

TÁBIYIY HÁM TEXNIKALÍQ ILIMLER

Fizika. Matematika. Texnika. Informatika.

GIDROTERMAL METODI MENEN ÓSIRILGEN BaF_2 KRISTALLINIŇ LYUMINAFOR SIPATINDA PAYDALANIW MÜMKINSHILIGIN ANIQLAW

B.Atashov – fizika – matematika ilimleriniň kandidati, docent

D.Yuldashov – stajyor oqıtıwshı

A.Sayıpnazarova – magistrant

Ajiniyaz atındağı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

Tayanch so'zlar: gidrotermal metod, lyuminafor materiallar, BaF_2 kristalli, ionlovchi radiatsion nurlar, moddalarining radiatsion xususiyatlari, termoluminessensiya.

Ключевые слова: гидротермальный метод, люминофорные материалы, кристалл BaF_2 , лучи ионизирующего излучения, радиационные свойства веществ, термoluminescencia.

Key words: hydrothermal method, phosphor materials, BaF_2 crystal, ionizing radiation beams, radiation properties of substances, thermoluminescence.

Sońgı jılları ultrafiolet oblata isleytuǵın lyuminaforlardı izlep tabıw eń ahmiyetli máselelerdiń biri bolıp esaplanadı, sebebi bunday materiýalları medıcınada, joqarı energıyalı kózge kórinbeytuǵın nurlardı kózge kórinetuǵın nurlarǵa aylandırıwshı hám registraciýalawshı, yadrolıq spektroskopıyada hám basqada ilim texnika tarawlarında keńnen qollanıladı.

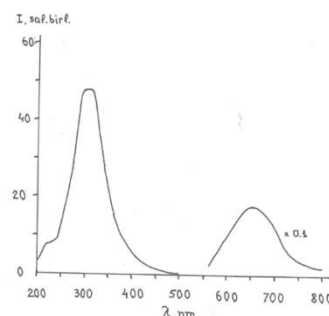
Házirgi waqıtqa shekem lyuminafor sıpatında qollanııp kelgen kristallardıń kópshiligi siltili galogenli kristallar bolıp bular sırtqı tásirlerge shıdamsız bolıp hám radioaktiv nurlardıń tásirini toqtatqannan keyingi nurlanıwı úlken hám radiaciýalıq nurlarǵa shıdamlılıǵı tómeken. Kópshilik qollanılatuǵın kristallar qosımtalı kristallar bolıp esaplanadı. Qosımta atomlı lyuminaforlarda qosımta atomlarınıń kristallar ishinde bir tekili bólistiriliwi sebebinen lyuminessensiya birtekli bolmaydı.

Biz bul jumısımızdıń aldına gidrotermal metodı menen ósirilgen taza qosımtasız BaF_2 kristallınıń rentgenolyuminessensiyasını ızertlep onıń rentgeno tamografiyada hám ekran sıpatında qollanıwı mümkinshiligin anıqlap beriwden ibarat. Buǵan qosımsha salıstırıp ızertlew ushın eritiw usılında ósirilgen BaF_2 kristallınıń qayta kristallizaciýalangan úlgisiniń rentgenolyuminessensiyasını hám termoluminessensiyasını ızertledik.

BaF_2 kristallınıń intensivlılugin sıpatlaw ushın etallon sıpatında usı waqıtqa shekem medıcınada lyuminafor sıpatında keńnen qollanııp kelgen NaI:Tl kristallın tańlap alamız.

BaF_2 taza kristallımızdıń rentgenolyuminessensiyasınıń intensivlılugin NaI:Tl kristallınıń ádebiýatlarda kórsetilgen rentgenolyuminessensiya intensivlıluginiń 45 % al BaF_2 eritiw usılı menen ósirilgen kristalldıń rentgenolyuminessensiyasınıń intensivlılugin 30% tin quraydı.

Kristallardıń rentgenolyuminessensiya shıǵarıwshı orayları haqqındaǵı maǵlıwmat onıń rentgenolyuminessensiya spektrin ólshew jolı menen anıqlaw mümkin. 1-súwret. Gidrotermal metodı menen ósirilgen BaF_2 kristallınıń ójire temperaturasındaǵı rentgenolyuminessensiyasınıń spektri kórsetilgen. Gidrotermal metodı menen ósirilgen BaF_2 kristallınıń rentgenolyuminessensiyasınıń spektri iynli bolıp 200 nm den baslanıp 420 nm ge shekem dawam etedi. Rentgenolyuminessensiya spektrinıń maksimumı $\lambda_g = 305$ nm tolqın uzınlıqqa sáykes keledi. Al spektr iymekliginiń yarım biyikliginiń eni 65 nm di quraydı. Eritiw metodı menen ósirilgen BaF_2 kristallınıń rentgenolyuminessensiyasınıń maksimumı $\lambda_g = 310$ nm ge tuwrı kelip, al rentgenolyuminessensiyası spektrinıń yarım biyikliginiń eni 70 nm ge teń keledi.



