3}{3!} + \dots + \frac{z^n}{n!} + \dots$.
- *C) $1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \frac{z^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n}}{(2n)!} + \dots$.
- D) $z - \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} - \frac{z^7}{7!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots$.
- E) $z + \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} + \dots + \frac{z^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$.

17. $w = \sin z$ trigonometrik funksiya qaysi darajali qator bilan aniqlanadi?

- A) $1 - \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^3}{3!} + \dots + (-1)^n \frac{z^n}{n!} + \dots$.
- B) $1 + \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} + \frac{z^3}{3!} + \dots + \frac{z^n}{n!} + \dots$.
- C) $1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \frac{z^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n}}{(2n)!} + \dots$.
- *D) $z - \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} - \frac{z^7}{7!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots$.
- E) $z + \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} + \dots + \frac{z^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$.

18. Kompleks argumentli $w = \cos z$ trigonometrik funksiya uchun quyidagi tasdiqlardan qaysi biri har doim o'rinli bo'lmaydi ?

- A) $\cos(z + 2\pi k) = \cos z$ ($k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) . *B) $|\cos z| \leq 1$. C) $\cos 2z = \cos^2 z - \sin^2 z$.
- D) $\cos(z_1 + z_2) = \cos z_1 \cdot \cos z_2 - \sin z_1 \cdot \sin z_2$. E) barcha tasdiqlar doimo o'rinli .

19. Kompleks argumentli $w = \sin z$ trigonometrik funksiya uchun quyidagi tasdiqlardan qaysi biri har doim o'rinli bo'lmaydi ?

- A) $\sin(z + 2\pi k) = \sin z$ ($k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) . B) $\sin(z_1 + z_2) = \sin z_1 \cdot \cos z_2 + \cos z_1 \cdot \sin z_2$.
- *C) $|\sin z| \leq 1$. D) $\sin 2z = 2 \sin z \cdot \cos z$. E) barcha tasdiqlar doimo o'rinli .

20. Eyler formulasi qayerda to'g'ri ifodalangan ?

- A) $e^{iz} = \cos z - i \sin z$. B) $e^{iz} = \sin z - i \cos z$. *C) $e^{iz} = \cos z + i \sin z$.
- D) $e^{iz} = \sin z - i \cos z$. E) $e^{iz} = -\cos z - i \sin z$.

21. $w = e^z$ ko'rsatgichli funksiyaning $z = i\pi/2$ nuqtadagi qiymati nimaga teng ?

- A) 1 . B) -1 . *C) i . D) $-i$. E) 0 .

22. $w=e^z$ ko'rsatgichli funktsiyaning $z=i\pi$ nuqtadagi qiymati nimaga teng ?

- A) 1 . *B) -1 . C) i . D) -i . E) 0 .

23. $w=\operatorname{sh} z$ giperbolik funktsiya qaysi darajali qator bilan aniqlanadi?

- A) $1 - \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^3}{3!} + \dots + (-1)^n \frac{z^n}{n!} + \dots$.
 B) $1 + \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} + \frac{z^3}{3!} + \dots + \frac{z^n}{n!} + \dots$.
 C) $1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \frac{z^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n}}{(2n)!} + \dots$.
 D) $z - \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} - \frac{z^7}{7!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots$.
 *E) $z + \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} + \dots + \frac{z^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$.

24. $w=\operatorname{ch} z$ giperbolik funktsiya qaysi darajali qator bilan aniqlanadi?

- A) $1 - \frac{z}{1!} + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^3}{3!} + \dots + (-1)^n \frac{z^n}{n!} + \dots$.
 *B) $1 + \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} + \frac{z^6}{6!} + \dots + \frac{z^{2n}}{(2n)!} + \dots$.
 C) $1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \frac{z^6}{6!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n}}{(2n)!} + \dots$.
 D) $z - \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} - \frac{z^7}{7!} + \dots + (-1)^n \frac{z^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots$.
 E) $z + \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} + \dots + \frac{z^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$.

