

DASTURIY TA'MINOTLARDAN FOYDALANIB TALABALARGA ZEEMAN EFFEKTINI TUSHUNTIRISH

Turg'unov Adham Raxmatillayevich
Namangan muhandislik qurilish instituti
Fizika kafedrası o'qituvchisi

Kalit so'zlar: Zeeman effekti, interferensiya, elektron, satx, plastinka, magnit maydon.

EXPLAINING THE ZEEMAN EFFECT TO STUDENTS USING SOFTWARE

Turgunov Adham Rakhmatillaevich
Namangan Engineering Construction Institute
Teacher of the Department of Physics

Key words: Zeeman effect, interference, electron, zone, plate, magnetic field.

ОБЪЯСНЕНИЕ ЭФФЕКТА ЗЕЕМАНА СТУДЕНТАМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИМ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Тургунов Адхам Рахматиллаевич
Наманганский инженерно-строительный институт
Преподаватель кафедры физики

Ключевые слова: эффект Зеемана, интерференция, электрон, зона, пластина, магнитное поле.

Hozirgi kunda atom va yadro fizikasini talabalarga chuqurroq o'rgatishda juda ko'plab muammolarga duch kelyapmiz. Shunday ekan bu muammolarni yechimi sifatida mavzularni nazariy tushuntirishdan tashqari tajribalar o'tkazib olingan natijalar tahlil qilish zarur hisoblanadi [1]. Yadro fizikasi bo'yicha tajribalar o'tkazishga hozirgi kunda moddiy texnik bazani yetarli emasligi va tajribani o'tkazish katta mablag' talab qilishi bu sohaning jadal rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Shunday ekan atom yadrodan tajribalar o'tkazishda virtual

laboratoriyalar va dasturiy vositalardan, maxsus kompyuter programmalaridan unumli foydalanish yuqoridagi muammolarni samarali xal qilish imkonini beradi.

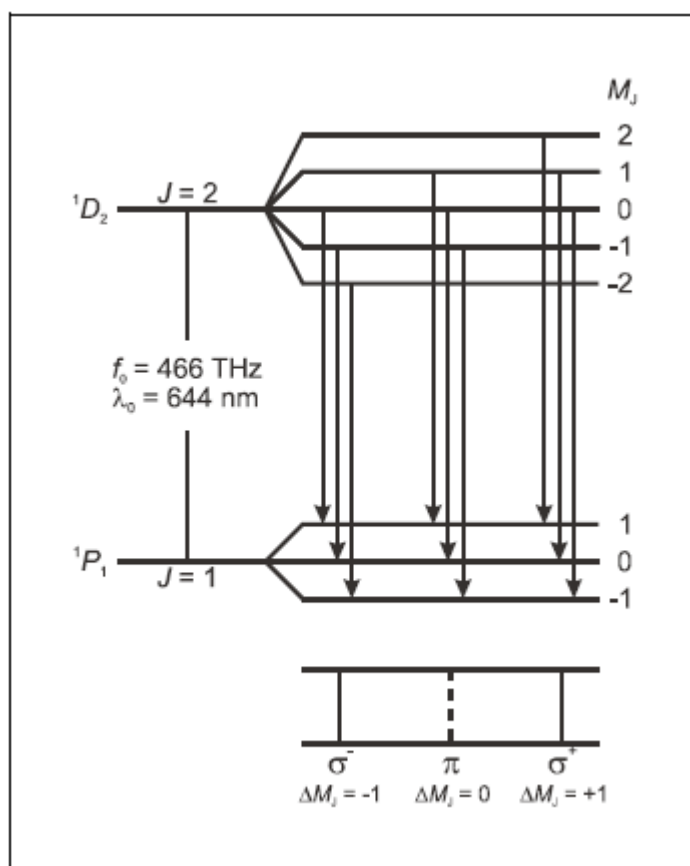
Yadro atrofidagi elektron sathlarni diskterligini Frank-Gers tajribasi yordamida tushuntirilsa, atomning energetik sathlarining yoki spektral chiziqlarining tashqi magnit maydoni ta'sirida ajralish hodisasi Zeeman effekti yordamida tushuntiriladi [2].