1-súwret. Gidrotermal metodı menen ósirilgen BaF_2 kristallınıń ójire temperaturasındaǵı rentgenolyuminessensiya spektri.

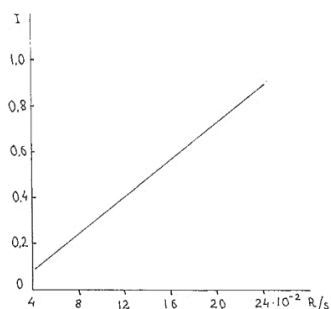
Ójire temperaturasındaǵı BaF_2 kristallınıń rentgenolyuminessensiyasınıń nurlanıw spektrinde tiykarınan 310 hám 650 nm lerde eki maksimum iymeklik baqlanadı. Temperaturanıń tómenelewı menen 310 nm degi maksimumınıń intensivlılugin artadı, al 650 nm degi maksimumınıń intensivlılugin kerisinshe kemeydi. BaF_2 kristallınıń 310 nm degi rekombinaciýalıq lyuminessensiya maksimumı [1,2] avtorlar tárepinen ızertlengen bolıp bul maksimumınıń $(V_k + e^-)$ * avtolokalizaciýalangan eksitonınıń nurlanıwına tiyisli ekenligi isenimli túrde anıqlangan.

Al 650 nm degi maksimum iymekliginiń tábiyatı jeterli dárejede tolıq ızertlenbegen [3] jumısın ızertlew nátiyjeleri boyınsha 10 K temperaturada additivlik túrde rehi ózgeritilgen BaF_2 kristallınıń lyuminessensiyasınıń spektrinde F-jutılıw speltrinıń setine jaqın jerde qozdırılǵanda maksimumı 645 nm ge sáykes keletuǵın enli iymeklik baqlangan. Avtorlar bul maksimum iymeklik BaF_2 kristallındaǵı F-reñ orayı menen baylanıslı bolıw kerek dep boljaydı. Biziń ójire temperaturasında ızertlegen gidrotermal metodı menen ósirilgen BaF_2 kristallınıń 650 nm degi maksimumında F-reñ orayı nurlanıwı menen baylanıslı bolıwı kerek. Nurlanıw spektrindegi 220 nm degi maksimum belgili kroslyuminessensiya menen baylanıslı bolıp [4] jumısta Ba^{2+} dıń 5p qozǵan awhalǵa ótiwi menen baylanıslı dep túsindirgen.

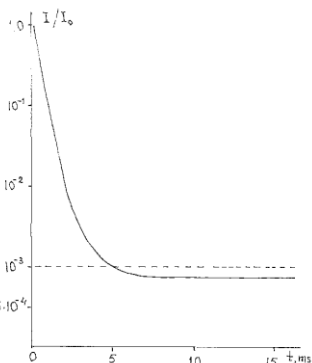
BaF_2 (e) kristallınıń rentgenolyuminessensiya spektrinıń maksimumı $\lambda = 310$ nm ge sáykes keledi. Hám bul gidrotermal metodı menen ósirilgen BaF_2 (g) kristallında bul spektr rentgen nuri tásirindegi elektronlıq qozıwıń $(V_k + e^-)$ orayı pánjereniń qosımtasız orındaǵı annigilyaciýası nátiyjesinde payda boladı. Al eritiw metodı mernen ósirilgen BaF_2 kristallınıń rentgenolyuminessensiyasınıń úlken tolqın uzınlıq tárepindegi qosımsha maksimumlar, qosımta atomlarına qońsılás $(V_k + e^-)$ oraylarınıń annigilyaciýası nátiyjesinde payda boladı dep esaplaymız.