25. $w=\operatorname{ch} z$ giperbolik kosinus uchun qaysi tenglik o'rinli emas?

- A) $\operatorname{ch} z = \cos iz$. B) $\operatorname{ch} iz = \cos z$. C) $\operatorname{ch} z = (e^z + e^{-z})/2$.
 *D) $\operatorname{ch} 2z = \operatorname{ch}^2 z - \operatorname{sh}^2 z$. E) barcha tengliklar o'rinli .

Baholash: Standart usulda yechish imkonsiz bo'lgan sistema kompleks sonlarning xossalari tufayli 5 qatorda aniq va chiroyli yechimga ega bo'ldi.

Amaliy Mashg'ulot Tizimi va Metodik Karta

- **O'quv vaqti:** 80 daqiqa
- **Tinglovchilar:** Akademik litsey o'qituvchilari
- **O'quv mashg'ulot turi:** Amaliyot (Muammoli ma'ruzalar, Keys-stadi)

O'quv mashg'ulot rejasi:

1. Muavr formulasi yordamida ildiz chiqarish va yechimlarning geometrik muntazamligi (STEAM).
2. Haqiqiy algebraik tenglama va sistemalarni kompleks tekislikka o'tkazib yechish (Nostandart usul).
3. Kompleks sonlar mavzusi bo'yicha diagnostik, formatif va summativ baholash mezonlarini loyihalash.

Kompetensiya Asosidagi Baholash Metodologiyasi

Mashg'ulot davomida litsey o'qituvchilariga o'quvchilarni baholashning zamonaviy 3 ta turi amaliy misollar bilan tushuntiriladi:

1. **Diagnostik baholash (Dars boshida):** O'quvchining vektorlar, trigonometrik funksiyalarning burchaklari va haqiqiy sonlardagi kvadrat ildizlarni bilish darajasi "Blits-so'rov" orqali aniqlanadi.
2. **Formatif baholash (Dars davomida):** Guruh bo'lib masala yechish jarayonida o'quvchining fikrlash tezligi, nostandart yechim yo'lini taklif qila olish qobiliyati kuzatilib, "Fikr-mulohaza kartalari" orqali ball qo'ymasdan rag'batlantiriladi.
3. **Summativ baholash (Mavzu yakunida):** Kompetensiyaga asoslangan reyting tizimi. Bunda o'quvchiga faqat yodlangan formulani emas, balki real hayotiy muammoni (masalan, "Audio signalni garmonikalarga ajratish") qanchalik aniqlikda matematik modelashtirganiga qarab yakuniy baho qo'yiladi.

Baholash Mezonlari Jadvali (Rubrika):

Baholash mezonlari	Past daraja (1-2 ball)	O'rta daraja (3-4 ball)	Yuqori daraja (5 ball)
Algebraik amallar	Formulani biladi, lekin hisoblashda mexanik xatolarga yo'l qo'yadi.	Algebraik amallarni xatosiz bajaradi.	Muavr formulasini nostandart tenglamalarga osongina tatbiq eta oladi.
Geometrik interpretatsiya	Kompleks sonni tekislikda tasvirlay oladi.	Ildizlarning aylanada joylashish qonuniyatini	Ildizlar hosil qilgan muntazam ko'pburchak xossalariidan olimpiada

Baholash mezonlari	Past daraja (1-2 ball)	O'rta daraja (3-4 ball)	Yuqori daraja (5 ball)
		tushuntiradi.	masalalarida foydalanadi.
Amaliy model (STEM)	Fizikaga oid tushunchani eslaydi, lekin model tuza olmaydi.	Tayyor kompleks modelni (Impedans) hisoblay oladi.	Muammoni mustaqil ravishda kompleks tenglamalar tizimiga o'tkaza oladi.