Avvallari Zeeman effektini Lyummer-Gerke plastinkasining interferension spektroskopi usulida va boshqa usullarda ham o'rganilgan [3]. Ammo Lyummer-Gerke plastinkasi usulida, atrofdagi temperatura ta'siri ekspozitsiya paytida spektrlarni siljitib yuboradi va uni buzub ko'rsatadi. Shuning uchun atrofdagi temperatura o'zgarishiga juda sezgir bo'lgan Lyummer-Gerke plastinkasini tashqi zararli temperatura ta'sirlaridan saqlaydigan maxsus g'ilof ichiga joylashtirish zarur xisoblanadi. Lyummer-Gerke plastinkasi burchak dispersiyasi juda katta bo'lganligi uchun interferension manzara markazining ikkala tomonida ham yetarli miqdorda interferension maksimumlar hosil qilish uchun spektrografning kirish tirqishi juda baland bo'lishi kerak. Tirqish bunday balandlikda bo'lganda spektrografning kamera obyektivi kuzatilayotgan manzarani juda buzub ko'rsatadi. Bundan tashqari, interferogrammaning interferension maksimumlar bo'lmagan katta markaziy qismi umuman foydalanilmaydi [4]. Tavsiflangan qurilmaning afzalligi shundaki, u Zeeman effektini kadmiy spektrining boshqa chiziqlarida ham kuzatishga imkon beradi. Ammo bu chiziqlar anomal effektga ega bo'lib, buni nazariy izohlash kvantomexanikaviy tasavvurlardan foydalanishni taqazo etadi.

Biz Zeeman effektini Video Com dasturi asosida kuzatdik, bunda tajribani o'tkazish ko'p vaqt sarflamaydi va natijalar yuqori aniqlikda chiqadi.

Zeeman magnit maydoniga to'g'ri burchak ostida bitta spektral chiziq o'rniga triplet chiziqni, va magnit maydoniga parallel bo'lganda duplet chiziqni kuzatdi. Normal Zeeman effekti faqat umumiy spini $S=0$ bo'lgan atom holatlari o'rtasidagi o'tishlarda kuzatiladi [5]. Holatlarning umumiy burchak momenti $J = L + S$ (1) u vaqtda orbital burchak momentga teng bo'lib qoladi ($J = L$). Unga mos keluvchi

magnit moment esa, quyidagiga teng bo'ladi: $\mu = \frac{\mu_B}{\hbar} J$ (2). Bu yerda $\mu_B = \frac{\hbar e}{2m_e}$ (3). Tashqi magnit maydoni B da magnit moment quyidagi energiyaga ega bo'ladi $E = -\mu B$ (4). Burchak momentining tashqi magnit maydon yo'nalishidagi komponentasining qiymatlari $J_z = M_J \cdot \hbar$, $M_J = J, J-1, \dots, -J$ (5). Shuning uchun, burchak momenti J bo'lgan term $2J+1$ ta teng masofali va qiymatlari M_J ga farq qiluvchi Zeeman komponentlariga ajraladi. M_J va M_{J+1} qo'shni komponentlarning energiya intervallari quyidagicha bo'ladi $\Delta E = -\mu_B B$ (6). Normal Zeeman effektini kadmiyning qizil spektral chizig'ida ($\lambda_0 = 643.8 \text{ nm}$, $f_0 = 465.7 \text{ THz}$) kuzatish mumkin. Spekrtning qizil soxasida yotgan bu chiziq juda tor va uning o'ta nozik strukturasi komponentlari juda zich joylashgan. U beshinchi qobiqdagi elektronning $^1D_2(J=2, S=0) \rightarrow ^1P_1(J=1, S=0)$ o'tishlariga mos keladi (1-Rasm).



1-Rasm: Kadmiyda normal Zeeman effekti sathlarning ajralishi va o'tishlari.

