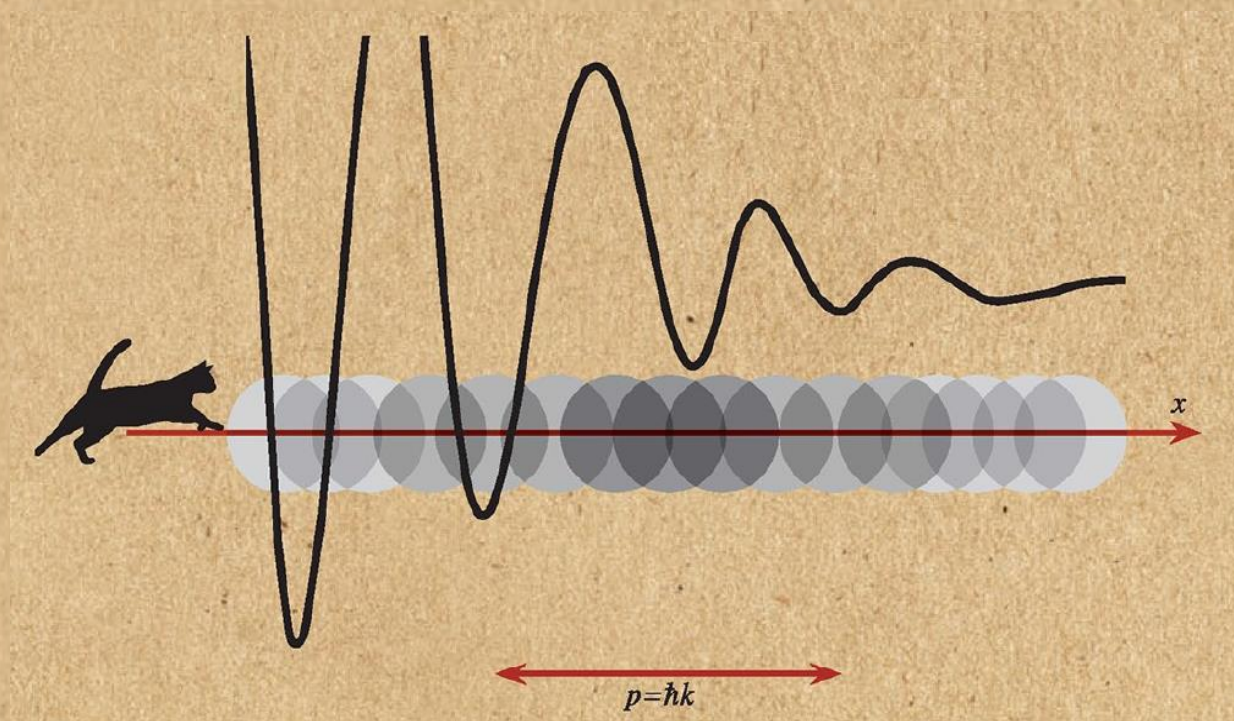


Kvant nazariyasi uchun 3 daqiqadan

Kvant fizikasiga oid 50 ta eng muhim va eng qiziqarli hodisalar haqida 3 daqiqadan hikoya qilinadi



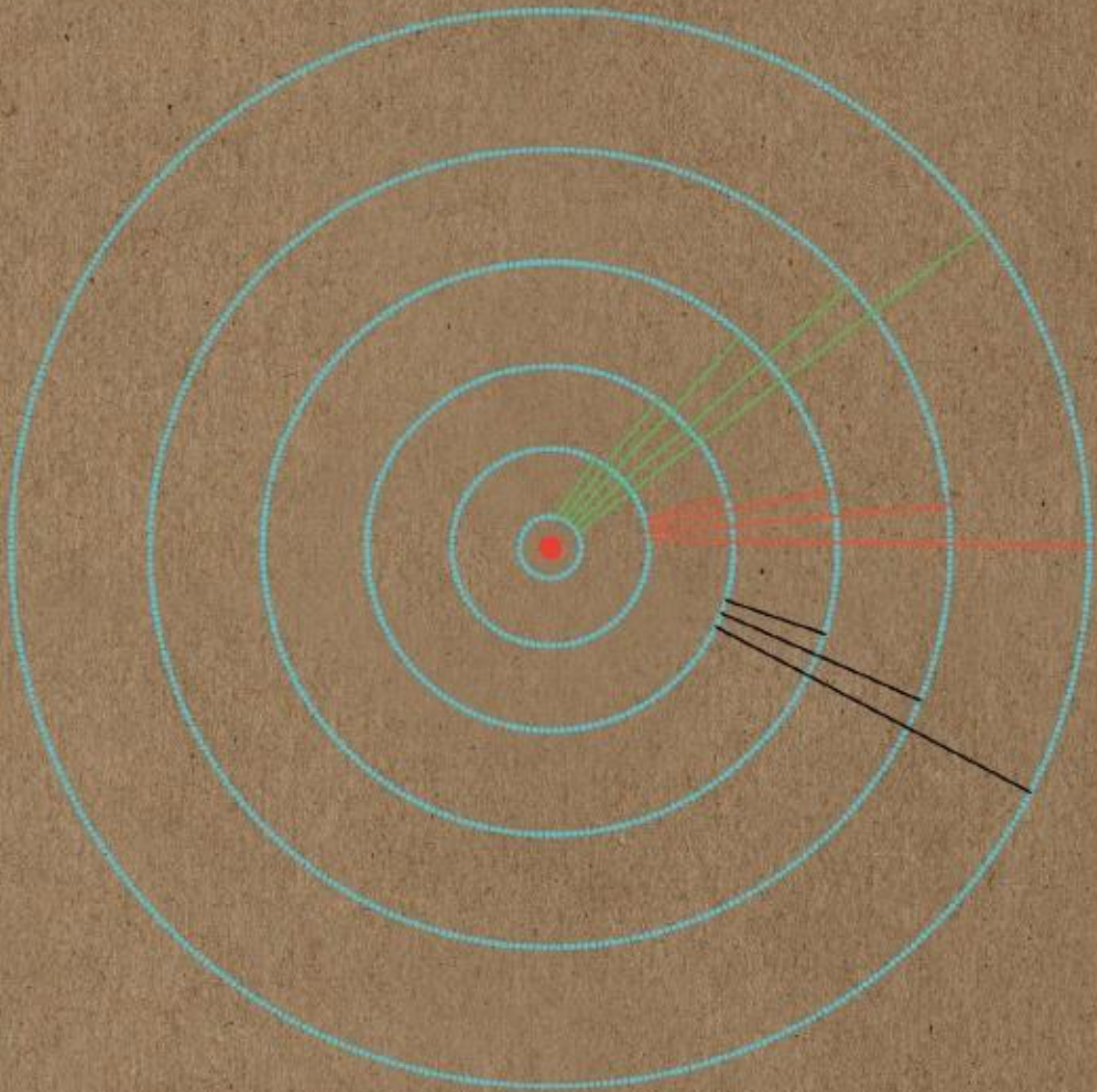
Muharrir: Brayan Klegg

www.Orbita.Uz
kutubxonasi

Kvant nazariyasi

uchun 3 daqiqadan

Muzaffar Qosimov tarjimasi



Kvant nazariyasi

uchun **3** daqiqadan

Kvant fizikasiga oid 50 ta eng muhim va eng qiziqarli hodisalar haqida 3 daqiqadan hikoya qilinadi.

Muharrir
Brayan Klegg

Mualliflar:

Filipp Boll
Brayan Klegg
Leon Klifford
Frenk Klouz
Sofi Xebden
Aleksandr Xellemans
Sheron Enn Xolgeyt
Endryu Mey

© Ivy Press Limited, 2014

© www.Orbita.Uz, 2018

www.Orbita.Uz

kutubxonasi

2018

Muqaddima

Brayan Klegg

Tan olish kerak, bizga maktabda o'rgatiladigan fizika odatda anchayin zerikarli bo'ladi. Maktab fizika kursining asosiy qismini asosan XIX-asrga taalluqli ulug'vor fizika mavzulari tashkil qiladi va bu fizikada, tasodiflarga, hamda, tan olingan haqiqatlarga nisbatan shubhaga borishga o'rin yo'q. Taassufki, biz maktab yoshidagi bolalarni fizikaning eng qiziqarli va maftunkor qismi – kvant fizikasi bilan deyarli tanishtirmaymiz.

Ajabtovur mikrodujyo

Olamda hamma narsa juda mayda zarralardan – atomlardan tashkil topganligi haqidagi g'oyaning ildizlari juda qadimgi zamonlarga borib taqaladi. Atom so'zining ma'nosi qadimgi yunon tilidagi «*atomos*», ya'ni, «*bo'linmas*» degan so'zdan kelib chiqqan. Lekin, ushbu g'oya juda uzoq asrlar davomida boshqacharoq yanglish fikr va ta'limotlarning soyasida qolib ketdi. Xususan, shunday yanglish ta'limotlardan biri – olamda hamma narsaning asosini to'rt unsur – yer, suv, havo va olov tashkil qilishi haqidagi qadimgi ta'limot edi. XIX asr oxiriga kelib esa, garchi olimlar hali atom o'zi nima ekanini oxirigacha aniq-tiniq bilib yetmagan bo'lsalar-a, harholda atom ta'limoti mukammal nazariy konsepsiya sifatida, ilm-fanda o'zining mustahkam o'rniga ega bo'lib oldi va ko'plab fizik va kimyoviy jarayonlarni tushunishda katta o'rin tuta boshladi. Borliqdagi barcha-barcha narsani, odam tanasidan tortib, mayda chang zarrasigacha bo'lgan hamma narsani tashkil qiluvchi o'sha kichik zarrachalar bo'libgina qolmay, balki, atomlar o'zlarining g'ayrioddiy xossalari bilan ham olimlarning keskin hayrat va qiziqishlarini keltirib chiqardi. Avvaliga, olimlar atomlar va ularning tarkibiy qismlari ham o'zini xuddi oddiy jismlar kabi tutadi, faqat bunda o'lchamlar va miqyos-mashtab juda kichik bo'ladi xolos degan fikrda edilar. Shu sababli ham, atomlar fazoda xuddi tennis to'p singari uchadi, faqat bunda o'lchami juda-juda kichik zarracha bo'ladi degan o'y mavjud edi. Atomlar ham o'ziga xos tarkibiy qismlardan tuzilishi va atomlarning ham o'z ichki strukturasi mavjudligi kashf qilingach esa, atom tuzilishiga oid bir necha xil nazariyalar taklif qilina boshladi. Shunday nazariyalardan biriga ko'ra, atomni – ichiga mayiz solib pishirilgan non singari tasavvur qilingan va bunda mayizlar – manfiy zaryadga ega zarrachalar bo'lib, ular musbat zaryadga ega xamir bo'ylab bir tekis taqsimlanib yoyilgan deb xayol qilingan. Lekin, keyinchalik bunday nazariyaning tagida hech qanday asos yo'qligi ma'lum bo'ldi va aksincha, atomning deyarli barcha massasi uning yadrosida markazlashgani ma'lum bo'ldi. Shundan keyin, atom tuzilishiga oid mitti «Quyosh tizimi» modeli o'rtaga tashlandi.

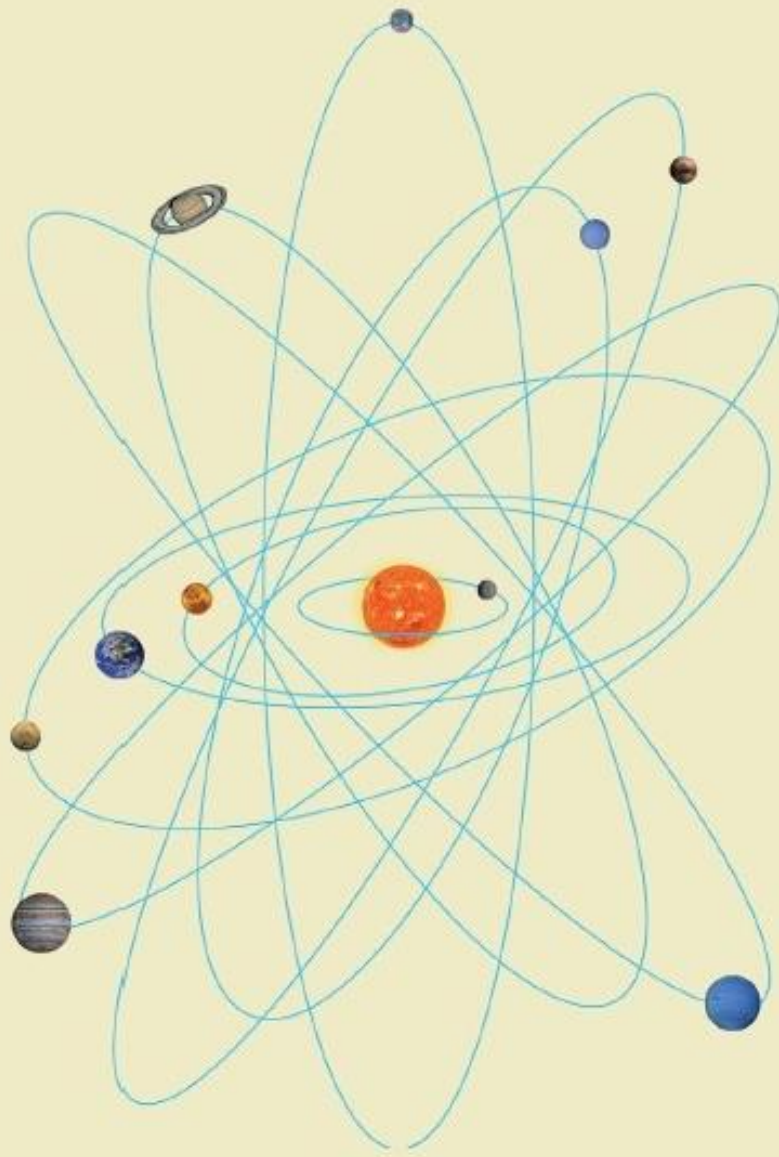
Kvant inqilobi

Ammo, tez orada avvalgi «samimiy» fizika tarafdorlarining hafsalasi pir bo'ldi. Chunki, atom tuzilishining bunday modeli ham amalda bo'lishi mumkin emas edi. Xuddi Quyosh tizimi singari tuzilishga ega bo'lgan, ya'ni, markazda Quyosh-yadro bo'lgan va uning atrofida sayyoralar-elektronlar aylanayotgan tarzida tasavvur qilingan ko'rinishdagi atom beqaror zarracha bo'lgan bo'lardi va unda, kvant zarrachalarining xatti harakatini ham avvaldan aniq bilish mumkin bo'lardi (xuddi tennis to'pining qayerga borib tushishini avvaldan bilsa bo'lganidek). Kvant nazariyasining rivojlanib borishi sari, olimlarga shunday ajabtovur narsalar namoyon bo'la boshladiki, ma'lum bo'lishicha, biz bilgan va ko'nikkan olam (uni makrodunyo deb ataymiz) va kvant zarrachalari olami – mikroduyodagi fizik hodisalar orasida aql bovar qilmas katta tafovut mavjud ekan. Bizning makrodunyoda tennis to'pini ulotqirganda, uning massasi va unga berilgan kuchga ko'ra to'pning trayektoriyasini aniq hisoblash va oldindan bilish mumkin. Kvant zarralarining o'zini qanday tutishini esa, faqat ma'lum ehtimollik bilan, oldindan taxminan bilish mumkin xolos. Kvant zarrachalari tabiatida noaniqlik tamoyili avvalboshdan (yaratilishdan) mavjud bo'lib, ushbu tamoyil ochilmagunicha, kvant zarralarining u yoki bu holatda o'zini qay tarzda tutishini bilishning imkoni bo'lmagan.

Bu narsa Eynshteynning boshini qotirib, tashvishga solib qo'ydi. U shunday yozgan edi: *«Men, nurlanish ta'sirda uchib chiqayotgan elektronning nafaqat o'z harakati davomiyligini, balki, harakat yo'nalishini ham o'z xohish-irodasi bilan tanlashi haqidagi g'oyani ma'qullay olmayman. Agar shunday bo'lgan taqdirda, men yaxshisi kosib bo'lganim, yoki, o'yinxonalarda xizmatchi bo'lganim yaxshi edi»*. Uning yanada mashhur bo'lgan iborasi esa «Xudo gardkam o'ynamaydi» - tarzida yangragan. Lekin, ushbu g'oya garchi Eynshteynga yoqmagan bo'lsa-da, boshqa olimlar uchun qiziqarli va asosli bo'lib ko'rindi.

Amerikalik buyuk fizik Richard Feynman shunday hikoya qilgan edi: *«Men sizlarga Tabiatning nima ekanligini aytib beraman, va agar u sizga ma'qul kelmasa, ehtimol siz buni tushunmagan bo'lasiz... Kvant fizikasi Tabiat haqida ongli ravishda bo'lmag'ur gaplarni gapiradi. Eng asosiysi, biz uchun bo'lmag'ur gap bo'lib ko'ringan o'sha narsalarning haq ekanini amaliy-eksperimentlar tasdiqlab turadi. Shu sababli, umid qilamanki, siz Tabiatni qanday bo'lsa shundayligicha, o'sha bo'lmag'ur g'oyalari bilan qabul qilasiz»*.

O'ylaymanki, ushbu kitob, xuddi Feynman aytganidek, bir qarashda bo'lmag'ur bo'lib tuyuladigan, lekin, aslida bag'oyat maftunkor va qiziqarli bo'lgan kvant mikroduyosi ajoyibotlaridan boxabar bo'lishga va unlardan hayratlanib, go'zalligidan bahramand bo'lishingizga xizmat qiladi.



Nazariyani bir boshdan...

Biror bir boshqa nazariyani kichik-kichik bo‘laklarga taqsimlab, uni odamlar oson tushunadigan va tez uqadigan qilib ajratishning ehtimolim kam. Biroq, kvant nazariyasi bundan mustasno. Kitobda tilga olingan kvant nazariyasiga taalluqli 50 ta mavzu 7 ta ruknlarga bo‘lib bayon qilingan va ularning har biri ushbu jozibador fizik nazariyaning muayyan bir sohasiga tegishlidir. Tabiiyki, biz so‘zimizni **Nazariyaning tavalludi** ruknidan boshlaymiz va unda atomlarning biz bilgan boshqa obyektlardan farq qilmasligini ta’kidlovchi eskicha tushunchalar qanday qilib inqirozga yuz tutgani va bunda aniq o‘lchashlar va kuzatishlar natijasida olimlar atomlarning nimaning evaziga barqaror turishini tushuntirishga uringanliklarini ko‘ramiz. Bu esa, oxir-oqibatda mumtoz fizikadan tubdan farq qiluvchi, tamomila boshqacha yondoshuvni taqozo etganini namoyon qiladi.

Keyin esa biz **Asosiy tushunchalar** rukniga o‘tamiz va unda kvant fizikasining asosida yotuvchi eng muhim, ustuvor ilmiy tushunchalar bilan tanishamiz. Ular orasida, Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili singari, shunchaki fizika fani doirasidan chiqib, zamonaviy kundalik hayotning bir qismiga aylangan tushunchalar sizni hayratlantirmay qo‘ymaydi. Asosiy tushunchalardan boxabar bo‘lgach esa, biz ulardan foydalangan holda, biz har kuni, har qadamda to‘qnash keladigan hodisalarni ilmiy nuqtai nazardan izohlashga kirishishimiz mumkin bo‘ladi va bu ishni biz kitobning «**Yorug‘lik va materiya fizikasi**» ruknidan boshlab yuboramiz. Kvant elektrodinamikasi, ya’ni, amalda deyarli barcha narsani – qanaqasiga yorug‘lik bizning tanamizni isitishdan tortib, nimaga biz o‘tirgan stulda oraliqdan tushib ketmasligimizgacha bo‘lgan narsalarni tushuntirib beruvchi nazariya bizga kvant dunyosiga nisbatan umuman boshqa ko‘z bilan qarashimiz lozimligini namoyish ko‘rsatib beradi. Kvant nazariyasi ichida, kuzatilayotgan hodisalarning avvaldan taxmin qilingan fikrlar bilan katta aniqlikda muvofiq kelishi nuqtai nazardan aynan kvant elektrodinamikasi eng muvaffaqiyatli nazariya bo‘lib chiqdi.

Keyin esa biz kvant fizikasidagi eng asosiy hodisalari haqida hikoya qiluvchi **Kvant hodisalari va ularning izohlari** rukni bilan tanishamiz. Bu ruknda, biz qanday qilib oyna orqali tashqarini va ko‘zguda aksimizni ko‘rishimiz, kvant tunnel effektining Quyosh uchun qanday ahamiyati borligi singari mavzularda suhbatlashamiz va shuningdek, eng kvant hodisalari haqidagi turli izohlar bilan tanishamiz. Bu nuqtai nazardan kvant fizikasi – noyob fandır. Kvant fizikasi siz bilan biz hayotda kuzatayotgan narsalar haqida avvaldan taxmin qilinish bo‘yicha nihoyatda yaxshi qurol bo‘lsa-da, lekin, o‘sha hodisalarning o‘zi aslida nima ekanini haligacha hech kim bilmasligi bilan qiziq. Kopengagen izohi, ko‘p olamli izoh, yoki, Bom izohi singari talqinlarda kuzatilayotgan hodisalar uchun qandaydir izoh berishga va ular asosida kvant fizikasining qandaydir bir «tub mohiyat»ni tushunib yetish uchun o‘ziga xos sinch (karkas) yasashga uriniladi. Biroq, bunday izohlarning birortasi hozirgacha o‘z ustunligini ko‘rsatmadi va ilmiy yakdillikka sabab bo‘lmadi. Olimlar uchun ham, u yoki bu kvant izohini tanlash yoki, to‘g‘ri deb qabul qilish masalasi, muayyan ilmiy mantiqqa asoslangan qarordan ko‘ra, har kim uchun o‘z shaxsiy tushunchalaridan kelib chiquvchi tanlov bo‘lib qolmoqda. Keyingi ruknda esa biz kvant fizikasining eng qiziq fenomeni bo‘lmish **Kvant chigalligi** bilan tanishamiz. Kvant chigalligini Eynshteyn « vahimali uzoqdan

ta'sir» deb atagan edi va ushbu tamoyil orqali kvant fizikasini diskretlamoqchi bo'lgandi. Ushbu tamoyilga ko'ra, kvant zarrachalari bir-biri bilan masofadan turib ham o'zaro ta'sirlashishi mumkin va bu ta'sirning ro'y berishi uchun vaqt talab qilinmaydi, ya'ni, har qanday o'zaro ta'sir bir lahzaning o'zida sodir bo'ladi. Bu g'oya esa, Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasiga, xossatan, undagi postulatlardan eng asosiysi – yorug'lik tezligining chekli ekani haqidagi uqtirishlarga nisbatan shubha uyg'otadi. Vaholanki, amaliy tajribalar takror va takror shuni ko'rsatmoqdaki, bunday kvant chigalligi amalda haqiqatan ham mavjud ekan! Kvant nazariyasining amaliy qo'llash sohalari ham aynan ushbu tamoyilga asoslangan bo'lib, xususan, kvant shifrlash va kvant kompyuterlari singari amaliy-muhandislik ilmlari aynan kvant chigalligi asosida ishlaydi.

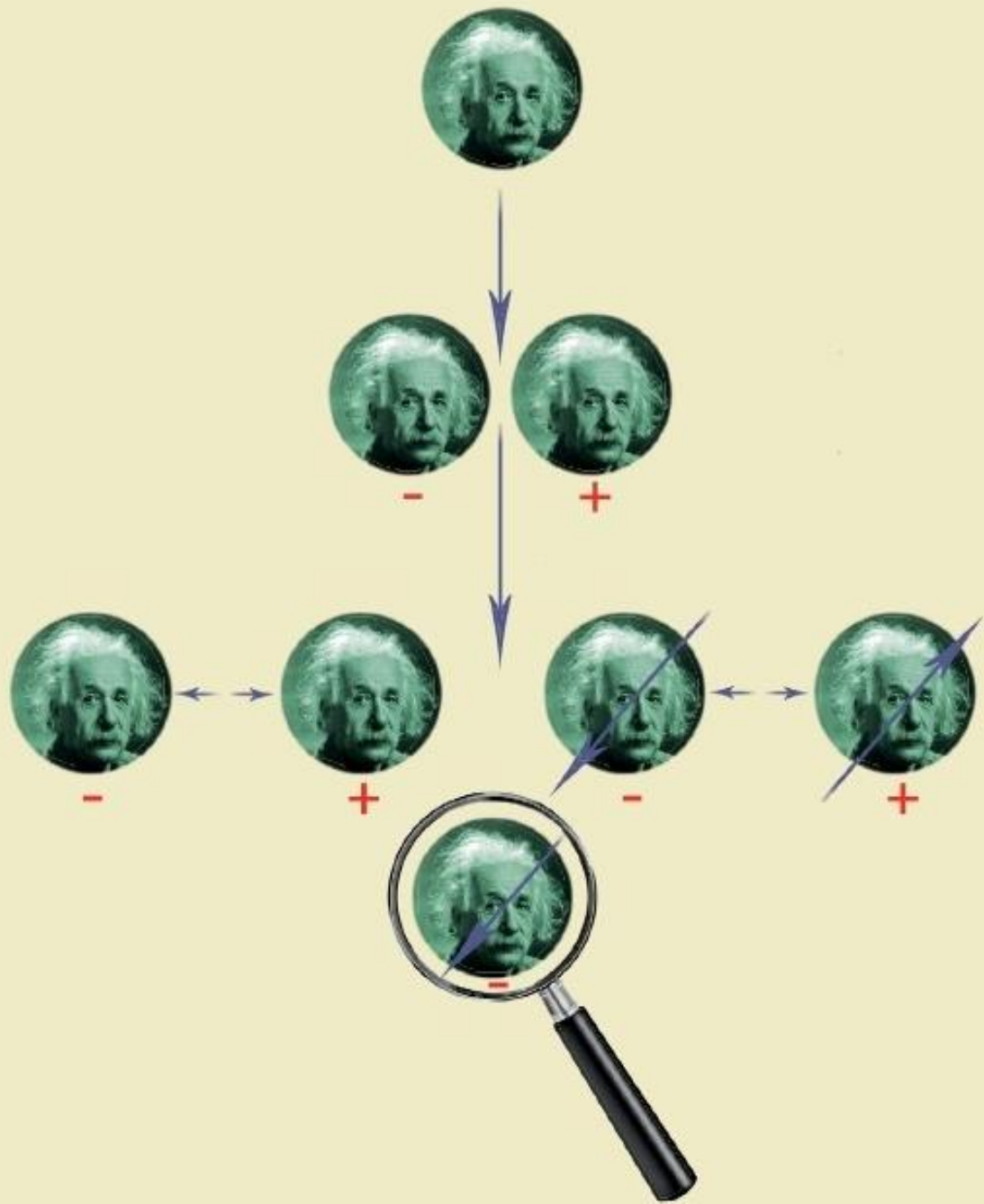
So'ngi ikki rukn esa, bizning kundalik turmushimizga kirib kelayotgan kvant texnologiyalari hamda, kvant nazariyasiga ko'ra imkonli bo'lgan aql bovar qilmas farazlar haqida to'xtalamiz. «**Kvant fizikasi amalda**» - deb nomlangan ruknda biz ushbu nazariya tufayli ixtiro qilingan va bugungi kundalik turmushimizning ajralmas qismiga aylangan muhim texnik vositalar, xususan, tranzistor, magnit-rezonansli tomograf, lazer va boshqa texnika yutuqlari haqida gaplashamiz. Albatta, biz har safar muayyan bir elektr asbobdan foydalanganimizda, biz o'zimiz bilib, yoki bilmagan holda kvant effektlaridan amaliy naf chiqarayotgan bo'lamiz. Shunga qaramay, so'nggi yillarda elektronika sohasida kvant tamoyillarining qo'llanishi shu darajada chuqur va yaqqol bo'lmoqdaki, ayrim manbalarga ko'ra, rivojlangan mamlakatlardagi internet bog'lanishlarining uchdan bir qismi kvant texnologiyalari asosida ishlayotgani ta'kidlanmoqda.

Kvant sarhadlari rukniga keladigan bo'lsak, bu qismda biz hozircha faqat nazariy-gipotezalarda ko'rib chiqilayotgan va nazariy jihatdan imkonli bo'lgan, amalda ham uddalanishi mumkin bo'lgan juda qiziqarli, deyarli fantastik kvant hodisalari haqida so'z yuritamiz. Masalan, ushbu ruknda siz, favqulodda past haroratlarda bo'lishi mumkin bo'lgan va hatto vakuumda ham to'liq bo'shliq mavjud emas deb da'vo qiladigan nazariy energetik holat – nol nuqta energiyasi haqida mutolaa qilasiz. Shuningdek, mazkur rukn sizga kvant fizikasi tamoyillarini atom yadrolari, gravitatsiya, hamda hatto biologiyaga qanday tadbiiq qilinishini ko'rsatib beradi.

Nazariyaga sho‘ng‘ish

Mavzularning ham biri ajoyib illyustratsiyalar bilan ta‘minlangan bo‘lib, mavzuni o‘qish va tushunish uchun qulay qilish maqsadida, uni bir necha qismlarga ajratib bayon etdik. Nazariya haqidagi asosiy ma‘lumotlar 30 soniyaga mo‘ljallangan. Shuningdek, ushbu eng muhim ma‘lumotni to‘ldiradigan va boyitadigan 3 soniyalik ixcham va muhim ilmiy fakt keltirib o‘tiladi. Agar, bayon qilingan mavzuga nisbatan sizda kuchliroq qiziqish uyg‘onsa, unda siz mavzuga chuqurroq sho‘ng‘ish uchun, qo‘shimcha ravishda «3 daqiqalik mulohaza» qismini ham mutolaa qilib chiqishingiz mumkin. Albatta, har bir mavzu uchun, ushbu mavzu bilan bog‘liq bo‘lgan boshqa mavzular ham mavjud. «3 soniyalik biografiya» bo‘limi esa, joriy mavzu yuzasidan mehnat qilgan va uni shakllantirgan, rivojlantirgan olimlar haqida hikoya qilib o‘tadi.

«Kvant nazariyasi uchun 30 soniya» shaklidagi formatning o‘zi ham, zamonaviy ilm-fanning eng hayratomuz, eng ajabtovur va eng qiziqarli sohasi bo‘lgan – kvant fizikasi sohasini, ta‘bir joiz bo‘lsa, o‘qish va uqish uchun qulay «kvant»larga ajratib taqdim qiladi. Bu esa, niyat qilamizki, mazkur bag‘oyat maftunkor ilmni o‘rganishda va o‘zlashtirishda siz aziz kitobxonga o‘ziga xos qulaylik, yengillik va ishtiyoq baxsh etadi. Biz atrofimizda ko‘rib, bilin, sezib, his qilib turgan hamma-hamma narsaning tub asos mohiyatida kvant zarralari yotadi; lekin, o‘sha zarrachalarning o‘zi esa, biz ko‘nikkan olam manzarasidan tamomila tubdan, favqulodda katta farq qiladi. Kvant fizikasining kishini hayajonga soluvchi va hayratga cho‘mdiruvchi maftunkor paradoksi aynan shu jihat bo‘lib, mutolaa davomida sizga uni tanishtirishga harakat qilamiz. Ishoning, kitobda bayon qilingan ilmiy faktlar sizni hayajonga solmay qo‘ymaydi...



Nazariyaning tavalludi ○

Asosiy tushunchalar

Chastota – biror bir hodisa yoki o'zgarishlarning vaqt birligi ichida takrorlanish miqdori.

Chastota to'liq hodisalarini bayon qilishda qo'llaniladi. Chastota gers birligida o'lchanadi va ifodalanadi. 1 gers chastota – 1 soniyada bir marta tebranish demakdir. To'liq chastotasi esa, to'liq tezligi va uzunligi orasidagi nisbat bo'ladi. Kvant obyektlari uchun chastota obyekt energiyasiga proporsional bo'ladi.

Fotonlar – yorug'likning kvant zarrachalari, elektromagnit nurlanishni tashuvchi zarrachalar. XX asrgacha, yorug'lik to'liq tabiatini namoyon qiladi deb qaralar edi. Lekin, keyinchalik, ham nazariya, ham eksperimental fizika shuni aniq ko'rsatib berdiki, yorug'lik ham massaga ega bo'lmagan zarrachalardan iborat ekan.

Kvant – fizika fanida qandaydir bir kattalikning eng kichik, bo'linmas bo'lak-birligini (porsiyasini) kvant deyiladi. Bu so'z lotincha «*quantum*», ya'ni, «qancha?» ma'nosini bildiruvchi so'zdan kelib chiqqan. Kvant fizikasi esa, materiya va energiyaning eng kichik bo'laklarini va ularning xatti-harakatini o'rganadi. Kvant fizikasidagi barcha o'lchashlar, bo'lak-bo'lak, qism-qism holdagi (porsiyalar) ya'ni, diskretlik, xossasini namoyon etadi. Misol uchun vatanimizdagi o'rta statistik oila degan tushunchani ko'rishimiz mumkin. Manbalarda, o'rta statistik oilada 2,3 ta farzand mavjudligi ko'rsatiladi. Lekin biz, sog'lom aql bilan shuni juda-juda yaxshi bilamizki, hech qachon biror

oilada 1,3 ta yoki, 1,7 ta farzdan bo'lmaydi. Farzandlar soni aniq butun sonda, ya'ni, yoki 1 ta, yoki 2 ta, yoki 3 ta va ho kazo bo'ladi. Mamlakat miqyosida oilalar soni va bolalar soni umumiy taqqoslangandagi yuqoridagi kabi kasr son chiqishi mumkin. Lekin, har bir aniq oilada, farzandlar diskret tarzda, ya'ni, alohida-alohida dunyoga keladi va muayyan oiladagi farzandlar soni faqat va faqat butun son bilan ifodalanadi.

Kvant sakrashi – sistemaning kvant holatining bir holatdan ikkinchisiga, bir energetik pog'onadan ikkinchisiga sakrab o'tishi. Masalan, elektronning bir orbitadan ikkinchisiga o'tishi shunday jarayon. Ko'pchilikning fikrida ommaviy o'rnatilgan qolgan g'aliz tushunchalarga qarshi o'laroq, kvant sakrashlari juda kichik o'zgarishlardan iborat bo'ladi xolos.

Leptonlar – yarim ($1/2$) spinli fundamental zarrachalar bo'lib, ulardan eng keng tanilgani – elektron bo'ladi. Shuningdek, leptonlarga misol tariqasida myuonlar, tau-zarrachalar, hamda, neytrinoning uch xil turini ko'rsatish mumkin.

O'zaro to'ldirish tamoyili – kvant fizikasida, o'lchash jarayoni bevosita o'lchash natijasiga ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun, odatda, kuzatish va o'lchash natijalari bir-biriga zid kelishi ko'p uchraydi. Masalan, kuzatuv usuliga bog'liq holda, yorug'lik yoki to'liq, yoki, zarracha bo'lib ko'rinishi mumkin; lekin, hech qachon bir vaqtning o'zida ham

to'liqin, ham zarracha bo'lib ko'rinmaydi. O'zaro to'ldirish tamoyiliga ko'ra, real holatda ham, ushbu ikkala xossa kuzatilayotgan hodisaga bir vaqtning o'zida, birvarakayiga taalluqli bo'lib, ularning bir ikkinchisiz yakka holda kuzatilmaydi.

Plank doimiysi – tabiatdagi fundamental tabiiy doimiy (konstanta). Nazariya tushunchalariga ko'ra, plank doimiysini «harakat kvanti» deyish mumkin. Bunda harakat deganda, muayyan traektoriya bo'yicha harakatlanayotgan sistema energiyasining matematik modeli nazarda tutiladi. Ushbu doimiyni mashhur fizik Maks Plankning o'zi h belgisi bilan ifodalagan bo'lib, u foton energiyasi bilan uning rangi (chastotasi) orasidagi munosabatni ifodalaydi. Plank doimiysining son qiymati juda kichik, u $6,6 \times 10^{-34}$ joul/soniya ga teng.

Plank formulasi – fotonning energiyasi va chastotasi orasidagi nisbatni ifodalovchi $E=h\nu$ ko'rinishidagi formula – Plank formulasi. Bu o'rinda: h – plank doimiysi; ν esa – chastota.

Qora jism – nazariyaga ko'ra, o'ziga kelib tushayotgan har qanday elektromagnit nurlanishlarni, shu jumladan har qanday yo'nalish va chastotadagi yorug'likni yutib yuboradigan va o'zidan hech qanday akslantirish chiqarmaydigan gipotetik obyekt. Agar, harorat doimiy bo'lsa, qora jism chiqarayotgan yorug'lik spektri (nurlanish spektri) istisnosiz ravishda faqat va faqat uning haroratiga bog'liq bo'ladi (tarkibiga emas).

Qora tuynuk – fazodagi shunday bir hududki, unda materiya favqulodda katta miqdorda to'plangan bo'lib, u o'z gravitatsiyasi ta'sirida, o'z-o'zining ichkarisiga siqilib boradi. Odatda, qora

tuynuklar o'ta katta massaga ega bo'lgan yulduzning o'limi natijasida vujudga keladi. Qora tuynuk chegarasi esa, qora tuynuk markazidan shunday bir masofada joylashgan chegaraki, ushbu chegaradan ichkariga o'tgan hech bir narsa, shu jumladan yorug'lik ham hech qachon ortga qaytib chiqa olmaydi. Ushbu chegarani fanda «Hodisalar gorizonti» deyiladi. Qora tuynukning o'zi esa, singulyarlikni namoyon qiladi. Ya'ni, ushbu obyekt o'lchamsiz obyektidir.

To'liqin uzunligi – to'liqinning to'liq siklni o'tab, boshlang'ich holatiga qaytadigan masofasi, to'liqin uzunligi – tezlikning chastotaga nisbatiga teng.

Xoking nurlanishi – Stiven Xoking tomonidan taxmin qilingan kvant effekti bo'lib, fazoda virtual zarrachalarning o'ta tezkor paydo bo'lishi va yo'qolishini bildiradi. Odatda, bunday zarrachalarning paydo bo'lishi va yo'qolishining izi qolmaydi, lekin, agar ushbu hodisa qora tuynukning hodisalar gorizonti qismida sodir bo'lsa, unda, zarrachalardan birini qora tuynuk o'z qa'riga tortib ketishi mumkin, boshqa bir zarracha esa undan uchib ketib, uchish jarayonida o'zidan nurlanish chiqarishi mumkin (shu sababli ham Xoking qora tuynuklarni «aslida unchalik ham qora emas» - deydi). Xoking nurlanishi bu – qora jism nurlanishiga oid bir misol bo'lib, u qora tuynuk massasiga teskari proporsional bo'lgan haroratdagi qora jism nurlanishiga ekvivalenti bo'ladi.