Dars Bosqichlari va Ish Vaqti Taqsimoti

Ish vaqti bosqichlari	O'quvchi/O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchilar faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Kirish (10 daqiqa)	1.1. Muavr formulasi dolzarbligi va olimpiada masalalarida tutgan o'rnini tushuntiradi. 1.2. Baholash rubrikalari bilan tanishtiradi.	Diqqat bilan eshitadilar, rubrika mezonlarini daftar va tarqatmalarda belgilaydilar.
2-bosqich. Asosiy (65 daqiqa)	2.1. Kompleks sonlardan ildiz chiqarish va ko'pburchaklar simmetriyasini tushuntiradi. 2.2. Nostandart chiziqli bo'lmagan sistemani kompleks o'zgaruvchi kiritish orqali yechish algoritmini ko'rsatadi.	Masalalarni tahlil qiladilar, nostandart usulning samaradorligini baholaydilar. O'zlari yangi testlar loyihasini tuzadilar.

Ish vaqti bosqichlari	O‘quvchi/O‘qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchilar faoliyatining mazmuni
	2.3. Tinglovchilarga kompetensiyaviy testlar tuzish bo'yicha Keys topshirig'ini beradi.	
3-bosqich. Yakunlovchi <i>(5 daqiqa)</i>	3.1. Darsni yakunlaydi, faol qatnashgan o'qituvchilarni formatif baholash asosida rag'batlantiradi. 3.2. Mustaqil tadqiqot topshirig'ini beradi.	Olingan metodik tavsiyalarni qayd qilib, topshiriqlarni belgilaydilar.

V. GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Assesment	angl. assessment “baholash”, bilimni, ko‘nikma va malakalarni bir necha xil yondashuvlar orqali baholash, tahlil qilish, sinab ko‘rishdan pedagogik texnologiyasi.	the technology of teaching.by documenting of knowledge, skills, attitudes, with using of different ways of assesment, analysis and testing.

Guruhli ta'lim Group traning	bir o'qituvchi bir necha o'qituvchini o'qitadigan ta'lim shakli. Guruhlar o'quvchilar soniga qarab: kichik (3-6 o'quvchi), o'rta (7-15 o'quvchi), katta (15 dan ortiq o'quvchi, guruhlar) ga ajratiladi. Shuningdek, har bir guruhdagi ta'lim oluvchilarning yoshiga, ta'lim yo'nalishiga va shu kabilarga qarab ham guruhlarga ajratiladi. Bu shaklni qo'llash jarayonida yakka ta'lim shakllari ham amalga oshiriladi.	A form of teaching in which a person teaches a few students. Depending on the number of students the groups can be small (3-6 students), medium (7-15 students) and large (more than 15 students, groups). In addition the each group can be devided by age, training, direction, and etc. In this form of traning the individual education is also used/ For teaching biology the groups from 3-5 students is the most effective
--	---	---

	Biologiyadan dars o'tishda eng samarali guruxlar 3-5 kishi	
--	---	--

Edvayzer	- yakka holda diplom ishi, kurs ishini ishlab chiqish, ilmiy-tadqiqot olib borish, individual dasturlarni ishlab chiqish, talabalarning individual o'sish va rivojlanishiga yordam beruvchi maslahatchidir	Person consulting individual diploma work, course work, scientific research, thesis, development of individual programs and individual academic growth and development of students
Intellektual mulk Intellectual proper	ijodiy aqliy faoliyat mahsuli. Ixtirochilik va mualliflik manbai huquqi majmuiga kiruvchi, fan, adabiyot, san'at va ishlab chiqarish sohasida ijodiy faoliyatning boshqa turlari, adabiy, badiiy, ilmiy asarlar, ijrochi aktyorlik san'ati, jumladan, ovoz yozish, radio va televideniye asarlari kashfiyotlar, ixtirolar, sanoat namunalari, kompyuter uchun dasturlar, ma'lumotlar ombori, tovar belgilari, firma atamaları va boshqa	creations of the <u>intellect</u> for which a <u>monopoly</u> is assigned to designated owners by <u>law</u>. Some common types of intellectual property rights (IPR) are <u>trademarks</u>, <u>copyright</u>, <u>patents</u>, <u>i ndustrial design rights</u>, and in some jurisdiction <u>trade secrets</u>: all these cover music, literature, and other artistic works; discoveries and inventions; and words, phrases, symbols, and designs.