Magnit maydonda 1D_2 sath beshta Zeeman komponentlariga ajraladi, va 1P_1 sath esa uchta Zeeman komponentlariga ajraladi va ular (6) tenglama bo'yicha hisoblangan joylarni egallaydi. Bu sathlar o'rtasidagi optik o'tishlar faqat elektr dipoli nurlanishi ko'rinishida bo'lishi mumkin [6]. Holatlarning magnit kvant sonlari M_J uchun quyidagi tanlash qoidalari o'rinli bo'ladi:

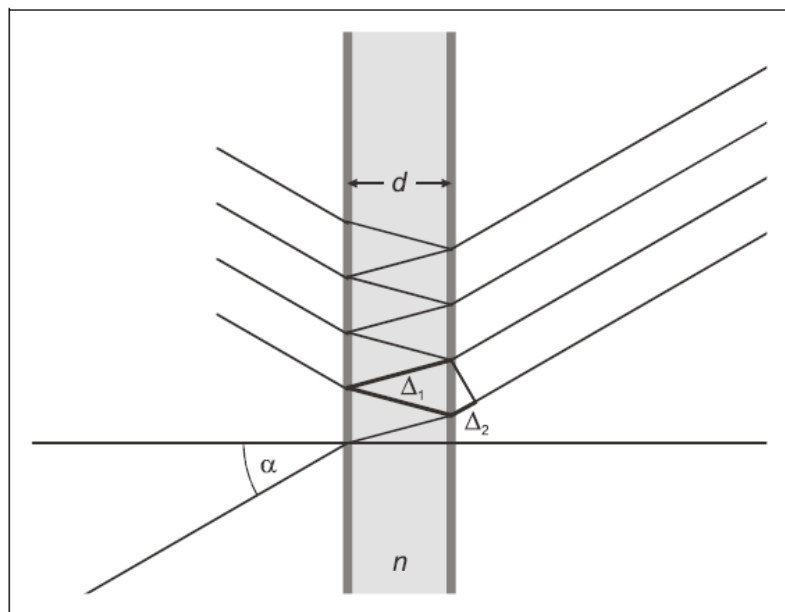
$$\Delta M_J = \pm 1 \sigma \text{ komponentlar uchun}$$

$\Delta M_J = 0 \pi$ komponentlar uchun (7)

Shunday qilib, biz umumiy uchta spektral chiziqlarni kuzatamiz (1-Rasm); π komponent siljimagan, va ikki σ komponentlar asosiy chastotaga nisbatan

$\Delta f = \pm \frac{\Delta E}{h}$ (8) qiymatga siljigan. Bu tenglamada ΔE teng masofali energiya ajralishi bo'lib, u (6) ga asosan hisoblangan. Zeeman effekti turli xil qutblangan komponentlarni spektroskopik ajratish imkonini beradi. Ammo bu siljishni ko'rsatish uchun bizga juda yuqori ajratish qobiliyatiga ega bo'lgan spektral qurilma kerak bo'ladi, chunki qizil kadmiy chiziqlarining ikki σ komponentlari $B=1T$ magnit oqimi zichligida faqat $\Delta f=14GHz$ ga, yoki unga mos $\Delta\lambda=0.02nm$ ga siljigan bo'ladi [7].