Ultrabinafsha halokati

3 soniyalik fakt

Plank, «ultrabinafsha halokati» masalasiga yechim topish uchun, energiya alohida-alohida ulushlar (porsiyalar) tarzida nurlanadi degan g'oyani taklif qilgan.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Ideal qora jism bir qarashda ancha g'alati nazariy yasash bo'lib ko'rinadi. Lekin, aslida u istalgan qizitilgan obyektning o'zini qanday tutishini tushuntirish uchun qo'llaniladigan shunchaki shartli konstruktsiya xolos. Qora jism tushunchasidagi asosiy g'oya shundaki, jismning harorati qanchalik yuqori bo'lsa, u nurlatayotgan elektromagnit nurlanishlarning to'lqin uzunligi ham shunga muvofiq kamayib boradi. Elektr qizdirgich asboblari va yulduzlar ham o'zini shunday tutadi. Qora tuynuklar ham, Xoking nurlanishi chiqarish orqali, o'zini xuddi qora jism singari namoyon qiladi.

Kvant mexanikasining qiziqarli tarixini hikoya qilishda, odatda, «ultrabinafsha halokati» deb nomlanuvchi hodisaga katta e'tibor qaratiladi. XIX-asr oxiriga kelib, o'z nazariyalarini mumtoz fizika asosida shakllantirib kelgan ko'plab olimlar, shunday xulosaga kelishdi: har qanday chastota va yo'nalishdagi yorug'likni o'ziga butunlay singdirib yuboradigan jism, ya'ni, issiq qora jismning elektromagnit nurlantirish quvvati – undan chiqayotgan yorug'lik nurlanishlarning ko'rinadigan nurlar spektridan ultrabinafsha nurlar spektriga tomon siljib borishi asnosidagi to'lqin uzunligining qisqarib borishi yo'nalishida cheksiz ortib borar ekan. Ya'ni, to'lqin uzunligining qisqarishi bilan qora jismning nurlanish quvvati cheksizlikka intilishi kerak edi. Biroq, amalda hech qachon bunday bo'lmayotgani va bo'lmasligi aniq ravshan bo'lib, ushbu masala o'sha zamonning eng yetakchi, ilg'or fiziklarining boshini qotirdi. 1900-yilda ushbu «ultrabinafsha halokati» masalasiga oydinlik kiritish uchun Maks Plank ilmiy izlanishlarga bel bog'ladi. «Halokat»ni oldini olish maqsadida, Plank, qora jismni tashkil qiluvchi atomlarning tebranishi jarayonida energiya chiqarishi faqat diskret tarzda, ya'ni, alohida-alohida ulushlar (porsiyalar) ko'rinishida yuz berishini taxmin qildi va ushbu diskret energiya miqdori, atomlarning tebranish (vibratsiya) chastotasiga proporsional bo'lishini ta'kidladi. Ushbu diskret energiya miqdorini Plank lotin tilida «qancha?» ma'nosini bildiruvchi «kvant» so'zi bilan nomlab atagan. Proporsionallik koeffitsientini esa Plank h belgisi bilan ifodalagan edi va keyinchalik ushbu miqdor ilm-fanda plank doimiysi deb atala boshlagan. Plank «qancha?», ya'ni, «kvant» atamasini biriktirayotganda aynan nimani nazarda tutgani noma'lum, lekin, shunisi taajjubiki, kvantlar haqidagi g'oyani taklif etgan Maks Plankning o'zi, uzoq yillar mobaynida o'zining mazkur ilmiy g'oyalarining haqiqat ekaniga, ular amaliyotda real o'ringa ega ekaniga ishonolmay yurgan. U dastavval mazkur g'oyani shunchaki qulay matematik yondoshuv deb qabul qilgan va bunga jiddiy qaramaslikka harakat qilgan. Keyinchalik Plankning ham hayratiga sabab bo'lib, ushbu g'oya asosida, qora jismning katta chastotada tebranayotgan atomlarining qanday chegaraviy miqdorda energiya nurlatishi mumkinligini hal qiluvchi yechim topildi, ya'ni, «ultrabinafsha halokati»ning «oldi olindi». Ushbu g'oyasi uchun buyuk fizik olim Maks Plank 1918-yilda fizika bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan.

Aloqador mavzular:

- [Kvantlar haqida Plank gipotezasi](#) (17-sahifa);
- [Eynshteyn fotoelektr effektini tushuntirib beradi](#) (19-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

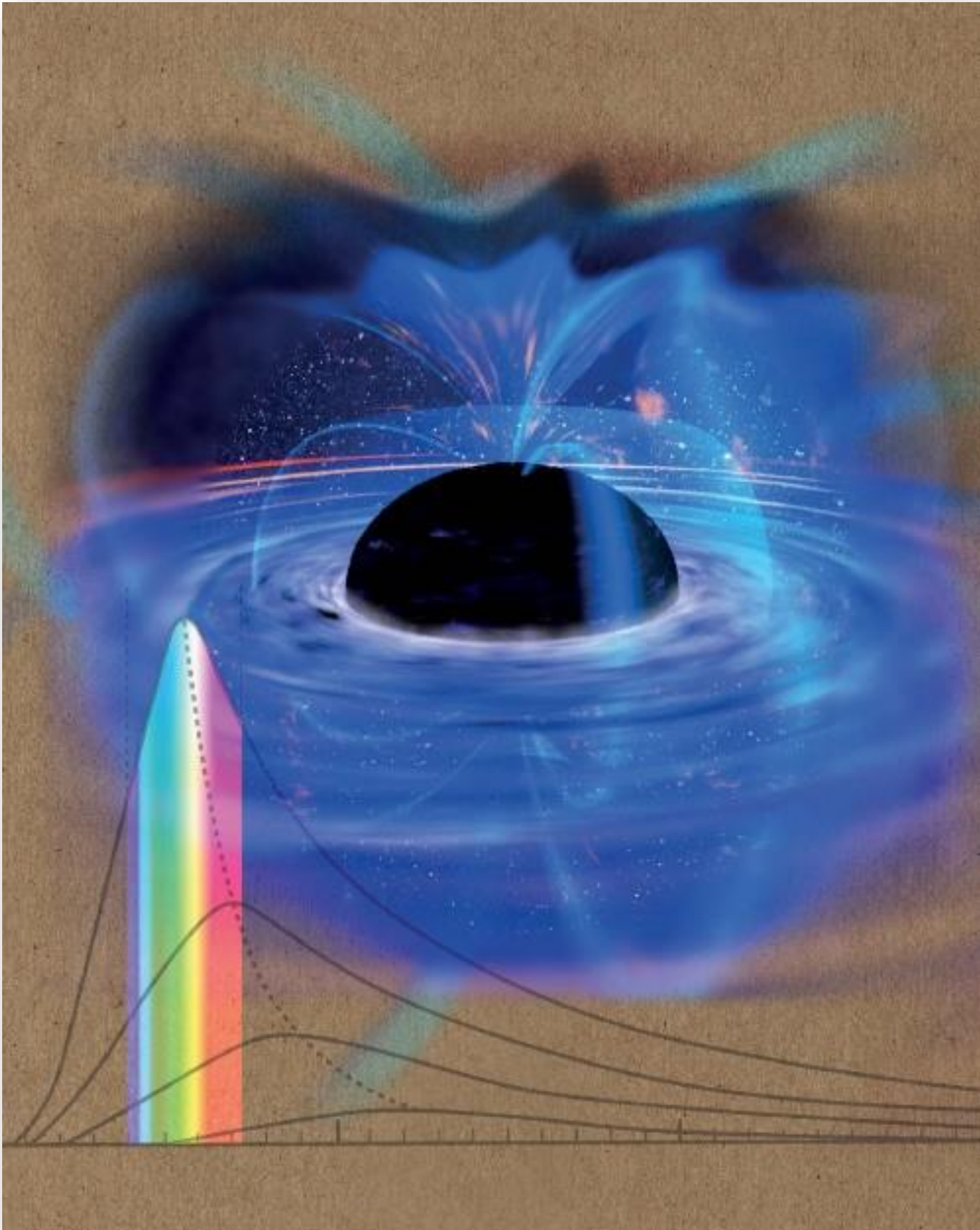
Maks Plank

(1858-1947)
XX asr boshi nemis ilm-fanidagi eng taniqli fizik olimlardan biri. O'z zamonasi fizikasining eng yetakchi olimi sanalgan.

Vilgelm Vin

(1864-1928)
Nemis fizigi. Qora jism nurlanishi intensivligi va to'lqin uzunligining jism haroratiga bog'liq ekanini kashf qilgan.

Agar yorug'lik kvantlarga ajralmaganda edi, qora jism nurlanishi nazorat qilib bo'lmaydigan tarzda o'zgarishlar bilan kechgan bo'lardi.



Plankning kvantlar haqidagi gipotezasi

3 soniyalik fakt

Plank, materiya energiyani chiqarishi yoki yutishi diskret ulushlar bilan, ya'ni, kvantlar ko'rinishida sodir bo'lishini aniqladi. Uning kashfiyoti butun fizikani o'zgartirib yubordi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Avvalboshda Plank o'zi kvant tushunchasini faqat qulay matematik model sifatida qabul qilgan edi. To 1905-yilgacha fiziklar ushbu modelga kam e'tibor qaratishgan. Lekin o'shanda Eynshteyn fotoelektr effektini tushuntirish uchun aynan kvant g'oyasidan foydalandi va yorug'lik muayyan energiyaga ega bo'lgan zarrachalardan iborat ekanini ta'kidladi. Kvantlarning asl tabiatiga oydinlik kiritgan keyingi kashfiyotni Nils Bor amalga oshirdi. U nima uchun elektron atom yadrosi atrofida faqat muayyan, aniq bir orbitada bo'la olishi va uning bir orbitadan boshqasiga o'tishida foton chiqarishi yoki, yutishini asoslab bergan.

1890-yillar oxirida elektr lampalari ishlab chiqarish bilan shug'ullanuvchi bir tadbirkor, yosh fizik mutaxassis Maks Plankdan, chog'lanma lampadagi qizdirgich tolalardan chiqadigan energiya miqdorini hisoblab berishini iltimos qildi. Plank oldida, o'sha zamonning eng yetuk fiziklari ham yecha olmagan qiyin masala qo'yilgan edi. Ya'ni, u yorug'likning va ultrabinafsha nurlarning to'lqin uzunligining qora jism harorati bilan bog'liqlik formulasini keltirib chiqarishi lozim edi. Plank, o'zi tanish bo'lgan barcha fizik nazariyalarni qo'llab ko'rdi va har safar negadir muvaffaqiyatsizlikka uchrayverdi. Muammo aynan qayerdaligini anglay olmayotgan Plank, oxir-oqibatda, masalaga sal matematik jihatdan sal yengilroq yondoshish imkonini beruvchi g'alati bir g'oyani o'ylab topdi. Ya'ni, u qora jism energiyani, xuddi jo'mrakdan suv oqib turgandek uzluksiz ravishda emas, balki, buzuq jo'mrakdan suv tomib turgandek, alohida-alohida ulushlar (porsiyalar) tarzida nurlatadi deb xayolan qabul qildi. Keyinchalik «kvant» nomini olgan ushbu alohida energiya ulushlarini Plankning o'zi boshida «energetik elementlar» deb atagan edi. Plankning taxminiga ko'ra, ushbu ulushlarning energiyasi ularning to'lqin uzunligiga teskari proporsional bo'lishi kerak edi. Kvantlarning to'lqin uzunligi va ularning energiyasi orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi formula hozirda «Plank formulasi» deyiladi. Qizigan jismlardan chiqayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini hisoblash uchun tadbqiq etib ko'rgan Plank, o'zi keltirib chiqargan mazkur formula amaliyot bilan juda soz muvofiqlikka kelayotgani, ya'ni, eksperimental tasdiqlanayotganini aniqladi.

Aloqador mavzular:

- [Ultrabinafsha halokati](#) (15-sahifa);
- [Eynshteyn fotoelektr effektini tushuntirib beradi](#) (19-sahifa).
- [Balmer formulasi](#) (21-sahifa).
- [Bor atomi](#) (23-sahifa).

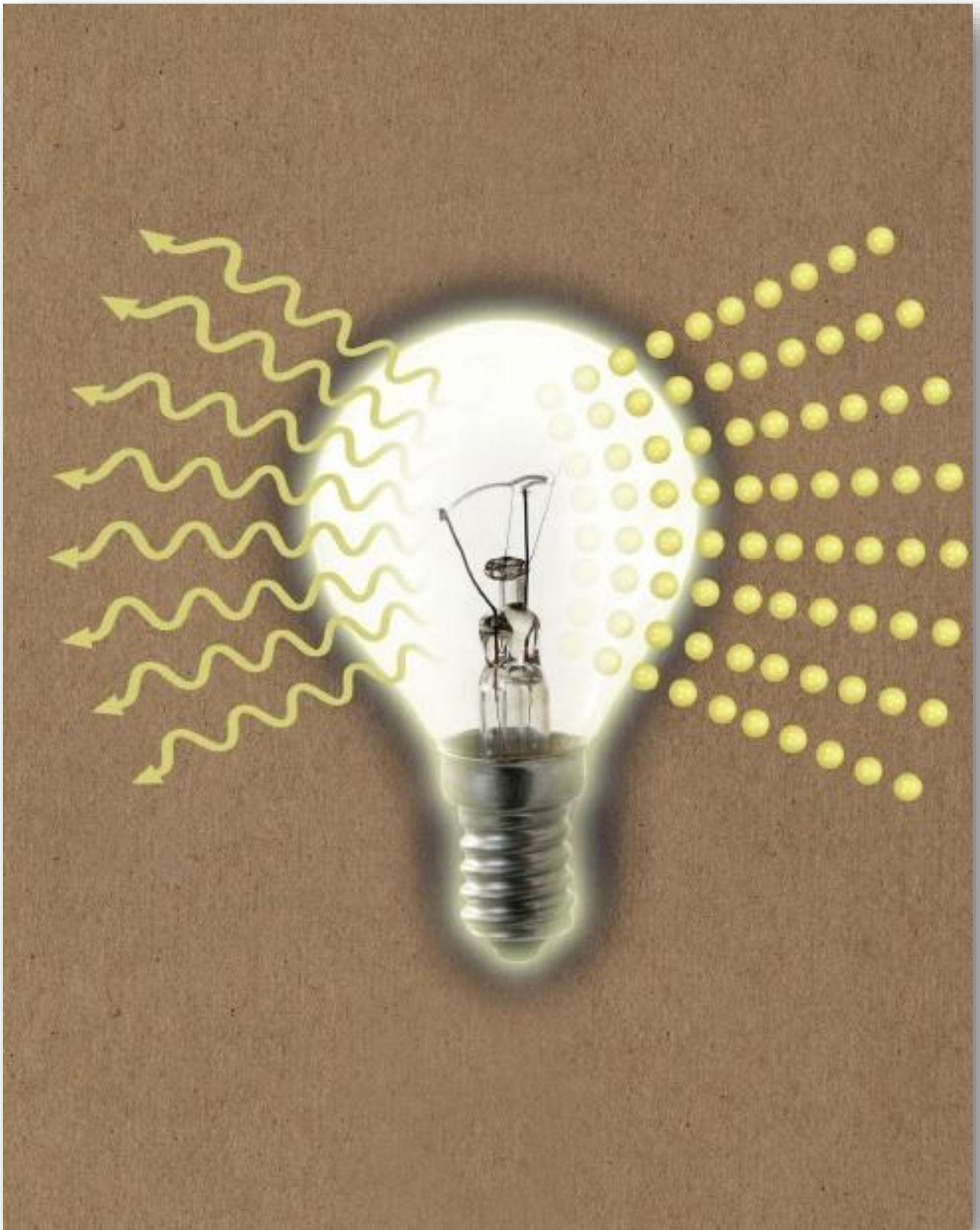
Biografiya uchun 3 soniyadan:

Nils Bor

(1885-1962)

Daniyalik olim. Kvant fizikasi asoschisi.

Plank – yorug'lik uzluksiz oqim tarzida emas, balki alohida ulushlar – porsiyalar ko'rinishida nurlanadi degan g'oyani ilgari surdi.



Eynshteyn fotoelektr effektini tushuntirib berdi

3 soniyalik fakt

Yorug'lik alohida-alohida zarrachalar – fotonlardan tashkil topganligini taxmin qilgan Eynshteyn, fotoelektr effekti hodisasining xos sirlarini ochishga muvaffaq bo'ldi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Milliken deyarli 10 yil davom etgan mashaqqatli tajribalar evaziga Eynshteyn nazariyasini amalda tekshirib ko'rdi. Unga sof metall yuza kerak bo'lgan va u Eynshteyn nohaq ekanini isbotlamoqchi bo'lgan edi. Lekin, hattoki ushbu tajribalar ham Eynshteyn nazariyasi haq ekanini isbotlagach, Milliken baribir ushbu nazariyani tanqid qilishda davom etgan va u «qoniqarli nazariy asosga ega emas» deb ta'kidlagan. Ko'plab inqilobiy ilmiy g'oyalar bilan odatda shunday bo'ladi.

1905-yilda, fizikadagi barcha yangi inqilobiy ilg'or ilmiy g'oyalar Eynshteyn tomonidan shakllantirilayotganda o'xshardi. Bundan 5 yil avval, Plank elektromagnit nurlanish, shu jumladan yorug'lik ham kvantlar ko'rinishida nurlanishini, ushbu nurlanish energiyasi esa, to'lqin chastotasiga proporsional ekanini ta'kidlovchi yangi ilmiy g'oyalarni ilgari surgan edi. Plankning shaxsan o'zi uchun bunday model shunchaki matematik yo'nalish, masalani soddalashtirish edi xolos. Lekin, Eynshteyn energiyaning kvantlanishi bu – qandaydir shunchaki nazariy va qulay matematik model emas, aksincha, tabiatda mavjud elektromagnit to'lqinlarning, shu jumladan, yorug'likning fundamental xossasi ekanini fahmlab qoldi. Unga ko'ra, yorug'lik bu bir tekis tarqaladigan uzluksiz oqim tarzida emas, balki, fotonlar deb nomlanuvchi diskret zarrachalarning oqimidan iborat bo'lishi kerak edi. Ko'plab olimlar Eynshteynning mazkur dadil g'oyasiga bema'nilik deb ham qarashdi. Eynshteyn esa o'z g'oyalarining haq ekanini isbotlashga kirishdi. 1900-yillar boshida fizik olim Filipp Lenard tomonidan ajoyib bir tajriba o'tkazilgan bo'lib, unda, yorug'lik ta'sirida metall plastinalardan fotonlar chiqarishi kuzatilgan edi. Bu fiziklarga allaqachon yaxshi tanish bo'lgan fotoelektr effekti edi. Eynshteyn taklif qilgan modelga ko'ra, bu hodisa yorug'likning alohida zarrachalar, kvantlardan iborat ekani tufayli bo'lib, e'tibor qaratilsa, yorug'lik yorqinroq berilsa, metall plastinadan uchib chiqayotgan fotonlar soni ko'proq, sustroq yorug'lik bilan esa ozroq bo'lib qolardi. Eng qizig'i esa, uchib chiqayotgan fotonlar energiyasi doimo bir xil qolavergan. Eynshteynning bu boradagi taxminlari haq ekani Milliken tomonidan amalda isbotlangach, ushbu ilmiy kashfiyoti uchun Eynshteyn 1921-yilgi Nobel mukofotiga loyiq ko'rilgan.

Aloqador mavzular:

- [Ultrabinafsha halokati](#) (15-sahifa);
- [Kvantlar haqidagi Plank gipotezasi](#) (17-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

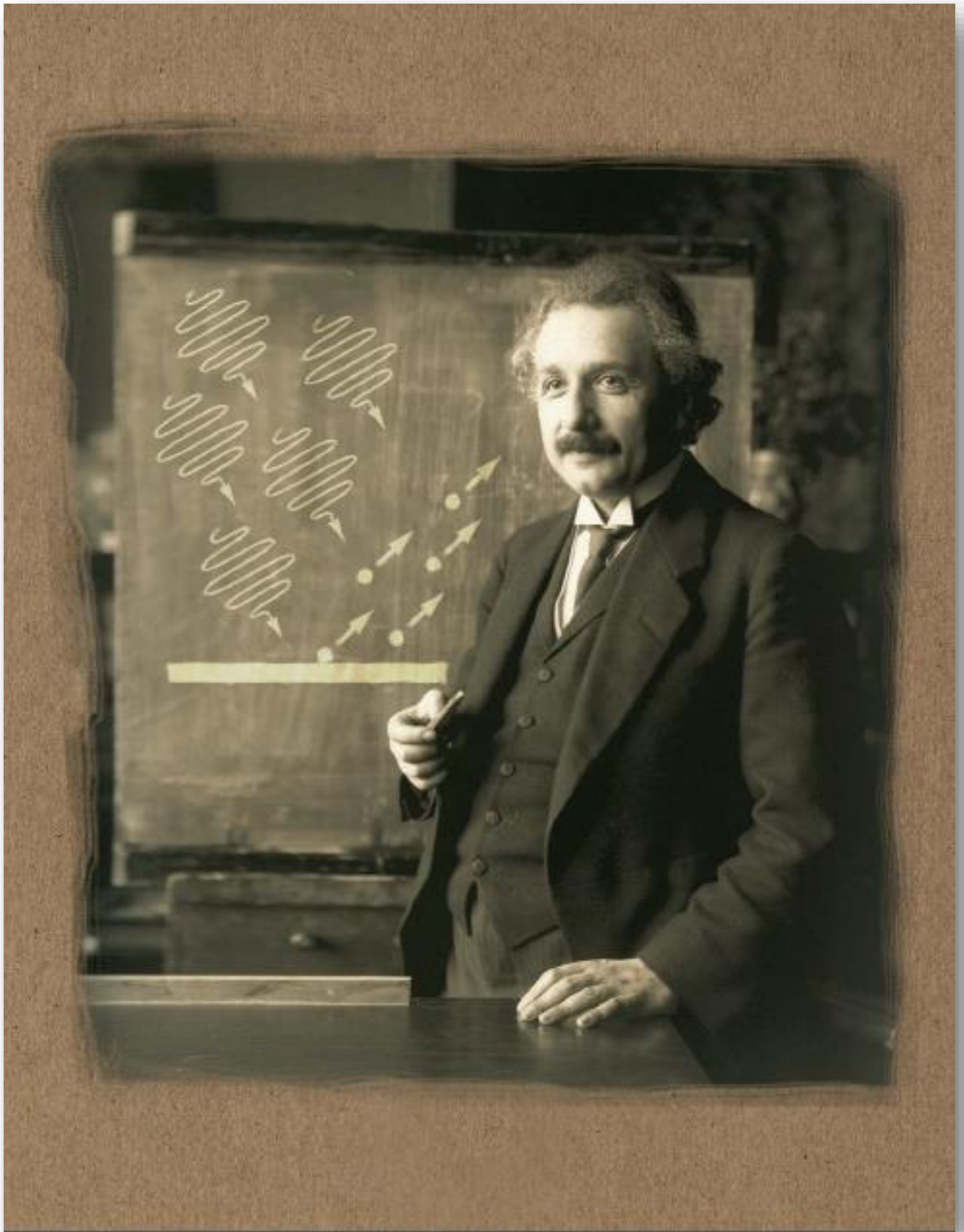
Filipp Lenard

(1862-1947)
Nemis olimi. 1905-yilgi Nobel mukofoti laureati.

Albert Eynshteyn

(1879-1955)
Nisbiylik nazariyasini shakllantirgan va kvant fizikasi rivojlanishiga katta hissa qo'shgan fizik olim.

Eynshteyn, fotoelektr hodisalarida elektronlar yorug'likning alohida kvantlari ta'siri bilan nurlanishini aniqladi.



Balmer formulasi

3 soniyalik fakt

Avvalroq keltirib chiqarilgan formula bilan tanishish asnosida, Bor o'zi ishlab chiqqan yangi atom modelining barqarorligini va undan fotonlar nurlanishi sabablarini tushuntirib bera oldi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Bor fizik Leon Rozenfeldga bu haqida shunday hikoya qilgan ekan: *«Men Balmer formulasini ko'rishim bilan hammasini tushunib oldim... Men spektral formula haqida hech narsa bilmasdim. Keyin men uni ko'rdim va tushundimki, vodorod spektrida hammasi juda oddiy ekan...»*. Formula Bor o'qiyotgan darslikda bo'lgan va Bor uni baribir uchratishi kerak edi. Lekin, Xans bergan ko'rsatmaga asosan, Bor ushbu formulaga alohida e'tibor qaratdi va atom nazariyasi taraqqiyotiga mislsiz ulkan hissa qo'shdi.

Atom modeli ustida ish olib borar ekan, Nils

Bor, atomdagi elektronlarning musbat zaryadlangan markaziy yadro atrofida qanday joylashishi strukturasi hamda, bunday strukturaning barqarorlik sabablarini ochib berishni maqsad qildi. 1913-yil fevralida Bor bundan 28-yil muqaddam chop etilgan va oddiygina maktab fizika o'qituvchisi Iogann Balmer qalamiga mansub bo'lgan darslikdagi formulani uchratib qoldi. Kunlardan bir kun, Bor o'z hamkasbi Xans Xansen bilan suhbatlashib o'tirganda, Xansen o'sha kitobda Balmer allaqachon vodorod spektridagi chiziqlarning joylashuvini bayon qiluvchi formulani keltirib chiqarganini ta'kidlab o'tdi. Har qanday kimyoviy element qiziganda, to'liq spektr bilan emas, balki, alohida, faqat o'zigagina xos bo'lgan chiziqlar bilan nurlanish spektri namoyon qiladi. Balmer, vodorod spektrida shunday chiziqlarning joylashuvi aniq bir matematik formulaga bo'ysunishini payqab qolgan. Bor esa, Balmer formulasini uchratgunicha, vodorod atomidan foton nurlanishi chastotasi elektronning yadro atrofida aylanishi tezligi bilan proporsional bo'ladi deb o'ylagan. O'sha paytda umumiy qabul qilingan nazariya shunday bo'lgan. Balmer formulasi tufayli esa, Bor shuni tushundiki, nurlanayotgan yorug'lik chastotasi, fotonlar energiyasiga bog'liq va bu, o'z navbatida, Plank formulasiga asosan, elektronlarning muayyan, aniq belgilangan orbitalari oraliq'idagi turli energetik pog'onalariga bog'liq bo'lar ekan. Nils Bor taklif qilgan atomning yangi modeli, faqatgina atomlarning barqarorlik sabablarini tushuntirib berish bilan cheklanmasdan, balki, nima uchun atomlar spektrida faqat alohida, o'zigagina xos chiziqlar paydo bo'lishini ham tushuntirib berdi.

Aloqador mavzular:

- [Ultrabinafsha halokati](#) (15-sahifa);
- [Bor atomi](#) (23-sahifa).
- [Dirak tenglamasi](#) (56-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

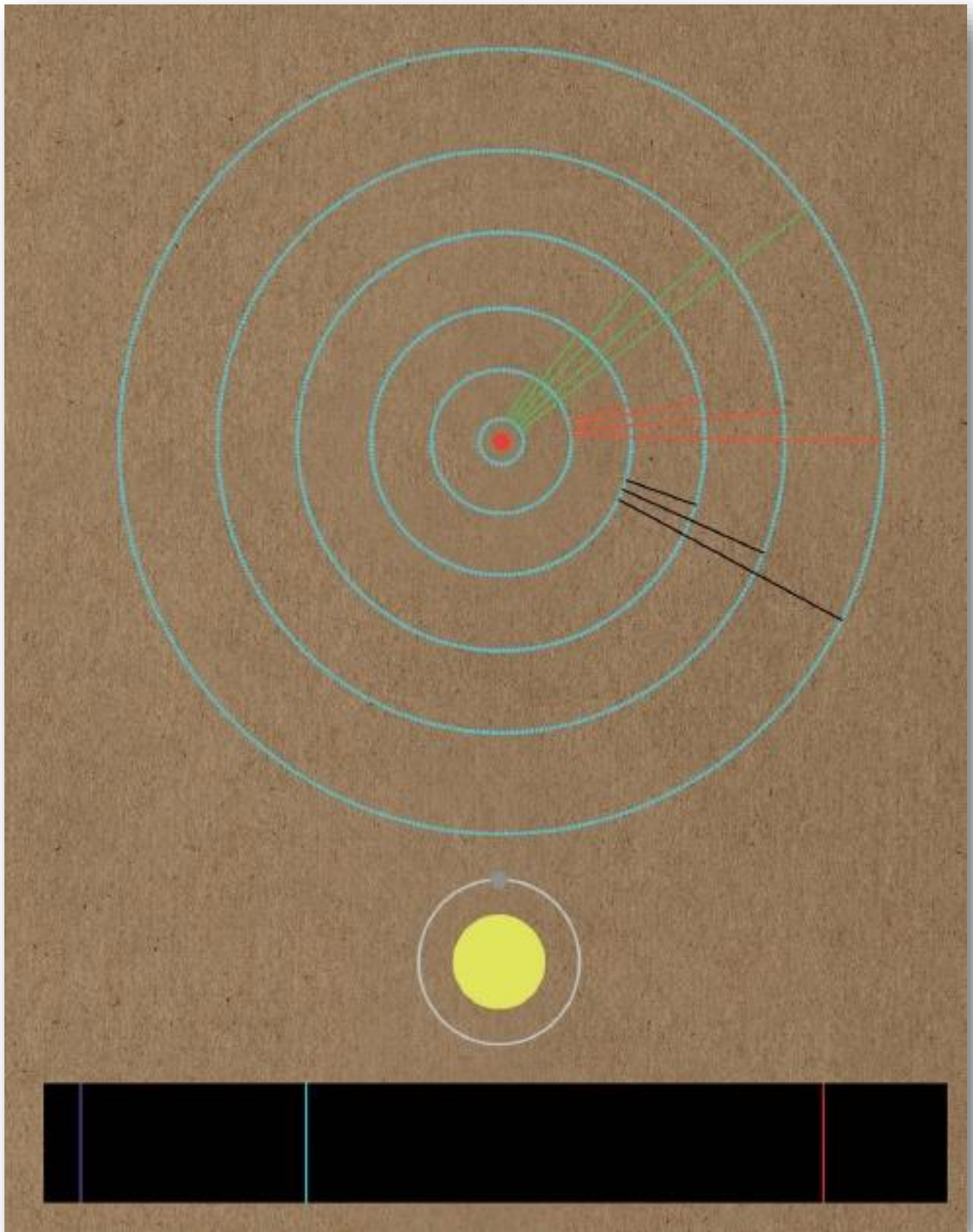
Iogann Yakob Balmer

(1825-1898)
Shveysariyalik o'qituvchi. Bazel universitetida ishlagan.

Leon Rozenfeld

(1904-1974)
Belgiyalik nazariyotchi fizik.

Bir orbitadan boshqa orbitaga o'tish jarayonida elektronlar spektrdagi muayyan chiziqlarga mos keluvchi energiya nurlantiradi.



Bor atomi

3 soniyalik fakt

Borning atom modelida elektronlar aniq belgilangan, qat'iy orbitalar bo'ylab harakatlanadi va shu sababli ular yadroga qulab ketmaydi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Borning atom modeli yaralishida, uning o'zi ta'kidlashicha, «Plank va Eynshteyn taklif etgan mexanizm», ya'ni, atomlarning yorug'likni faqat muayyan ulushlar, yoki, kvantlar ko'rinishida nurlatishi haqidagi g'oya juda katta ahamiyat kasb etgan ekan. Borning o'zi esa, elektronlar yadro atrofida bir orbitadan boshqasiga o'tish jarayonida («kvant sakrashida»), mos keluvchi foton energiyasiga teng energiya yutadi yoki, chiqaradi degan g'oyani o'rta tashladi.

1911-yilda Nils Bor o'z vatanida maxsus stipendiyani qo'lga kiritdi va malaka oshirish uchun Angliyaga yetib keldi. Bu payda fizika olamida, atomning qanday tuzilganligi haqidagi jumboq markaziy sahnaga chiqqan bo'lib, hamma yetakchi fiziklar ushbu savol ustida bosh qotirmoqda edilar. Bor Manchesterga, Ernest Rezerford laboratoriyasiga yetib keldi va atomlarning Rezerford tomonidan kashf qilingan yadro bilan birgalikdagi modelini ishlab chiqishga kirishdi. Agar, basharti, elektronlar atom ichida bo'lsa-yu, lekin, ular yadrodan tashqarida joylashsa, unda, elektronlarning qanday qilib yadroga qulab tushmasdan, aksincha, undan muayyan masofada barqaror turishini izohlab berish kerak edi. Bor avvaliga, elektronlar yadro bilan elastik bog'lar bilan bog'langan bo'lsa kerak, Plank kvantlari esa o'sha elastik bog'larning tebranishlarining ko'lami bilan cheklangan bo'lsa kerak degan taxminga borib yurdi. Lekin bu taxmin o'zini oqlamadi, chunki u kuzatish natijalari bilan muvofiq chiqmadi. Elektronlarning yadro atrofida harakatsiz (statik) joylashishini taxmin qiluvchi model allaqachon kun tartibidan olingan edi. Chunki, bu model elektronlarning barqarorlik sababini hech qanaqasiga izohlay olmasdi. Lekin, elektronlarning xuddi sayyoralar Quyosh atrofida aylangani kabi, o'zlarining yadro atrofida orbitalarida aylanishini taxmin qiluvchi modelda ham, aynan barqarorlik sharti nima evaziga bajarilayotganini tushunib bo'lmadi. Muayyan orbita bo'ylab harakatlanayotgan istalgan obyekt harakatida albatta tezlanish mavjud bo'ladi. Tezlanish mobaynida esa, zaryadlangan zarracha o'zidan elektromagnit nurlanish taratadi. Basharti, elektronlar ham yadro atrofida tezlanish bilan harakat qilsa, unda nurlanish chiqarish jarayonida elektron o'z energiyasidan tobora mosuvo bo'lib borardi va natijada, spiralsimon traektoriya bo'ylab harakatlanib, oxir-oqibatda yadroga qulab tushishi kerak edi. Natijada, atom ham buzilib ketardi. Lekin, amalda bu narsa bo'lmayapti va ko'p elementlarning atomlari juda a'lo barqarorlik namoyish qilmoqda. Bor, yadro atrofida elektronlar faqat aniq belgilangan, qat'iy orbitalarda harakatlanishi va ular bir orbitada boshqasiga faqat «sakrab» o'tishi mumkinligini ta'kidlovchi yangicha atom modelini taklif qildi.

Aloqador mavzular:

- [Kvantlar haqidagi Plank gipotezasi](#) (17-sahifa);
- [Balmer formulasi](#) (21-sahifa).
- [E.P.R paradoksi](#) (89-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

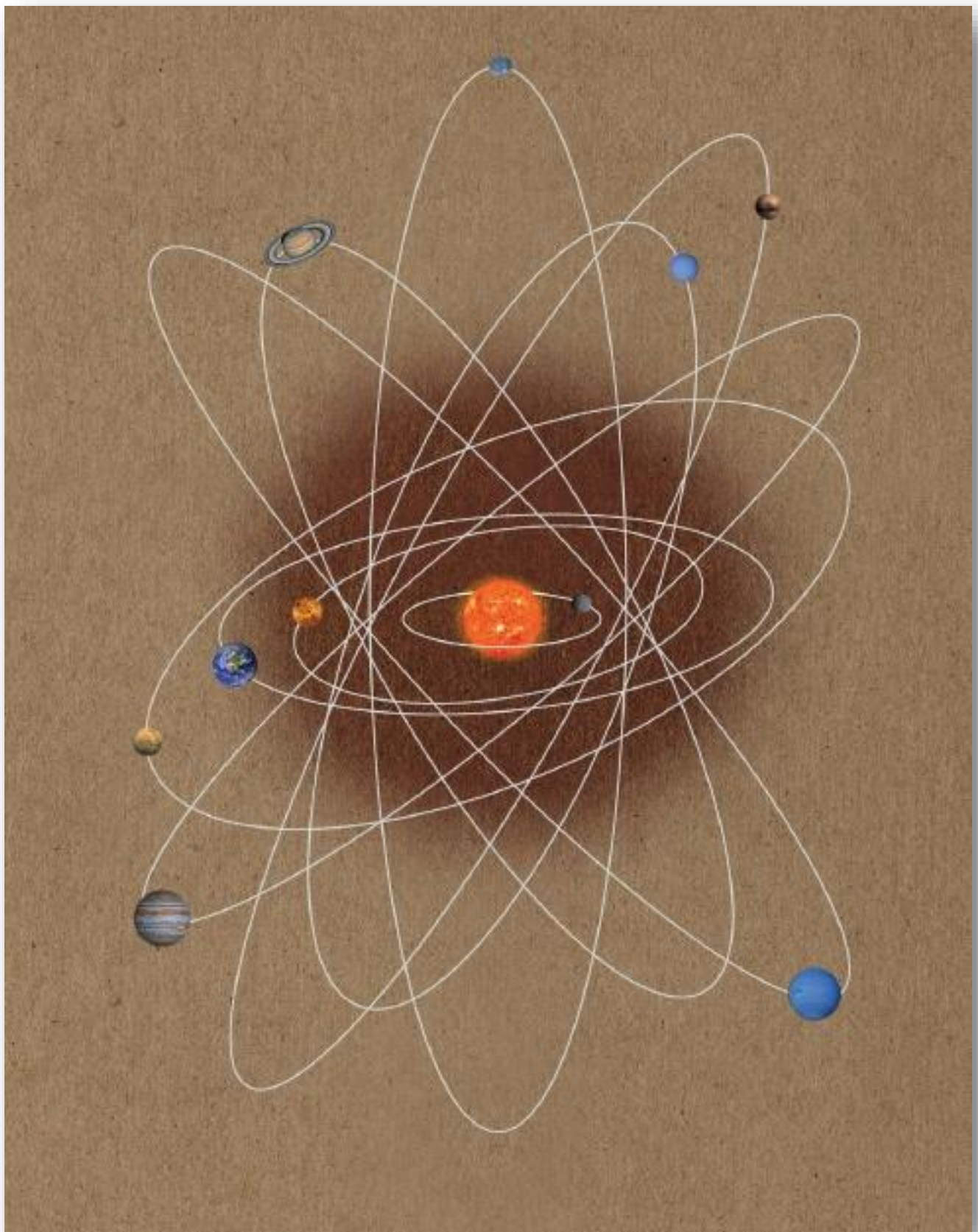
Jozef Jon Tomson

(1859-1940)
Elektronni kashf qilgan ingliz olimi.