	aqliy mulk manbalari kiradi	
Interfaol mashg'ulot Interactive classes	o'qituvchi va o'quvchilar o'zaro faol ishtirok etadigan mashg'ulot. Bunda jarayon o'zaro hamkorlikda kechadi	Classes in which both the teacher and students are active. The studying and teaching process are done in close cooperation
Malaka oshirish Qualification of skills	mutaxassislar va rahbar xodimlarning kasbiy bilim va ko'nikmalarini yangilash hamda rivojlantirish jarayoni	The process of updating and development of professional knowledge and skills of experts and administrators

VI. ADABIYOTLAR RO'YXATI:

ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston.– T.: “O'zbekiston” NMIU, 2021. - 464 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. «Oliy Majlisga Murojaatnomasi hamda O'zbekiston yoshlari forumida so'zlagan nutqidan iqtiboslar». – T.: “Tasvir”, 2021. - 52 bet.
3. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi asosida demokratik islohotlar yo'lini qat'iy davom ettiramiz. 6-jild. – T.: “O'zbekiston” NMIU, 2023. - 536 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Erkin, obod va farovon mamlakatni - Yangi O'zbekistonni barchamiz birgalikda barpo etamiz. – T.: “O'zbekiston” NMIU, 2023. - 368 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Xalqchil islohotlar xalqimiz manfaatlariga xizmat qiladi. 7jild. – T.: “O'zbekiston” NMIU, 2023. - 392 b.
6. Mirziyoyev Sh.M. Hozirgi zamon va Yangi O'zbekiston. – T.: “O'zbekiston” NMIU, 2024. -344 b.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar

1. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O'zbekiston, 2023.
2. O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda qabul qilingan “Ta'lim to'g'risida”gi O'RQ-637-sonli Qonuni.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi “O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-5847-sonli Farmoni.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 29-oktabrdagi “Ilm-fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-6097-sonli Farmoni.
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 22-yanvardagi “2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida”gi PF-60-son Farmoni.
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrda “O'zbekiston - 2030” strategiyasi to'g'risida”gi PF-158-son Farmoni.
7. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 13-oktabrdagi “Alohida ta'lim ehtiyojlari bo'lgan bolalarga ta'lim-tarbiya berish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida” PQ-4860-sonli Qarori.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 3-dekabrdagi “Iqtidorli yoshlarni saralab olish tizimi va akademik litseylar faoliyatini takomillashtirish choratadbirlari to'g'risida” PQ-4910-son Qarori.

9. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktyabrdagi “Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” PQ-358-son Qarori.

10. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 1-iyundagi “Akademik liseylar rahbar va pedagog xodimlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida” 296-son Qarori.

11. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 29-noyabrdagi “Sun’iy intellekt texnologiyalarini qo‘llab-quvvatlash uchun maxsus rejim tashkil etish va uning faoliyatini yo‘lga qo‘yish tartibi to‘g‘risidagi nizomni tasdiqlash haqida” gi 717-son Qarori.

12. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2025-yil 10-iyuldagi “2025-2026-yillarda sun’iy intellekt texnologiyalari sohasida ustuvor loyihalarni amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 425-son Qarori.

13. BMT. Inson huquqlari umumjahon Deklaratsiyasi. 1948.

14. BMT. Bolalar huquqlari to‘g‘risidagi Konvensiya.1989.

III. Maxsus adabiyotlar

1. Zulunov R.M. Sun’iy intellekt texnologiyalari – T.: Classic, 2024.
2. Mo‘minov B.B., Sun’iy intellekt (O‘quv qo‘llanma). – T., 2023.
3. Babaxodjaeva N.M. Sun’iy intellekt va neyron to‘rli texnologiyalar. -T., 2023.