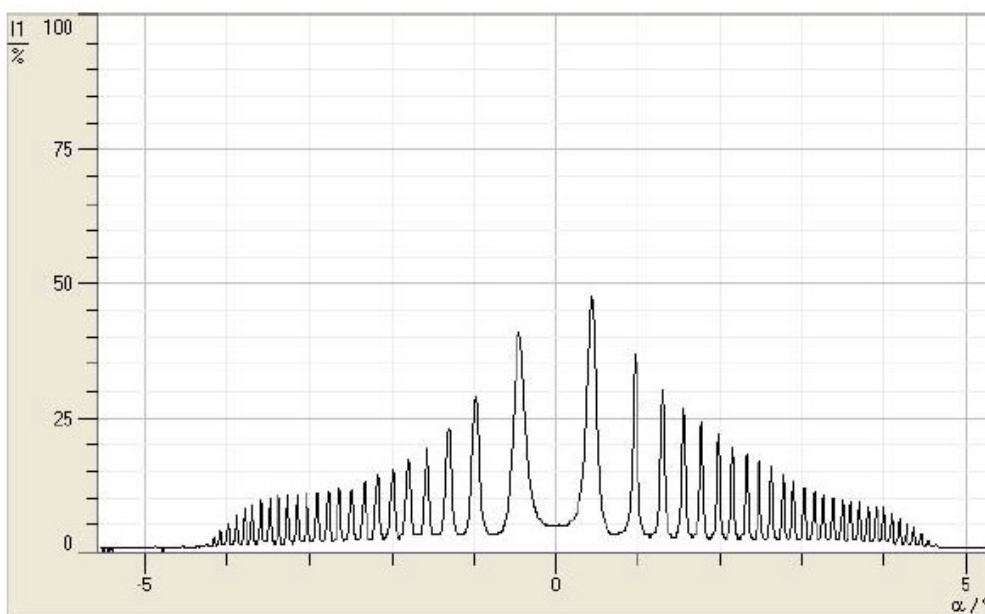
Zeeman effektini kuzatishda Fabri-Pero etalonidan foydalanildi. Bu har ikkala tomoni alyuminiy bilan qoplangan shisha plastinkadan iborat. Optik o'qqa perpendikulyar to'g'rilangan etalonga kichik burchak ostida yorug'lik kiradi, va bir necha marta orqaga qaytadi. Har qaytganda bir qismi tashqariga chiqadi (2-Rasm). Alyuminiy qoplamasi tufayli chiqayotgan qism kam, bu chiqayotgan nurlar interferensiyalanadi. Etalonning ortida chiqayotgan nurlar linza yordamida linzaning fokal tekisligiga fokuslanadi. Okulyar yordamida λ to'lqin uzunlikli nurlar konsentrik doiraviy polosalar manzarasini kuzatish mumkin. Doiraning diafragmaviy burchagi Fabri-Pero etalonidan chiqayotgan nurlarning chiqish burchagi α bilan bir xil bo'ladi.



2-Rasm: Fabri-Pero etaloni interferentsion spektrometr sifatida.

Nurning yo‘li optik o‘qqa nisbatan $\alpha > 0$ burchak ostida chizilgan. Ikki qo‘shni chiquvchi nurlar o‘rtasidagi optik yo‘llar farqi $\Delta = n \cdot \Delta_1 - \Delta_2$ ga teng.

α_k burchak ostida chiqayotgan nurlardan bir-biriga qo‘shni bo‘lgan ikkitasi quyidagi interferensiya shartini qanoatlantirsa bir-biri bilan konstruktiv holda interferensiyalashadi (3-Rasm):