Ernest Rezerford

(1871-1937)
Radioaktiv parchalanish hodisasini hamda, atom yadrosini kashf qilgan olim.

Sayyoralaridan farqli ravishda, Borning atom modelida elektronlar faqat qat'iy orbitalarda harakatlanadi va orbitalar oralig'idagi holatda bo'lishi mumkin emas.



1885-yilning 7-oktyabr sanasida Kopengagenda, fiziologiya professori Kristian Bor va Ellen Adler oilasida dunyoga kelgan.

1908

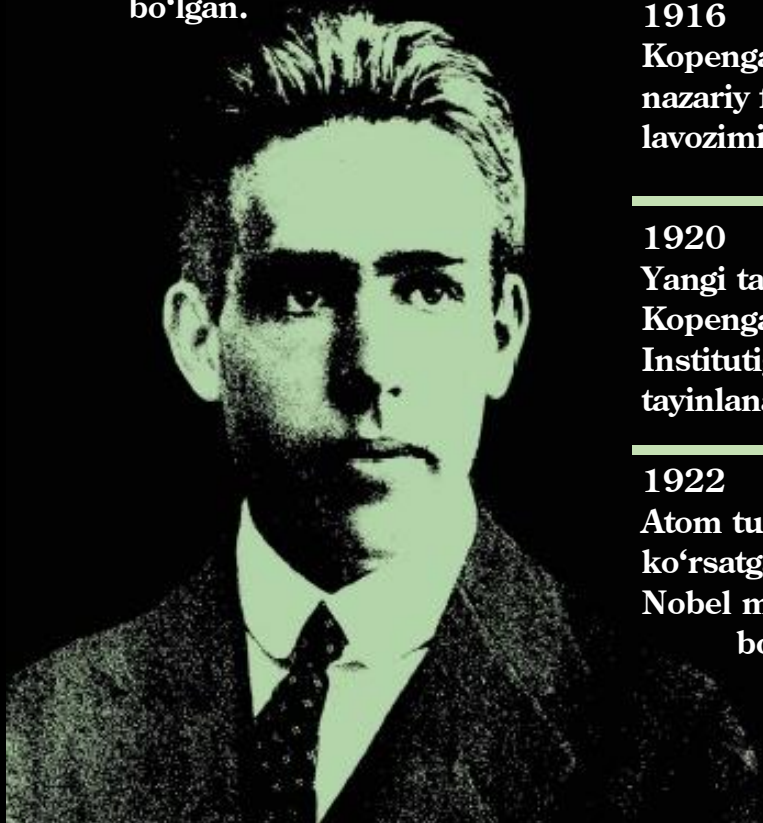
Daniya Qirollik jamiyati axborotnomasida o'zining ilk ilmiy maqolasi – sirt taranglik haqidagi ilmiy ishini e'lon qiladi.

1911

Kopengagen universitetida fan doktori ilmiy unvonini qo'lga kiritadi.

1911-1912

yillarni Angliyada, Kembrij va Manchesterda o'tkazadi. Aynan shu yillari unda «kvant atomi» g'oyasi paydo bo'lgan.



1912

Margaret Norlundga uylanadi. Xotini unga ilmiy kotibalik qilgan.

1913

«Molekulalar va atomlarning tuzilishi haqida» nomli maqolasini e'lon qiladi.

1913

Kopengagen universitetida fizikadan ma'ruzalar o'qiy boshlaydi.

1914

Manchester universitetida fizikadan ma'ruzalar o'qiy boshlaydi.

1916

Kopengagen universitetida nazariy fizika professori lavozimini egallaydi.

1920

Yangi tashkil qilingan Kopengagen nazariy fizika Institutiga rahbar etib tayinlanadi.

1922

Atom tuzilishini o'rganishda ko'rsatgan xizmatlari uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'ladi.

1920-yillar o'rtalarida

zamonaviy kvant mexanikasining tamal toshlarini qo'ygan bo'lib, uning g'oyalari «Kopengagen izohi» deb nomlanadi; ushbu g'oyalar Bor o'zi ba Eynshteyn orasidagi keskin ilmiy bahslarga sabab bo'lgan.

1931

Oilasi bilan Kopengagenning Valbyu tumanidagi Karlsberg qarorgohiga ko'chib o'tadi.

1930-yillar boshida atom yadrosi tuzilishi masalalari bilan qiziqqa boshlaydi.

1943

natsistlarning ta'qibidan qochib, avval Shvetsiya, keyin Angliya orqali AQSHga qochib ketadi va atom bombasi yaratilish jarayonida maslahatchi bo'lib xizmat qiladi.

1962-yilning 18-noyabrida Kopengagenda vafot etgan.

1965

Daniya Nazariya fizika Institutiga Nils Bor nomi berildi.

1997

Davriy jadvaldagi 107-raqamli elementga «boriy» nomi berildi.

Nils Bor

Endigina PhD darajasini qo'lg'a kiritgan yosh olim Nils Bor 1911-yilning sentabrida Kopengagendan Kembrijga yetib keldi. U o'zining Kembrijdagi malaka oshirish jarayonini mashhur olim, elektronni kashf qilgan fizik J.J. Tomson rahbarligi ostida boshlagan. Lekin, Bor va Tomsonlarning munosabatlari birinchi uchrashuvdan oq unchalik ham yaxshi chiqishmadi. Sababi, Bor Tomsonning ishlaridan biridagi xatoni ko'rsatib bergan ekan. Tabiiyki, o'zini juda nufuzli olim deb hisoblovchi Tomsonga yosh shogirdning bunday ko'rsatmasi yoqmag'an. Biroz vaqt o'tib, Borga Manchester laboratoriyaga yo'l olish va Ernest Rezerfordga shogird tushishni taklif qilishadi. Bor bu taklifni darhol qabul qiladi va Rezerford laboratoriyasiga yo'l oladi. Bor Manchesterda, Rezerford yaqindagina kashf qilgan atom yadrosi va o'sha paytlarda ilm olamida ommalashib borayotgan kvant tamoyiliga oid xulosalarni inobatga olgan holda, atom tuzilishi modelini tuzishga kirishdi. Bir muddat o'tib esa, Nils Bor atom tuzilishi haqidagi barcha ilmiy tushunchalarni tub-tubidan, tag-tomiri bilan o'zgartirib yuborgan juda muhim fundamental ilmiy ishini e'lon qildi.

Bor shubhasiz o'ta iste'dodli olim bo'lgan. Lekin, uni yaxshi bilmaganlar uchun Bor juda sustkash va ezma odamdek ko'ringan. Sababi, Bor biror fikr aytishdan oldin yaxshilab, nihoyatda puxta o'ylab olib keyin gapirardi va undan bir jo'yali gap chiqishini uzoq kutishga to'g'ri kelardi. Uning hamkasbi Jeyms Frenk bu haqida shunday xotirlagan edi: «Bor o'ylashga tolga paytlarda uning yuzi umuman harakatsiz qolar, qo'llari ham jonsizdek shunchaki osilib turardi. U ko'z oldidan biror narsani ko'ryaptimi-yo'qmi, yoki, shunchaki ko'zi ochiq turibdimi – bilib bo'lmasdi. Ko'rganlar uni telba deb o'ylashlari tabiiy edi. Chunki, unda sog' odam qiliqlaridan asar ham qolmasdi. Keyin esa uning ko'zlarida go'yo uchqun chaqnab ketardi va u “Men endi tushundim...” – deb xitob qilardi».

Bor – Shryodinger, Geyzenberg, hamda, de Broyllar bilan bir qatorda, kvant fizikasining tamal toshini qo'ydi. Eynshteyndan farqli o'laroq, ushbu yangi va jozibali ilmiy nazariyadagi qarama-qarshiliklar, hamda atomlar, elektronlar va protonlarning o'zini tutishiga oid tushunarsiz hodisalar Borni zarracha ham cho'chitmagan. Kvant nazariyasi asosida yotuvchi ehtimoliylik tamoyilining o'ziyoq Eynshteynni bezdirib qo'ygan edi. U bu borada juda ko'p mulohaza qilgan va turli konferensiya va uchrashuvlar paytida, Borga kvant nazariyasidagi «nuqson»lar va ziddiyatlar to'g'risidagi o'z fikrlarini bildirib, kvant nazariyasining xato ekanini ko'rsatib bermoqchi bo'lgan. Eynshteyn shuningdek Borga qitmir savollar berishni ham xush ko'rgan. Bunday holatlarda Bor odatda Eynshteyn aytgan ziddiyatlar haqida biroz o'ylashga tolib qolardi. Lekin, keyingi kuni albatta o'sha ziddiyatning yechimini topib, u haqida Eynshteynga tushuntirish beradigan bir dasta hisob-kitoblar bilan kelardi. Nils Bor uzoq yillar davomida Kopengagendagi nazariy fizika Institutiga rahbarlik qildi va bir vaqtning o'zida, kvant nazariyasi ustida izchil mashg'ul bo'ldi. U izlanishlar davomida kvant fizikasining bir necha muhim qonuniyatlarini ochib berdi. Chunonchi, kvant zarralarini kuzatish jarayonining o'zi kuzatish natijasiga so'zsiz ta'sir qilishi haqidagi o'zaro to'ldirish tamoyilini bayon qilib berdi. 1931-yilda unga Daniya shon-shuhratini olamga taratganligi uchun, Karlsberg saroyiga ko'chib o'tishni taklif qilishgan. 1940-yil o'rtalarida Nils Borga fashistlar Germaniyasining antisemitizm tahdidi xavf sola boshladi. Chunki Borning onasi yahudiy ayol bo'lgan. Natijada, Bor jonini qutqarish maqsadida avval Angliyaga, so'ngra AQSHga qochishga majbur bo'lgan.

Korpuskulyar-to'liqin dualizmi

3 soniyalik fakt

De Broyl, zarracha o'zini xuddi to'liqindek va to'liqin esa o'zini zarrachadek tutsa kerak degan taxminni tekshirib ko'rib, kvant nazariyasi tarafdorlarini ikkilantirib turgan paradoksni yechib berdi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Tez orada tajribalar shuni ko'rsatib berdiki, yorug'lik yoki zarracha shaklidagi xossasini o'lchash mumkin, yoki, uning to'liqin shaklidagi xossasini o'lchash mumkin ekan xolos. Bu ikkala xossalarni bir vaqtda o'lchashning esa sira iloji yo'q. Ushbu fakt asosida, Bor o'zining o'zaro to'ldirish tamoyilini shakllantirdi. Ya'ni, unga ko'ra, yorug'likning energiyasi o'lchanayotganda u o'zini xuddi zarracha singari tutadi (masalan, fotoelektr effektida); Difraksiya tajribalarida esa u o'zini xuddi to'liqin singari tutadi. Geyzenbergning noaniqliklar tamoyilini ham o'z ichiga oladigan o'zaro to'ldirish tamoyili asosida kvant mexikasining Kopengagen sharhi shakllangan.

1905-yilda Eynshteyn fotoelektr effektini tushuntirib berar ekan, yorug'lik metallardan elektronlarni urib chiqarib yuboradigan zarrachalardan tashkil topgan degan taxminni ilgari surdi. U ushbu yorug'lik zarrachalari, avvalroq Plank bayon qilgan energiya kvantlari bilan bog'liq ekanini ham fahmlagan. Lekin, yorug'likning zarracha tabiati haqidagi g'oyaning o'zi, yorug'lik xossalari bilan bog'liq boshqa kuzatishlar natijalariga mos kelmas edi. Xususan, oq yorug'likni turli rangdagi nurlar dastasiga taqsimlab yuboradigan interferensiya hodisasi; hamda, ikkita tirqish orqali o'tgan yorug'lik ba'zi o'rinlarda bir-birini so'ndirib yuborishiga sabab bo'ladigan Difraksiya hodisasi bo'yicha tajribalar, yorug'likning zarra tabiatini inkor etib, uni to'liqin tabiatiga ega ekanini birlamchi masala qilib qo'yardi. Bu paradoks hatto Eynshteynni ham bezovta qilar edi. 1923-yilda Lui de Broyl tomonidan, agar yorug'lik bir vaqtning o'zida ham zarra va ham to'liqin tabiatini namoyon qilayotgan bo'lsa, unda, boshqa zarralar, xususan, elektronlarda ham aynan shu narsa kuzatilishi kerakligi haqidagi g'oyani ilgari surildi. Mazkur g'oyani mahkam tutgan Ervin Shryodinger esa elektronlarni atomlardagi to'liqin sifatida qarab, ular orqali nurlantiriladigan yorug'likning to'liqin uzunligini hisoblab chiqdi. 1927-yilda esa, Jorj Padjet Tomson hamda, Klinton Devissonlar, tor yo'lak bo'ylab yo'naltirilgan elektronlar oqimi, yupqa metall folga yoki kristalldan o'tish jarayonida konsentrik doiralarda shaklidagi difraksion tasvir hosil qilishini amaliy tajribalar orqali aniqlashdi. Bu orqali esa, Devisson va Tomsonlar tomonidan, de Broyl g'oyasi haq ekani isbotlangan.

Aloqador mavzular:

- [Kvantlar haqidagi Plank gipotezasi](#) (17-sahifa);
- [Eynshteyn fotoelektr effektini tushuntirib beradi](#) (19-sahifa).
- [Bor atomi](#) (23-sahifa).
- [De Broyl to'liqlari](#) (29-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Ervin

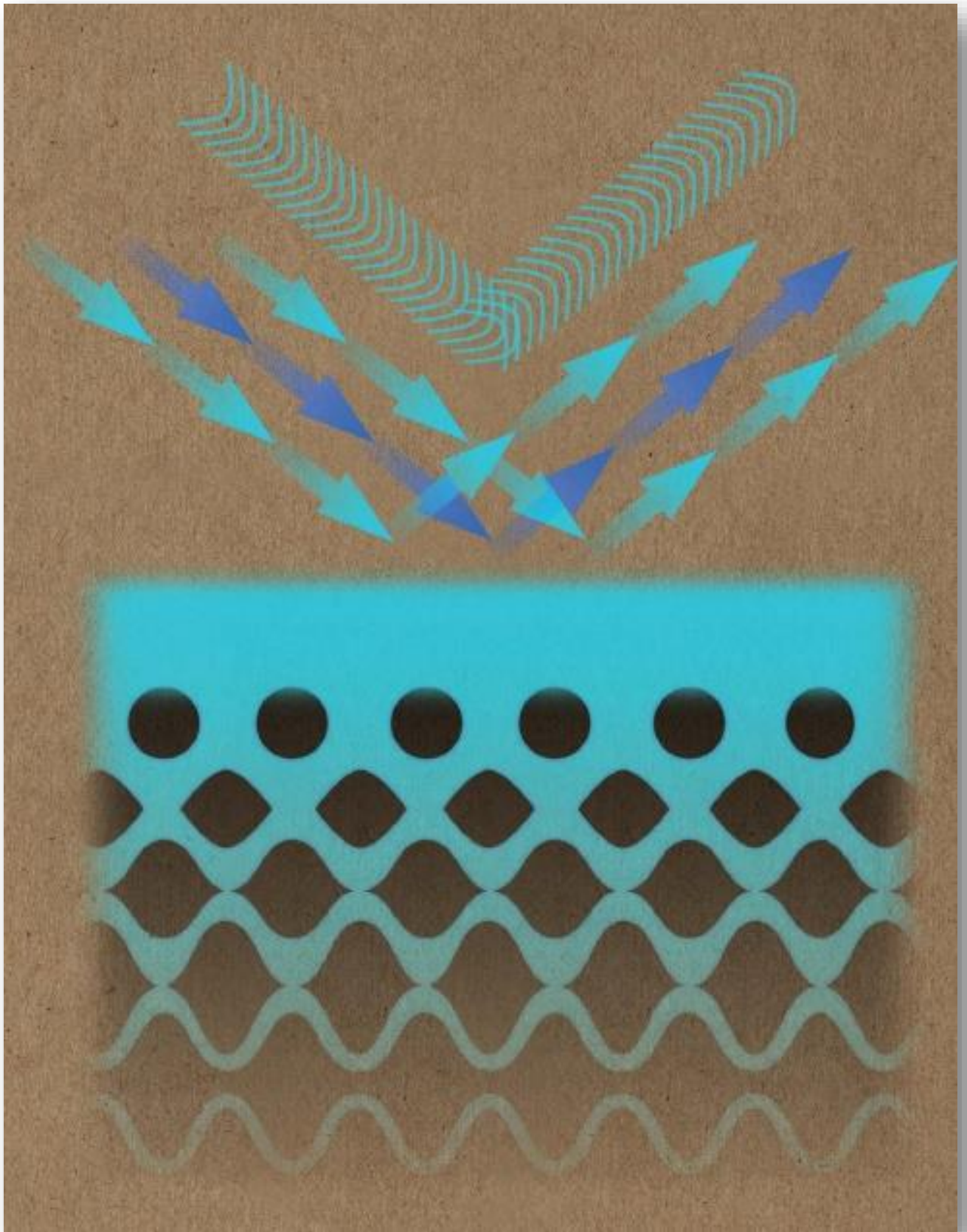
Shryodinger

(1887-1961)
Avstriya fizigi. Kvant mexanikasi asoschisi.

Lui de Broyl

(1892-1987)
Fransuz fizigi, zarrachalarning to'liqin tabiati haqidagi gipoteza muallifi.

Jarayonga bog'liq ravishda, kvant obyektlari o'zini yoki to'liqin, yoki zarra sifatida namoyon qiladi.



De Broyl to'liqlari

3 soniyalik fakt

De Broyl, zarrachalar o'zini xuddi to'liqindek va to'liqlar esa o'zini zarrachadek tutishi mumkinligini ko'rsatib berdi.

Mulohaza uchun 3 daqiq:

De Broyl to'liq uzunligi deb nomlanuvchi zarrachaning to'liq uzunligi mazkur zarracha impulsiga teskari proporsionaldir. Uni atom, yoki, molekula ham hisoblab chiqarish mumkin.

Aslida, undan ham yirik obyektlar uchun ham de Broyl to'liq uzunligini aniqlasa bo'ladi. Lekin, elementar zarracha to'liq uzunligi bilan taqqoslanganda, yirik obyektlarning de Broyl to'liq uzunligi massasi katta bo'lgani sababli, payqab bo'lmas darajada kichik bo'lib chiqadi.

Eynshteyn ko'rsatib berganidek, agar yorug'lik to'liqlari o'zini xuddi zarracha kabi tuta olsa, unda zarrachalar ham o'zini to'liq singari namoyon qila oladimi? 1923-yilda Lui de Broyl ushbu taxminning qanchalik haqiqatga yaqin ekanligini tekshirib ko'rmoqchi bo'ldi va materiya uchun to'liq nazariyasini ishlab chiqdi. U shunday mulohaza yuritgan: agar, elektron va u singari zarrachalar o'zini xuddi to'liq singari tutganida, unda, ularning o'ziga xos chastotasi va to'liq uzunligi bo'lishi kerak edi va ular to'liqlarga xos bo'lgan hodisalar, ya'ni, difraksiya va interferensiya hodisalarini ham namoyon qilishi kerak edi. Ushbu mulohazaga asoslangan holda, de Broyl, massasi ma'lum bo'lgan zarrachaning to'liq uzunligi, uning tezligi bilan bog'liq bo'lishini, hamda, ushbu zarrachaning chastotasi esa, uning energiyasiga proporsional bo'lishini hisoblab chiqardi. De Broylning mazkur g'oyalari va hisob-kitoblari ko'p o'tmay, aniqrog'i, 1927-yildayoq o'z isbotini topdi. O'shanda, avval AQSHda Lester Jermer, hamda, Buyuk Britaniyada Klinton Devisson va Jorj Tomsonlar tarafidan, mustaqil tajribalar orqali, elektronlarning difraksiyasi kashf etilgan edi. Har ikkala tajribada ham, qattiq nishonga yo'naltirilgan elektronlar o'zini xuddi to'liq singari namoyon qilib, difraksion tasvir hosil qilgan edi. Nazariyaning haq ekanini isbotlab bergan keyingi tajriba ikkita tirqishlar orqali o'tkazilgan elektronlarning interferensiya namoyon qilishi bo'lgan. O'shandan buyon, turli molekulalar uchun difraksiya va interferensiya hodisalari qayd etilgan bo'lib, ularning ayrimlari shu darajada kattaki, hodisani elektron mikroskop orqali bimalol kuzatish mumkin. Elektronlarning to'liq tabiatini kashf etilishi – kvant fizikasi taraqqiyotining yangi davriga eshik ochib berdi.

Aloqador mavzular:

- [Eynshteyn fotoelektr effektini tushuntirib beradi](#) (19-sahifa).
- [Korpuskulyar-to'liq dualizmi](#) (27-sahifa).
- [Ikkita tirqishlar bilan tajriba](#) (31-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Klinton Devisson

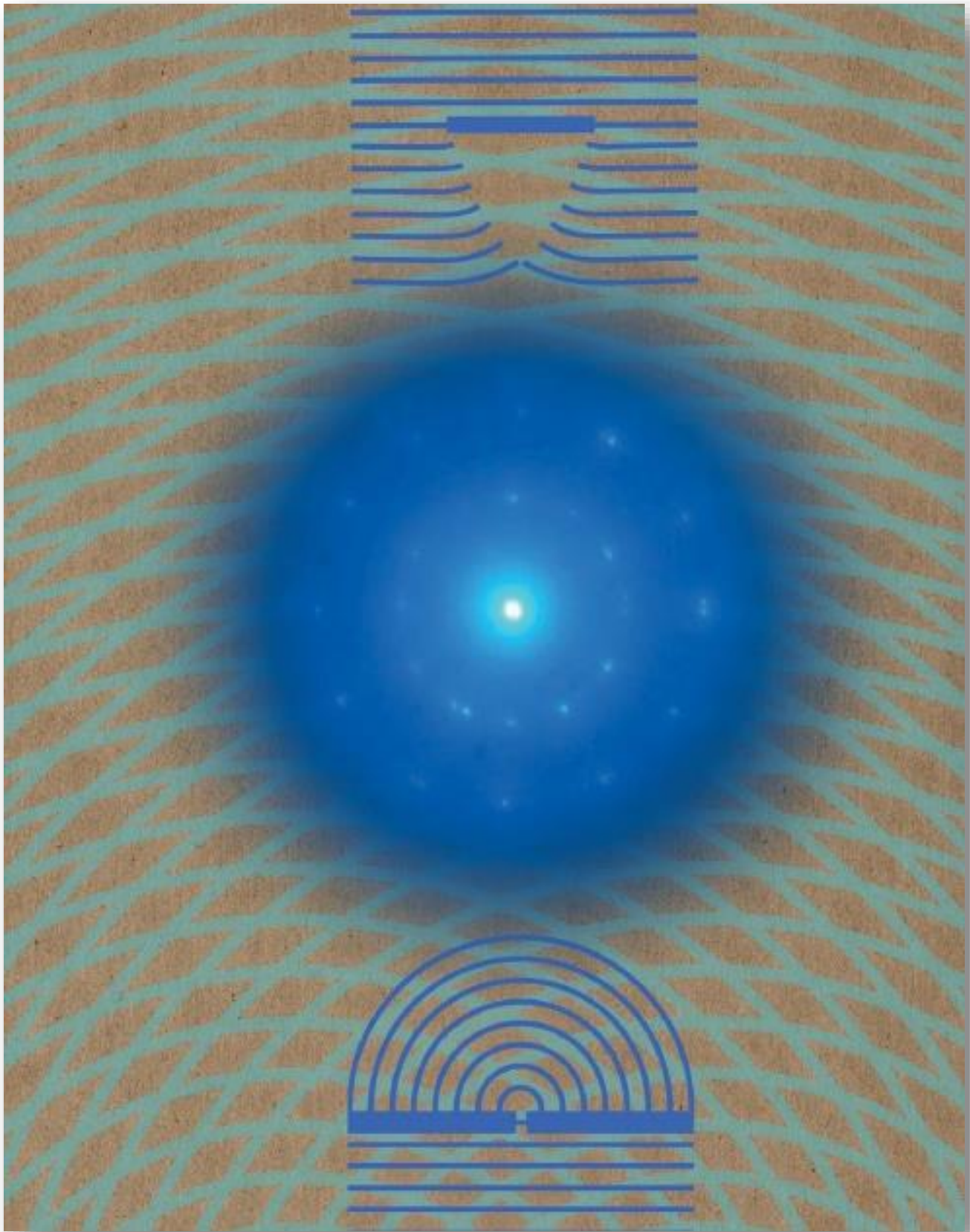
(1881-1958)
Amerika fizigi. Nikel kristallarida elektronlar difraksiyasini kashf qilgan.

Jorj Tomson

(1892-1975)
Ingliz fizigi, metall folga orqali elektronlar difraksiyasini kashf qilgan.

Elektronlar difraksiyasi tasviri shuni

ko'rsatmoqdaki, ular o'zini oddiy zarracha singari emas, balki to'liq kabi ham tutar ekan.



Ikkita tirqishlar bilan bajarilgan tajriba

3 soniyalik fakt

Ikkita tirqish yordamida bajariladigan tajriba yorug'likning bir vaqtning o'zida ham to'lqin va ham zarracha ko'rinishida namoyon bo'ladigan ikki xil tabiatini ochib beradi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Agar, tajriba o'tkazayotgan odam yorug'lik yo'lga fotonlarni aniqlovchi detektor qo'ysa va bu orqali, aniq bir fotonning ikkita tirqishlardan qaysi biridan o'tishini aniqlamoqchi bo'lsa, unda, tirqishlardan keyingi interferensiyon tasvir ko'rinmay qoladi (yo'qoladi). Bu holda yorug'lik o'zini to'lqin sifati bilan emas, balki, zarrachalar oqimi tarzida namoyon qiladi. Uiler taklif qilgan va «keyinga surilgan» deb ataladigan sal boshqacharoq tajribada esa, yorug'likning to'lqin yoki zarracha tabiatini tadqiq qilishga bo'lgan tanlov, muayyan fotonning tirqishlardan biridan o'tib bo'lgachgina amalga oshiriladi. Ammo bunda ham, tajriba natijasi aynan qaysi xossani tekshirilayotganiga bog'liq bo'ladi.

Plank va Eynshteyn tomonidan yorug'likning

zarrachalar, ya'ni, fotonlar ko'rinishida nurlanishi va yutilishi ko'rsatib berilishidan rosa bir asr muqaddam Tomas Yung buning tamomila aksini ta'kidlovchi mashhur tajribasini o'tkazgan edi. Agar, yorug'lik nurini ikkita ingichka tor tirqishga ega bo'lgan ekran tomon yo'naltirib, ushbu ekraning ham ortiga yana bir ekran joylashtirilsa, mantiqqa ko'ra, narigi – ikkinchi ekranda birinchi ekrandagi tor tirqishlardan o'tib kelgan ikkita ingichka nur tushishi kerak xolos. Lekin, tajriba boshqacharoq narsani ko'rsatib beradi. Ya'ni, tajribada, ikkinchi ekranda bir-biriga juda yaqin joylashgan bir necha yo'l-yo'l chiziqlardan iborat tasvir paydo bo'ladi. Odatda, bir-biri bilan kesishayotgan to'lqinlar o'zini shunday tutadi. Lekin, yorug'lik ikkinchi ekranga diskret fotonlar tarzida yetib boradi-ku?! Ikkita tirqish yordamida bajariladigan tajriba juda tomoshabop jarayon bo'lib, u yorug'likning xuddi to'lqin kabi tarqalishi, lekin, zarrachalar bilan xuddi zarracha singari o'zaro ta'sirlashishini yaqqol ko'rsatib beradi. Boshqa zarrachalar uchun ham aynan shu tasdiq o'rinlidir. Ikkita tirqishlar bilan ushbu tajribani elektronlar oqimi uchun ham takrorlab ko'rilsa, unda ham shunga yaqin natija chiqadi. Agar, ekranga elektronlarni atiga bir donadan yo'naltirilsa ham, baribir natijada interferensiyon tasvir paydo bo'ladi. Bundan kelib chiqmoqdaki, atiga bitta elektron ham o'zini xuddi to'lqin singari tutmoqda va uni faqat o'zi bilan interferensiyalash mumkin xolos! Avvaliga bu tajriba Richard Feynman tomonidan taklif qilingan «faraziy» tajriba bo'lgan. Keyinchalik, mazkur tajriba va uning xulosalari amaliyotda ham o'z isbotini topdi.

Aloqador mavzular:

- [Korpuskulyar-to'lqin dualizmi](#) (27-sahifa).
- [To'lqin funksiyasi kollapsi](#) (47-sahifa)
- [Oqimni optik taqsimlagich](#) (71-sahifa).
- [Kvant optikasi](#) (121-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

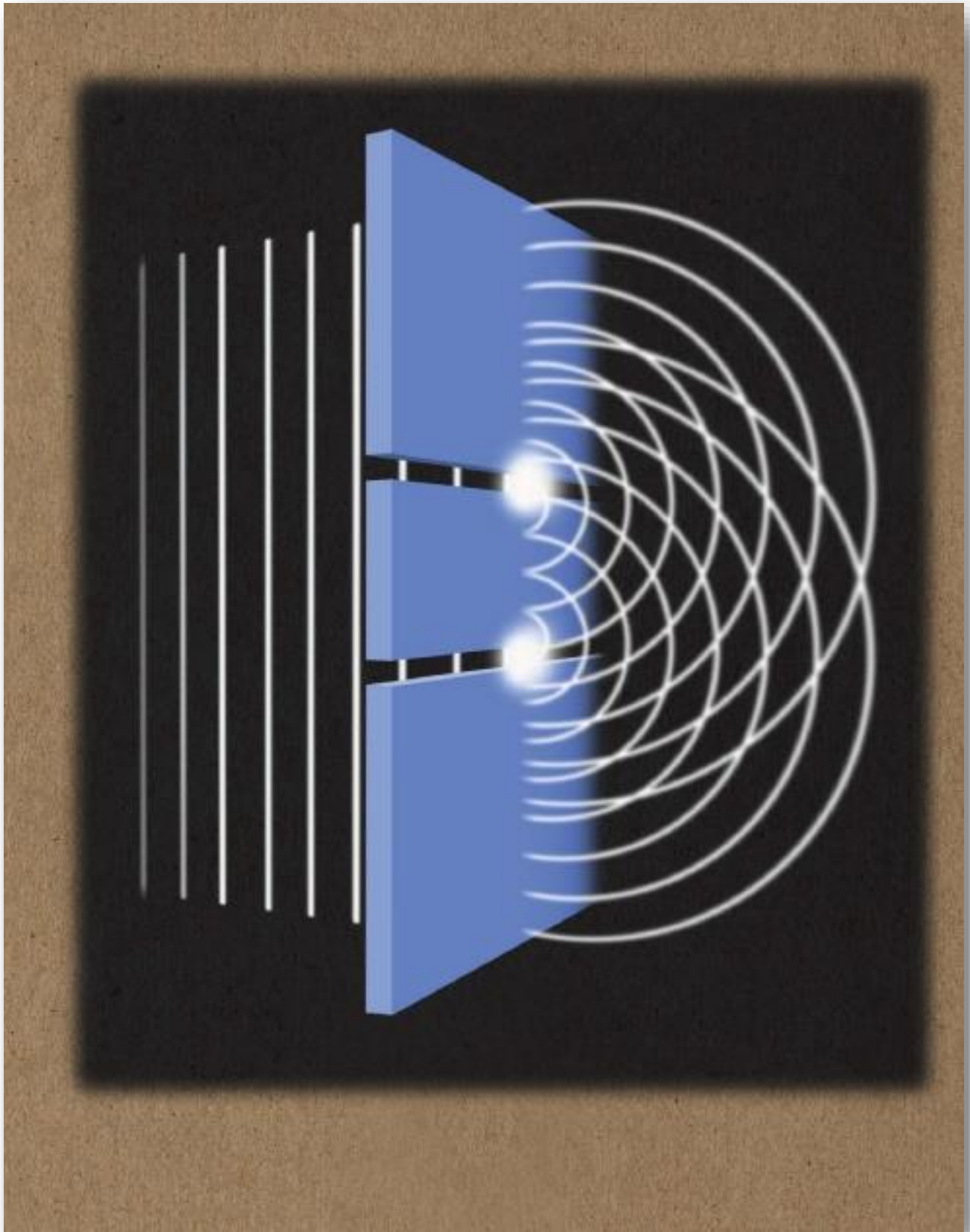
Tomas Yung

(1873-1929)
Ingliz fizigi. Ko'plab ilmiy nazariyalar ustida ishlagan.

Richard Feynman

(1918-1988)
Amerika fizigi. Nobel mukofoti laureati

Mumtoz to'lqinlar misolida, ikkita tirqishlar va interferensiya bilan tajriba.



Asosiy tushunchalar ○

Asosiy tushunchalardagi asosiy tushunchalar

Burchak momenti yoki impuls – fizika impuls bu – jism massasi va tezligining ko'paytmasiga teng kattalik bo'lib, harakat xossalardan biridir. Burchak momenti esa, aylanayotgan jismning impulsi bo'lib, uning kattaligi nafaqat massa va tezlikka, balki, aylanish o'qigacha bo'lgan masofaga ham bog'liq bo'ladi.

Kvant elektrodinamikasi (KED) – yorug'lik va materiyaning o'zaro ta'siri haqidagi nazariya. Bu nazariya relyativistik kvant maydon nazariyasi ham deyiladi, chunki, unda kvant obyektlar maxsus nisbiylik nazariyasini inobatga olgan holda tekshiriladi va ushbu obyektlar elektromagnit maydoni bilan aloqadorlikka ega. Zarrachalar xatti-harakatini tushunishga yordam beruvchi oddiy konstruksiyalardan biri sifatida, har bir zarrachani ortidan yuradigan o'ta tezkor soatni ko'rib chiqish mumkin.

Kvant holati bu – kvant zarrachalar xossalari to'plamidir. Holat «toza» bo'lishi mumkin; masalan, o'lchash natijasida zarracha «yuqoriga» yoki «pastga» yo'nalgan spinga ega bo'lsa shunday deyiladi. Yoki, holat «aralashgan» bo'lishi mumkin, bu holatda esa, spin yo'nalishi haqida faqat taxmin qilinadi va uning ehtimolligi keltiriladi. Masalan, spinning yuqoriga yo'nalganligi ehtimoli 40%, hamda, spinning pastga yo'nalganligi ehtimoli 60% qabilida fikr yuritiladi.

Matritsa – ustun va qatorlar bo'ylab odatda to'rtburchak shaklda joylashtirilgan sonlar to'plamidan iborat matematik obyekt bo'lib, aslida matritsalar istalgan o'lchamlik miqdoriga ega bo'la oladi. Matritsalar bir necha tenglamani bir vaqtning o'zida yechish imkonini beradi.

Mumtoz fizika – 1900-yilgacha, ya'ni, fizika fanida kvant nazariyasi hamda, nisbiylik nazariyasi maydonga chiqqunicha amalda bo'lgan asosiy qonunlar va tamoyillar to'plami. Mumtoz fizikaga oddiy misollardan biri – harakat uchun tadbqiq qilinadigan Nyuton qonunlari bo'lib, garchi nisbiylik nazariyasida bu borada yanada aniqroq qonunlar mavjud bo'lsa-da, biroq, Nyuton qonunlari ham, kundalik amaliyotda baribir o'zini oqlayveradi.

Norelyativistik tenglama – relyativizm, ya'ni, nisbiylik nazariyasi tamoyillarini e'tiborga olmaydigan tenglama. Norelyativistik tenglamaga misol tariqasida Nyutonning ikkinchi qonunini keltirish mumkin ($kuch=massa \times tezlanish$). Yorug'lik tezligidan ancha kichik bo'lgan tezliklar uchun bunday tenglama to'liq o'zini oqlaydi; lekin, tezlikning ortib borishi yo'nalishida relyativistik effektlar tobora sezilarliroq bo'lib boradi hamda, tezlikning ortishiga muvofiq ravishda, obyekt massasi ham ortib boradi.

Qo'shimcha o'zgaruvchilar – Geyzenbergning noaniqliklar tamoyiliga ko'ra, kvant zarralari bir vaqtning o'zida aniqlab (o'lchab) bo'lmaydigan bir nechta xossalarga ega

bo'ladi. Qo'shimcha o'zgaruvchilar deb nomlanadigan bunday xossalardan ko'p keltiriladigan misollardan biri – elektronning joylashuv vaziyati ba impuls, yoki, elektronning energiyasi va vaqtdir. Bunday xossalardan qaysidir birining qiymatini qanchalik aniqlikda hisoblamaylik, ulardan ikkinchisining qiymatining aniqligi shunchalik pasayib boradi.

Qora jism – O'ziga kelib tushayotgan har qanday yo'nalish va chastotadagi yorug'likni (elektromagnit nurlanishlarni) to'laligicha yutib yuboradigan gipotetik obyekt. Doimiy harorat sharoitida qora jism tomonidan nurlantiriladigan yorug'lik spektri (nurlanish spektri) jism tarkibiga emas, balki, hech bir istisnosiz ravishda, faqat jism haroratiga bog'liq bo'ladi.

Superpozitsiya – kvant zarracha ikki xil ehtimollik holatlarning har ikkalasida ham mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan vaziyatlarda, uning muayyan aniq bir holatda turgani haqida emas, balki, mazkur zarracha superpozitsiya holatida turgani haqida gapiriladi. Biroq, bunday, ham, o'sha zarrachaning xossalari o'lchashda, uning hollari qaysidir bir aniq shaklni namoyon qiladi va bu holda, superpozitsiya muayyan bir aniq shaklga «kollapslandi» deyiladi.

To'lqin funksiyasi – Kvant fizikasidagi to'lqin funksiyasi bu – Shryodingerning to'lqin tenglamasiga ko'ra vaqt bo'yicha o'z holatini o'zgartiruvchi zarrachaning kvant holatini bayon qiluvchi matematik formuladir. Bunda, vaqt bo'yicha tarqaladigan to'lqin zarrachaning o'zini emas, balki, uning kvant holatining ehtimoliylikini, masalan, zarrachaning muayyan bir joyda turganligi ehtimolini bayon qiladi. Bunday ehtimollik to'lqin funksiyasi qiymatining kvadratiga teng bo'ladi.