BaF_2 kristallınıń rentgenolyuminessensiya beriwshı oraylar haqqında tómendegilerdi aytıw mümkin. Rentgen nuri tásirinde kristallarda payda bolǵan qozǵan elektron hám gewekler ózleriniń energiyasını sarıplay otırıp aqırında $X^0 + e^-$ túrindegi bir galoidli eksitonlar payda etip, keyin eksiton gewekte avtolokalizaciýalanıp $V_k + e^-$ túrindegi avtolokalizaciýalangan eki galoidli eksitonǵa aylanıwı mümkin. Onda electron rekombinaciýalıq rekom-

binaciya boladi, al elektron lokalizatsiyalanip o'gan kelip gewek rekombinatsiyalanisa gewiklik rekombinatsiyaliq lyuminessensiya boladi. Usi waqitqa shekem MeF_2 tipidagi kristallardn menshikli lyuminessensiya V_k - oray menen e^- -elektronnn anigilyatsiyasi natijesinde payda bolatug'lnlgn quwatlaydi. Bul boyinsha bizi BaF₂ (e) kristallimizda joqarida aytilgan mexanizmler boyinsha $V_k + e^-$ oraylar payda bolip, bular panjerenin qosimtasiz orninda anigilyatsiyalanip $\lambda=310$ nm nurd shigarsa ol qosimtal orinda anigilyatsiyalanip ulken tolqn uzunliqtagi tarepte lyuminessensiya beriw mumkin.



2-súwret. Gidrotermal metodi menen ósirilgen BaF₂ kristallnín ójire temperaturasındağı rentgenolyuminessensiya intensivliginiñ rentgen nurınıñ quwatlılıǵına baylanıslı ózgerisi.



3-súwret. Gidrotermal metodi menen ósirilgen BaF₂ kristallnín sońǵı nurlanıwınıñ waqıtqa baylanıslı sóniw kinetikasi.

Elektronlardn lokalizatsiyalanip itimalligi kóbirek oraylar panjeredegi anionliq vakansiyalar (bos orin) hám qosimta ion menen qońılas anionliq vakansiyalar bolıwı mumkin. Bul keyingi oraylardn payda bolıwı minaday egerde panjeredegi +2 zaryadlı kationı bir zaryadlı ionlar orin almastırsa onda zaryadlı kompensatsiyalaw ushn dástlepki $2F^-$ dn ornına F^- bolsa jetkilikli, yaǵnıy ionliq vakansiya payda bolıwı kerek. Solay etip qozǵalıwshı V_k -oray, panjeredegi anionliq vakansiyada lokalizatsiyalanıǵan elektron menen yaǵnıy F-oray menen rekombinatsiyalanip $\lambda=305$ nm nurdı shıǵarsa, ol ionı menen qońılas F-oray

menen rekombinatsiyalanip λ dan ulken tolqn uzunliqta nur shıǵarıwı mumkin.

Porfionovishtn [5] jumıslarında kórsetilgenindey ionlı kristallarda Frenkel nuqsanlarınıñ payda bolıwı, onsha kúshli bolmaǵan energiyalı nurlar tásirinde anionnn bir neshe mártebe ionlanıw natijesinde kristalldn panjere túyinlerindegi awhalı turatlıq bolmay dógeregın qorshaǵan kationlardn elektrostatalıq iyteriwshı kúshi tásirinde júzege keledi.

Porfionovishtn kórsetken mexanizmi ionlı kristallardn tájriybede alıǵan radiatsiyalıq nuqsanlardı túsindiriwde ulken qızıǵıwshılıq payda etti. Teoriyalıq jumıslardn baqlawı boyinsha bir neshe mártebe ionlanıwınıñ jasaw waqtı yaǵnıy anionnn elektrondı uslap qalıw qalıw waqtı $10^{-14} - 10^{-15}$ sekundtı quraydı. Bul panjerenin terbeliw dáwiriniñ az bolǵanlıǵınan anion túyinler aralıǵına ótip kete alatuǵınday impuls ala almaydı. Sońǵı jılları eksperimentallıq natijelerge qaraǵanda atomlardagı bir neshe márte ionlanıw yarımótkizgishlerde noqatlıq nuqsanlardn payda bolıwın alıp keledi. Joqarida alıǵan gidrotermal metodi menen ósirilgen BaF₂ hám eritiw metodi menen ósken BaF₂ kristallardağı 305, 650 nm hámde 310 nm degi maksimum iymeklikler BaF₂ nín menshikli rentgenolyuminessensiya iymekligi bolıp esaplanadı.