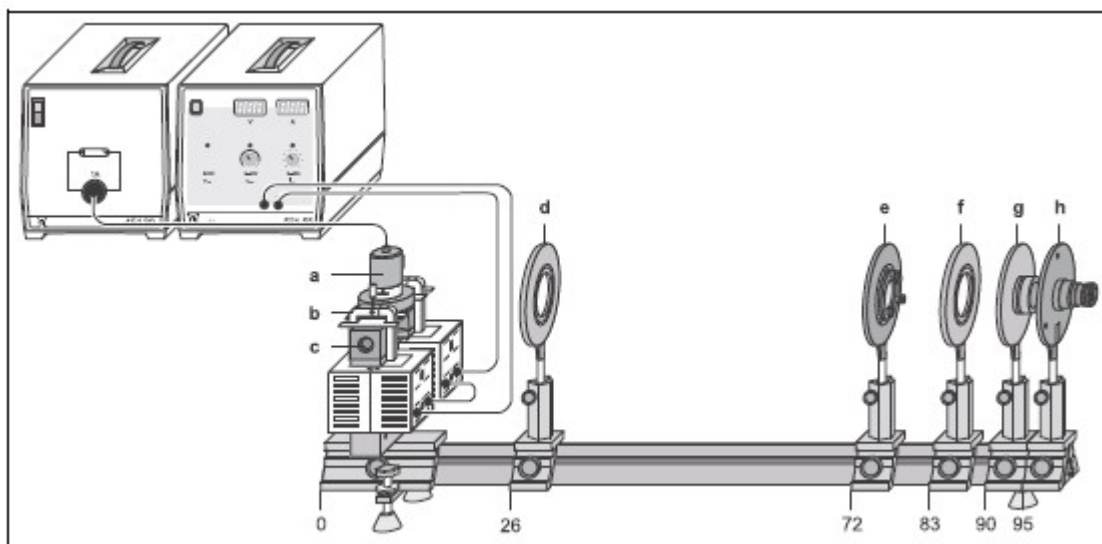


3-Rasm.

$$\Delta = 2d \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha_k} = k \cdot \lambda \quad (9)$$

(Δ = optik yo‘llar farqi, d = etalon qalinligi, n = shishaning qaytarish koeffisienti, k = interferentsiyaning tartibi).

Optik komponentlarni 4-rasmga muvofiq joylashtiriladi. Universal drosselni qo'shgandan keyin yorug'lik chiqarish yetarlicha kuchli bo'lguncha 5 min kutiladi. Elektromagnit g'altaklari ketma-ket ulab yuqori tokli energiya manbaiga ulanadi. Tajribani o'tkazishda universal o'lchash asboblari yoki Mobile CASSY dan foydalaniladi [8]. Kadmiy lampasini universal drosselga va VideoCom ni kompyuterga ulanadi.



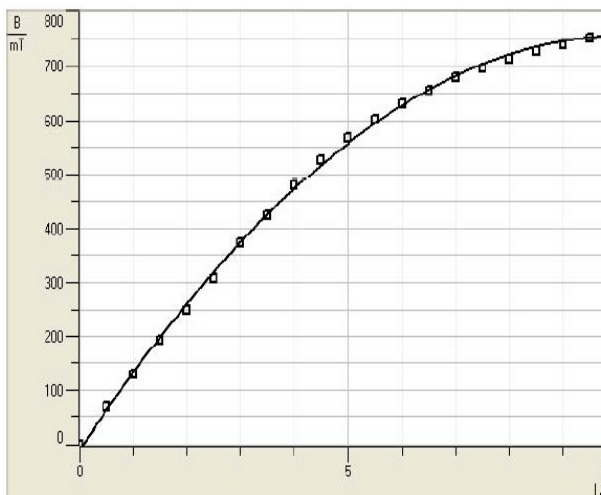
4-Rasm: Zeeman effektini kuzatish uchun eksperimental qurilma.

- a Tutgich platasi bilan kadmiy lampasi
- b Qisqichlar
- c Qutb bo'laklari
- d Musbat linzalar, $f = 150$ mm (Yig'uvchi linzalar)
- e Fabri-Pero etaloni
- f Musbat linzalar, $f = 150$ mm (tasvir linzalari)
- g Interferentsion filtr
- h VideoCom.