Virtual zarrachalar – KED ayrim kvant jarayonlarini tushuntirishda «virtual zarracha» tushunchasini joriy etish orqali ish yuritadi. Virtual zarracha – amalda hech qachon kuzatilmaydi, lekin, kvant jarayonlarida albatta ishtirok etishi zarur. Masalan, elektromagnit o'zaro ta'sir elektronni o'z orbitasidan tushishga majbur qiladi va bu hodisa, elektronning virtual fotonni yutishi bilan izohlanadi.

Zamon va makon (zamon va makon uyg'unligi) – nisbiylik nazariyasida vaqtni to'rtinchi o'lchamlik deb qabul qilinadi. Shu bilan birga, hech qanday mutlaq vaqt ham va makonning mutlaq nuqtalari ham mavjud emas. Chunki, obyektlarning harakati ularning vaqt bo'yicha holatiga ta'sir qiladi.

Zarrachalar tezlatkichlari bu – zamonaviy fizikaning eng asosiy uskunasi. Tezlatkichlar zarrachalarni yorug'lik tezligiga yaqin tezliklargacha tezlantirib, keyin esa ularni yoki, o'zaro, yoki, boshqa biror obyektlar bilan to'qnashishga majbur qiladi. To'qnashish natijasida esa yangi zarrachalar paydo bo'ladi. Bugungi kunda shunday tezlatkich uskunalaridan eng kattasi Fransiya va Shveytsariya chegarasida joylashgan Katta Adron Kollayderi (KAK) bo'lib, uning halqa tunneli aylana uzunligi 27 km ni tashkil qiladi. Unda bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda protonlar dastasiga yorug'lik tezligiga yaqin tezlik beriladi va kollayderning muayyan joylarida ushbu protonlar oqimi o'zaro to'qnashtiriladi.

Kvant spini

3 soniyalik fakt

Magnitlar aynan spin tufayli ishlaydi. Olimlar ham zarrachalarni bir-biridan spinga ko'ra farqlaydilar.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

«Spin» deb nom olgan ushbu xossa bunday nomga ega bo'lishining sababi, uning mumtoz fizikadagi burchak momenti bilan o'xshashligi bo'lgan bog'liq. Lekin, bu nomdan, spin zarrachaning o'z o'qi atrofida aylanishi haqida gap ketayotganini tushunish biroz qiyin, ayniqsa, elektron singari nuqtaviy zarrachalar uchun bunday xossani tasavvur qilishni o'zi mushkul. Boz ustiga, spin butun son bo'lmagan, ya'ni, kasr qiymatlarda bo'lishi va yo'nalishi ham, yuqoriga va pastga yo'nalgan bo'lishi mumkin.

Kvant spini (inglizcha spin - «aylanish», «buralish») – biz kuzatayotgan olamdagi magnetizm hodisalarining asosiy sababchisidir. Spin bu elementar zarrachalarga xos bo'lgan eng asosiy xususiyatlardan biri bo'lib, elektronning atomdagi kvant holatini aniqlash uchun kerak bo'ladigan zarrachaning to'rt asosiy xossasidan biri sanaladi. Kvant olamidagi boshqa parametrlar singari, spin ham qat'iy aniqlanishi va diskret qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. Har qanday zarrachaning spin soni bilan ifodalanadigan muayyan spin qiymati bo'ladi. Barcha subatom zarrachalar o'ziga xos bo'lgan spin soniga ega bo'lib, ayrimlarining spin soni nolga teng bo'lishi ham mumkin. Spin zarrachaning burchak momenti bilan bog'liq bo'lib, ya'ni, aylanayotgan obyektning fizik xossasi sanaladi va atomlardagi burchak momentini o'lchash natijalariga ta'sir ko'rsatadi. Spin effekti dastavval elektronning xossalaridan biri sifatida aniqlangan edi. Elektronlar atomlarning yadrosi atrofida aylanadi va shu jarayonda atomning burchak momentini keltirib chiqaradi. Spin hodisasini 1922-yilda nemis fiziklari Otto Shtern va Valter Gerlax tomonidan o'tkazilgan tajribalar orqali kashf etilgan edi. Ularning o'tkazgan mashhur tajribalari orqali, elektronlarning yadro atrofidagi orbital harakati evaziga hosil bo'ladigan burchak momentidan tashqari, shuningdek, o'zining xos burchak momenti ham mavjudligi isbotlangan edi. Sodda qilib aytganda, ushbu xossani, elektronning yadro atrofida aylanishidan tashqari, unga qo'shimcha ravishda, o'z o'qi atrofida ham aylanishi xossasiga ham ega ekanini bildiradi.

Aloqador mavzular:

- [Pauli tamoyili](#) (54-sahifa).
- [Dirak tenglamasi](#) (56-sahifa)
- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Wolfgang Pauli

(1900-1958)

Kvant spini nazariyasining asoschisi bo'lgan Avstriyalik fizik.

Jorj Ulenbek

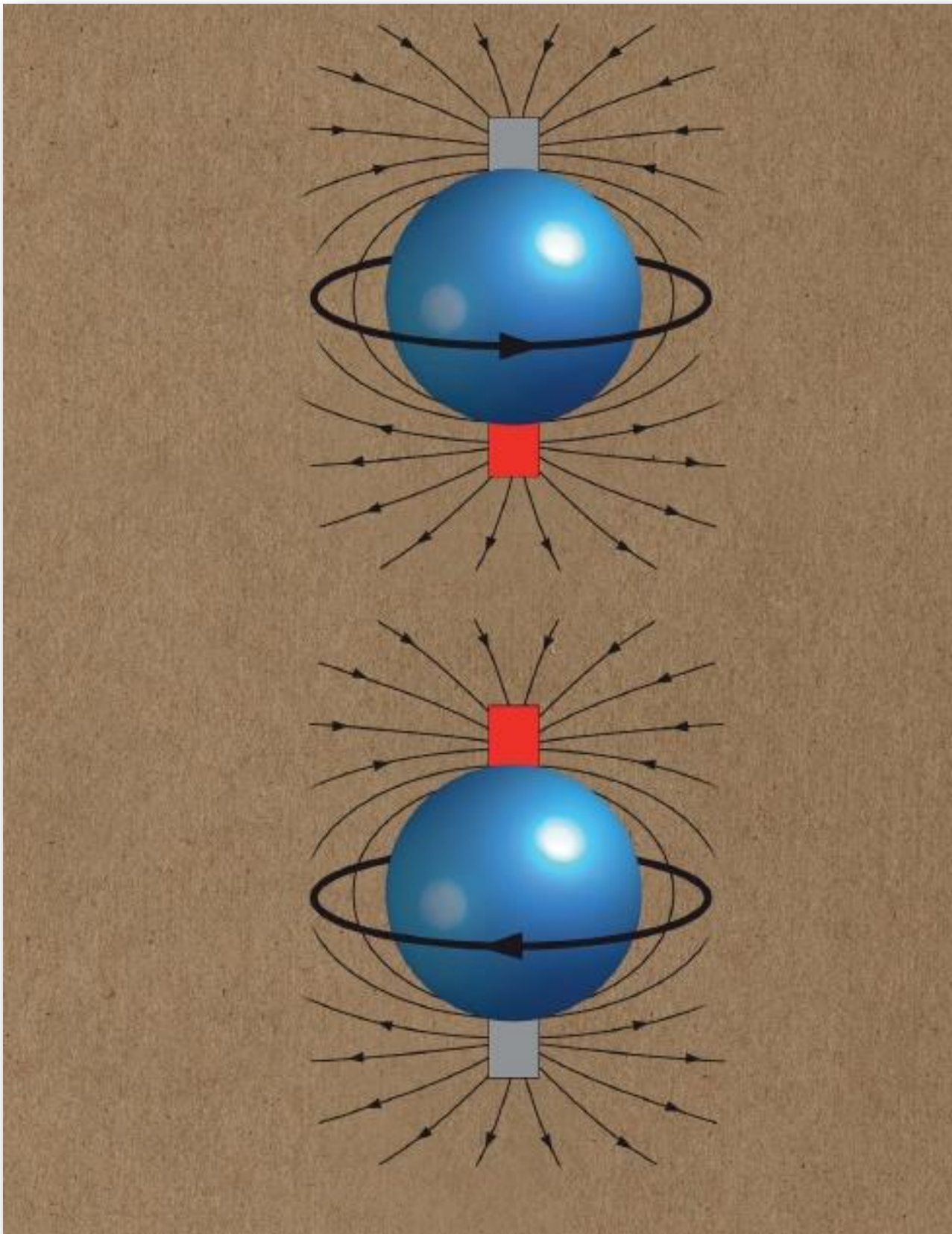
(1900-1988) va

Samuel

Gaudsmidt

(1902-1978) Elektron spini haqidagi eng birinchi ilmiy ish muallifi bo'lgan Golland fiziklari

Zarracha spini yo'nalishi uning magnit orientatsiyasini belgilaydi.



Matritsali mexanika

3 soniyalik fakt

Matritsali mexanika asosida yotuvchi tamoyil yordamida Geyzenberg kvant mexanikasiga noaniqliklar tamoyilini olib kirdi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Geyzenberg matritsalarini fiziklarga biz bilgan va ko'nikkan oddiy sharoitda, ya'ni, bizning olamimizda uchramaydigan kvant holatlarini tushuntirib berish uchun yangi va noodatiy modelni taklif qilgan. Lekin, ushbu usul, nisbatan an'anaviy bo'lgan, jumladan, Shryodinger ham chuqur ishongan differensial tenglamalar usuliga zid edi. Qaysidir ma'nida, ushbu ziddiyat ham korpuskulyar-to'lqin dualizmining navbatdagi ko'rinishiga o'xshardi: differensial tenglamalarni fazoda to'lqinlarning tarqalishiga bog'lash mumkin bo'lsa, matritsalar esa zarrachalarga o'xsha tarzda, diskret bo'lib ko'rinadi. Ushbu ikkala usulni 1930-yilda Dirak birlashtirgan.

Matritsali mexanika bu – kvant tizimlarini «matritsali algebra» deb nomlanuvchi matematik usul vositasida bayon qilish uslubidir. Ushbu uslubni atomlarning spektral chiziqlarini tahlil qilish bilan mashg'ul bo'lgan Germaniyalik olimlar, Maks Born, Verner Geyzenberg va Paskal Jordan 1925-yilda ishlab chiqishgan. Ervin Shryodinger ishlab chiqqan differensial tenglamalar usuli esa, ushbu matritsali mexanika usulga qarama-qarshi qo'yiladi. Matritsali mexanikaning o'ziga xosligi shundaki, bunda hisob-kitoblarni bajarish tartibi natijaga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Aytaylik, oddiy arifmetikaga ko'ra, $2 \times 3 = 6$ bo'lsa, shuningdek, $3 \times 2 = 6$ ham aynan bir xil natija bo'ladi. Lekin, matritsali hisob kitoblarda bunday emas. Bunda, agar zarrachaning joylashuvini bir matritsa bilan, uning impulsini esa boshqa matritsa bilan berilgan bo'lsa, unda, mazkur ikki matritsaning qanday tartibda ko'paytirilishidan kelib chiqib, ko'paytirish natijasi har xil bo'lib chiqadi. Ushbu turli xil natijalar orasida tafovut mavjudligi fanda Geyzenberg noaniqlik tamoyilining kelib chiqishiga sabab bo'lgan.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger tenglamasi](#) (39-sahifa).
- [Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili](#) (45-sahifa)
- [To'lqin funksiyasi kollapsi](#) (47-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Maks Born

(1882-1970) va

Paskal Jordan

(1902-1980) Matritsa mexanikasi rivojiga hissa qo'shgan nemis fiziklari.

Verner

Geyzenberg

(1901-1976)

Kvant mexanikasining asoschilaridan biri.

Geyzenbergning matritsali mexanikasi kvant hodisalarini bayon qilish uchun matritsalaridan foydalanadi.

$$q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} & \dots \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} & \dots \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}; \quad p = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$



Shryodinger tenglamasi

3 soniyalik fakt

Shryodinger tenglamasi kvant zarrachalarining «ehtimoliylik to‘lqini» tarzida o‘zini qanday tutishini hisoblash, ya’ni, zarrachaning joylashuvini taxmin qilish imkonini beradi .

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Shryodinger tenglamasi kvant nazariyasini matematik tasavvur qilishning yagona usuli emas. 1920-yillarda Shryodingerdan tashqari, yana shuningdek, Verner Geyzenberg ham kvant holatlarini ifodalashning matematik matritsaga asoslangan usulini ishlab chiqqan. Ilm-fanda matritsali mexanika hali-hanuz qo‘llaniladi. Lekin, fiziklarning o‘zi Shryodinger tenglamalarini afzalroq bilishadi. Chunki, Shryodinger usulida kvant holatlarini nisbatan intuitiv tasavvur qilish imkonini mavjud.

1924-yilda de Broyl tomonidan elektron singari zarrachalari o‘zini xuddi to‘lqindek tutishi mumkinligi haqidagi g‘oya ilgari surildi. Buning asosida Ervin Shryodinger tomonidan, kvant holatlarini ifodalashda, zarrachaning koordinatalari va o‘zini qanday tutishini to‘lqin funksiyasi – ψ (psi) orqali belgilanadigan matematik mexanizm ishlab chiqildi. Lekin bu, siz bilan biz ko‘nikkan ko‘rinishdagi, masalan, tovush to‘lqinlari tarzidagi to‘lqin emas. To‘lqin funksiyasi bu ko‘p jihatda aslida ehtimoliylik bo‘lib, ushbu funksiyaning qiymati (aniqrog‘i, to‘lqin funksiyasi qiymatining kvadrati – ψ^2) – zarrachaning fazoning u yoki bu qismidan aniqlanishi ehtimolligini ifodalaydi. Matematikada to‘lqin differensial tenglamalar vositasida ifodalanadi va bu orqali, tebranishlarning o‘lchami vaqt davomida qanchalik o‘zgarishi ko‘rsatib beriladi. Lekin, Shryodinger tenglamasi oddiy to‘lqin tenglamasiga o‘xshamaydi; u ko‘proq, diffuziya tenglamasiga, yoki, modda konsentratsiyasining vaqt va koordinatalarga bog‘liq ravishda qanday o‘zgarishini ifodalovchi tenglamaga o‘xshab ketadi. Umuman olganda, Shryodinger tenglamasi massa va energiya ma’lum bo‘lgan taqdirda, istalgan kvant sistemasining to‘lqin funksiyasini, demakki, uning koordinatalarining ehtimolligini ham hisoblash imkonini beradi. Amalda ushbu funksiyani hisoblash juda mushkul va odatda, taqribiy yaqinlashuvlar bilan cheklanishga to‘g‘ri keladi. Shunga qaramay, aniq ishonch bilan aytish mumkinki, Shryodinger tenglamasi elektronlarning atomlarda, molekullarda va boshqa materiallarda o‘zini qanday tutishini o‘rganish uchun eng asosiy tayanch tenglama bo‘lib xizmat qildi.

Aloqador mavzular:

- [Korpuskulyar-to‘lqin dualizmi](#) (27-sahifa).
- [De Broyl to‘lqinlari](#) (29-sahifa)
- [Matritsali mexanika](#) (37-sahifa).

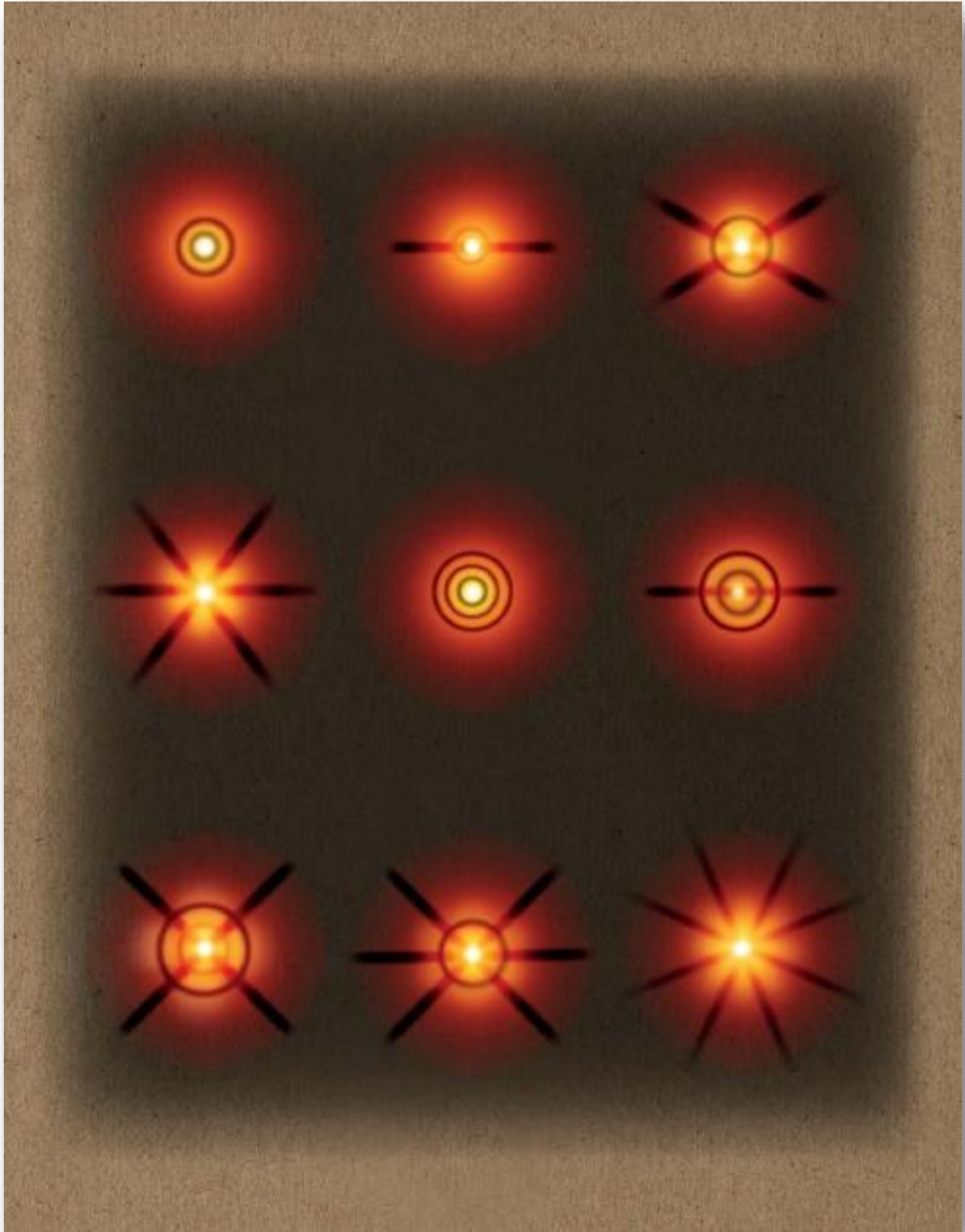
Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Ervin Shryodinger

(1887-1961)

Kvant fizikasi va kosmologiya bilan shug‘ullangan Avstriyalik fizik.

To‘lqin funksiyasi yordamida, vodorod atomi orbitasidagi elektronning qayerda turganini aniqlash mumkin.



1887-yilning 12-avgust
sanasida Avstriya poytaxti
Vena shahrida dunyoga
kelgan.

1910
Vena universitetini
tamomlagan.

1914-1918
Birinchi jahon urishi
yillarida Avstriya
armiyasining artilleriya
qismlarida xizmat o'tagan.

1921
Syurix universitetida fizika
professori unvoni bilan
ishlay boshladi.

1926
Shryodinger tenglamasi
to'liq mexanikasi uchun
asos bo'lib xizmat qildi.

1927
Berlin universitetida Maks
Plankning o'rniga uning
lavozimida ishlay boshlaydi.

1933
natsistlar hukmronligida
qolgan Germaniyani o'z
ixtiyori bilan tark etib,
Oksfordga ko'chib o'tadi.
Aynan shu yili Pol Dirak
bilan birgalikda Nobel
mukofotiga sazovor bo'lgan.

1935
Olimning «Kvant
mexanikasining hozirgi
holati» nomli kitobi chiqadi.
Unda mushuk paradoksi ilk
bora bayon qilingan edi.

1939
Dublin oliy tadqiqotlar
universitetining Nazariy
Fizika bo'limiga direktor
etib tayinlandi.

1944
Kembrij universiteti
nashriyotida olimning
«Hayot o'zi nima?» asari
bosmadan chiqdi.

1956
Dublindagi lavozimidan
iste'fo berib, Venaga
qaytadi.

1961
-yilning 4 yanvar sanasida
Venada vafot etdi



Ervin Shryodinger

Venada tugʻilib oʻsgan yetuk fizik olim Ervin Shryodinger bolalik yillaridanoq ilm-fanga, ayniqsa, fizikaga kuchli qiziqish bilan yondoshar edi. 1920-yillar avvalida, yaʼni, Shryodinger endigina Syurix universiteti professori boʻlgan paytlardayoq, u allaqachon materiyaning toʻlqin tabiati haqidagi gʻoya tarafdori edi. Uning bu boradagi maslak-muddaolari fizikaning eng buyuk yutuqlaridan biri sanaladigan kvant fizikasi sohasida - toʻlqin mexanikasi nazariyasida oʻz aksini topgan.

Kvant fizikasi sohasida Shryodingerning toʻlqin tenglamasining ahamiyati xuddi mumtoz fizikadagi Nyuton qonunlarining ahamiyati singari darajadadir. Shryodinger tenglamasining amaliy ahamiyatini fizik olimlar deyarli darhol fahmlashgan; lekin olimning toʻlqinlar borasidagi fikrlarini maʼqullovchilar oʻsha paytda deyarli boʻlmagan. Shryodinger oʻzi esa, oʻsha paytlarda kvant fizikasida hukmron boʻlgan va kimsan Nil Borning obroʻsi bilan ilm-fanda mustahkam oʻrnashib qolgan «Kopengagen izohi»ni, hamda, Borning «korpuskulyar-toʻlqin dualizmi» haqidagi fikrlarini «safсата» deb atagan. Oʻsha paytlarda Shryodingerni asosan, Bor bilan gʻoyaviy raqib boʻlgan Albert Eynshteyn qoʻllab quvvatlar edi. Eynshteyndek mashhur olimning qoʻllab quvvatlashi taʼsirida, Shryodinger Kopengagen izohining absurd ekanligini isbotlashga qaratilgan mashhur xayoliy tajribasini - quti ichidagi mushuk bilan bogʻliq eksperimentini bayon qildi. Ushbu mushuk timsoli keyinchalik butun kvant fizikasidagi eng taniqli, ramziy timsollardan biriga aylandi.

Ikkinchi jahon urushi boshlanishi arafasida Shryodinger algʻov-dalgʻov kontinental Yevropani tark etib, neytral va tinch Irlandiyaga yoʻl oldi. Shryodingerning ona tomondan momosi ingliz ayoli boʻlgan. Uning kuchli taʼsiri va tarbiyasi tufayli Shryodinger ingliz tilida ham xuddi nemis tilidagi singari mukammal gaplasha olardi. Aytish joizki, olim Irlandiyaga oʻz-oʻzidan, boshpana izlab borgan emas. Uni shaxsan Irlandiya bosh vaziri Imon de Valera taklif qilgan boʻlib, Dublinda olimga yangi tashkil qilingan Dublin Oliy tadqiqotlar Institutining nazariy fizika Boʻlimiga rahbarlik qilish vazifasi taklif etilgan. Shryodinger ushbu lavozimda 17 yil faoliyat koʻrsatdi. Keyinchalik olim oʻz esdaliklarida oʻzining Dublinda oʻtkazgan yillarini hayotidagi eng baxtli yillar sifatida xotirlagan edi. Olimning ushbu davrga oid ijod namunalari ichida eng mashhuri «Hayot oʻzi nima?» deb nomlanadigan asari boʻlib, unda Shryodinger kvant nazariyasi hamda, fundamental fizikaning boshqa konsepsiyalarini tirik organizmlar uchun tadbiiq etish masalalarini bayon qiladi. Oradan bir necha yillar oʻtib, olimlar Frensis Krik va Jeyms Uotson tomonidan DNK strukturasi kashf etilgach, ularning har ikkalasi ushbu olamshumul kashfiyotni amalga oshirishda Shryodingerning yuqorida nomi zikr etilgan asarining taʼsiri mislsiz boʻlganligini eʼtirof etishgan.

Shryodinger boshqa fizik olimlarga qaraganda biroz gʻalati feʼl-atvori va oʻzgacha hayot tarzi bilan ajralib turgan. Xususan u sheʼrlar yozar, falsafaga va sharq afsonalariga qattiq qiziqardi. Shryodingerning tabiatiga xos eng yomon salbiy jihat esa, uning xotinboz boʻlgani deyish mumkin. Uning xotini Enni bilan 40 yil turmush qurganiga qaramasdan, boshqa jazmanlaridan ham 3 ta benikoh tugʻilgan bolalari boʻlgan. Shunga qaramay, Enni unga toʻlqinicha sodiiq qoldi. Shryodinger 1961-yilda Venada vafot etgan.

Shryodinger mushugi

3 soniyalik fakt

Bu - kvant nazariyasi qoidalari qay darajada mujmal va chigal ekanini yaqqol namoyish qiluvchi xayoliy eksperimentdir. Kvant sistemasi bir vaqtning o'zida ikki holatda bo'lishi, masalan, mushuk ham tirik ham o'lik bo'lishi mumkin.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Shryodinger mushugining tirik yoki o'lik ekanini eksperimental aniqlash mumkin? Ichida mushukni saqlay oladigan darajadagi kvant superpozitsiyani ushlab turish amalda juda qiyin; lekin, mikroskopik mushukni, yoki, bakteriya va viruslarni tashqi qo'zg'alishlardan izolyatsiyalab qo'yish ancha oson. Germaniyalik tadqiqotchilar kvant superpozitsiyasini lazer nuri yordamida tutib olingan virus orqali hosil qilish imkonini beruvchi boshqa bir eksperimentni taklif etishgan.

bu nisbatan ommalashgan va mashhur illustratsiya bo'lib, unda kvant olamidagi real manzarani tushunishga bo'lgan urinishlarning qanday paradokslarga olib kelishi ifodalanadi. Quti ichidagi mushuk bilan o'tkaziladigan ushbu xayoliy tajribani 1935-yilda Ervin Shryodinger taklif qilgan. Uning g'oyasiga ko'ra, qandaydir makroskopik obyektning, masalan, quti ichidagi tirik yoki o'lik mushukning atomning parchalanishi singari, mikroskopik kvant hodisasi bilan o'zaro bog'lash masalasi o'rta tashlanadi. Unda, shunday fikr yuritiladi: aytaylik, quti ichida shunday bir uskuna borki, u yadroviy parchalanish oqibatida, ya'ni tasodifiy kvant hodisasi ta'sirida, o'ziga bog'langan bolg'ani harakatga keltiradi. O'z navbatida o'sha bolg'a ichida zahar solingan kolbani sindiradi va natijada mushuk o'ladi. Muammo shundaki, parchalanayotgan atom superpozitsiya holatida bo'lishi, ya'ni, u bir vaqtning o'zida har ikkala holatda mavjud bo'lishi mumkin. Demak, mushuk ham bir vaqtning o'zida ham tirik va ham o'lik holatda bo'lishi mumkin. Kvant superpozitsiyasi odatda kvant obyektini o'lchash orqali bartaraf etiladi. Shu sababli ham, biz qutini ochishimiz bilanoq, mushukning yoki hali ham tirik ekanini, yoki, o'lib bo'lganini ko'ramiz. Lekin bu, biz qutini ochgunimizcha mushuk qay holatda bo'lganini aniq aytishga asos bo'la olmaydi. Ayrim olimlar, bizning nimani kuzatayotganimizda qat'iy nazar mushukning holatini aniq belgilab qo'yadigan qandaydir fizik hodisa sodir bo'ladi deb hisoblaydilar. Boshqa bir olimlar esa, mushuk uchun ham superpozitsiya holati, ya'ni, mushuk ayni bir vaqtning o'zida ham tirik va ham o'lik bo'ladigan holat mavjud bo'ladi deb ishonadilar.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger tenglamasi](#) (39-sahifa).
- [To'liq funksiyasi kollapsi](#) (47-sahifa)
- [Dekogerensiya](#) (49-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Yudjin Vinger

(1902-1995)

Shryodinger mushugi paradoksi va ong masalalari orasida bog'liqlik haqida ilmiy ish yuritgan fizik.

Xuan Ignasio

Sirak

(1965)

Shryodinger mushugi eksperimentini mikroskopik organizmlar bilan bajarishni taklif qilgan Ispaniyalik olim.

Kuzatishdan avval Shryodinger mushugi superpozitsiya holatida bo'ladi. U ham tirik va ham o'lik...



Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili

3 soniyalik fakt

Zarrachalar o'zi xuddi siyosatchilardek tutadi: siz ularni qanchalik siquvga olganingiz sari, ular o'z pozitsiyasini shunchalik tez o'zgartiradi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Noaniqliklar tamoyili tufayli zaryadlangan zarrachalar tezlatkichi - Katta Adron Kollayderi singari ulkan ilmiy tajriba qurilmalarini barpo etishga to'g'ri keladi. Proton o'lchamlaridan ham minglab marotaba kichik masofalarda zarrachalarning o'zini qanday tutishini tekshirish uchun, o'sha zarrachalar oqimining xona haroratidagi energiyasidan trillionlab marta kuchliroq energiya miqdori beriladi. Zarrachalarni tezlatish uchun ham juda ulkan inshootlar quriladi.

1927-yilda nemis nazariyotchi fizigi Verner Geyzenberg kvant zarrachalarning fundamental xossasi bo'lmish – noaniqliklar tamoyilini shakllantirdi. Ushbu tamoyilga ko'ra, atom yoki zarrachaning ayrim o'zaro juft xossalari, masalan, zarrachaning koordinatasi va impulsini, yoki, muayyan vaqt momenti va ushbu vaqt momentidagi energiyasining har ikkisini ayni bir paytning o'zida bir xil aniqlikda o'lchashning imkoni yo'q. Xossalardan birining o'lchash aniqligi qay darajada katta bo'lsa, unga sherik ikkinchi xossaning o'lchash aniqligi shu darajada past bo'ladi. Ushbu hodisaning kundalik hayotga ta'siri shu darajada kichikki, biz o'z olamimizda ushbu holatni mutlaqo inobatga olmasak ham bo'laveradi. Biroq, mikroskopik miqyoslarda, ya'ni, mikrodunyoda ushbu effekt shu darajada ulkan ahamiyatga egaki, subatom zarralarining harakati va o'zaro ta'sirini o'rganuvchi kvant mexanikasi sohasi butun bo'y-basti bilan aynan ushbu tamoyil ustiga qurilgan deyish mumkin. Noaniqliklar tamoyil – bizning kvant hodisalarini kuzatish va o'rganish imkoniyatimiz darajasini tabiiy chegaralovchi fundamental ilmiy tushunchadir. U bizning sezgir organlarimiz va umuman har qanday tabiiy va texnik o'lchov vositalarimizning kamchiligi deyish mumkin. Ushbu xossadan kelib chiquvchi xulosalardan biri shuki, zarrachaning qandaydir juda qisqa t vaqt ichidagi umumiy energiyasi E ning ushbu vaqtga ko'paytmasi, ya'ni, Et ning qiymati, Plank doimiysining 4π ga nisbatidan kichik bo'lgan sharoitlarda, mazkur zarrachaning umumiy energiyasi muayyan qiymatgacha og'ishi mumkin. Bu shuni anglatadiki, favqulodda qisqa vaqt mobaynida bo'lsa hamki, kvant dunyosida energiyaning saqlanish qonuni istisno qilish mumkin bo'ladi.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger tenglamasi](#) (39-sahifa).
- [Dirak tenglamasi](#) (56-sahifa)
- [Feynman diagrammalari](#) (65-sahifa).

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Ervin

Shryodinger

(1887-1961)

Avstriyalik fizik.

Verner

Geyzenberg

(1901-1976)

Noaniqliklar tamoyilini shakllantirgan nemis fizigi.

Kvant zarrachasining fazodagi vaziyatini (koordinatasini) qanchalik aniqlikda o'lchasa, ayni damda, uning impulsini shunchalik noaniqlikda o'lchaymiz va aksincha.



To'lqin funksiyasi kollapsi

3 soniyalik fakt

To'lqin funksiyasi kollapsi superpozitsiyani yo'qqa chiqaradi va kvant sistemasining holatini aniq holga o'tkazadi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

To'lqin funksiyasi kollapsining boshqacharoq talqinini amerikalik fizik Devid Bom taklif qilgan. Uning talqini de Broylning «fazogir-to'lqin» nazariyasiga asoslanadi va unga ko'ra, kvant zarrachalari to'lqinlar tomonidan yo'naltiriladi va kuzatib boriladi deb faraz qilinadi. Fikrga ko'ra, butun boshli Koinot uchun yagona bo'lgan qandaydir umumiy to'lqin funksiyasi mavjud bo'lishi kerak; aslida u kollapsga uchramaydi, aksincha, mahalliy darajada kuzatilganda kollaps ko'rinishida namoyon bo'ladi. Bunday ko'rinish to'lqin funksiyasining mahalliy miqyosdagisi va butun Koinot miqyosidagisi orasidagi dekogerensiya tufayli yuzaga keladi.

To'lqin funksiyasi ko'rinishidagi Shryodinger

tenglamasi orqali biz kvant sistemasining muayyan holatdagi ehtimoliyligini taxmin qilish imkonini bera oladi xolos. O'lchashlar esa kvant sistemasining o'zi qanday holatda ekanini aniq aytish imkonini beradi. Aftidan, o'lchash aktining o'zi boshqa ehtimolliklarni istisno qilib qo'yadi. Aynan shu narsa to'lqin funksiyasining kollapsi deyiladi. Mazkur kollapsning qay tarzda ro'y berishi o'lchashlarning qanday amalga oshirilishiga bog'liq. Kvant nazariyasining endi-endi oyoqqa turib kelayotgan paytlarida fizika sohasida faoliyat yuritgan olimlar ichida, o'sha paytlar ushbu masala yuzasidan muayyan falsafiy tortishuvlar yuzaga kelgan edi. Aslida ilm-fan borliq haqidagi bilim va ma'lumotlarni obyektiv ravishda, asl mohiyatiga ko'ra ochib beradi deb ishoniladi. Kvant fizikasi bilan yuz berayotgan holatda esa, o'rganilayotgan jarayon natijasi (obyektning holati) uni o'rganish aktining o'ziga bog'liq bo'ladi. «O'lchash muammosi» deb yuritiladigan ilmiy masalaning mohiyati ana shunda. Shunday ekan, to'lqin funksiyasi kollapsi aslida nima o'zi? Shunchaki matematik rasmiyatchilikmi, yoki, u haqiqatan ham borliqda mavjud, real narsami? Umumqabul qilingan «Kopengagen izohi»ga ko'ra, kuzatuvni amalga oshirmaguncha sistemaning holatini aniqlab bo'lmaydi. Ba'zi olimlarning fikriga ko'ra, to'lqin funksiyasi kollapsi bu shunchaki illuziya; ehtimollikning turli ehtimoliy natijalari esa boshqa-boshqa olamlarda amalga oshadi. Boshqa bir olimlar esa to'lqin funksiyasi kollapsini gravitatsiya kuchi ta'sir qilishi mumkin bo'lgan qandaydir real jarayon deb hisoblaydilar.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger tenglamasi](#) (39-sahifa).
- [Shryodinger mushugi](#) (43-sahifa)
- [Dekogerensiya](#) (49-sahifa).
- [Ong kollapsi](#) (83-sahifa)

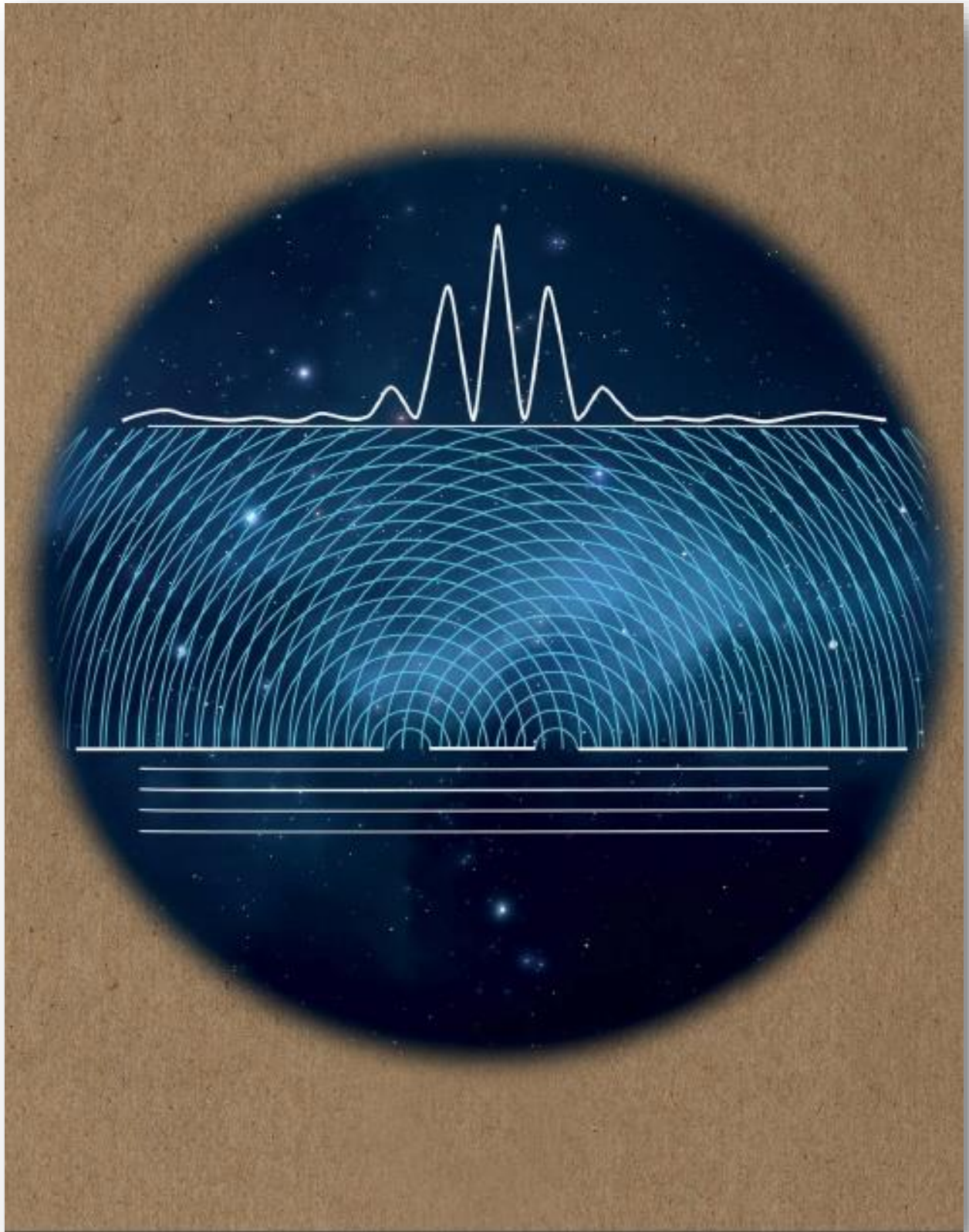
Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Roger Penrouz

(1931)

Angliyalik fizik.