Hám bul gidrotermal metodi menen ósirilgen BaF₂ (g) kristallında bul spektriniñ yarım biyikliginiñ eni 65 nm di quraydı. BaF₂ (g) kristallın lyuminofor sıpatında qollanıw mumkinshiligin anıqlaw ushn onıñ rentgenolyuminessensiya nıñ intensivliginiñ rentgen nurınıñ dozasına baylanıslı ózgerisin izertlegenimizde 2-súwrette kórsetilgenindey kóriniske iye boladı. Bunnan BaF₂ (g) kristallnín rentgenolyuminessensiya nıñ intensivliginiñ rentgen nurınıñ dozasına baylanıslı ózgerisi sızıqlı túrde bolatug'lnlgn kóriwge boladı. Bul lyuminofor sıpatında qollanıw mumkinshiligin beretuǵın tiykarǵı kórsetkishlerinen biri bolıp esaplanadı.

BaF₂ (g) kristallın lyuminofor sıpatında paydalanıw ushn rentgen nurınıñ tási toqtaǵannan keyin onıñ rentgenolyuminessensiya nıñ intensivliginiñ 20 ms ishinde 1000 mártebe kemeyip ulgeriwi kerek.

Mine usı qásiyetin izertlegenimizde 16-súwrette rentgeno-lyuminessensiya nıñ intensivliginiñ waqıtqa baylanıslı sońǵı nurlanıwınıñ sóniw kinetikasi kórsetilgen. Bunda gidrotermal metodi menen ósirilgen BaF₂ (g) kristallnín sońǵı nurlanıwınıñ intensivligi 20 ms ta emes al 5 ms ta aq mın mártebeden artıq kemeyip ulgeredi eken. 3-súwret. Demek bul kristallımız lyuminoforlarǵa qoyılatuǵın bul talapqada tolıq juwap beredi.

Ulıwmalastırıp aytqanda gidrotermal metodi menen ósirilgen BaF₂ kristallı lyuminaforlar ushn qoyılatuǵın barlıq talaplarǵa tolıq juwap beredi. Sonlıqtan bul kiritilgen kristaldı lyuminaforlar sıpatında kompyuterlik rentgenotomografiyada qollanıwǵa boladı.

Adabiyotlar

1. Beaumont J.A., Hayes W., Summers G.P., Twiddell J.W. An investigation of trapped holes and trapped excitons in alkaline earth fluorides. //Proc. Roy. Soc. 1970. V A315.-P 69-97.
2. Калдер К.А. Малышева А.Ф. Экситонные и электродырочные процессы в кристаллофосфорах на основе CaF₂ и SrF₂.// Оптика и спектроскопия. 1971. Т.31. Вып.2. -С.252.
3. Gluun T.J. F – centre luminescence from BaF₂. //J. Luminescence. 1991. –V. 48-49. –Pt-2. –P783-786.
4. Shi Chao-Shu., Kloiber Thomas., Zimmerer Georg. Time resolved spektro of intrinsic emissions from crystalline BaF₂. //Phys. Scr. 1990. V.41. №6. –P.1022-1024
5. Парфионович И.А., Пензина Э.Э. Электронные центры окраски в ионных кристаллах. –Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство. 1970.-С.53-55.

REZYUME. Ayni damda texnikaning tez sur'atlar bilan rivojlanishi toza lyuminafor materiallarni qidirib topish katta muammoli vazifalarni biri. So'nggi yillari ultrafiolet oblastda ishlaydigan lyuminaforlarni qidirib topish eng muxim masalalarning biri demakdir, sababi bunday materiallar tibbiyotda, yo'qori energiyali ko'zga ko'rinmaydigan nurlarni ko'zga ko'rinadigan nurlarga aylantiruvchi va xisoblovchi, yadroviy spektroskopiyada va boshqada ilm-fan texnika sohalarında keng tatbiq qilinadi. Gidrotermal metodi bilan yetishtirilgan BaF₂ kristallining lyuminafor sifatida foydalanish imkoniyatin aniqlash va bu kristallarda bo'lib o'tuvchi ionlovchi radiatsion nurlar ta'sirida bo'lib o'tuvchi xodisalarni o'rganishga zarur hissa qo'shadi. Xozirgi davrda ishlab chiqarishda va texnikada ionizatsiyalovchi radiatsiyaga chidamli yoki aksincha sezgir lyuminofor moddalar talab etiladi. Binobarin moddalarning radiatsion xususiyatlarini o'rganish katta ahamiyatga ega.

РЕЗЮМЕ. В настоящее время стремительное развитие технологий делает поиск чистых люминофорных материалов одной из самых сложных задач. В последние годы поиск люминофоров, работающих в ультрафиолетовой области, является одним из важнейших вопросов, поскольку такие материалы широко используются в медицине, преобразовании и подсчете высокоэнергетических излучений.