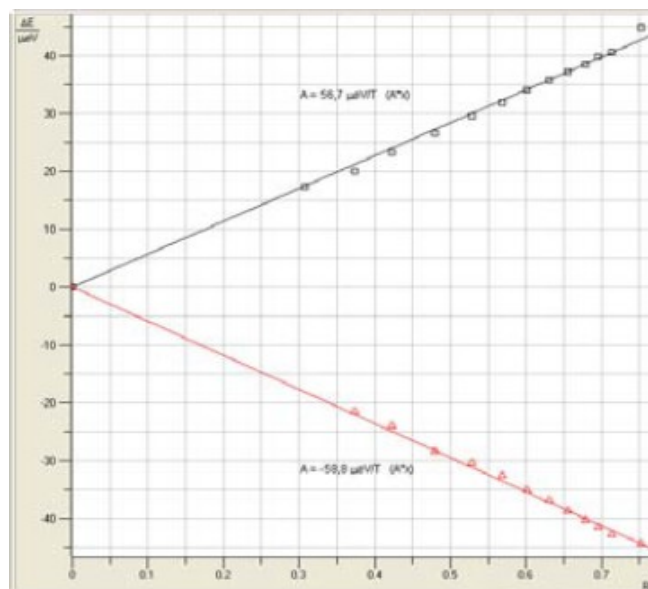
Burchakni kalibrovka qilish uchun, tasvir linzasining fokus masofasida qo'llaniladi (bu yerda $f = 150$ mm). Nol nuqtani siljitish uchun, "Calculate Peak Center" funksiyasidan foydalanib ikki markaziy maksimum o'rtasidagi burchakni aniqlanadi, va ikki maksimum markazlarining o'rtacha manfiy qiymatlarini kiritiladi [9]. Bu doiraviy sistemaning markazini burchak shkalasida 0° ga o'rnatiladi.

B magnit maydonining I tok kuchidan bog‘liqligi va Zeeman effektini quyidagi diagrammalarda ko‘rsatilgan (5-A,B rasm).

5-A rasm

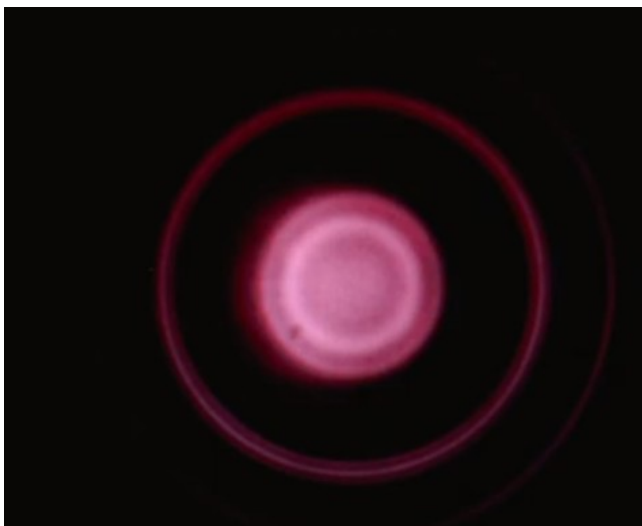


5-B rasm

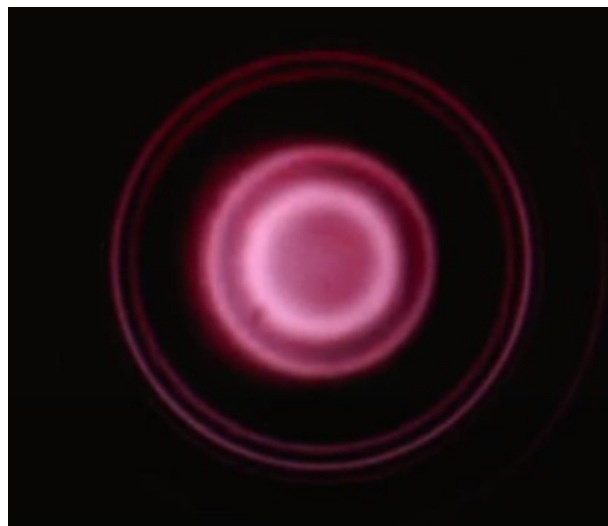


Quyidagi ikkita 6-A,B rasmlardan ko‘rinib turibdiki A rasmda tashqi magnit maydon bo‘lmagan holat uchun interferension manzaradagi yahlit bittani tashkil etmoqda, ikkinchi B rasmda esa tashqi magnit maydon tasir ettirilgandagi holat ko‘rsatilgan, bunda interferension manzaradagi chiziqlar magnit maydon tasirida ajragani yaqqol ko‘rish mumkin.