4. Toirov S.S., Axmedov U.M. Axborot tizimlari va texnologiyalari (o‘quv qo‘llanma). – T.: Iqtisodiyot, 2020. – 240 b.

5. Abduraxmonov R.M. Pedagogik texnologiyalar va raqamli ta’lim muhitlari. – T.: Fan va texnologiya, 2021. – 200 b.

6. Muminova L.R, Nazarova D.A. Inklyuziv va maxsus ta’lim atamalarining izohli lug‘ati. – T., 2021.

7. Nazarova D.A, Mamarajabova Z.N. Maxsus pedagogika (Surdopedagogika). -T.: Innovatsiya-ziyo, 2020.

8. Nazarova D.A. Inklyuziv madaniyatini shakllantirishda ta’lim klasteri sub’yektlarining o‘rni. //Scientific aspects and trends in the field of scientific research. International scientific online conference.

9. Nazarova Dildora Asatovna. Issues of involving children with hearing in inclusive education.// European Journal of Agricultural and Rural Education (EJARE)Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 2 No.12, December 2021,ISSN: 2660-5643/ Page 149.

10. Butterworth, J., & Mitchell, D. (2013). Inclusive Education and its Social Benefits. London: Routledge. 77-80 p.

11. Florian, L., & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring Inclusive Pedagogy. British Educational Research Journal. 28 p.

12. Nazarova, D. A. (2020). "Aspects of Orientation of Students of the Professional Development Courses in the Direction 'Managers of Educational Institutions' to the Effective Organization of Inclusive Education." *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 8(8), 7-12.

13. “Inklyuziv ta’limning dolzarb masalalari: muammo va ularning yechimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to’plami. Toshkent shahri. 2021-yil 26-mart.- 335 b.

14. Xudoyberdiyev D., Xolmatov F. *Learner-Centered Education va interaktiv dars metodologiyasi*. – T.: Toshkent Davlat Pedagogika Universiteti, 2024.

15. Stohlmann M., Moore T.J., Roehrig G.H. “Considerations for Teaching Integrated STEM Education.” *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. Vol. 2, No. 1, 2021.

16. Mahmudov D., Salohiddinov A. *STEM va STEAM ta’lim texnologiyalarini maktabda tatbiq qilish*. – T.: O‘zbekiston Masofaviy Ta’lim, 2023.

17. Ergashev O., Toshtemirov B. *Project-Based Learning (PBL) metodologiyasi va tatbiqlari*. – T.: Fan va Texnologiya, 2022.

18. Qodirov M., Saidov F. *Reyting tizimi va kompetensiya asosidagi baholash*. – T.: Sharq Nashriyoti, 2023. 19. В.В. Зайцев, В.В. Рыжков, М.И. Сканави. *Элементарная математика. Начало математического анализа. Мир и образование*, 2024.

20. Mamatov M., Rahmatov N. *Vektorlar va chiziqli algebra: masalalar yechish metodikasi*. – T.: Tafakkur, 2023.

21. Sharipov A., Keunimjayev M. Existence and uniqueness of polyhedral with given value of the conditional curvature, *International Electronic Journal of Geometry*, 2023, Vol. 16, No. 1, pp. 160-170 (Scopus).

22. Larson R., Hostetler R.P., Edwards B.H. *Precalculus: Functions and Graphs*. 6th ed. – Boston: Cengage Learning, 2022.

23. Sharipov A.S. *Analitik geometriya, Darslik*.- T.: “Tilsim” nashriyoti, 2023. - 304 b.

24. В.В. Зайцев, В.В. Рыжков, М.И. Сканави. *Элементарная математика. Начало математического анализа*. - М.; Мир и образование, 2024.

25. И.М. Яглом. *Геометрические преобразования*. МФН, 2020.

26. Aufmann R.N., Lockwood J., Nation R.D., Clegg D.K. *Precalculus: An Introduction*. 10th ed. – Boston: Cengage Learning, 2022.

IV. Elektron ta’lim resurslari

1. <http://edu.uz>
2. <http://lex.uz>
3. <http://lib.bimm.uz>
4. <http://ziyonet.uz>

5. <http://natlib.uz>
6. <https://problems.ru/>