тических невидимых лучей в видимые лучи, ядерной спектроскопии и других науках. в технических областях. Она вносит необходимый вклад в определение возможности использования кристалла BaF_2 , выращенного гидротермальным методом, в качестве люминофора и в изучение явлений, происходящих в этих кристаллах под действием лучей ионизирующего излучения. В настоящее время в производстве и технологии требуются люминофоры, устойчивые к ионизирующему излучению или, наоборот, чувствительные. Поэтому изучение радиационных свойств веществ имеет большое значение.

SUMMARY. At present, the rapid development of technology makes the search for pure phosphor materials one of the most difficult tasks. In recent years, the search for phosphors operating in the ultraviolet region has been one of the most important issues, since such materials are widely used in medicine, conversion and counting of high-energy invisible rays into visible rays, nuclear spectroscopy, and other sciences. in technical areas. It makes a necessary contribution to determining the possibility of using a BaF_2 crystal grown by the hydrothermal method as a phosphor and to studying the phenomena that occur in these crystals under the action of ionizing radiation. Currently, production and technology require phosphors that are resistant to ionizing radiation or, conversely, sensitive. Therefore, the study of the radiation properties of substances is of great importance.

QURAMALÍ FUNKCIYALARDÍŇ TUWÍNDÍSÍN TABÍW USÍLLARÍ

N.Djumabaev – pedagogika ilimleriniň kandidati, docent

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

Tayansh so'zlar: murakkab funktsiyalar, funktsiya, hosila, usul, echim.

Ключевые слова: сложная функция, функция, производная, метод, решение.

Key words: complex function, function, derivative, method, solution.

«Matematika oqıtıw metodikası» páninen ámeliy sabaq waqtında ayırım studentlerdiń quramalı funkciyalardıń tuwındısın tabıwda kóp qáteliklerge jol qoyatuǵını kórinip turadı. Studentlerge metodikalıq járdem beriw maqsetinde quramalı funkciyalardıń tuwındısın tabıwǵa bir neshe misallar kórsetiwdi maqul taptıq:

1-mısal. $y = (1+x) \cdot \sqrt{3+x^2} \cdot \sqrt[3]{4+x^3}$ funkciyasınıń tuwındısın tabıń.

Sheshiw. Berilgen funkciyanı tómendegi turde jazıp alamız:

$$y = (1+x) \cdot \sqrt{3+x^2} \cdot \sqrt[3]{4+x^3} = (1+x) \cdot (3+x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (4+x^3)^{\frac{1}{3}}$$

Bul funkciyanıń tuwındısın tabıw ushın quramalı funkciyanıń kóbeymesin tuwındılaw qádesinen paydalanamız:

$$\begin{aligned} y' &= \left((1+x) \cdot \sqrt{3+x^2} \cdot \sqrt[3]{4+x^3} \right)' = (1+x)' \cdot (3+x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (4+x^3)^{\frac{1}{3}} + \\ &+ (1+x) \cdot \left((3+x^2)^{\frac{1}{2}} \right)' \cdot (4+x^3)^{\frac{1}{3}} + (1+x) \cdot (3+x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \left((4+x^3)^{\frac{1}{3}} \right)' = \\ &= (3+x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (4+x^3)^{\frac{1}{3}} + (1+x) \cdot \frac{1}{2} (3+x^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot 2x \cdot (4+x^3)^{\frac{1}{3}} + \\ &+ (1+x) \cdot (3+x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{3} (4+x^3)^{-\frac{2}{3}} \cdot 3x^2 = \sqrt{3+x^2} \cdot \sqrt[3]{4+x^3} + \\ &+ \frac{x(1+x) \cdot \sqrt[3]{4+x^3}}{\sqrt{3+x^2}} + \frac{x^2(1+x) \cdot \sqrt{3+x^2}}{\sqrt[3]{(4+x^3)^2}} = \\ &= \frac{(3+x^2)(4+x^3) + (x+x^2)(4+x^3) + (x^2+x^3)(3+x^2)}{\sqrt{3+x^2} \cdot \sqrt[3]{(4+x^3)^2}} = \\ &= \frac{12+3x^3+4x^2+x^5+4x+x^4+4x^2+x^5+3x^2+x^4+3x^3+x^5}{\sqrt{3+x^2} \cdot \sqrt[3]{(4+x^3)^2}} = \\ &= \frac{12+4x+11x^2+6x^3+2x^4+3x^5}{\sqrt{3+x^2} \cdot \sqrt[3]{(4+x^3)^2}}; \text{ бунда } x \neq \sqrt[3]{-4}. \end{aligned}$$

2-mısal. $y = \sin(\cos^2(tg^3x))$ funkciyasınıń tuwındısın tabıń.