6-A rasm



6-B rasm



ADABIYOTLAR RO'YHATI

- [1]. Тургунов А. «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ В ПРЕПОДАВАНИИ АТОМНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ». *Наука и инновации* 2.А5 (2023): 275-278.
- [2]. Razzoqov, N. A., and Sh Sh Fayziyev2 MZ Sharipov. "MAGNETO-OPTIK HODISALAR."
- [3]. Woolsey, L. N. (2015). An Essay On Interactive Investigations Of The Zeeman Effect In The Interstellar Medium. *arXiv preprint arXiv:1506.00932*.
- [4]. Taylor, Andrew S., Alexander R. Hyde, and Oleg V. Batishchev. "Zeeman effect experiment with high-resolution spectroscopy for advanced physics laboratory." *American Journal of Physics* 85.8 (2017): 565-574.
- [5]. Li, X., Chen, G., & Hui, Q. (2021, December). Design and analysis of the virtual simulation experiment system of Zeeman effect. In *Second IYSF Academic Symposium on Artificial Intelligence and Computer Engineering* (Vol. 12079, pp. 184-190). SPIE.
- [6]. Larsson, R. (2016). *Modeling the Zeeman Effect in Planetary Radiative Transfer and Applications* (Doctoral dissertation, Luleå tekniska universitet).
- [7]Shukrullo o'g'li, Aslonov Xayrullo. "ZEEMAN EFFEKTI." *SUSTAINABILITY OF EDUCATION, SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY* 2.13 (2023): 174-176
- [8]. Rahimjonovich, Boydedayev Sobirjon, Umaraliyev Maksud Mahmudovich, and Turgunov Adham Rakhmatillayevich. "TO STUDY THE DEPENDENCE OF THE INTENSITY OF" ABSOLUTE BLACK MATTER" RADIATION ON TEMPERATURE AND DISTANCE." *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal* 9.12 (2021): 671-675.
- [9]. Rahimjonovich, Boydedayev Sobirjon, Umaraliyev Maksud Mahmudovich, and Turgunov Adham Rakhmatillayevich. "Experimental Determination of the Force in the Magnetic Field of an Air Coil." *The Peerian Journal* 12 (2022): 27-30.

Rezyume

Turg'unov Adham Raxmatillayevich 1989-yil 13-iyunda Namangan viloyati Chortoq tumanida tavallud topgan. Oilalik ikki nafar farzandi bor. 2014-yil Namangan

Davlat Universiteti Fizika fakultetini bakalavr bosqichini tamomlagan, 2017-yil O'zbekiston Milliy Universiteti Fizika fakultetini "Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi" yo'nalishi bo'yicha magistraturani tamomlagan. 2017-2021 yillarda Namangan muhandislik qurilish instituti Fizika kafedrasida stajyor-o'qituvchisi, 2021-yildan o'qituvchi lavozimida ishlaydi.

Resume

Turgunov Adham Rakhmatillaevich was born on June 13, 1989 in Chartak district of Namangan region. The family he has 2 kids. In 2014, he graduated bachelor's degree from Namangan State University, Faculty of Physics, and in 2017, he graduated master's degrees from National University of Uzbekistan, Faculty of Physics, majoring in "Physics of Atomic Nucleus and Elementary Particles". In 2017-2021, he worked as an assistant teacher of the Department of Physics of the Namangan Institute of Engineering and Construction, and from 2021 he worked as a teacher.

Резюме

Тургунов Адхам Рахматиллаевич родился 13 июня 1989 года в Чартакском районе Наманганской области. В семье у него двое детей. В 2014 году окончил бакалавриат Наманганского государственного университета, физический факультет, а в 2017 году – магистратуру Национального университета Узбекистана, физический факультет по специальности «Физика атомного ядра и элементарных частиц». В 2017-2021 годах работал ассистентом кафедры физики Наманганского инженерно-строительного института, с 2021 года работал преподавателем.

Tel: +998993212127.

El.adress: adxamturgunov2127@gmail.com

Yashash manzili: Namangan viloyati Chortoq tumani Oromgoh MFY Salomatlik ko'chasi 255-uy.