Kvant sistemalarida zarrachalar to'lqin ehtimolligi ko'rinishida mavjud bo'ladi. Shu sababli ham, ular bilan interferensiya va boshqa hodisalar sodir bo'ladi.



Dekogerensiya

3 soniyalik fakt

Dekogerensiya bu – sistemaning atrof-muhit bilan ta'sirlashuvi oqibatida o'z kvant xossalardan mosuvo bo'lishidir.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kvant sistemasi o'zining kvant xossalardan ayrilib, o'zini mumtoz fizika qoidalari bo'yicha tuta boshlashi, ya'ni, dekojerensiya effekti yuzaga kelishi uchun u qanday darajada katta bo'lishi kerak? Interferensiya singari to'liq funksiyalarini ayrim yirik molekulalar, masalan, oltmishta uglerod atomidan iborat bo'ladigan C60 molekulasi ham aniq namoyon qiladi. Biroq, uning gaz orqali o'tishi jarayonida mazkur xossalari yo'qoladi. Taxminlarga ko'ra, fiziklar yaqin orada, elektron mikroskop vositasida, mitti ossilyatsiyalangan dastalarda tebranayotgan holatlarning kvant superpozitsiyasini kuzatish imkoniga ega bo'ladilar.

Mikroskopik olam ustidan kvant fizikasi qoidalari nazorat o'rnatgan. Lekin, biz ko'nikkan oddiy turmushda mumtoz fizika qonunlari amal qiladi. Kvant fizikasi aynan qaysi nuqtada mumtoz fizikaga o'rin bo'shatadi? Ularning orasidagi o'sha ko'z ilg'amas nozik chegara qayerdan o'tadi? Keng tarqalgan fikrlardan biriga ko'ra, kvant effektlarining yo'qolishiga sabab, kvant sistemasining atrof-muhit bilan ta'sirlashishi sabab bo'lishi mumkin ekan. Aynan shu hodisani fanda dekojerensiya deyiladi. Bu shuni anglatadiki, endilikda zarracha va uning atrof-muhiti o'zaro bog'lanib qoladi; boshqacha so'z bilan aytadigan bo'lsak, bunda, zarrachaning xossalari endilikda zarrachaning faqat xususiy o'z xossasi bo'libgina qolmay, balki u endi tashqi muhitga ham bog'liq bo'lib qoladi. Sistemada kvant effektlari namoyon bo'lishi uchun, ushbu sistemadan dekojerensiyani bartaraf qilish va uni tashqi omillar ta'siridan himoyalash kerak bo'ladi. Shu sababli ham superpozitsiya singari ayrim kvant effektlari faqat laboratoriya sharoitlaridagina kuzatiladi. Dekogerensiya – qaytmas jarayondir. U yuzaga kelishi bilan orqaga yo'l qoldirmaydi. Ya'ni, endi sistema hech qachon kvant sistemasi holatiga qaytmaydi. Kvant sistemasining dekojerensiyaga uchrash tezligi, xususan, kvant superpozitsiyasining yo'q bo'lish tezligi, kvant sistemasidagi zarrachalar soniga bog'liq bo'ladi. Zarrachalar qancha ko'p bo'lsa, bunday sistema juda oson va tez dekojerensiyaga yo'liqadi. Sistemada zarrachalar qancha ko'p bo'lsa, demak u shunchalik yirik va katta obyekt ham bo'ladi. Katta obyektlar esa, amalda bir lahzadayoq mumtoz fizika qoidalarga amal qila boshlaydi.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger mushugi](#) (43-sahifa)
- [To'liq funksiyasi kollapsi](#) (47-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Xaynts-Diter Tse

(1932)

Nemis fizigi. 1970-yilda dekojerensiya sababini aniqlagan.

Voytsex Zurek

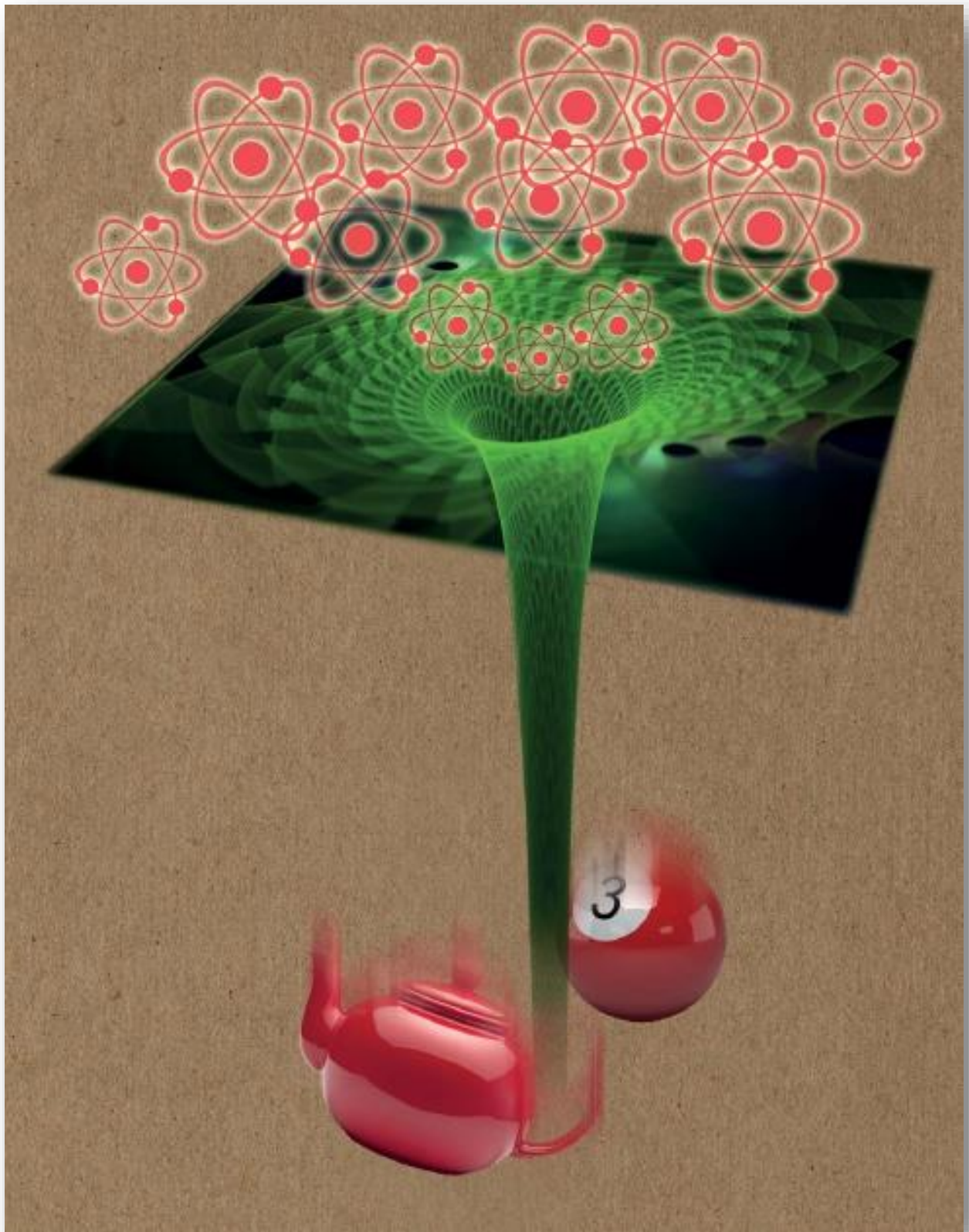
(1951)

Amerikalik fizik.

Dekojerensiya qanday qilib ayrim mumtoz xossalarni tanlashini tushuntirib bergan.

Kvant sistemalari superpozitsiya holatida bo'ladi.

Lekin, dekojerensiya tufayli odatiy obyektlar mumtoz holatda qolaveradi.



Yorug'lik va materiya fizikasi ○

Asosiy tushunchalar

Antimodda – ingliz fizigi Pol Dirak, musbat zaryadga ega bo'lgan elektronga o'xshash, zarracha tabiatda mavjud ekani haqidagi taxminni ilgari surgan edi. Keyinchalik aynan shunday zarrachaning haqiqatan ham mavjudligi aniqlandi va unga pozitron deb nom berildi. Bu antimoddaning ilk namunasi esi. Shundan so'ng, hamma elementar zarrachalarning antizarrachalari aniqlandi.

Bozonlar – fermionlardan farqli o'laroq, Boze-Eynshteyn statistikasiga bo'ysinuvchi zarrachalar. Odatiy bozonlar bu – o'zaro ta'sirlarni amalga oshiruvchi zarrachalar, masalan, protonlar, yoki, o'sha mashhur Xiggs bozoni kabilardir. Shuningdek, zarrachalari soni juft sonda bo'lgan atom yadrolariga nisbatan ham aynan shu termin qo'llaniladi.

Elektron qavatlari – elektronlar atom yadrosi atrofidagi muayyan qat'iy aniq bir orbitalarda turishi mumkin xolos; elektronning bir orbitadan boshqasiga o'tishi odatda elektronning kvantlanishi, ya'ni, fotonning yoki uchib chiqishi, yoki yutilishi bilan kechadi. Elektronlar mavjud bo'lishi (harakatlanishi) mumkin bo'lgan pog'onalarini odatda kimyoda ko'pincha «elektron qobiqlari», yoki, «elektron qavatlari» ham deyiladi.

Fermionlar – elementar zarralarning ikki xil asosiy turlaridan biri. (Yana bir tur elementar zarralar bu - bozonlardir). Fermionlarga modda zarrachalari (moddiy zarrachalar) mansub bo'lib, masalan, elektronlar, protonlar va neytronlar bu – fermionlardir. Shuningdek, neytrino ham fermionlar turkumiga mansub zarracha hisoblanadi. Fermionlar Fermi-Dirak statistikasiga va Pauli tamoyiliga bo'ysunadi. Unga ko'ra, ikki yoki undan ortiq fermion o'zaro o'xshash holatda bo'la olmaydi.

Kvant sonlari – zarrachaning kvant holati ko'rsatkichi bo'lib, u faqat butun son, yoki, aniq yarimtakki son qiymatiga ega bo'ladi. Atomdagi elektron to'rtta kvant sonlari bilan ifodalanadi va bu sonlarning har bittasi mos ravishda, elektronning energetik darajasiga, burchak momentiga, magnit momentiga va spiniga muvofiq keladi.

Matritsali mexanika – kvant nazariyasining eng birinchi ifodali nomlaridan biri bo'lib, Verner Geyzenberg tomonidan taklif etilgan. Unda muallif kvant fizikasidagi jarayonlarni yaqqol ifodalab ko'rsatishni emas, balki, o'zgaruvchan fizik kattaliklar orasidagi o'zaro bog'liqlikni ko'rsatib bermoqchi bo'lgan.

Maydon (kvant maydoni) – bu matematik konstruktsiya bo'lib, undagi zamon-makon uyg'unligining har bir nuqtasiga muayyan bir qiymat to'g'ri keladi. Misol tariqasida Yerning uch o'lchamli xaritasini keltirish mumkin. Bunday xaritada har bir hudud uchun balandlikning o'ziga xos balandlik qiymati to'g'ri keladi. Kvant maydoni ham kvant obyektlari singari xossalarga ega bo'ladi; ya'ni, kvant maydoni ham superpozitsiya holatida bo'lishi mumkin va uning bayoni uchun mumtoz maydonlardan ko'ra murakkabroq matematik model talab etiladi.

Neytronlar – elektr zaryadiga ega bo‘lmagan, zarracha bo‘lib, uchta kvarkdan iborat bo‘ladi va atom yadrosi tarkibiga kiradi. Muayyan bir kimyoviy element atomining yadrosidagi protonlar sonining turlicha ekanidan kelib chiqqan holda, uning bir necha xil izotoplari mavjud bo‘lishi mumkin.

Neytron yulduzlar – massasi Quyosh massasidan 1,4-3,2 barobargacha katta bo‘lgan qari yulduzning gravitatsion siqilishi natijasida hosil bo‘ladigan yulduz turi. Neytron yulduzi o‘ta katta darajada siqilgan neytronlardan iborat bo‘ladi va shu sababli ham favqulodda o‘ta katta zichlikka ega bo‘ladi. Uzun donasidek keladigan neytron yulduz bo‘lagi taxminan 100000000000 (yuz million!) tonna vaznga ega bo‘ladi.

Nozik struktura doimiysi – fizikaning fundamental doimiylaridan biri bo‘lib, $\frac{1}{137}$ ga teng. Nozik struktura doimiysi elektromagnit o‘zaro ta’sir kuchini ifodalaydi va elektronlarning atom va molekulalar bilan o‘zaro aloqasini nazorat qiladi.

Pozitron – musbat zaryadga ega bo‘lib, elektronning antizarrasi hisoblanadi.

To‘lqin mexanikasi – kvant nazariyasining eng birinchi ifodali nomlaridan biri bo‘lib, uni Shryodinger taklif qilgan. Unga ko‘ra, zarrachalar «materiya to‘lqinlari» deb talqin qilinadi. Shryodinger tenglamasi orqali bayon qilingan to‘lqin funksiyasini keyinchalik Maks Born shunday izohlab berdiki, unga ko‘ra, to‘lqin funksiyasi joylashuvning ko‘rsatkichi sifatida emas, balki, fazoda joylashuvning ehtimolligi ko‘rsatkichi sifatida talqin qilinadi.

Uzoqlashuvchi qatorlar – yig‘indisi cheksiz bo‘lgan sonli qatorlar. Uzoqlashuvchi qatorga misol tariqasida $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \dots$ ifodani keltirish mumki (bunda \dots – cheksizlikni bildiradi). Uzoqlashuvchi qator tushunchasiga teskari tushuncha bo‘lgan yaqinlashuvchi qator tushunchasida, qatorlarning yig‘indisi muayyan songa intilib boradi. Masalan, garchi hadlarning soni cheksiz bo‘lsa-da, lekin $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \dots$ ifodaning qiymati baribir 2 ga teng bo‘ladi. Chunki har bir navbatdagi had yig‘indini 2 ga yaqinlashtirib boradi va yig‘indi hech qachon 2 dan ortib ketmaydi.

Vaqt to‘lqinlarida aylanish – elektromagnit maydoni uchun Maksvell tenglamasi ikki xil yechimga ega bo‘ladi va unga ko‘ra, to‘lqinlar uzatgichdan qabul qiluvchiga boradigan (kech qoluvchi to‘lqinlar) va aksincha, qabul qiluvchidan uzatgichga boruvchi to‘lqinlar (ertaroq keluvchi to‘lqinlar) bo‘lishi mumkin. Fizik olimlar erta keluvchi to‘lqinlarning mavjudligini inkor qilish an’anaga aylantirishgan bo‘lsa-da, lekin, bunday to‘lqin hech bo‘lmasa, nazariy jihatdan foydali bo‘lib, masalan, foton uchib chiqishida elektronning sapchishi (uzoqlashishi) borasidagi matematik muammoga yechim beradi.

Zamon-makon (zamon-makon uyg‘unligi) – nisbiylik nazariyasida vaqt to‘rtinchi o‘lchamlik sifatida qabul qilinadi. Shu sababli ham, zamon va makonni, ya’ni, vaqt va fazoni bir-butun uyg‘un narsa deb qabul qilinadi.

Pauli tamoyili

3 soniyalik fakt

Pauli tamoyili elektronlarning nima sababdan atomda eng qiyi energetik pog'onani emas, balki, bir necha orbitani egallashini tushuntirib beradi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Elektronlar atomlarda yadroga eng yaqin orbitani egallamasdan, balki, aksincha, yadro atrofida muayyan aniq orbitalarda harakatlanishi boisidan, atomlar o'zining eng minimal o'lchamiga ega bo'ladi ularni bundan ortiq siqishning iloji bo'lmaydi. Oddiy materiyani nima sababdan fazoda muayyan o'rinni egallashi va barqaror turishining sababi ham shunda. Xuddi elektronlar kabi neytronlar ham fermionlar sanaladi va yarimbutun spinga ga bo'ladi. Barcha fermionlar Pauli tamoyiliga bo'ysunishi boisidan, neytron yulduzlarni tashkil qiluvchi neytronlar o'zaro jipslashmaydi va yulduz massasi qanchalik katta bo'lmasin, u bundan ortiq zichlashmaydi.

Yadro atrofidagi orbitalarda aylanayotgan

elektronlarning bir energetik pog'onadan boshqasiga o'tish jarayonida o'zidan muayyan to'lqin uzunligiga ega bo'lgan foton uchib chiqishi jarayonini birinchi bo'lib, 1913-yilda Nils Bor tushuntirib bergan edi. Ushbu elektron orbitalariga 1, 2, yoki, 3 butun son tarzidagi raqamlar biriktirilgan bo'lib, uni asosiy kvant soni deyiladi. Ushbu model eng sodda kimyoviy element bo'lmish vodorod uchun o'rinli bo'lib, boshqa, murakkabroq tuzilishga ega bo'lgan elementlar atomi uchun modelni qo'llashda, mazkur elementlarning atomlari spektrlarida ko'zga tashlanadigan qo'shimcha to'lqin uzunliklarini e'tiborga olmaslikka to'g'ri keladi. 1915-yilda AQSH fizigi Arnold Zommerfeld tomonidan, spektrdagi o'sha chiziqlarning tarqalish xarakteriga ham muayyan aniq bir son qiymati mos kelishi aniqlandi. Ushbu son qiymatiga olimlar «nozik struktura doimiysi» deb nom berishgan. Magnit maydonida elektronlar ham o'zini mitti magnitchalar singari tutadi; bundan tashqari, elektronlar spinga ham ega bo'ladi. Shu sababli ham fiziklar uchinchi va to'rtinchi kvant sonlarini kiritishgan. Har bir elektronning energiyasi ushbu to'rt kvant soni bilan belgilanadi. O'sha, 1915-yilning o'zida nemis fizigi Wolfgang Pauli, bir xil kvant soniga ega bo'lgan elektronlarning aynan bitta orbitada aylanishi mumkin emasligini ham isbotlab berdi. Ushbu qonuniyatni fanda Pauli tamoyili deyiladi. Ushbu tamoyilni ba'zi manbalarda «ta'qiq tamoyili» tarzida ham talqin qilinadi va u nima uchun elektronlar bir necha energetik pog'onalarda joylashishini tushuntirib beradi. Kimyoviy elementning kimyoviy xossalari aynan ushbu taqsimlanishga, ya'ni, elektronlarning atom atrofidagi orbitalarda qanday taqsimlanganligiga bog'liq bo'ladi.

Aloqador mavzular:

- [Bor atomi](#) (23-sahifa)
- [Kopengagen izohi](#) (77-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Nils Bor

(1885-1962)

Atom tuzilishining ilmiy modelini taklif qilgan Daniya olimi.

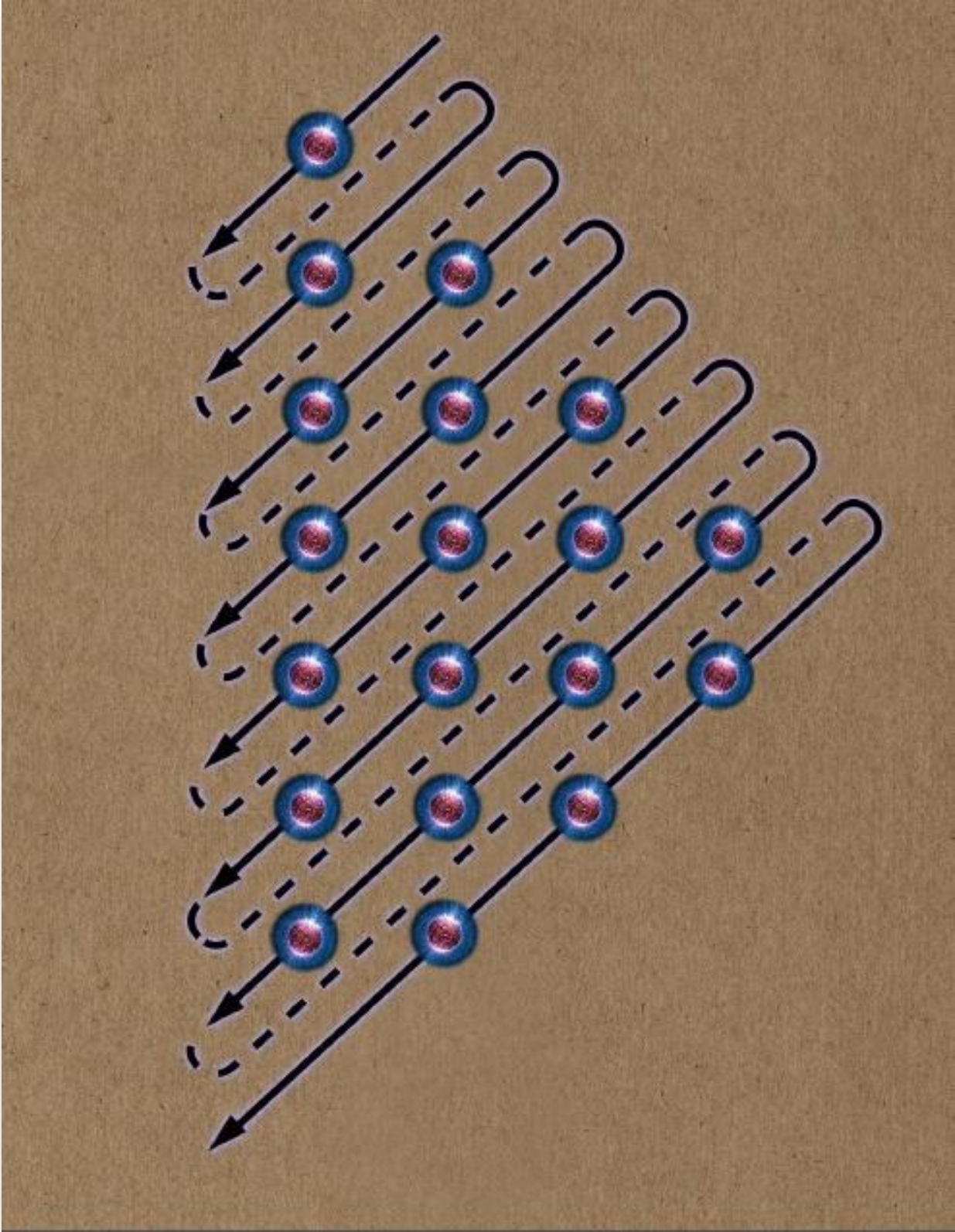
Wolfgang Pauli

(1900-1958)

Avstriyalik fizik. «Ta'qiq tamoyili»ning muallifi.

Kimyoviy xossalari

o'zaro o'xshash bo'lgan elementlarning nima uchun davriy jadvalda har xil ustunlarda joylashishi Pauli tamoyili orqali tushuntiriladi.



Dirak tenglamasi

3 soniyalik fakt

Dirak o'z tenglamasini keltirib chiqarishi uchun, juda kichik zarralar fizikasi va juda katta tezliklar fizikasini uyg'unlashtirishiga to'g'ri kelgan.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Dirak tenglamasi kvant maydoni nazariyasidan ham ko'ra kattaroq ahamiyatga ega bo'lib, aynan ushbu tenglama asosidagi matematik hisob-kitoblar orqali tabiatda yana bir fundamental zarracha – manfiy energiyali elektronning mavjudligi aniqlangan edi. U musbat zaryadli elektron bo'lishi va fanda avvaldan ma'lum bo'lgan manfiy zaryadli elektronga ekvivalent zarracha ekani taxmin qilina boshlandi. 1932-yilda fizik olim Karl Anderson shunday shartlarga muvofiq keladigan zarrachani, ya'ni pozitronni haqiqatan ham kashf qildi. Matematika – Koinot matosiga singib ketgan aniq fan ekani shu tarzda yana bir bor isbotlandi.

1913-yilda Nils Bor tomonidan, kimyoviy elementlarning faqat o'zigagina xos bo'ladigan spektral chiziqlari bu – atomlarda elektronlarning bir energetik pog'onadan boshqasiga o'tishi jarayonida o'zidan muayyan aniq bir to'lqin uzunligiga ega foton chiqarishi tufayli yuzaga kelishi haqidagi g'oya ilgari surildi. Faqat bitta muammo mavjud edi: vodorod atomining spektral chiziqlari Borning mazkur nazariyasiga unchalik ham mos kelmasdi. 1927-yilning yozida ingliz nazariyotchi fizigi Pol Dirak ushbu muammoga yechim izlashga urinib ko'rdi. U avvaliga elektronlarning o'zini qanday tutayotganini tahlil qilib chiqdi. Buning uchun Dirak, Shryodingerning to'lqin tenglamasi hamda, Eynshteynning nisbiylik nazariyasidan kelib chiquvchi, yorug'lik tezligiga yaqin tezliklardagi harakatga oid relyativistik tenglamani o'zaro uyg'unlashtirishiga to'g'ri keldi. Shunga o'xshash urinishlarni o'sha yillarda boshqa yetuk fiziklar ham amalga oshirib ko'rishgan edi. Lekin, muammoning murakkabligi shunda ediki, tenglamalarni uyg'unlashtirishda elektronning spinga ega ekanligini ham inobatga olish lozim bo'lardi. Dirak ushbu matematik muammoni ayyorona usul bilan – «to'rtga-to'rt» deb nomlanadigan matritsa yordamida hal qildi. Natijada, nafaqat XX-asrning, balki, butun insoniyat sivilizatsiyasi tarixidagi eng muhim olamshumul tenglamalardan biri keltirib chiqarildi. Mazkur tenglama hozirda olim sharafiga, uning familiyasi bilan, ya'ni, «Dirak tenglamasi» deb ataladi. Dirak tenglamasi manfiy zaryadli elektron uchun ham, musbat zaryadli elektron bo'lmish pozitron uchun ham birdek o'rinlidir. Muhimligi bo'yicha Dirak tenglamasi Eynshteynning $E=mc^2$ tenglamasidan aslo qolishmaydi. Chunki, Dirak tenglamasi shunchaki relyativistik-kvant tenglamasi bo'libgina qolmay, balki, u matematik til vositasida, Koinotda biz ko'rib-bilib turgan oddiy moddaga qarama-qarshi xossalarga ega bo'lgan antimoddaning ham mavjudligini ochib berdi.

Aloqador mavzular:

- [Bor atomi](#) (23-sahifa)
- [Kvant spini](#) (35-sahifa)
- [Shryodinger tenglamasi](#) (39-sahifa)
- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Uilyam Klifford

(1845-1889)

Ingliz matematigi.

Dirak tenglamasi uchun qo'llangan matematik uslub muallifi.

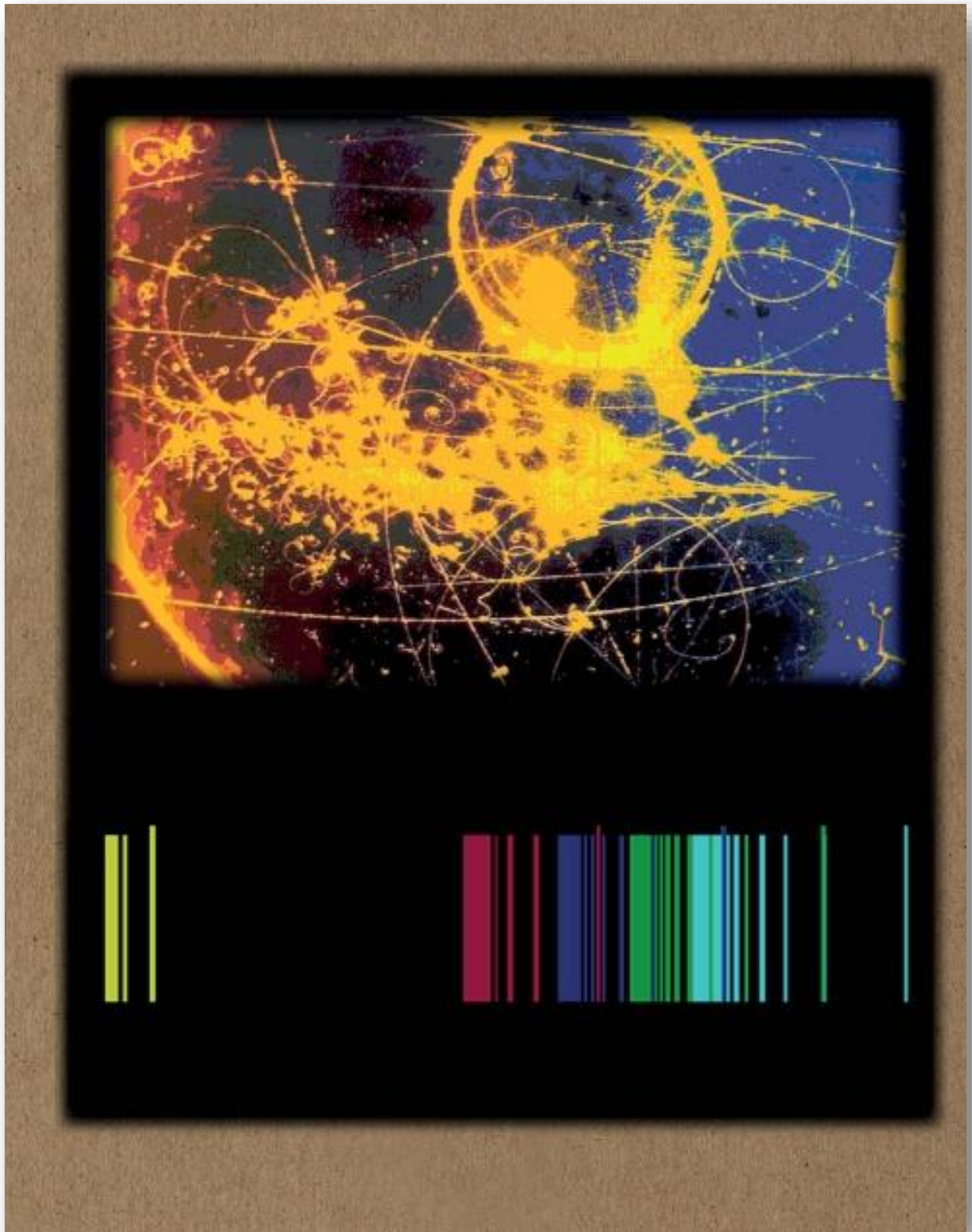
Karl Anderson

(1905-1991)

Kosmik nurlar tarkibidan

antielektronni kashf qilgan AQSH olimi.

Dirak kvant nazariyasi va nisbiylik nazariyasi tamoyillarini uyg'unlashtirdi.



1902-yilning 5-avgust sanasida Angliyada, Bristol shahrida, o'qituvchi Sharl Dirak va kutubxonachi Florens Xolten oilasida dunyoga kelgan.

1921
Bristol universitetining muhandislik fakultetini tamomladi.

1923
Bristol universitetining matematika mutaxassisligi bo'yicha diplomini qo'lga kiritdi va Kembrij universitetiga aspiranturaga kirdi.

1926
Kembrijdagi Avliyo Iogann kollejining a'zosi bo'ldi.

1928
Elektronning relyativistik harakatini ifodalovchi Dirak tenglamasini keltirib chiqardi.

1930
Manfiy energiyali elektronlarning cheksiz dengizi haqidagi konsepsiyani taklif qildi va antimoddaning mavjudligini ilmiy bashorat qildi.

1932-1969
Kembrijda matematika bo'yicha Lukas professori bo'lib ishladi.

1933
Shryodinger bilan birgalikda, atom nazariyasini ochganligi uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'ldi.

1937
Fizik olim Yudjin Vingerning singlisi Marjit Vingerga uylandi.

1952
Kopli medali va Maks Plank modeliga sazovor bo'ldi.

1969
Iste'foga chiqdi va Florida universitetida faxriy lavozimga o'tadi.

1984-yilning 20-oktyabrida Floridaning Talaxassi degan joyida olamdan o'tdi.

1995
Vestminster abbatligida unga atab yodgorlik bunyod qilindi.



Pol Dirak

Mashhur fizik Pol Dirakning otasi Shveytsariyalik, onasi esa Angliyalik bo'lgan. U Bristolda tug'ilgan. Aytishlaricha, uning otasi juda qattiqqo'l bo'lib, o'g'liga fransuzcha tarbiya berishni istagan ekan. Shu sababli, Dirakka yoshligidan faqat fransuz tilida gaplashishni o'rgatishga qaror qilgan. U o'g'lining nutqidagi har bir ikir-chikirigacha jiddiy e'tibor berib, arzimagan talaffuz xatolari uchun unga qattiq intizomiy choralar ko'rgan. Shu sababli Pol Dirak bolaligida biroz odamovi bo'lib, yaxshisi hech kim bilan hech narsa gaplashmaslikni ma'qul ko'rgan. Natijada, u yoshlik yillarida ham ijtimoiy yakkalangan, jamiyatdan uzoq holda hayot kechirgan. Polda autizm kasalligining ayrim belgilari ko'zga tashlana boshlagan.

Bristol universitetida Pol Dirak dastavval muhandislik ishi bo'yicha oliy ma'lumot olgan. Keyin esa u amaliy matematikaga qattiq qiziqib qoladi va ushbu mutaxassislik bo'yicha ikkinchi ma'lumotni qo'lga kiritib, keyin esa, aspiranturani o'qish uchun Kembrijga yo'l oladi. O'sha yerda Dirak nisbiylik nazariyasi va kvant fizikasi borasidagi tadqiqotlarga kirishadi. Kembrijda Dirak Shryodinger tenglamasini kengaytirib, unga yorug'lik tezligiga yaqin tezliklardagi harakat haqidagi uqtirish beruvchi nisbiylik nazariyasi tenglamasini olib kirdi.

Dirak tenglamasi simmetrik bo'lib, unga ko'ra zarrachalar ham musbat va ham manfiy energiyaga ega bo'lishi mumkin edi. Bu kvant fizikasiga nisbatan muayyan «xatar» tug'dirardi, chunki, oddiy elektron faqat nisbatan past energetik pog'onaga o'tish paytida foton nurlantirar edi. Dirak esa, manfiy energiyaga bo'lgan qandaydir boshliqdan iborat «cheksiz elektronlar dengizi» mavjudligi va ushbu elektron istalgan kvant holatiga kirishi mumkinligi haqidagi g'oyani taklif qildi. Shu tariqa u borliqda antimoddaning mavjudligini avvaldan ilmiy taxmin qilgan edi.

Kvant shuningdek kvant nazariyasiga ham ulkan hissa qo'shdi. Xususan, u tashqi ko'rinishidan bir-biriga mutlaqo aloqasi bo'lmagan Shryodingerning to'lqin tenglamasi va Geyzenbergning matritsali mexanikasi natijalari shunchaki o'zaro yaxshi mos kelibgina qolmay, balki, ular mutlaqo ekvivalent ekanini isbotlab berdi.

Dirak o'z tabiatiga ko'ra o'zining Lukas professori lavozimi bo'yicha o'tmishdoshi Isaak Nyutonga o'xshab ketardi. Ya'ni, u ham odamovi shaxs bo'lib, suhbatga no'noq, hamda ko'p gapirishni yoqtirmaydigan odam bo'lgan. U ba'zan shunchaki fikrini ifodalash uchun gap topolmay qolib, uzoq sukut saqlashi ham oddiy hol edi. Hikoya qilishlaricha, u bir kuni Richard Feynman bilan bir masala yuzasidan tortishib turib, o'z fikrini dalillash uchun gap topolmay qolgan ekan. Shunda u o'zining haqligini isbotlash uchun Feynmagna «Men o'z nomim bilan ataluvchi tenglamam bor, sizdachi? O'z tenglamangiz bormi?» - degan ekan.

Maydonning kvant nazariyasi

3 soniyalik fakt

Maydonning kvant nazariyasi tabiatdagi barcha kuchlar va barcha zarrachalarni yagona maydon nazariyasi terminlari ostida bayon qilishga urinadi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Maydonning kvant nazariyasi juda katta masofalarda ta'sir qiluvchi kuch bo'lmish - gravitatsiya kuchining mohiyatini ilmiy-mantiqiy izchillik bilan bayon eta olganicha yo'q. Gravitatsiyaning ham maydon nazariyasida mukammal ifodasi bizning olamimizdagi barcha kuchlar va zarrachalarning yagona nazariya ostida birlashtirish imkonini bergan bo'lar edi. Bu esa bizga «Umumiy universal nazariya», yoki, tabiatdagi barcha narsa uchun yalpi tadbiq qilsa bo'ladigan «Yagona nazariya»ni barpo qilish imkonini berishi mumkin edi. Agar fizik olimlar shu ishni uddalashsa, fanda yangi inqilob bo'lishi turgan gap.

Maydonning kvant nazariyasi - MKN zarrachalar fizikasi, hamda, bizning real voqe'likni anglash jarayonimizning zamonaviy matematik asosidir. Ushbu nazariya kvant mexanikasi poydevori ustiga qurilgan bo'lib, u alohida bir zarrachaning xossalari o'rganishdan tortib, to, juda ko'p sonli zarrachalardan iborat sistemalarning xossalari o'rganishgacha bo'lgan sohalarni qamrab oladi. Mazkur nazariya turli xildagi maydonlarning – ya'ni, fazoning har bir nuqtasida muayyan qiymatga ega bo'ladigan fizik voqe'likning xossalari bayon qiladi. Masalan, yorug'lik va radioto'lqinlar tarqaladigan elektromagnit maydoni ham aynan shu singari maydonlarga misoldir. Kvant miqyosida qaralganda, ushbu maydonlarning o'zini tutishi ham mumtoz fizikadagi nuqtai nazarlarga mos kelmaydi va ular umuman boshqacha xatti-harakatlarni namoyon qiladi. Maydonning kvant nazariyasi fiziklarga yana bir muhim amaliy ko'mak beradi: u zarrachalar va maydonlar uchun umumiy tenglama va formulalardan foydalanish imkonini beradi. Unga ko'ra, to'lqinlar va zarralar ularga xos tegishli maydonning qo'zg'alishi sifatida talqin qilinadi. Masalan, yorug'lik bu – elektromagnit maydonining mavjlanishiga o'xshash hodisa, zarracha esa, elektromagnit maydonining qandaydir bir juda qo'zg'algan holati deb tushuntiriladi. Shu tariqa, mazkur nazariya tabiat hodisalarining korpuskulyar-to'lqin dualizmini tushuntirib beradi va u elektronlarning korpuskulyar va to'lqin xossalari, hamda, boshqa kuch va zarralarni umumiy matematik ifodalarda birlashtiradi.