Sheshiw. Berilgen funkciyanıń tuwındısın tómendegishe tabamız:

$$\begin{aligned} y' &= \left(\sin(\cos^2(tg^3x)) \right)' = \cos(\cos^2(tg^3x)) \cdot (\cos^2(tg^3x))' = \\ &= \cos(\cos^2(tg^3x)) \cdot (2\cos(tg^3x)) \cdot (\cos(tg^3x))' = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \cos(\cos^2(tg^3x)) \cdot (2\cos(tg^3x)) \cdot (-\sin(tg^3x)) \cdot (tg^3x)' = \\ &= -3\cos(\cos^2(tg^3x)) \cdot 2\cos(tg^3x) \cdot \sin(tg^3x) \cdot (tg^2x) \cdot (tgx)' = \\ &= -3\cos(\cos^2(tg^3x)) \cdot \sin(2tg^3x) \cdot tg^2x \cdot \frac{1}{\cos^2x}; \end{aligned}$$

3-mısal. $y = \sqrt{1+\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{1+x^4}}}$ funkciyasınıń tuwındısın tabıń.

Sheshiw. Berilgen funkciyanıń tuwındısın tabıw ushın quramalı funkciyanı tuwındılaw qádesinen paydalanamız:

$$\begin{aligned} y' &= \left(\sqrt{1+\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{1+x^4}}} \right)' = \frac{1}{2\sqrt{1+\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{1+x^4}}}} \cdot \left(1+\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{1+x^4}} \right)' = \\ &= \frac{1}{2\sqrt{1+\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{1+x^4}}}} \cdot \frac{1}{3} \left(1+\sqrt[4]{1+x^4} \right)^{\frac{2}{3}} \left(1+\sqrt[4]{1+x^4} \right)' = \\ &= \frac{1}{6\sqrt{1+\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{1+x^4}}}} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{(1+\sqrt[4]{1+x^4})^2}} \cdot \frac{1}{4} (1+x^4)^{\frac{3}{4}} (x^4)' = \\ &= \frac{1}{6\sqrt{1+\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{1+x^4}}}} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{(1+\sqrt[4]{1+x^4})^2}} \cdot \frac{1}{4} (1+x^4)^{\frac{3}{4}} \cdot 4 \cdot x^3 = \\ &= \frac{1}{6\sqrt{1+\sqrt[3]{1+\sqrt[4]{1+x^4}}}} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{(1+\sqrt[4]{1+x^4})^2}} \cdot \frac{x^3}{\sqrt[4]{(1+x^4)^3}}; \end{aligned}$$

4-mısal. $y = x + x^x + x^{x^x}$ funkciyasınıń tuwındısın tabıń.

Sheshiw. Berilgen funkciyanı tómendegi turde jazıp alamız:

$$\begin{aligned} y &= x + x^x + x^{x^x} = x + e^{\ln x^x} + e^{\ln x^{x^x}} = \\ &= x + e^{x \ln x} + e^{x^x \ln x} = x + e^{x \ln x} + e^{e^{x \ln x} \ln x}; \end{aligned}$$

Endi bul funkciyanı tuwındılaymız:

$$\begin{aligned} y' &= \left(x + x^x + x^{x^x} \right)' = \left(x + e^{x \ln x} + e^{e^{x \ln x} \ln x} \right)' = \\ &= 1 + e^{x \ln x} \cdot (x \ln x)' + e^{e^{x \ln x} \ln x} \cdot \left(e^{x \ln x} \ln x \right)' = \\ &= 1 + e^{x \ln x} \cdot (\ln x + 1) + e^{e^{x \ln x} \ln x} \cdot \left(\frac{e^{x \ln x}}{x} + e^{x \ln x} (\ln x + 1) \cdot \ln x \right) = \\ &= 1 + x^x \cdot (\ln x + 1) + x^{x^x} \left(\frac{x^x}{x} + x^x (\ln x + 1) \cdot \ln x \right) = \\ &= 1 + x^x \cdot (\ln x + 1) + x^{x^x} (x^{x-1} + x^x (\ln x + 1) \cdot \ln x); \end{aligned}$$