Aloqador mavzular:

- [Korpuskulyar-to'lqin dualizmi](#) (27-sahifa)
- [Kvant xromodinamikasi](#) (136-sahifa)
- [Kvant gravitatsiyasi](#) (140-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

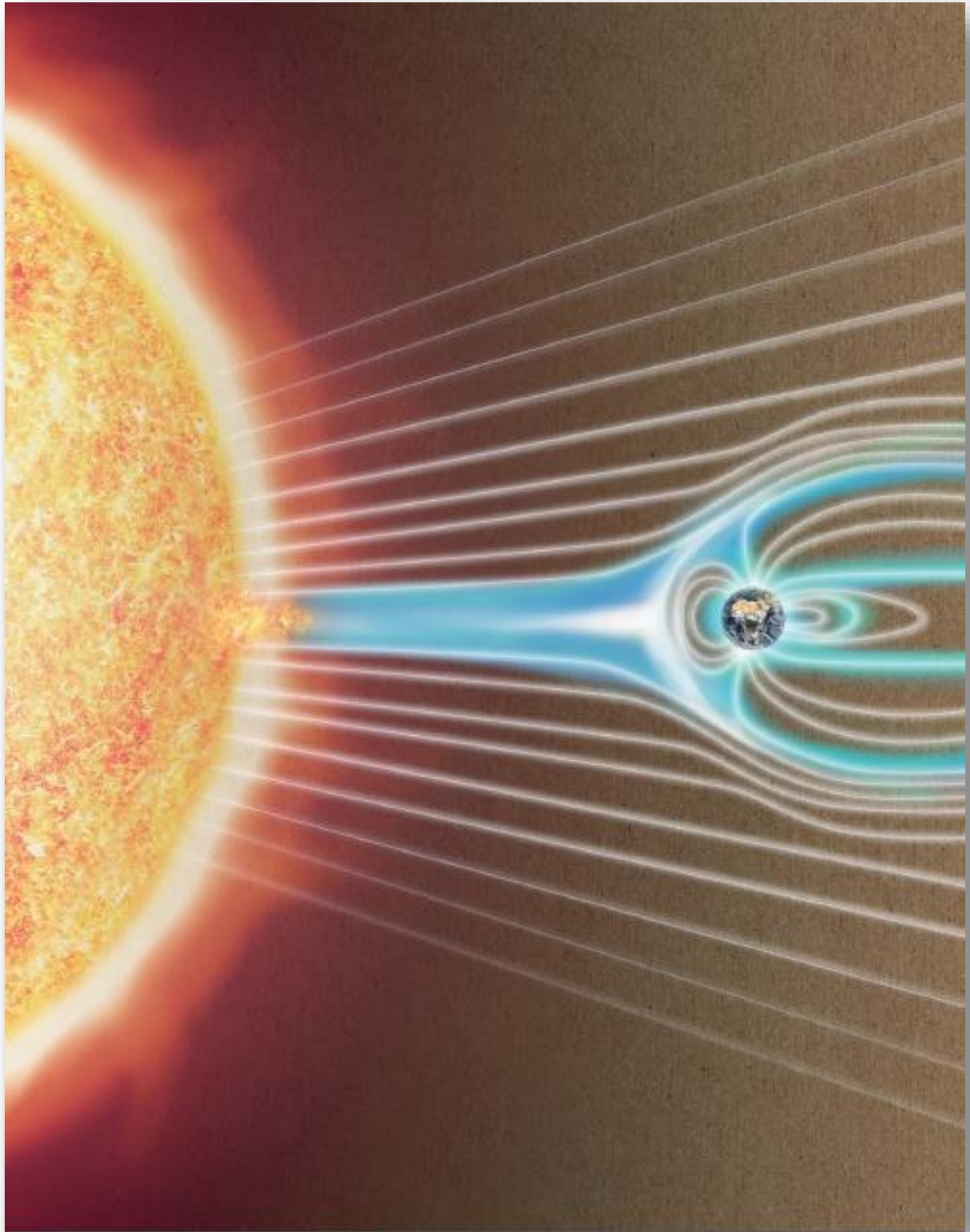
Martinus Veltman

(1931)
Golland fizigi. MKN ning asoschilaridan biri.

Gerard T'Xooft

(1946)
Golland fizigi. Kuchsiz yadroviy o'zaro ta'sir tabiatini tadqiq qilgan.

Yerni Quyosh shamolidan himoya qiluvchi magnit maydonining tabiatini MKN orqali bayon qilish mumkin.



Kvant elektrodinamikasi asoslari

3 soniyalik fakt

Pol Dirakning ilmiy ishlari tufayli, Elektromagnetizmning mumtoz nazariyasi kvant erasining ilmiy qarashlariga moslashtirildi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Fizika tarixini turli xil nazariyalarning o'zaro qo'shilishi va uyg'unlashishi tarixi sifatida ham qarash mumkin. Xususan, Maksvell elektrodinamika nazariyasida elektr, magnetizm va yorug'lik nazariyalarini birlashtirgan edi. Eynshteyn o'zining nisbiylik nazariyasida zamon va makonni uyg'unlashtirgan bo'lsa, kvant mexanikasi esa, to'lqin va zarralarni umimlashtiradi. Dirak maxsus nisbiylik nazariyasi va kvant mexanikasini uyg'unlashtirdi. Uning ishlari esa keyinchalik kvant elektrodinamikasi (KED) doirasida, mumtoz elektrodinamika bilan birlashtirildi.

Kvant elektrodinamikasi (KED) o'zida XIX-asrda Jeyms Klark Maksvell tomonidan ishlab chiqilgan mumtoz elektrodinamika tamoyillari bilan, kvant mexanikasi qonuniyatlarini, hamda, maxsus nisbiylik nazariyasining xulosalarini birlashtiradi. Mumtoz elektrodinamika nazariyasida yorug'lik va radioto'lqinlar singari elektromagnit nurlanishlar oqimlarining tabiati elektromagnit maydoni tushunchasi orqali ifodalanadi; lekin, ushbu nazariya elektr zaryadi tashuvchisi bo'lmish elektron va yorug'lik zarrasi bo'lmish fotonning kashf etilishidan ancha avval barpo qilingan edi. Kvant mexanikasi esa fotonlar va elektronlarning o'zini qanday tutishini juda yaxshi tushuntirib bera oladi; lekin u elektromagnit maydonlari tabiatini mumtoz elektrodinamika singari muvaffaqiyat bilan ochib bera olmaydi. Shuningdek, elektronlarning atom yadrosi atrofidagi orbitalardagi harakatlanish tezliklarini ham mukammal tushuntirib bera olmasligidadir. Chunki, elektron yadro atrofi orbitasida deyarli yorug'lik tezligiga yaqin tezliklarda harakatlanadi va aynan shu omil, kvant mexanikasi tushunchalarini nisbiylik nazariyasi xulosalari bilan to'ldirish lozimligini taqozo qiladi. Bunday murakkab masalaning yechimini esa kvant elektrodinamikasi (KED) taqdim qiladi. KEDning poydevorlari Pol Dirak tomonidan o'sha mashhur tenglama orqali qo'yilgan edi. Chunki, Dirak tenglamasida ilk bora ham kvant mexanikasi va ham nisbiylik nazariyasi xulosalari umimlashtirilgan. Lekin, Dirak tomonidan ilmiy taxmin qilingan fenomen – tabiatda antimoddaning mavjudligi haqidagi g'oya ilm-fanda yangi katta bir muammoni yuzaga keltirdi. U zarra va antizarraning annigilyatsiyaga uchrashi imkoniyatini paydo qilardi va o'z navbatida bu jarayon boshqa xil ko'plab kombinatsiyalarni yuzaga keltirib, boshqa turdagi zarralarni paydo bo'lishiga olib kelishi kerak edi. Dirak, ushbu muammoni o'rganish jarayoni mutlaqo yangi ilmiy yo'nalishni - kvant elektrodinamikasi nazariyasini shakllantirishni talab qilishini yaxshi tushungan va annigilyatsiya orqali paydo bo'ladigan yangi zarralar haqida aynan ushbu nazariya tushuntirish berishini aytgan edi. Shu tariqa, ilm-fanda kvant elektrodinamikasi fani paydo bo'ldi.

Aloqador mavzular:

- [Dirak tenglamasi](#) (55-sahifa)
- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa)
- [Kvant xromodinamikasi](#) (136-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

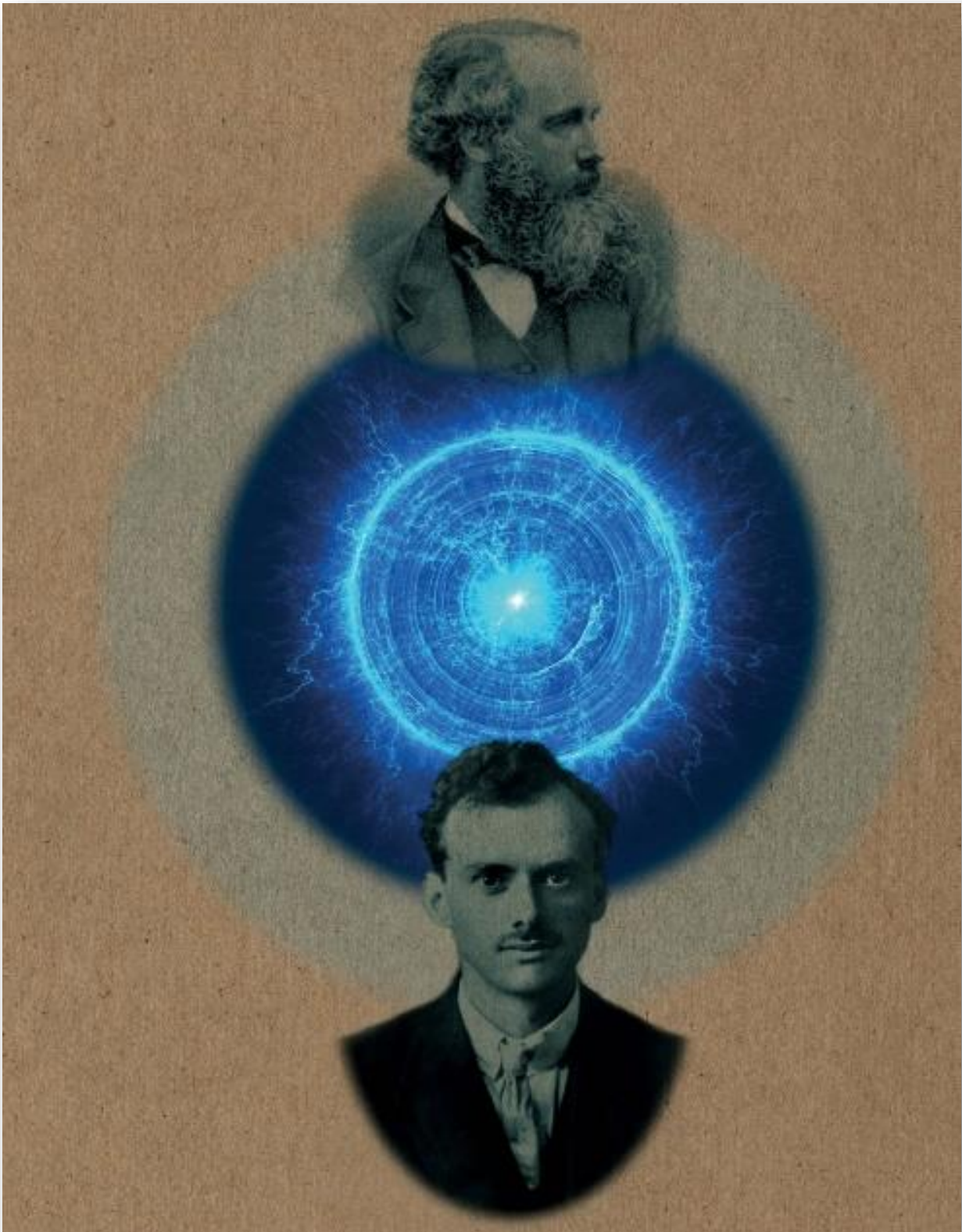
Jeyms Klark Maksvell

(1831-1879)

Shotlandiyalik fizik.

Elektr, magnetizm va yorug'lik haqidagi tushunchalarni yagona nazariya ostida birlashtirgan.

Dirak, Maksvellning elektromagnit nazariyasiga oid mumtoz nazariyasini kvant zarralari uchun ham tadbiq qildi.



Qayta me'yorlash xatari

3 soniyalik fakt

Qayta me'yorlash bu – juda qulay matematik xiyla bo'lib, ba'zi katta muammolarni yechish imkonini beradi. Lekin Richard Feynman buni «puch yong'oq» deb atagan.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Qayta me'yorlash albatta yaxshi ish beradi; lekin, uni o'ylab topgan olim – Richard Feynmanning o'zi uni haq deb qabul qila olmagan. Pol Dirak ham ushbu usuldan uzoqroq yurgan. Eslatib o'tamiz, Dirak antimoddaning mavjudligini taxmin qilib, o'z tenglamasidan kelib chiqayotgan ayrim g'alati xulosalarni inkor etishlariga qarshi turgan. Matematik hisoblashlardagi o'sha noqulay cheksiz qatorlar qandaydir muhim ma'noga ega bo'lib, real voqe'lik tabiatining qandaydir fundamental mohiyatiga aloqador bo'lsa-ya?.

Qayta me'yorlash bu – muammoni yechish-ning matematik usuli bo'lib, kvant elektrodinamikasi, kvant xromodinamikasi, hamda, maydonning kvant nazariyasi kabi sohalarda yuzaga chiqadigan muammolarni yechishda foydalanilishi mumkin. Ushbu muammolarning mohiyati shundaki, mazkur sohalarda ayrim formulalar bilan ishlashda muayyan turdagi cheksiz miqdoriy son qatorlari yuzaga keladi va ushbu sonli qatorlar bilan ba'zi amallarni bajarmay turib, o'sha nazariy tenglamalarning qandaydir bir maqbul yechimini topish mushkul bo'ladi. Cheksiz qatorlarning paydo bo'lishiga sabab esa, alohida bir kvant sistemasida, juda qisqa vaqt oralig'i ichida zarra va antizarra juftligi yuzaga keladi va yo'q bo'lib ham ulguradi. Ushbu zarralarning o'zaro ta'sirini inobatga olishga bo'lgan har qanday urinish esa, matematikada cheksiz uzoqlashuvchi qatorlar deb ataluvchi vaziyatni yuzaga keltiradi. Sodaroq qilib aytganda, qayta me'yorlash bu cheksiz uzoqlashuvchi qatorlarda ayrim alohida elementlarni ajratib olishni va boshqa o'xshash elementlar bilan hisob-kitobda aynan o'sha ajratib olingan elementlardan foydalanishni ko'zda tutadi; tenglamada yetishmayotgan qiymatni esa, qandaydir ixtiyoriy doimiy (konstanta) joriy etish bilan hal etiladi va bu doimiyning qiymatini ham eksperimental tarzda aniqlanadi. Bunday o'zgaruvchilar soni chekli bo'lgan va ularning har birining qiymatini aniqlash imkoni bo'ladigan shartlar bajarilganida, nazariyani qayta me'yorlanadigan nazariya deyish mumkin bo'ladi. Ilmiy jamoatchilik tomonidan qandaydir maydon nazariyasining tan olinishi uchun, u qayta me'yorlanadigan bo'lishi kerak. Hozircha kvant gravitatsiyasi nazariyasi ushbu imtihondan o'ta olmayotir.

Aloqador mavzular:

- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa)
- [KED asoslari](#) (61-sahifa)
- [Feynman diagrammalari](#) (65-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Julian Shvinger

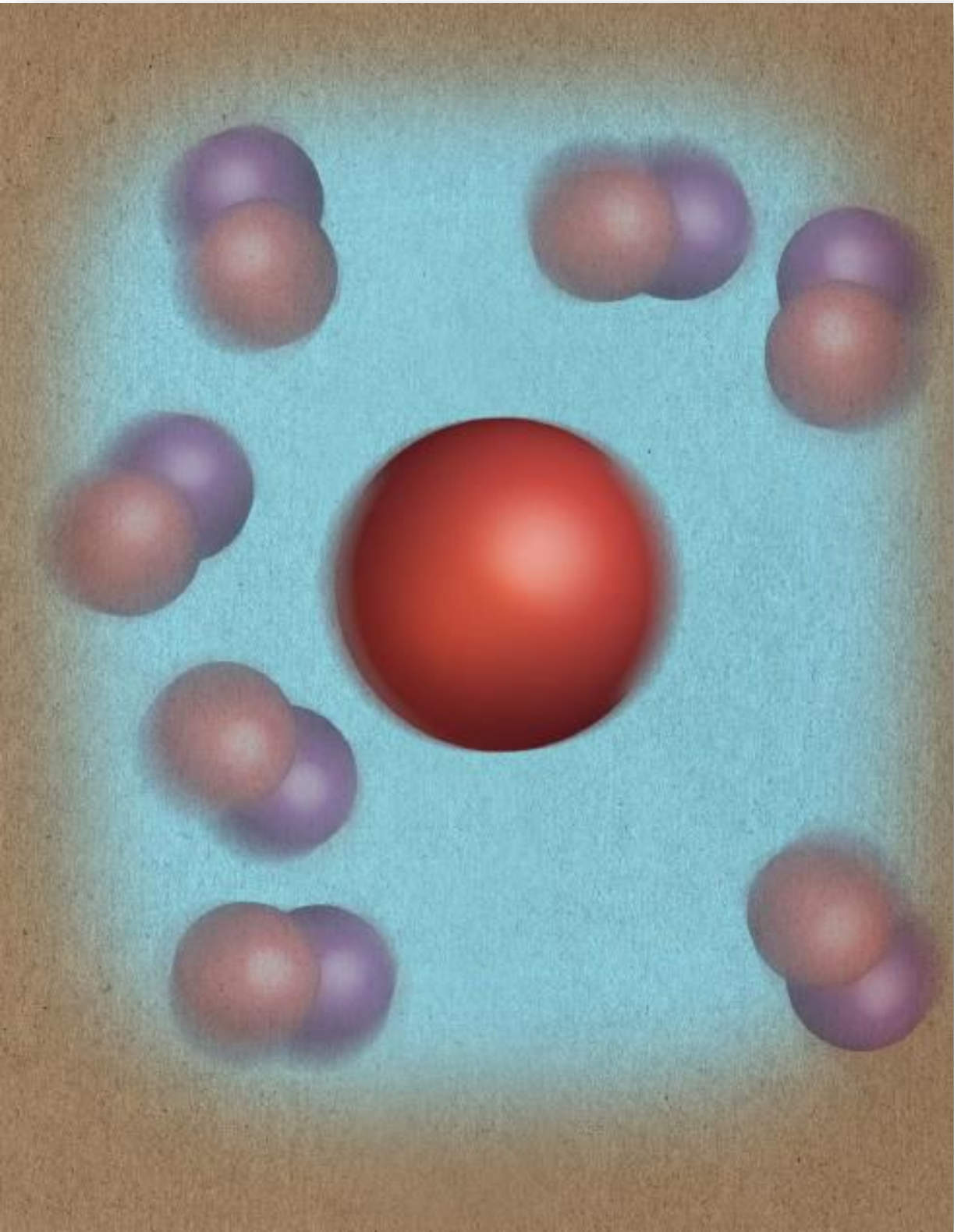
(1918-1994)
AQSH fizigi. KEDni qayta me'yorlash bilan shug'ullangan.

Sinitiro

Tomonaga

(1906-1979)
Yapon fizigi. Qayta me'yorlash usulini mustaqil ravishda ishlab chiqqan.

Zarra-antizarra juftliklari hisob-kitoblarni cheksizlikka yo'liqtiradi.



Feynman diagrammalari

3 soniyalik fakt

Feynman diagrammalari zarrachalarning fazo va vaqt bo'ylab o'zaro ta'sirini ifodalovchi grafiklar orqali kvant fizikasi olamini tasvirlab beradi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Biz fizik jarayonlarni qay tarzda tasavvur qilishimiz, ular haqida nima fikrga kelishimizga ta'sir ko'rsatadimi? Feynman diagrammalari kvant fizikasining ayrim qoidalarini o'zimizga yaxshi tanish bo'lgan tushunchalar asosida tasavvur qilish imkonini beruvchi qulay vositalar bo'lib, lekin, bunda mazkur diagrammalardan foydalanishda, alohida, yakka holdagi moddiy zarrachalar bilan ishlash ko'zda tutiladi. Shu tufayli ushbu diagrammalar MKN bayon qiladigan uzluksiz maydon konsepsiyasiga mos kelmaydi.

AQSHlik fizik Richard Feynman 1940-yillar

boshida, kvant dunyosidagi turli jarayonlarning qay tariqa yuz berishini oson va yaqqol tasavvur qilish imkonini beradigan grafik chizmalarni – Feynman diagrammalarini ishlab chiqdi. Ushbu diagrammalarning asosida, protonlar va fotonlarning o'zaro ta'sirini o'rganuvchi kvant elektrodinamikasi qoidalari yotadi. Shuningdek, Feynman diagrammalari MKNning barcha sohalarida yuz beradigan jarayonlarni tasvirlash uchun ham juda qulay vosita bo'lib, ushbu diagrammalar vositasida olimlar o'ta yuqori energiyalar fizikasiga oid ba'zi juda murakkab hisob-kitoblarni ham uddalay olishdi. Har bir Feynman diagrammasi muayyan qoidalarga bo'ysunadi. Ularda to'g'ri chiziqlar va to'lqinsimon chiziqlarning o'zaro uyg'unligi, hamda, ushbu chiziqlarning kesishish nuqtalaridan iborat bo'lib, ushbu kesishuv nuqtalari zarrachalarning o'zaro ta'sir hodisasiga mos keladi. Feynman diagrammalari bir yoki bir necha o'zaro ta'sirlarni ifodalashi mumkin; unda ham o'qlarning biri fazoni, ikkinchisi esa vaqtni ifodalaydi; ya'ni, undagi diagonal bo'yicha yo'nalgan chiziqlar – zarrachaning vaqt bo'ylab fazodagi harakatini bildiradi. Qiziq joyi shundaki, Feynman diagrammalarida antizarralarning harakati vaqt o'qi bo'ylab zarralar harakatiga teskari yo'nalishda ko'rsatiladi. Buning izohi shundaki, antizarra aslida oddiy zarraning vaqt bo'yicha teskari yo'nalishda harakatlanuvchi ekvivalenti sifatida namoyon bo'ladi.

Aloqador mavzular:

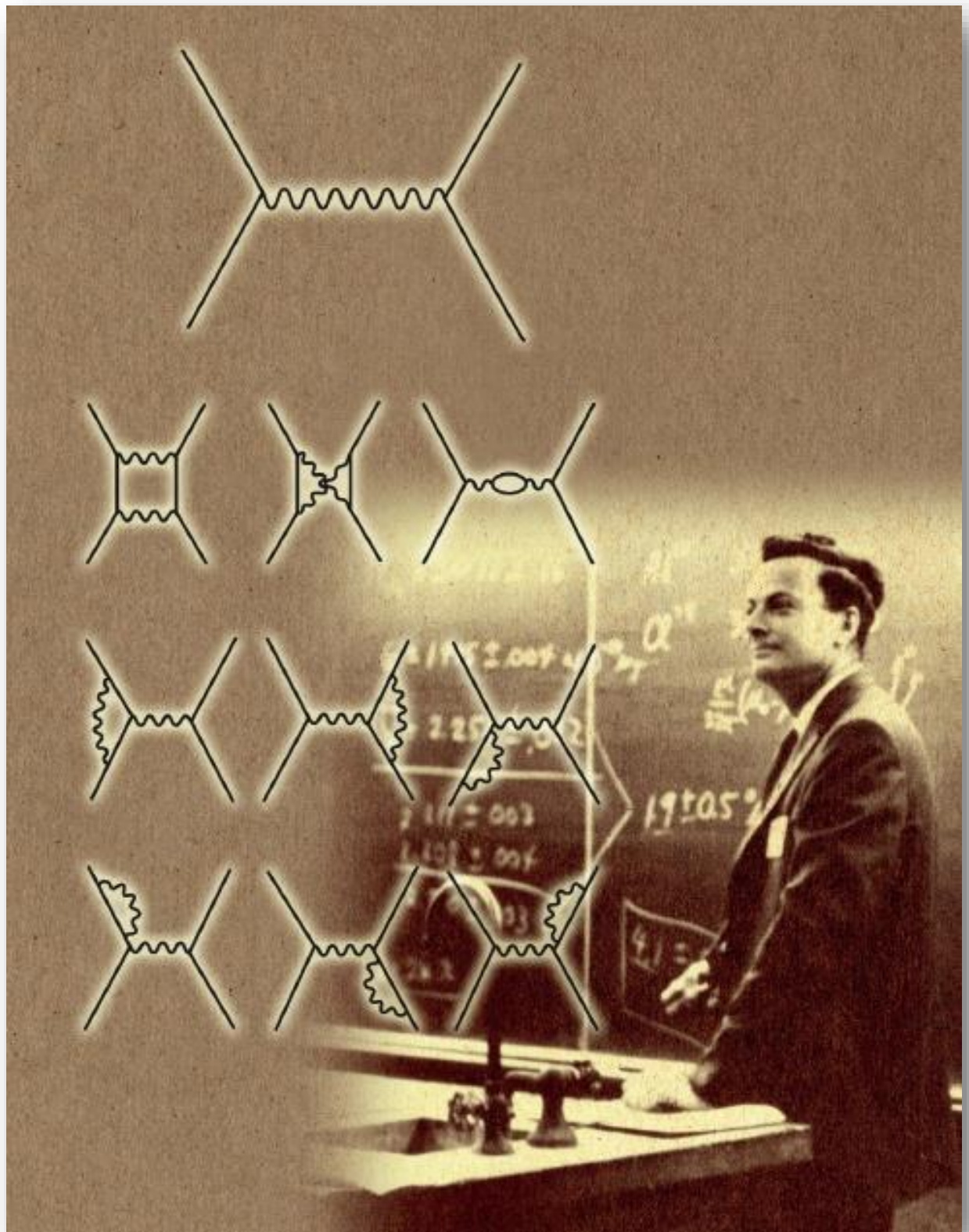
- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa)
- [KED asoslari](#) (61-sahifa)
- [Qayta me'yorlash xatari](#) (63-sahifa)
- [KXD](#) (148-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Richard Feynman

(1918-1988)
AQSH fizigi.

Feynmanning qoyilmaqom diagrammalari kvant elektrodinamikasi doirasida sodir bo'ladigan jarayonlarni tushunish uchun g'oyat qulay .



Vaqt bo‘ylab orqaga

3 soniyalik fakt

Kvant mexanikasiga ko‘ra vaqt bu – ikki taraflama harakat qilish mumkin bo‘lgan ko‘cha kabidir. Shunga ko‘ra, to‘lqinlar vaqt bo‘yicha ham oldinga va ham orqaga tarqalishi mumkin.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Agar o‘zib ketuvchi to‘lqinlarni tutish mumkin bo‘lganida, unda Yerning muayyan vaqt muqaddam o‘tmishda turgan joyiga signallar yo‘llab, o‘sha zamoni kuzatish mumkin bo‘lur edi. Ushbu holat nimalarni keltirib chiqargan bo‘lardi deb o‘ylaysiz?

Vaqt bo‘ylab orqaga harakatlanuvchi to‘lqin-

larning mavjudligini Jeyms Klark Maksvell tomonidan ishlab chiqilgan mashhur elektrodinamika tenglamalari xulosa qiladi. Keyinchalik ushbu g‘ayrioddiy xulosa kvant mexanikasiga ham ko‘chib o‘tdi. Matematik hisob-kitoblarga binoan, biror hodisaning sodir bo‘lishi tufayli tarqalgan to‘lqinlar nafaqat oldinga, balki, vaqt bo‘ylab orqaga ham tarqalishi mumkin. Bunday orqaga tarqaluvchi to‘lqinlarni «o‘zib ketuvchi» to‘lqinlar deyiladi. Chunki, ular o‘zining paydo bo‘lish vaqtidan (joyidan) ham o‘zib ketadi. Odatda, o‘zib ketuvchi to‘lqinlarga oid matematik tenglamalarni mutaxassis olimlar inkor etishadi. Lekin, bu narsa ularning mavjudligini ham inkor etish huquqini bermaydi. Kvant mexanikasining izohlaridan biri o‘zib ketuvchi to‘lqinlarning mavjudligini taxmin qiladi. Lekin, bunday to‘lqinlarni hali hech kim amalda kuzatgani yo‘q. Buning sababi sifatida esa, termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni va to‘lqinlarning juft holda yuzaga kelishini ko‘rsatiladi. Bunday juftlikdagi to‘lqinlarning biri, o‘zib ketuvchi narigi to‘lqinni kelajakda qaysi bir nuqtada baribir yutilib ketishini taqozo qiladi va bu hodisani chetlab o‘tishning iloji bo‘lmaydi. Shu sababli, o‘sha nuqtada o‘zib ketuvchi to‘lqinning barcha ko‘rinishlari ko‘zdan g‘oyib bo‘ladi.

Aloqador mavzular:

- [Kopengagen izohi](#) (77-sahifa)
- [Ko‘p olam izohi](#) (85-sahifa)
- [E.P.R. paradoksi](#) (89-sahifa)

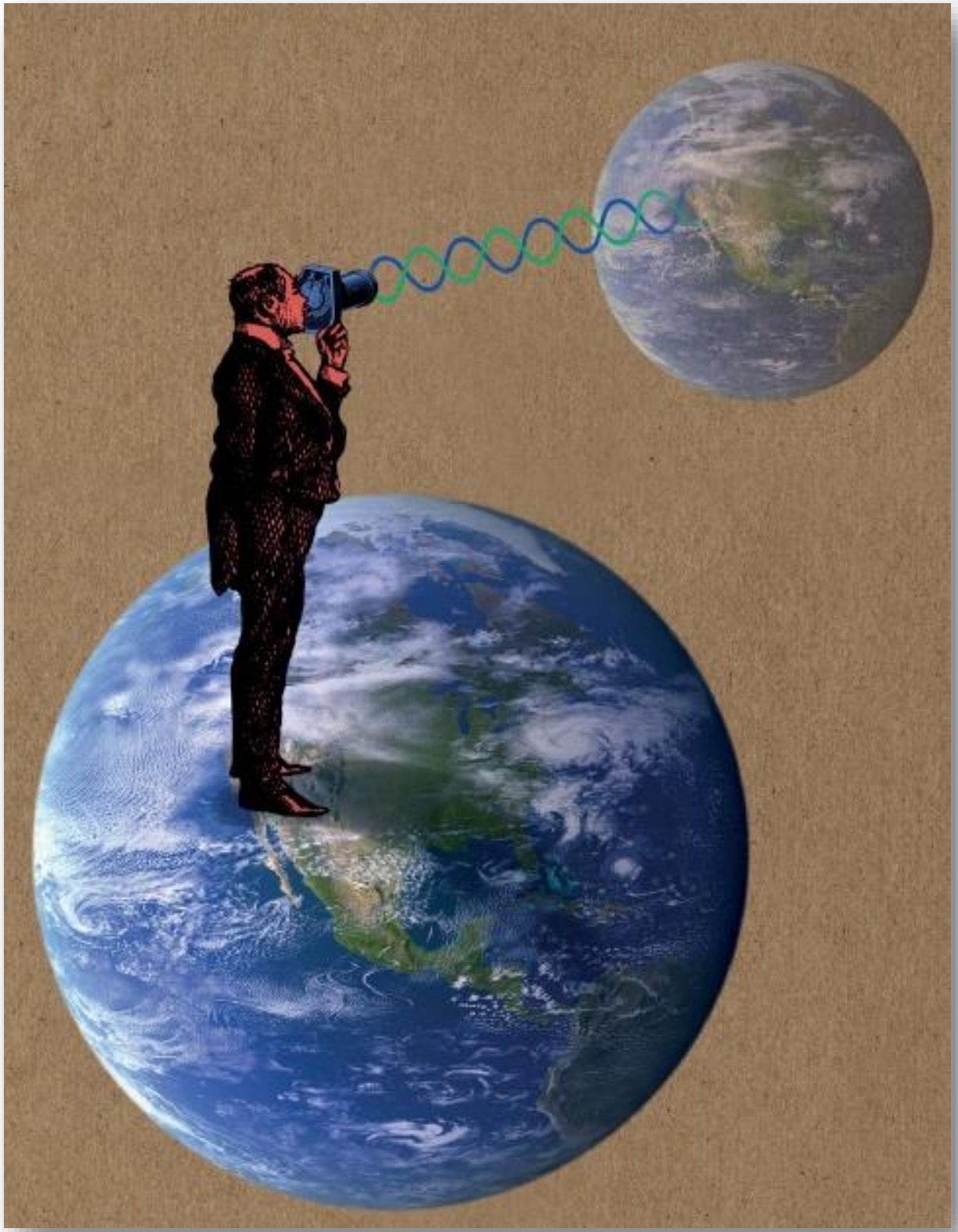
Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Jeyms Klark Maksvell

(1831-1879)

Shotland fizigi. Elektr, magnetizm va yorug‘lik nazariyalarini yagona nazariya doirasida birlashtirgan.

Kuzatilayotgan o‘zib ketuvchi to‘lqinlar o‘z manbasigacha vaqt bo‘ylab teskari yo‘nalishda va nurlanish momentigacha qayta yetib keladi.



Kvant hodisalari va ularning izohlari ○

Asosiy tushunchalar

Alfa-zarra, alfa-yemirilish – Alfa-zarralar bu geliy-4 atomi bilan bir xil bo‘lgan musbat zaryadlangan zarralar bo‘lib, ikkita proton va ikkita neytrondan tashkil topgan bo‘ladi. Beta-zarralar hamda, gamma-nurlanishlar bilan bir qatorda, alfa-zarralar va alfa yemirilish ham, radioaktiv parchalanish jarayonida atomning o‘z massasini bir qismini yo‘qotishi natijasida energiya ajralib chiqishi bilan kechuvchi asosiy uch xil nurlanish turlaridan biri sanaladi.

Bom diffuziyasi – magnit maydoni ta’sirida, plazmada (zaryadlangan ionlar to‘plamida) zarrachalar konsentratsiyasining o‘zaro tenglashishi jarayoni. Ushbu jarayon amalda oddiy gazlarning diffuziyasidan ko‘ra murakkabroq; lekin, ushbu jarayonni faqat harorat, magnit maydoni kuchlanganligi va muayyan konstanta ishtirok etadigan oddiy formula bilan ifodalash mumkin.

Fikriy tajriba – bu shunday tajribaki, u amalda bajarilmaydi (yoki, bajarib bo‘lmaydi), shunga qaramay u mantiqiy izchil va to‘g‘ri asosga ega bo‘ladi va bunday tajribadan, gipoteza, g‘oya yoki nazariyani tushuntirishda foydalanish mumkin bo‘ladi. Kvant fizikasidagi eng mashhur fikriy tajriba bu – [Shryodinger mushugi](#) tajribasi deb aytish mumkin. Fikriy tajribalarni ko‘plab yirik olimlar turli nazariyalar uchun taklif etishgan. Xususan, Eynshteyn ham kvant nazariyasini inkor etish uchun qilgan urinishlarida taklif qilgan fikriy tajribalari ma’lum. Xususan, uning mashhur «Eynshteyn-Podolski-Rozen» fikriy tajribasi, kvant chigalligi hodisalari borasidagi amaliy eksperimentlar uchun asos bo‘lib xizmat qilgan.

Foton – yorug‘likning kvant zarrasi va elektromagnit o‘zaro ta’sirning tashuvchisi. XX-asr boshlarigacha bo‘lgan davrda yorug‘likni to‘lqin deb tasavvur qilingan. Lekin, kvant nazariyasi ko‘rsatib berdiki, yorug‘likni massaga ega bo‘lmagan zarracha sifatida ham tasavvur qilish mumkin ekan.

Manxetten loyihasi – II-jahon urushi yillarida gitlerchilar Germaniyasiga qarshi ittifoqchilarning yadro quroli yaratishga oid ishga tushirgan maxsus dasturining shartli nomi. Garchi, dastur AQSH hududida amalga oshirilgan bo‘lsa-da, unga asosiy hissa qo‘shgan mamlakatlar Buyuk Britaniya va Kanada hisoblanadi. Loyihaning muvaqqat shtab-kvartirasi Nyu-Yorkning Manxetten mavzesida joylashgani sababli, shunday shartli nom berilgan. Asosiy amaliy sinov ishlari esa Nyu-Meksiko shtatidagi Los-Alamos sahrosida bajarilgan. Ilk yadroviy qurol - «Trinititi» nomli atom bombasining sinovi 1945-yilning 16-iyulida amalga oshirilgan. Hozirda ushbu portlash sodir bo‘lgan joy Uayt-Sends poligoni deb nomlanadi.

Nol vaqt bo'yicha tunellash – kvant zarrachasi o'lchash amalga oshgunicha bo'lgan paytda qandaydir aniq nuqtada bo'lishi imkonsiz ekani sababli, nazariy jihatdan u o'tishi mumkin bo'lmagan to'siqdan amalda o'tib ketadi. Ushbu jarayon fanda kvant tunellashi, yoki, tunnel effekti deyiladi. Zarrachaning to'siqdan o'tishini o'lchashga oid tajribalarda shunday taassurot uyg'onadiki, xuddi zarracha bir lahzaning o'zida tunneldan o'tib ketadi. Ya'ni, bunda zarrachaning tunnelga yetib kelishi va tunneldan o'tishi jarayonida hech qanday vaqt o'tmaydi! Shu sababli ham bu jarayonni «nol vaqt bilan tunellash» deyiladi.

Superpozitsiya – kvant fizikasining fundamental hodisalaridan biri. Bu siz bilan biz ko'nikkan olam – makrodunyoda hech qachon kuzatilmaydigan va bo'lishi imkonsiz bo'lgan hodisadir. Uning mohiyatiga ko'ra, agar kvant zarrachasi nazariy jihatdan ikki xil ehtimoliy holatlarga ega bo'lsa, masalan, uning spini ham yuqoriga va ham pastga qaragan bo'lishi mumkin bo'lsa, unda, mazkur zarracha, muayyan ehtimollikka asosan, bir vaqtning o'zida har ikkala holatda ham bolishi mumkin bo'ladi; faqat o'lchash amalga oshgach, yoki, [to'lqin funksiyasining kollapsi](#) dan keyingina, uning aynan qanday holatda ekanini aniq aytish mumkin bo'ladi.

To'lqin funksiyasi – kvant fizikasidagi to'lqin funksiyasi bu – [Shryodinger tenglamasi](#) ga asosan, zarrachaning vaqt bo'yicha o'zgaradigan kvant holatini ifodalovchi matematik formula hisoblanadi. Unga ko'ra, vaqt bo'ylab tarqalayotgan muayyan to'lqin zarrachaning aynan o'zini emas, balki, uning kvant holati muayyan qiymatga ega bo'lishi ehtimolini ifodalaydi. Masalan, ushbu formula vositasida zarrachaning fazoning muayyan turli xil nuqtalarida joylashganligi ehtimolini hisoblash mumkin. Bunda ehtimollik – to'lqin funksiyasining kvadratidan iborat bo'ladi.

Oqimni optik taqsimlagich

3 soniyalik fakt

Shisha bu – oqimni optik taqsimlovchi modda bo‘lib, o‘zi orqali muayyan sondagi fotonlarni o‘tkazib yuboradi. Bu holat kvant zarralari tabiatidan bexabar bo‘lgan Nyutonning boshini qotirib qo‘ygan edi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Oqimni optik taqsimlagichlar vositasida, chigallangan (ulangan) zarralar va boshqa turdagi zarralarni ham olish mumkin. Jarayon, kuzatilmayotgan fotonni taqsimlagich orqali o‘tkazishdan boshlanadi. O‘sha foton superpozitsiya holatida turgan bo‘ladi va biz uning shisha orqali yoki o‘tib ketishi, yoki, shishadan akslanib qaytib ketishining ehtimolini aniqlay olamiz xolos. Har ikki traektoriya unga har xil atom bulutlari bilan o‘zaro ta’sirlashish imkonini beradi. Keyin esa u, qutblanish yo‘nalishini belgilovchi qutblovchi taqsimlagich orqali o‘tadi.

Har birimiz oqimni optik taqsimlagich deb nomlanuvchi kvant asbobi bilan yaxshi tanishmiz. Hayron bo‘lmang. Chunki, oddiy shisha oyna ham o‘z mohiyatiga ko‘ra aynan shunday asbob sanaladi. Siz tun paytda chiroq yoniq holatda oyna oldiga borsangiz, oyna orqali tashqarini emas, balki, o‘z aksingizni ko‘rasiz. Lekin, ayni holatda, tashqariga chiqib, chirog‘i yoniq turgan xona oynasiga qarasangiz, faqat ichkarini, yorug‘ holatda ko‘rasiz. Bunda, yorug‘likning muayyan qismi, taxminan 5% oynadan akslanadi. Lekin, yorug‘lik asosan oyna orqali o‘tib ketadi. Akslanish qorong‘u fonda yaxshiroq ko‘rinadi. Bu esa muayyan qiziq muammoni keltirib chiqaradi. Nyuton ham yorug‘lik zarralardan iborat deb o‘ylagan; lekin nima uchun ayrim bir zarralar oynadan o‘tib ketadi-yu, yana ayrimlari undan akslanib, orqaga qaytadi? – degan savolga jo‘yali izoh topa olmagan. Nyuton bu hodisaning sababi, oyna sirtining mukammal silliq emasligi sababidan deb o‘ylagan. Albatta, mikroskopik miqyosda qaraganda, har qanday oynaning sirti mukammal silliq emas. Lekin, zarralarning oynadan o‘tib ketishi, yoki, undan akslanishi sababi, ushbu fotonlarning kvant tabiati bilan bog‘liq ekanini bugun biz yaxshi bilamiz. Biz alohida olingan aniq bir fotonning oynadan o‘tib ketishi, yoki, akslanishini oldindan aniq ayta olmaymiz; aksincha, har ikkala holatning ro‘y berish ehtimolini hisoblay olamiz xolos. Effektni yanada qiziq qiladigan yana bir fakt shuki, oynaning ichki yuzasidan akslanuvchi zarralarning foiz miqdori, oynaning qalinligiga ham bog‘liq bo‘ladi. Oyna orqali o‘tayotgan fotonlar, mohiyatan kvant zarralari bo‘lgani sababli, butun massasi bo‘ylab taqsimlanadi va nafaqat oynaning sirti bilan, balki, uning butun hajmi bilan ham ta’sirlashadi.

Aloqador mavzular:

- [Ikkita tirqish eksperimenti](#) (23-sahifa)
- [E.P.R. paradoksi](#) (89-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Isaak Nyuton

(1642-1727)

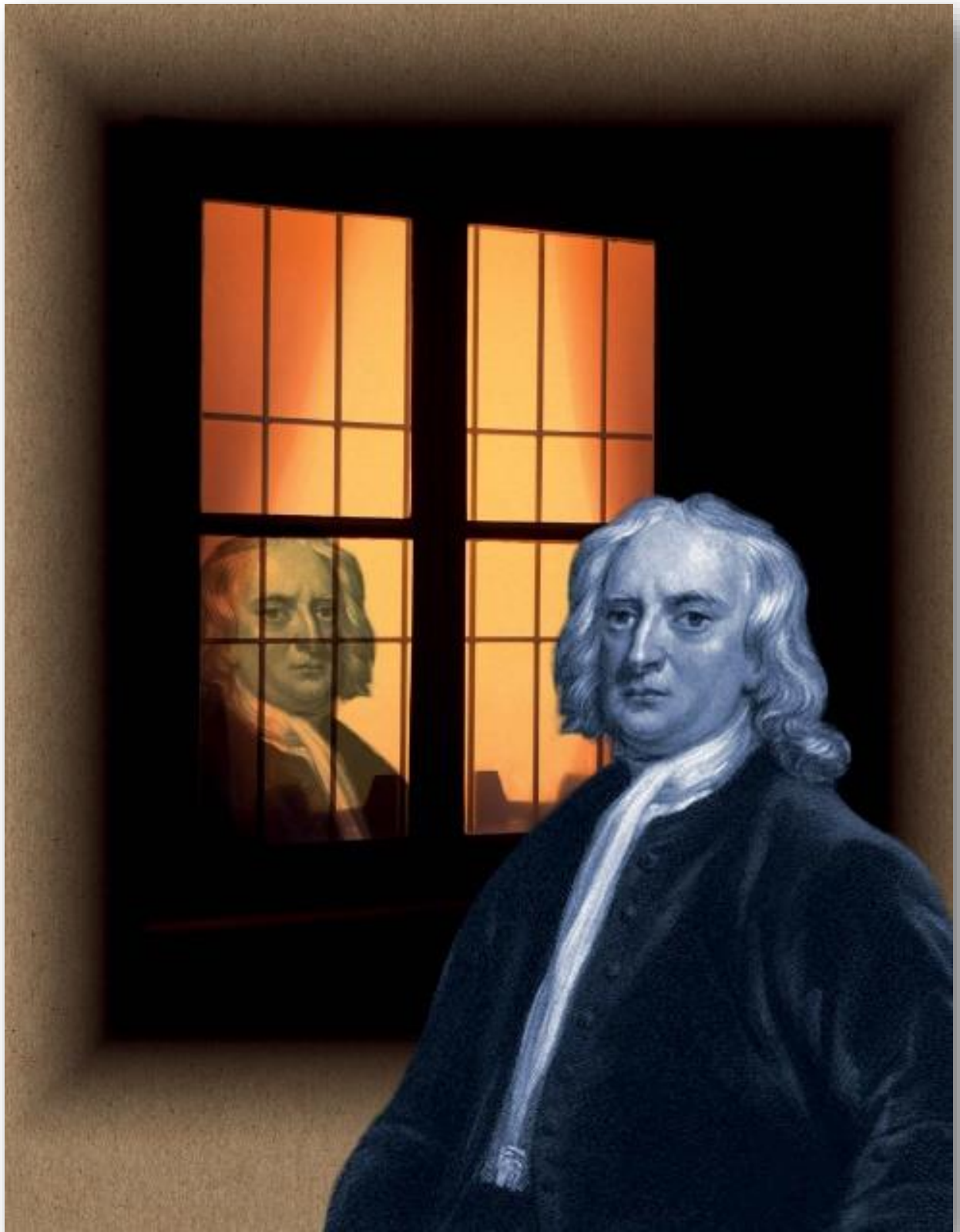
Butun olam tortishish qonuni va mexanikaning uchta qonunini shakllantirgan buyuk ingliz olimi.

Maykl Xorn

(1943)

AQSHlik fizik. Kvant nazariyasi va oqim taqsimlagich bo‘yicha mutaxassis.

Yorug‘lik deyarli hamma qismi oyna orqali o‘tib ketadi. Lekin, uning oz qismi oynadan akslanadi. Nyuton buning sirini bila olmagan.



Tunnel effekti

3 soniyalik fakt

Garchi zarracha to'siq orqali o'tib ketishi uchun yetarli energiyaga ega bo'lmasa-da, lekin amalda to'siqdan o'tib ketishi tunnel effekti deyiladi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Tunnel effekti yarimo'tkazgichli mikroelektronikada juda foydali effektdir. Lekin, aynan uning o'zi xalaqit ham hosil qiladi. Kremniyga asoslangan mikrosxemalarda tranzistorlarning o'lchamlari borgan sari ixcham va kichik bo'lib borar ekan, ularning mikrosxemaning boshqa komponentlaridan izolyatsion ajratib turuvchi qoplama qatlamlari ham juda ingichka bo'lib bormoqda. Shu tariqa, o'sha qoplama qalinligi juda yupqalashib, atiga bir necha atom qalinligiga yetib qoldi. Bu esa, mazkur izolyatsiyani elektronlar tunnel effekti orqali o'ta oladigan to'siqqa aylantirmoqda.

Agar adir bo'ylab yuqoriga yumalatilgan shar yetarli energiyaga ega bo'lmasa, u hech qachon adirning eng tepasigacha chiqmaydi va ayniqsa, u hecham narigi tarafga o'tib keta olmaydi. Bu bizning olamimizda inkor etib bo'lmaydigan oddiy fakt bo'lsa-da, lekin, kvant fizikasida tamomila boshqacha holat kuzatiladi. Kvant obyektlari, aytaylik, elektron va fotonlar, garchi, mumtoz fizika tushunchalariga ko'ra qaraganda, yetarli energiyaga ega bo'lmagan holda ham, to'siqdan o'tib ketishi mumkin. Bu hodisani fanda tunnel effekti deyiladi. Kvant zarralarining fazoda aniq bir vaziyatga ega bo'lmasligi, to'liq funksiyasi esa, zarraning faqatgina u yoki bu nuqtada turganligining ehtimolini bildirishi tunnel effektini yuzaga keltiradi. To'siqning mavjudligi, ehtimollikni birmuncha pasaytiradi. Lekin, baribir u ham, zarrachaning fazoning aynan qaysi nuqtasida turganligini aniq belgilash imkonini bermaydi. Ya'ni, ehtimollik hech qachon nolga tenglashmaydi. Eng past ehtimollik darajasida ham, zarrachaning to'siqning aynan qaysi tarafida ekanini aniqlash imkoni bo'lmaydi. Juda past ehtimol bilan bo'lsa hamki, zarracha istalgan paytda va allaqachon to'siqdan narida turgan bo'lib chiqishi mumkin. Tunnel effekti tabiat hodisalarida muhim o'rin tutadi. Aynan tunnel effekti tufayli, radioaktiv parchalanish jarayonida alfa-zarralar atom yadrosining kuchli o'zaro ta'sirini yengib o'ta oladi. Shuningdek, o'ta sovuq makon bo'lgan yulduzlararo fazoda ham kimyoviy jarayonlar to'xtamasligi sababi ham tunnel effekti tufaylidir. Mikroelektronikada esa diodlarning ayrim turlarida elektronlar ikki xil yarimo'tkazgich orasidagi izolyatsion to'siqdan tunnel effekti orqali o'tib ketishi jarayonidan amaliy foydalaniladi.

Aloqador mavzular:

- [Jozefson kontakti](#) (115-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Fridrix Xund

(1896-1997)

Kvant kimyosiga asos solgan nemis fizigi.

Georgiy Gamov

(1904-1968)

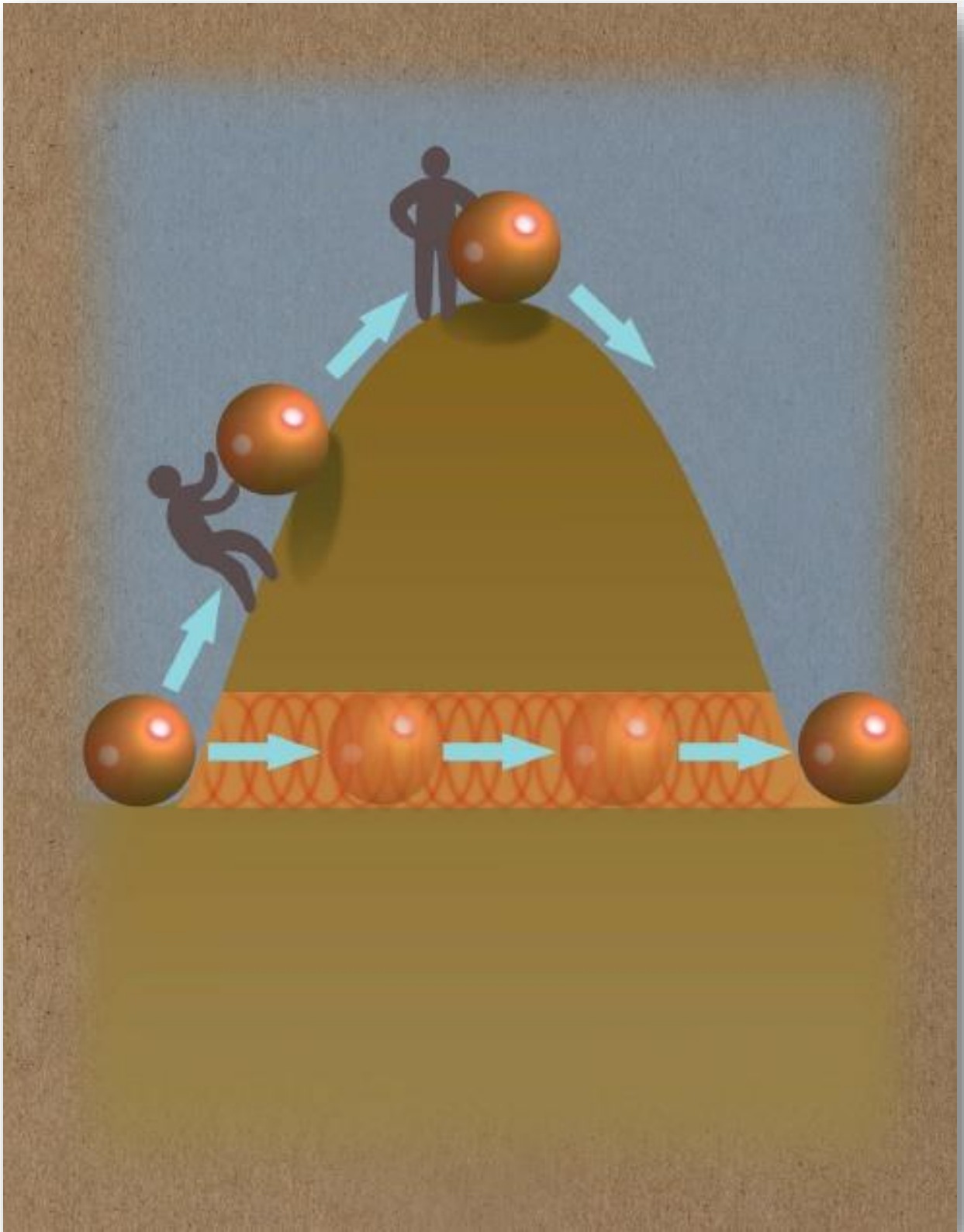
Radioaktiv parchalanish hodisasida α -zarralar nurlanishi jarayoni tunnel effekti bilan bog'liq ekanini tushuntirib bergan AQSHlik fizik.

Gerd Binning va

Genrix Rorer

Skanerlovchi tunnel mikroskopini ixtiro qilgan olimlar.

Tunnel effektida zarracha to'siqdan o'tib ketadi, lekin bunda u hech qanday masofa bosib o'tmaydi.



Yorug'lik tezligidan yuqori tajribalar

3 soniyalik fakt

Kvant zarralari to'siqni bir lahzada kesib o'tgani bois, tunnellanuvchi fotonlar yorug'lik tezligidan kattaroq tezlikda harakatlanadi shekilli degan taassurot uyg'onadi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Bu borada olib borilgan dastlabki tajribalarda «o'lchami kichraytirilgan to'lqin hosil qilgich», yoki, «foton panjarasi» singari g'alati nomli texnik to'siqlardan foydalanilgan. Nimts esa, Nyuton ham foydalangan tunnellanish misolidan – to'liq ichki akslanish hodisasidan foydalangan. Ya'ni, yorug'lik nuri prizмага muayyan burchak ostida kelib tushgach, u prizmaning ichki yuzasidan akslanadi. Nyuton, agar yaqin joyga (lekin yopishtirib emas) yana bir prizma joylashtirilsa, yorug'lik nurining bir qismi akslanmasdan, aksincha, to'siq yo'qdek, narigi tarafga o'tib ketishini aniqlagan edi.

Kvant hodisalari ichida eng g'aroyib xulosa beradiganlaridan biri – fotonlarning yorug'lik tezligidan kattaroq tezlikda harakatlanishi mumkinligi haqidagi xulosadir. «Yorug'lik tezligidan yuqori tajribalar»da olimlar fotonlarni muayyan to'siqlar tomonga yo'naltirishgan. Kvant nazariyasiga ko'ra, zarrachaning fazodagi aniq joyi ma'lum emas va kichik bo'lsa-da, shunday ehtimollik mavjudki, zarracha to'siqning narigi tarafidan ko'rinish beradi. Tajribada haqiqatan ham, ayrim fotonlar to'siqdan narida paydo bo'ldi va o'z harakatini davom ettirdi. Bundan esa juda qiziq xulosa kelib chiqadi: agar, to'siq qalinligi 1 masofa birligiga teng bo'lsa, hamda, to'siqqacha va undan keyin foton 1 ga teng bo'lgan masofa birliklarini bosib o'tsa, demak, u ushbu vaqt ichida jami bo'lib, 3 masofa birligini bosib o'tmoqda ekan. Yorug'lik esa bu vaqt ichida 2 masofa birligini bosib o'tadi. Demak, tunnellanish effektida zarra yorug'lik tezligidan 1,5 barobar kattaroq tezlikda harakatlanar ekanda? Bunday tajribalarni o'tkazib ko'rgan eng birinchi olimlardan biri Reymond Chiao, tunnel effektidan foydalanib signal uzatish imkonsiz ekanini ta'kidlagan edi. Chunki, bunda elektronlarning to'siq orqali o'tishi tasodifiy tartibda ro'y beradi. Lekin, 1995-yilda Gunter Nimts Motsartning 40-simfoniyasini yorug'lik tezligidan to'rt marta katta tezlik bilan, tunnel oqimi orqali uzatishni uddalagan.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger tenglamasi](#) (39-sahifa)
- [Tunnel effekti](#) (73-sahifa)
- [Jozefson kontakti](#) (115-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Isaak Nyuton

(1642-1727)

Butun olam tortishish qonuni va yana mexanikaning uchta qonunini shakllantirgan ingliz fizigi.

Gunter Nimts

(1936)

Tunnellanishning yorug'lik tezligidan katta tezliklarga oid effekti bilan tajribalar olib borgan.

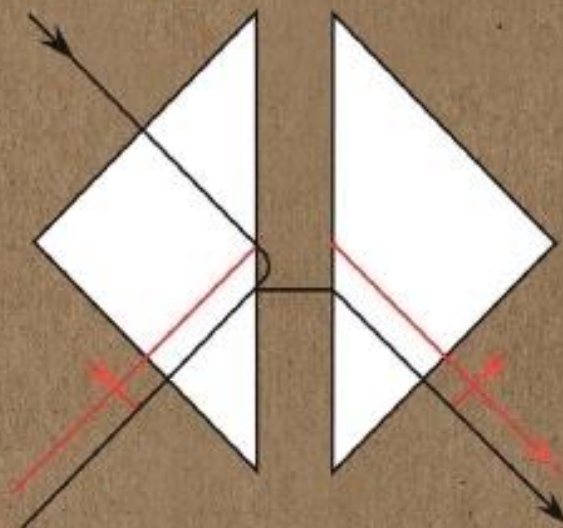
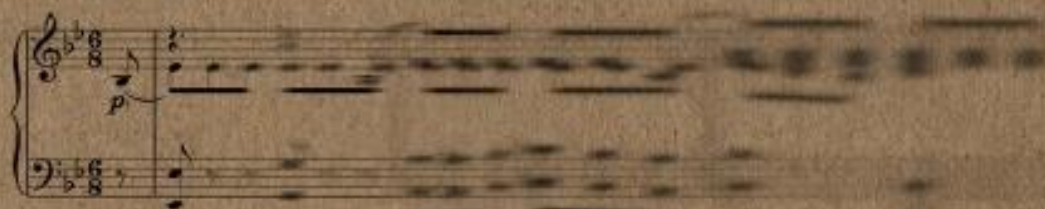
Reymond Chiao

(1940)

AQSHlik fizik. Kvant optikasi mutaxassisi.

Nimts Motsart

simfoniyasini yorug'lik tezligidan katta tezlikda uzata olgan.



Kopengagen izohi

3 soniyalik fakt

Kopengagen izohiga ko'ra, kvant sistemalarini o'lcay olish imkoniyatimizdan naridagi qandaydir yanada fundamental narsalar haqida bosh qotirishimizdan ma'no yo'q.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kopengagen izohida markaziy o'rin tutadigan fikrni «Bor to'ldirishi» deyiladi va unga binoan, bir tajriba faqat muayyan bir savolga javob beradi, boshqa bir tajriba esa umuman boshqa savolga javob beradi. Lekin, o'sha ikkala tajriba birgalikda o'tkazilsa, natijalar bir-biriga muvofiq kelmasligi mumkin. Ya'ni, tajribaning birida fizik hodisa o'zini xuddi to'ldirishdek tutsa, boshqasida aynan shu hodisa zarracha sifatida namoyon bo'ladi. Ularning birortasini narigisidan ko'ra «to'g'riroq» deyish mubolag'a bo'ladi. Olam manzarasini to'liq tushunish uchun, ularning har ikkalasi ham birdek zarur.

1920-yillarda kvant nazariyasi shakllana

boshlashi bilan, uning ilgari surayotgan g'oyalari ham borgan sari g'ayrioddiy, g'alati fikrlarda iborat bo'lib bordi. Shryodinger tenglamasiga ko'ra, zarrachalar o'zini xuddi to'ldirish singari ham tutishi mumkin edi. Kvant zarrachalar hatto superpozitsiya holatida ham bo'lishi, hamda, Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili ushbu g'alati g'oyalarni yanada chigallashtirardi. Haqli savol yuzaga keladi: nima bo'lyapti o'zi? Kopengagenda faoliyat olib borayotgan Nils Bor va uning ilmiy jamoasi, ilm-fan voqe'likni mukammal tushunishga va tushuntira olishga urinishi kerak deb hisoblardi va shu mantiqqa asosan, kvant nazariyasi va undan kelib chiqayotgan xulosalar uchun, mantiqiy izchillikka ega izohlarni va ta'riflarni shakllantira boshladi. Ushbu izohlar hozirda ilm-fan «Kopengagen izohi» deyiladi. Unga ko'ra, kvant nazariyasida hatto olimlar uchun ham bilib bo'lmaydigan (bilishning iloji bo'lmagan) narsalar mavjud bo'lishi mumkinligi va muayyan tajribalar natijasi boshqalari bilan muvofiq chiqmasligi ehtimoli inkor etilmaydi. Agar, fotonlar ikkita tirqishlarning aynan qaysi biridan o'tishini aniqlamoqchi bo'lib tajriba o'tkazsak, unda natijada biz odatiy interferensiya manzarasiga ega bo'lamiz. Lekin, agar fotonlarning tirqishgacha bo'lgan yo'liga, ularni aynan bir tirqishda o'tishini ta'minlovchi, ya'ni, tirqishlardan biriga yo'naltiruvchi uskuna joylasak, unda natijada interferensiya manzarasi namoyon bo'lmaydi. Unda, mazkur jarayonni kuzatmayotgan holatimizda, fotonlar aynan qaysi bir tirqishdan o'tadi? Kopengagen izohiga ko'ra, bunday savollarga javob izlashdan ma'no yo'q. Chunki, biz uni baribir hech qachon bila olmaymiz.

Aloqador mavzular:

- [Ikkita tirqish bilan tajriba](#) (31-sahifa)
- [Korpuskulyar-to'ldirish dualizmi](#) (27-sahifa)
- [Shryodinger tenglamasi](#) (39-sahifa)
- [Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili](#) (45-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

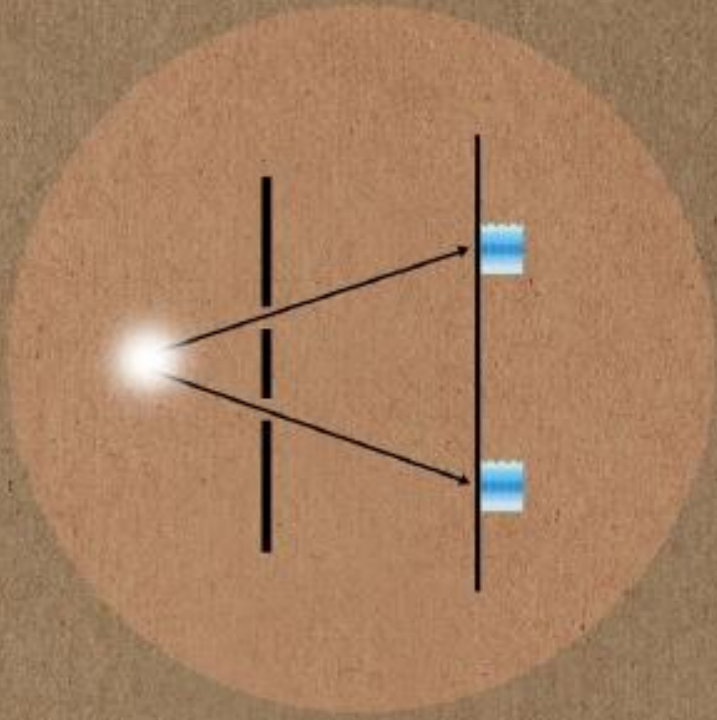
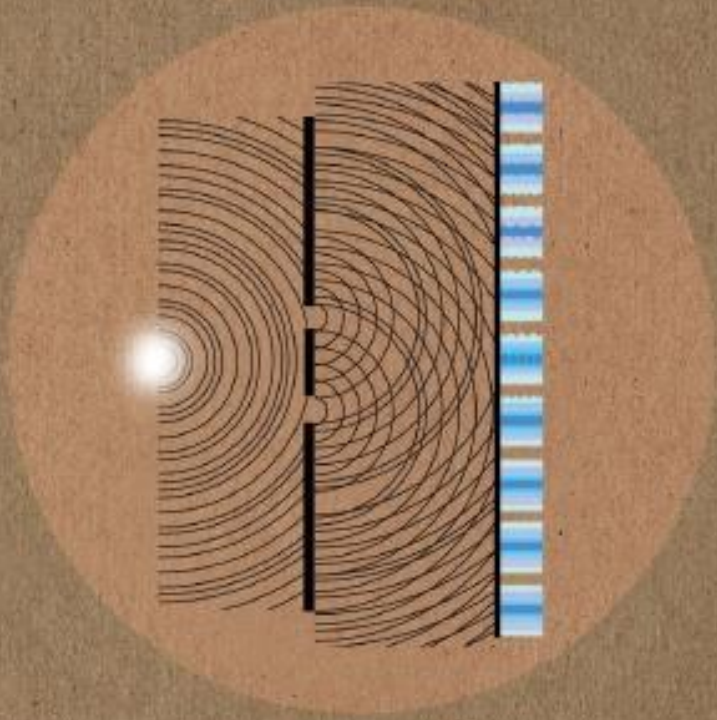
Devid Mermin

(1935)

Fizik.

Kopengagen izohiga shunday sharh bergan edi: «*Og'zingni yop va ishla!*»

Bor to'ldirishga ko'ra, yorug'lik o'zini ham zarra (rasmda pastda) va ham to'ldirish (yuqorida) kabi tutishi mumkin. Lekin bir vaqtning o'zida emas.



Bom izohi

3 soniyalik fakt

Bom kvant nazariyasidan ehtimollik elementini quvib chiqarishga uringan edi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Agar voqe'lik haqiqatan ham oldindan aniq belgilab qo'yilgan sabab-oqibat tamoyili asosida sodir bo'lsa, demak, unda biz yashayotgan olamda, hamma narsaning taqdiri qat'iy fizik qonunlar vositasida avvaldan aniq belgilab qo'yilgan bo'lishi kerak. Shu jumladan bizning miyamiz faoliyati ham. Yoki, olmada harqalay iroda erki mavjud bo'lsa kerak?

Kopengagen izohidan boshqa, muqobil izoh ham mavjud. U kvant sistemasini o'lchashga urinish chog'ida to'lqin funksiyasi nima uchun kollapsga yo'liqishini izohlashga urinadi. Unga ko'ra, aslida, kvant fizikasida bunday muammoning o'zi yo'q. Chunki, hatto zarrachani hech kim kuzatmayotgan bo'lsa hamki, u muayyan vaqt lahzasida, albatta fazoning qaysidir bir muayyan aniq bir nuqtasida turgan bo'ladi. Masalan, ikkita tirqish bilan bajarilgan tajribada zarracha bir vaqtning o'zida har ikkala tirqishdan o'tmaydi; aksincha, u albatta ularning faqat biridan o'tadi. Bunday talqinga ko'ra, to'lqin funksiyasi tajriba so'ngida zarrachalarning taqsimlanishini hisoblash uchun xizmat qiladi. To'lqin funksiyasining xuddi kollapsga uchragandek singari ko'rinishi esa – alohida aniq bir vaqt lahzasida aniq bir bitta diskret zarrachalar ustida bajarilgan tajriba natijasi bo'lib, boz ustiga, o'sha lahzada mazkur zarracha allaqachon muayyan aniq bir trayektoriyadan o'tib bo'lgan bo'ladi. Kvant nazariyasidagi bunda sabab-oqibat determinizmni, fanda nisbatan kengroq tarqalgan va ehtimollikka asoslangan izohlarga zid keladi. Ushbu keskin ta'kidlarga yo'g'rilgan izohni, uni shakllantirgan AQSHlik fizik Devid Bom nomi bilan, «Bom izohi» deyiladi.

Aloqador mavzular:

- [Kopengagen izohi](#) (77-sahifa)
- [Ko'p olam izohi](#) (85-sahifa)
- [E.P.R. paradoksi](#) (89-sahifa)
- [Bell tengsizligi](#) (91-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Lui de Broyl

(1892-1987)

Kvant mexanikasidagi determinik yondoshuvni shakllantirgan fizik.

Bom izohiga ko'ra, borliqda hamma narsa oldindan belgilab qo'yilgan taqdirga asosan harakatlanadi.



1917-yilning 20-dekabr
sanasida AQSHning,
Pensilvaniya shtati, Uilks-
Barr shahrida dunyoga
kelgan.

1939
Pensilvaniya shtat kollejida
bakalavr darajasiga erishdi.

1940
Berklidagi Kaliforniya
universitetiga aspiranturaga
kiradi va Robert
Oppengeymerga shogird
tushdi.

1943
Fizika bo'yicha fan doktori
darajasini qo'lga kiritadi va
Manxetten loyihasida hisob-
kitoblar bo'yicha ishtirok
etadi.

1933
Shryodinger bilan
birgalikda, atom
nazariyasini ochganligi
uchun Nobel mukofotiga
sazovor bo'ldi.

1947
Prinstonga ko'chib o'tadi va
Albert Eynshteyn bilan
birga ishlay boshlaydi. Bu
davrdan u plazma fizikasi
hamda, kvant mexanikasi
sohalarida tadqiqotlar olib
borgan.

1949
Magnit maydonida
plazmaning diffuziyaga
uchrash qonunini kashf
qiladi. Hozirda bu qonun
«Bom diffuziyasi» deb
nomlanadi.

1951
Braziliyaga ko'chib o'tadi va
o'zining «Kvant nazariyasi»
deb nomlangan ilk kitobini
nashr ettiradi.

1957
Buyuk Britaniyaga ko'chib
o'tadi va o'zining
«Zamonaviy fizikada sabab-
oqibat aloqasi va tasodiflar»
nomli kitobini nashrdan
chiqaradi

1959
Yakir Aaron bilan
birgalikda Aaron-Bom
effektini kashf qiladi.

1980
«Butunlik va yashirin
tartib» nomli asarini chop
ettiradi. Unda Koinot
tuzilishining tub ildiz
tamoyillari haqida fikr
yuritadi.

1990
Qirollik Jamiyatiga a'zolikka
saylanadi.

1992-yilning 27-oktyabrida
Londonda vafot etdi

1993
O'limidan so'ng
«Taqsimlanmagan Koinot:
Kvant nazariyasining
Ontologik ensiklopediyasi»
asari bosmadan chiqdi.



Devid Bom

Kopengagen izohiga nisbatan qo'rqmay shubha bildirgan olim Devid Bomning butun umri Olam tuzilishining sir-asrorlarini qidirish bilan o'tdi. Uning bu boradagi harakatlari va qarashlari hayoti davomida o'zgarib, turli yo'nalishlarga burilib borgan. Chunonchi u 1930-yillarda kommunistik tuzum g'oyalari xayrixoh bo'lgan edi. Shu sababli, Bom keyinchalik Qo'shma Shtatlarni tark etib, umrining qolgan qismini vatandan yiroqda o'tkazishga majbur bo'ldi. Koinotning qanday tuzilishi haqidagi muttasil mulohazalar ortidan Devid Bom avvaliga kvant mexanikasiga kirib kelgan bo'lsa, keksaygan chog'larida sharq afsonalariga chuqur berilish bilan izlana boshladi.

Bom 1949-yilda Kongressda o'z ustoz Robert Oppengeymerga qarshi guvohlik berishdan bosh tortdi. Oppengeymerni bu paytda kommunistlar bilan aloqadorlikda ayblab so'roq qilishayotgan edi. Shu sababli, Bomni hibsga olishdi va unga Kongressga nisbatan hurmatsizlik aybi qo'yildi. Bu paytda Bom Prinstonda, Eynshteyn qo'l ostida ishlayotgan edi. Voqealardan o'zib ketgan Prinston Istiqbolli Tadqiqotlar instituti rahbariyati siyosiy ayblovlar tortilayotgan xodimidan zudlik bilan qutulmoqchi bo'ladi va Bomni tezkorlik bilan ishdan bo'shatadi. Biroq, ko'p o'tmay, Devid Bomga qo'yilgan barcha ayblovlar bekor qilinadi va olim oqlanadi. Bunday be'mani ishlardan hafsalasi pir bo'lgan olim avvaliga 1951-yilda Braziliyaga va keyinroq, 1955-yilda Isroilga ko'chib ketadi. U bir necha yil shunday darbadarlikdan keyin, 1957-yilda Buyuk Britaniyaga muqim yashashga ko'chib kelgan. 1961-yilda e'tiboran u London universitetining Brikbek kollejida nazariy fizika professori bo'lib ishlay boshlaydi. Aynan shu yerda u o'zining kvant nazariyasiga bo'lgan izohlarini shakllantirishni boshlagan.

Bomning dunyoqarashiga va ilmiy tushunchalariga o'sha yillari u bilan ishlagan boshqa bir buyuk olim – Albert Eynshteyn va faylasuf Jiddu Krishnamutrilar kuchli ta'sir o'tkazishgan. Ular Bomga ilm-fanda to'g'ri yo'lni ko'rsatgan va hamma narsada tartib va qonuniyat bo'lishi kerak degan mantiqni singdirishgan. Eynshteynning kvant fizikasining asosiy postulatlarini qaysarlik bilan tan olmasligi va shu sababli ham o'zining mashhur «Xudo gardkam o'ynamaydi» - qabilidagi iborasi; hamda, Krishnamutrining olamda barcha narsa o'zaro uzviy bog'liq va yaxlit ekani haqidagi g'oyalari yosh mutaxassis Bomning ongida kuchli ta'sir qoldirgan edi.

Oxir-oqibat Bom shunday xulosaga keladi: Olamning asosida qandaydir chuqur fundamental tamoyil mavjud va biz ko'rib turgan olam aslida reallik emas; bizning olamimiz qandaydir bizning aqlimizga sig'maydigan Asl Haq olamning soyasi xolos. Bomning fikricha, Asl Haqiqatga (Haqqa) yetishish uchun, ongni va tafakkurni mayda-chuyda ikkilamchi g'oyalardan va fikrlardan tozalash kerak. Bom o'z izohidan yasaydigan xulosasiga ko'ra, biz kuzatayotgan Koinot – Asl Haq olamdan tabiiy ravishda shakllanib chiqqan kvant mexanikasi, zarrachalar, vaqt va fazo olamidir. Asl Haq olamni o'zi esa, Bom izohida «yashirin tartibot» deb nomlanadi.

Shunday mulohazalar orqali Bom kvant mexanikasi uchun o'z nomi bilan ataladigan izohni (Bom izohi) shakllantirdi. Unga binoan, to'lqin funksiyasi butun koinotni ifodalaydi va Shryodinger tenglamasiga ko'ra, hamda, o'z tabiatiga asosan, determinikdir. Ya'ni, u - mavjud zarrachaning trayektoriyasini aniqlaydi. Bunday sabab-oqibat tamoyiliga asoslangan determinik yondoshuv, Kopengagen izohidagi tasodifiylik va ehtimollikka asoslangan yondoshuvdan keskin farq qiladi.

Ong kollapsi

3 soniyalik fakt

Kvant olamiga faqat nazar tashlashning o'zi bilan ta'sir qilish mumkinga o'xshaydi; lekin buning uchun ong zarurmi?

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Bizning ongimiz qandaydir tarzda kvant olami bilan ta'sirlashayotgani haqidagi mulohazaning o'zi kishini hayajonga soladi. Basharti agar haqiqatan ham shunday bo'lsa, unda balki o'z ongimiz ham kvant hodisasidir? Axir, bizning miyamiz ham atomlardan tashkil topgan va unda ham fizika qonunlariga bo'ysinuvchi elektr signallari o'zaro uzatiladi. Balki, kvant mexanikasi bir kun kelib inson ongi sirlarini ochib bersa ajabmas.

Kvant sistemasining holatini o'lchashga urinishda to'lqin funksiyasi kollapsga yo'liqadi va kvant sistemasining kuzatish mumkin bo'lgan barcha holatlaridan faqat bittasigina namoyon bo'ladi. Ushbu fenomen kvant mexanikasining turli xil izohlarining kelib chiqishiga sabab bo'lgan. Bunday izohlar ichida biz yuqorida sanab o'tgan – Kopengagen izohi va Bom izohidan tashqari, kvant fizikasida shuningdek, ko'p olamli izoh ham mavjud. Lekin, ilm-fanda savol hali-hanuz ochiq qolmoqda: to'lqin funksiyasini kollapsga uchrashga aynan nima majbur qiladi va o'lchash amalga oshirilayotgan lahzalarning aynan qaysi momentida kollaps ro'y beradi? Bunday savolga javob sifatida quyidagicha g'alati fikr ham keltirilgan: kollaps jarayonga ongli mavjudot aralashgandagina yuzaga keladi. Albatta, ko'pchilik olimlar bu fikrni unchalik ham ma'qullashmaydi. Ongli kuzatuvchining o'zi ham atrof-olamni faqat bitta usul bilan kuzata oladi xolos; kvant sistemasining barcha holatlarini bir vaqtda kuzatish imkoniyatiga kuzatuvchining ongi ega emas. (demak, ya'ni, bu o'rinda, mutlaq real voqe'likni to'liq anglash uchun odam aqli o'zi noqis degan xulosa kelib chiqmoqda...) Shu sababli ham, biz kvant sistemasining faqat bitta holatini aniqlay olamiz xolos va buni xuddiki bizning o'lchash jarayonimiz natijaga ta'sir qilgandek qabul qilamiz. Bunda aslida bizning ongimiz o'zi ham kvant sistemasi sifatida namoyon bo'lib, xulosa chiqarish vaqtida faqat muayyan bitta holatda bo'la oladi xolos. Shu sababli, Shryodinger tenglamasida to'lqin funksiyasi kollapsi kelib chiqadi. Ushbu g'oyalarni yaqqolroq tasavvur qilish uchun, fizik olim Yudjin Vinger Shryodinger mushugiga o'xshash tajribani taklif etadi. Faqat bu tajribada, quti ichida mushuk bilan birga olimning do'sti ham o'tirgan bo'ladi. Vingerning fikricha, quti ichida o'tirgan do'stining ongi ichkaridagi to'lqin funksiyasini kollapsga uchrashga majbur qiladi va mushukning holati tirik yoki o'lik ekanini aniq aniqlaydi.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger mushugi](#) (43-sahifa)
- [To'lqin funksiyasi kollapsi](#) (47-sahifa)

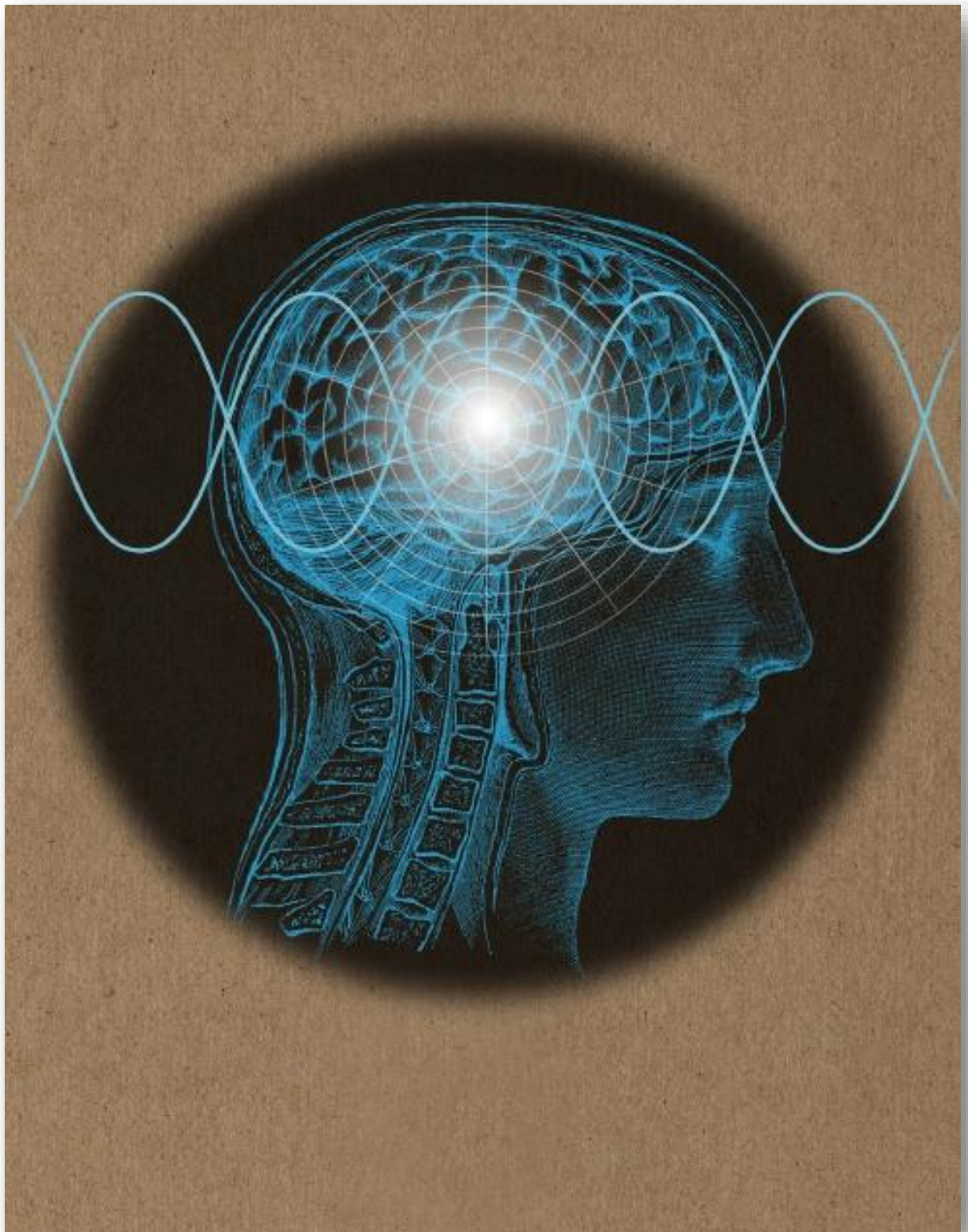
Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Yudjin Vinger

(1892-1987)

To'lqin funksiyasining kollapsi kvant sistemasining bizning ongimiz bilan ta'siri natijasida vujudga keladi degan g'oyani ilgari surgan Vengriyalik fizik.

Ayrim fiziklarning fikriga ko'ra, to'lqin funksiyasining kollapsiga uchrashi uchun uni ongli mavjudot kuzatishi zarur.



Ko‘p olamli izoh

3 soniyalik fakt

Hozirda «ko‘p olamli izoh» deb nomlanuvchi nazariya, borliqda biz yashayotgan Koinotdan tashqari yana ko‘plab parallel olamlar borligini nazarda tutadi

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Agar ko‘p olamli izoh haq bo‘lib chiqsa, unda Shryodinger mushugi paradoksi endi paradoks bo‘lmay qoladi. U bir olamda tirik, boshqasida esa o‘lik bo‘ladi. Chunki, u aynan bitta olamning o‘zida ham tirik va ham o‘lik bo‘la olmaydi. Kvant sistemasining bo‘lishi mumkin bo‘lgan holatlarining barchasi, alohida bir olamlarda real mavjud bo‘ladi (va ulardan tasodifiy bittasi sistemani o‘lchash vaqtida bizning olamimizda namoyon bo‘ladi). Lekin, ko‘plab fiziklarning e‘tiroziga ko‘ra, har safar atiga bitta zarrachaning Koinotda o‘z xatti-harakatini o‘zgartirishi tufayli yangi olam paydo bo‘lishini ko‘zda tutish – Kopengagen izohini inkor etish uchun favqulodda qimmatlik qiladi.

Kvant fizikasining Kopengagen izohi ko‘plab fiziklar uchun ma‘qul keladi. Unga ko‘ra, zarracha bir vaqtning o‘zida bir necha xil kvant holatlarida bo‘lishi mumkin va zarrachaning fazoning qaysi qismida ekani ehtimolini aniqlash imkonini beruvchi to‘lqin tenglamasiga ko‘ra, zarracha haqiqatan ham bir vaqtning o‘zida fazoning bir necha joyida joylashgan bo‘lishiga imkon beradi. Lekin, fizik Xyu Everett kvant zarralarining bu kabi g‘alati xatti-harakati uchun nisbatan «ratsional» izoh berishga qaror qilgan. U o‘zining doktorlik dissertatsiyasida «ko‘p olamli izoh» deb nom olgan yangi bir tushunchalarni taklif etgan. Uning mazkur izohida, kvant sistemani oxir-oqibat kuzatuvchi uchun muayyan aniq bir holatga keltirib qo‘yadigan to‘lqin funksiyasi kollapsi istisno qilinadi. Buning o‘rniga esa, zarracha har safar har xil holatlarda bo‘lishi imkoni va uning har bir alohida xildagi holati biz bilmaydigan boshqa bir parallel Koinotda (o‘zga olamda) sodir bo‘lishi haqidagi g‘oya taklif qilinadi. Ya‘ni, bir olamda zarracha muayyan bir xil holatda bo‘ladi; boshqa bir olamda esa, boshqacha holatda bo‘ladi. Zarracha uchun, uning bo‘lishi mumkin bo‘lgan holatlari sonicha olamlar mavjud. Har bir olamda zarracha uchun bitta traektoriya mavjud. Shu tarzda, foton, yoki, elektronning ikkita tirqishning aynan qaysi biridan o‘tayotganini ustida bosh qotirishga hojat qolmaydi. U olamlarning bittasida birinchi tirqishdan, ikkinchisida esa, narigi tirqishdan o‘tib ketgan bo‘ladi.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger mushugi](#) (43-sahifa)
- [Kopengagen izohi](#) (77-sahifa)
- [Bom izohi](#) (79-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Xyu Everett III

(1930-1982)

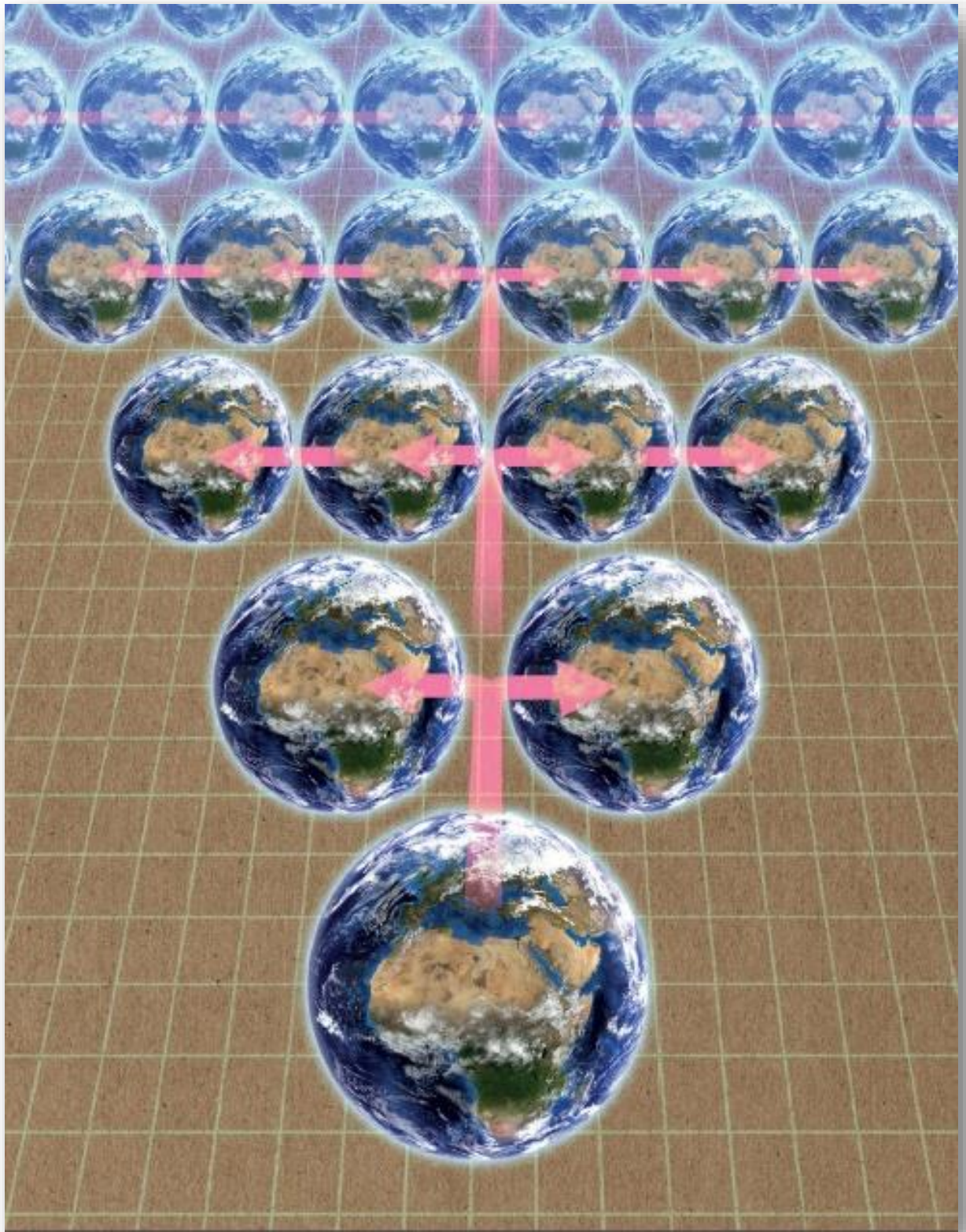
Ko‘p olamli izoh muallifi bo‘lgan AQSHlik fizik.

Brays Devitt

(1923-2004)

AQSHlik fizik.

Ko‘p olamli izohga ko‘ra, kvant sistemasida zarrachaning har bir holati uchun, ya‘ni, hodisa uchun alohida olam mavjud bo‘ladi. Ya‘ni, bittadan ko‘p oqibat mavjud bo‘lgan holatlarda har bir ehtimoliy oqibat turli olamlarda sodir bo‘ladi.



Kvant chigalligi ○

Asosiy tushunchalar

Bir martalik bloknot – 1918-yilda ishlab chiqilgan shifrlar sistemasi. Unga ko‘ra, har bir harfga muayyan tasodifiy songa ekvivalent qo‘shib borish orqali shifrlanadi. Bunday shifrdan kodlangan xabar tasodifiy xarakterga ega bo‘ladi va uni shifrdan yechish deyarli imkonsiz. Lekin, ushbu usul qanchalik ishonchli bo‘lmasin, baribir ommalashmadi. Chunki, shifrga birlashtirilgan o‘sha tasodifiy sonlar ro‘yxati (bloknot) har ikki tarafga ma‘lum bo‘lishi kerak va shu sababli ham, shifrlangan xabar bilan birga unga kalit bloknotni ham olib yurish yoki, jo‘natish kerak bo‘ladi. Uni esa dushman tutib olishi mumkin.

Bit – Axborot miqdorining o‘lchov birligi. U faqat 0 yoki 1 qiymatlarni qabul qiladi. Inglizcha *binary* va *digit* so‘zlaridan qo‘shib yasalgan.

Impulsning saqlanishi – Impuls – jism massasi va uning tezligining ko‘paytmasiga teng bo‘ladi. Barcha jismlarning va zarrachalarning impulsi doimiydir. Shu sababli ham, masalan, nol impulsiga ega bo‘lgan statik zarracha, harakatlanayotgan ikkita zarraga bo‘linsa, ular qiymati o‘zaro teng bo‘lgan, lekin, yo‘nalishi qarama-qarshi bo‘lgan impulsarga ega bo‘lishi lozim.

Kubit – bit o‘lchov birligining kvant kompyuterlaridagi ekvivalenti. Agar, oddiy bit faqat 0 va 1 qiymatlardan biriga ega bo‘lishi xolos ekanini inobatga olsak, kubit esa superpozitsiya holatida bo‘lishi mumkin. Ya‘ni, u 0 va 1 holatlardan har ikkalasida ham bo‘lishi ehtimoli doimiy mavjud bo‘ladi. Kubitlar shuningdek o‘zaro bog‘langan (chigallangan) bo‘lishi ham mumkin. Bu esa, kubitlar mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan holatlar sonini yanada oshiradi. Shu tariqa, bitta kubit bitta bitdan ko‘ra ko‘proq axborot qayta ishlashi, yoki, saqlashi mumkin bo‘ladi.

Kvant chigalligi – Kvant nazariyasining fundamental qoidasi. Unga ko‘ra, ikki, yoki undan ortiq kvant zarralari o‘zaro shundayin bog‘langan (birikkan, yoki, chigallashgan) bo‘lishi mumkinki, unda, zarralardan birining holati o‘zgarishi zahoti, boshqasining holati ham shu lahzaning o‘zida, aynan bir vaqtda o‘zgaradi. Bunda, mazkur ikki zarracha o‘zaro bir-biridan qanday uzoq masofada ekanini umuman ahamiyati yo‘q. Ya‘ni, o‘zaro chigal zarralardan biri Quyoshda, ikkinchisi Andromeda galaktikasida bo‘lsa ham, ular bir vaqtning o‘zida holatini o‘zgartiradi.

Kvant nuqtasi – deb, yarimo‘tkazgichlarda xuddi atomlar singari ta‘sirlashadigan nanozarralarga aytiladi.

Magnit rezonansli tomograf (MRT) – ilgari «yadroviy magnit-rezonans skaneri» deb nomlangan tibbiyot uskunasi. Unda, juda kuchli quvvatli o‘ta o‘tkazgich magnitlar vodorod yadrosidagi protonlarning kvant spinini o‘zgartirish uchun xizmat qiladi. Bilasizki, ko‘plab tirik organizmlar, shu jumladan, odam tanasi ham asosan suv molekulalaridan tarkib topgan va unda albatta vodorod atomi mavjud bo‘ladi. MRT skanerlash jarayonida vodorod atomidagi protonlar spini o‘zgaradi; magnit maydonini o‘chirilishi zahoti, protonlar o‘z holatiga qaytadi. Aynan shu qaytish jarayonida, o‘zgargan spinning o‘z holiga qaytishi natijasida energiyalar farqi yuzaga keladi va ushbu energiya foton ko‘rinishida uchib chiqadi. Uchib chiqqan fotonni maxsus sezgir asboblari qayd etadi.

Mahalliy realizm tamoyili – kvant zarralari faqat o‘ziga yaqin joylashgan zarralargagina real parametrlar bilan ta’sir ko‘rsatadi degan g‘oyani ilgari suruvchi konsepsiya. Eynshteyn-Podolski-Rozen fikriy tajribasi kvant nazariyasining ayrim qoidalarini absurd deb isbotlash uchun amalga oshirilgan edi. Unga ko‘ra, kvant zarralari uchun mahalliy realizm tamoyili o‘rinsiz bo‘lib chiqqan.

Mikroto‘lqinli (o‘ta yuqori chastotali) rezonator – spektrning mikroto‘lqinlar diapazonida elektromagnit tebranishlari yuzaga keltiradigan maxsus metall kamera. Kamera ham xuddi torlarning titrashi (vibratsiyasi) muayyan to‘lqin uzunligidagi tovush chastotalarini yuzaga keltirgani singari ishlaydi. Faqat, bunda rezonator kamera devorlari orasida muayyan to‘lqin uzunligidagi elektromagnit to‘lqinlari harakatlanadi.

Shifrlash – axborotni yashirish uchun turli xil kodlash tizimlaridan foydalanish.

Superpozitsiya – kvant zarrachasi bo‘lishi mumkin bo‘lgan holatlar soni aytaylik ikkita bo‘lsa, bunday holda, zarracha muayyan aniq bir holda turibdi deb ayta olmaymiz. Chunki, biz faqat uning aynan qaysi holatda ekanini ehtimoliyligini bila olamiz xolos. Shu sababli ham, bunday hollarda kvant zarrachasi superpozitsiya holatida turibdi deyiladi. Biz kvant zarrachaning xossalarini o‘lchashga kirishishimiz hamonoq, uning superpozitsiyasi o‘z kuchini yo‘qotadi va zarracha muayyan aniq bir holatga (shaklga) o‘tadi. Bunday paytda «superpozitsiya kollapsiga yo‘liqdi» deyiladi. Kvant zarraning superpozitsiya holatini xuddi «chikkami pukka?» - deb yuqoriga otilgan tangaga o‘xshatish mumkin. Toki, tanga yerga tushib, unga siz qaramaguningizcha, uning aynan qaysi tarafi bilan tushganining (tushishini) bila olmaysiz. Lekin, bu juda qo‘pol va dag‘al o‘xshatish. Chunki, bunda tashlangan va yerga tushgan tanga, biz unga qarasak ham, qaramasak ham, muayyan aniq bir holatda (yoki chikka, yoki, pukka) tushib bo‘lgan bo‘ladi. Lekin, kvant zarrasida esa, aniq bir ko‘rsatkich bo‘lmaydi. Faqat, uning qanday holatdaligining muayyan ehtimoli bo‘ladi xolos. Aynan shu holni superpozitsiya deyiladi.

Yashirin parametrlar – Eynshteyn va boshqa fiziklar, kvant nazariyasining ehtimoliylikka (tasodifiylikka) asoslangan tabiatini shubha ostiga olishgan edi. Ular, zarrachaning ayrim xossalarining parametrlarini o‘lchash imkonsiz, lekin ularning mazkur xossalari ehtimoliy emas, balki, aniq xarakterga ega bo‘ladi deb hisoblashgan. O‘lchash mumkin bo‘lmagan, lekin, aniq xossalarga ega bo‘lgan bunday parametrlarni «yashirin parametrlar» deyiladi.

E.P.R. paradoksi

3 soniyalik fakt

E.P.R. paradoksi kvant nazariyasini absurd g'oya deb isbotlashi ko'zda tutilgan edi. Lekin amaliyot, Eynshteyn bu borada qattiq yanglishganini ko'rsatdi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

E.P.R. paradoksi ta'rifi odamni biroz chalgitadi. Chunki, unda zarrachaning birdaniga ikkita xossasi – impulsi va joylashuvi haqida so'z ochiladi. Bu esa noaniqliklar tamoyili to'g'risida ham albatta yodga soladi. Lekin, agar gap faqat bitta parametr haqida borganida, E.P.R. paradoksining mohiyati o'zgarmagan bo'lardi. Shryodinger aynan shunga ishora qilib, bu kabi fikriy tajribaning mohiyati birdaniga ikkita parametrni o'lchashda emas, balki, parametr haqidagi axborotni bir lahzada uzatish borasida ekanini ta'kidlagan edi. Bunga javoban Eynshteyn, «buni menga umuman qizig'i yo'q» - deb xitob qilgan.

1935-yilda Eynshteyn o'zining ancha yosh hamkasblari Boris Podolski va Natan Rozen bilan birgalikda, o'z fikricha, kvant nazariyasining noto'g'ri ekanini ochib beruvchi maqola e'lon qiladi. «Fizik voqe'likning kvant-mexanik bayonini mukammal deyish mumkinmi?» deb nomlangan maqolada, hozirda Eynshteyn-Podolski-Rozen (E.P.R.) paradoksi deb nomlanadigan paradoks haqida gap boradi. Uning mohiyatiga ko'ra, muayyan bir zarracha ikkita zarrachaga bo'linadi va ularning har ikkalasi qarama-qarshi tomonga uchib ketadi. Kvant nazariyasiga ko'ra, ushbu zarrachalar uchun muayyan vaqtdan keyin, impulsning aniq qiymati noma'lum bo'lib qoladi. Faqat, impuls qandaydir bir muayyan qiymatga ega bo'lishi ehtimoligina ma'lum bo'ladi. Aytaylik, biz bitta zarrachaning impulsini o'lchamoqdamiz va u aniq bir qiymatni qayd etdi. Ushbu zarrachalar bir-biridan qanchalik uzoqlashmasin, impulsning saqlanish qonuniga binoan, ikkinchi zarraning impulsi birinchisining impulsiga teng bo'lib qolaveradi. O'sha maqolada mualliflar keltirgan g'oyaga ko'ra. Shu holatda ikkinchi zarrachaning koordinatasini aniqlash orqali, har ikkala zarracha uchun ham impulsni va ham joylashuvni aniq bilish mumkin bo'lar emish. Ya'ni, kvant zarrachaning har ikkala xossasini bir vaqtda bilish mumkin bo'lmoqda. Maqola quyidagicha xulosa bilan tugaydi: «Taxminimizcha, real voqe'likning hech qanday jo'yali ta'rifi bunga yo'l qo'ymaydi». Lekin, biz yaxshi bilamizki, Eynshteyn bu borada qattiq yanglishgan edi...

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger tenglamasi](#) (39-sahifa)
- [Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili](#) (45-sahifa)
- [Bell tengsizligi](#) (91-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Albert Eynshteyn

(1879-1955)

Kvant nazariyasiga katta hissa qo'shgan fizik.

Boris Podolski

(1896-1966)

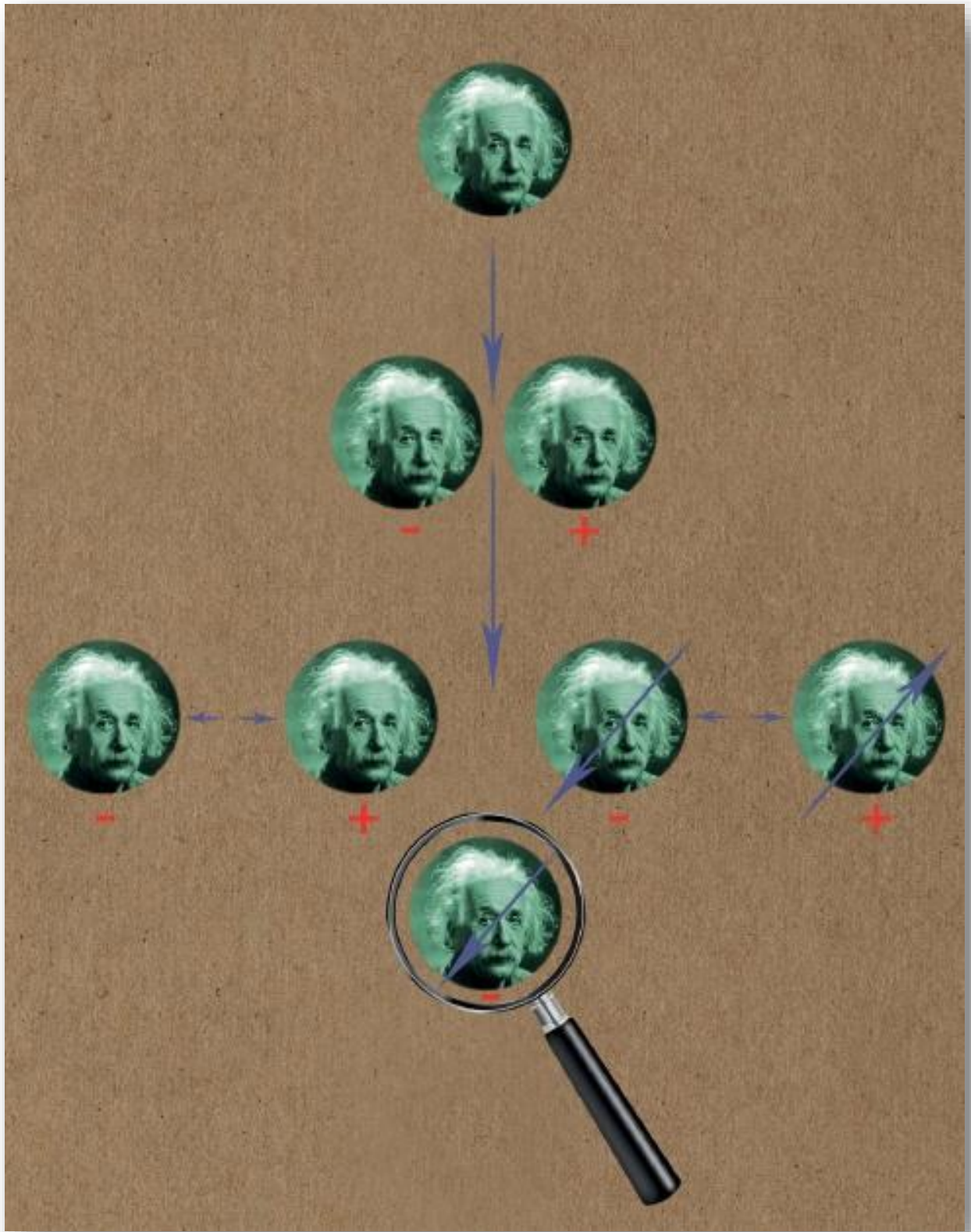
E.P.R. paradoksini shakllantirgan AQSHlik fizik.

Natan Rozen

(1909-1995)

E.P.R. paradoksini shakllantirishda ishtirok etgan olim.

Bir zarrachaning parametrlarini kuzatish ikkinchisining holatiga ham ta'sir qiladi.



Bell tengsizligi

3 soniyalik fakt

Kvant chigalligi haqidagi Shryodinger konsepsiyasi Eynshteynga yoqmagani edi. Biroq, Shryodinger g'oyalarining amaliy isbotlangan paytda u allaqachon vafot etgandi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Chigallashgan (chalkashgan) kvant zarralarining orasini millionlab kilometr masofa ajratib turgan bo'lsa-da, ularni yaxlit bitta obyekt sifatida qarash mumkin. Asosli taxminlarga ko'ra, kvant chigalligi hodisasi yaqin kelajakda kvant kompyuterlarida va shifrlash texnologiyalarida eng asosiy muhim ahamiyat kasb eta boshlaydi. Hozirgi paytda, axborot texnologiyalarida ma'lumotlar elektr impulslari vositasida uzatiladi va ular bit deb nomlanadi. Kvant kompyuterlarida esa axborotni kubitlar tashiydi. Kubitlar subatom zarralari darajasida o'zaro bog'langan bo'ladi.

Shryodinger mushugi paradoksining asosiy

g'oyasi shundaki, kvant sistemasi superpozitsiya holatida bo'la oladi. Ya'ni, qutidagi mushuk ham va atom yadrosi ham, bir vaqtning o'zida ikki xil holatda bo'lishi mumkin. Agar qutini ochilsa, mushuk hali tirikmi yoki, o'ldimi, va shuningdek, yadro ham parchalandimi yo'qmi, - aniq bilsa bo'ladi. Kvant fizikasi terminlari bilan aytganda, mushuk va atom yadrosi o'zaro «chalkashgan» yoki, chigallangan. Boshqacha aytganda, ular bir-biri bilan o'zaro bog'langandir. Odatda, bitta jarayon natijasida vujudga kelgan ikkita bir xil zarrachalar o'zaro chigallangan bo'ladi; ular, oraliq masofa hatto favqulodda juda katta bo'lgan hollarda ham o'zaro bog'liq bo'lib qolaveradi. Ular har ikkalasi ham superpozitsiya holatida bo'ladi va ulardan birini o'lchash orqali, ikkinchisining ham holatini aniqlash mumkin bo'ladi. Ushbu g'oyalar ichida Eynshteynga yoqmagani jihati shu ediki, agar, o'zaro chigal ikki kvant zarra bir-biridan juda katta masofalarda joylashgan bo'lsa, unda, ular orasidagi fizik o'zaro ta'sir yorug'lik tezligidan ham tez amalga oshishi kerak edi. Bu esa, nisbiylik nazariyasiga zid keladi. 1964-yilda fizik Jon Bell zarrachaning ikkiga bo'linishidan avvalroq, uning parametrlarini nazariy o'lchash, ya'ni, uning «yashirin parametrlari» mavjudligini isbotlash yoki, inkor etish imkonini beruvchi tajriba o'tkazish mumkinligini ko'rsatib berdi. Unga ko'ra, kvant chigalligi haqiqatan ham mavjud ekanini aniq isbotlash mumkin edi. Bell taklif qilgan tajribani oradan faqat 20 yil o'tib, ya'ni, 1984-yilda Allen Aspe o'tkazdi va u fotonlar ustida ish olib borib, chigallikning haqiqatan ham mavjud ekanini eksperimental isbotladi.

Aloqador mavzular:

- [Shryodinger mushugi](#) (43-sahifa)
- [Kopengagen izohi](#) (77-sahifa)
- [Bom izohi](#) (79-sahifa)
- [Kvant kompyuterlari](#) (99-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Allen Aspe

(1947)

Kvant chigalligini hodisasini amalda isbotlagan fransuz fizigi.

Shryodinger tajribasidagi bechora mushuk parchalanayotgan atom yadrosi bilan «bog'lab» qo'yilgan.



1928-yilning 28-iyun
sanasida Belfastda, Jon
Bell va Enni Braunli
oilasida dunyoga kelgan.

1948
Qirollik universitetini
amaliy fizika mutaxassisligi
bo'yicha tamomladi.

1949
Matematik fizika bo'yicha
Qirollik universiteti
diplomini qo'lga kiritdi va
Xorvelldagi atom
energetikasi tadqiqotlari
institutida ish boshladi.

1954
Meri Rass bilan nikohdan
o'tdi.

1956
Birmingem universitetida
doktorlik dissertatsiyasini
yoqladi.

1960
CERN loyihasida ishlash
uchun Jenevaga.

1964
«Eynshteyn-Podolski-
Rozen paradoksi haqida»
deb nomlangan kitobini
nashr etadi. Unda Bell
tengsizligi ilk bora qalamga
olingan.

1972
AQSHlik olimlar guruhi
Bell teoremasining to'g'ri
ekanini isbotlovchi ilk
eksperimental tajribani
amalga oshirishdi. Garchi
bu tajribada qator
kamchiliklar bo'lgan bo'lsa-
da, lekin u kvant
nazariyasining haq ekanini
isbotlashga yetarli bo'lgan.

1982
Allen Aspe Bell teoremasi
vositasida kvant
nazariyasining haq ekanini
yana bir bora isbotladi va
turli shubhalarga uzil-kesil
chek qo'ydi.

1987
AQSH Fanlar
Akademiyasining faxriy
a'zosi etib saylandi.

1990-yil, 1-oktyabr
Shveysariyada, Jeneva
shahrida olamdan o'tdi.

2008
Kvant mexanikasi
sohasidagi fundamental
tadqiqotlar uchun Jon
Styuart Bell nomidagi
maxsus mukofot ta'sis
qilindi.



Jon Bell

Jon Bellning aka-singillari 14-yoshidayoq maktabni tashlab, keyinchalik umuman o'qishga qiziqishmagan edi. Shu sababli ham Styuart Jon Bellning ta'limni universitetgacha davom ettirib, keyinchalik olim bo'lib yetishishi hamma qarindoshlari uchun taajjubli kutilmagan hol bo'lgan. Uni asosan onasi qo'llab quvvatlagan va o'g'lini hamma vaqt «professor» deb chaqirgan.

Jon Bell avvaliga Belfastdagi Qirollik universitetining maxsus Oliy texnika maktabini tamomlagan. Universitetni tamomlagach u avvaliga moddiy qiyinchiliklar tufayli, ilmiy izlanishni davom ettira olmagan va ishlab, oilasiga ko'mak berish uchun Xorvelldagi atom energetikasi tadqiqotlari departamentiga ishga kirgan. Aynan Xorvellda Jon Bell o'zining bo'lajak rafiqasi – Shotlandiyalik fizik Meri Rossni uchratadi. Ular turmush qurishgach, bir muddat o'tib, oilaviy ravishda Jenevaga ko'chib o'tishadi va u yerda Yevropa yadroviy tadqiqotlar markazi, ya'ni, CERNda ishlay boshlashadi.

Garchi, Bell uchun elementar zarralar fizikasi birinchi raqamli mashg'ulot bo'lgan bo'lsa-da, lekin, unga 1963-yilda berilgan mehnat ta'tili, olimning ilmiy faoliyatini butunlay o'zgartirib yubordi. Bell aslida kvant nazariyasiga nisbatan Eynshteynning fikrlariga xayrixoh bo'lgan. Ya'ni, u ham, kvant nazariyasining ayrim asosiy qoidalariga nisbatan shubha bilan qaragan va kvant sistemasida kuzatilayotgan tasodifiylik ortida albatta qandaydir qonuniyat bo'lishi kerak deb hisoblagan. U kvant fizikasiga qarab: «Men xato qilayapman deb ishongim kelardi; lekin buning o'zi ham shubhali ko'rinardi» - degan edi.

«EPR-paradoks» shuni ko'rsatib berdiki, yoki - kvant nazariyasida qandaydir bo'shliq mavjud; yoki – mahalliy realizm tamoyili noto'g'ri bo'lishi kerak. Ushbu tamoyilga ko'ra, fizik qonuniyatlar hech qanday tasodifiylikka bog'liq emas; o'zaro juda olis masofalarda joylashgan obyektlar esa bir lahzaning o'zida ta'sirlasha olmaydi. Ushbu xulosalardan qaysi bir to'g'ri va qaysi biri yanglish ekanini tekshirish uchun, Bell ajoyib bir fikriy eksperiment taklif qilgan. Lekin, Jon Bell o'zi eksperimentator emas edi va garchi, kvant nazariyasining ayrim eng muhim tushunchalarini amalda tasdiqlash imkonini beruvchi «Bell teoremasi»ni uning aynan o'zi shakllantirgan bo'lsa-da, lekin, ushbu eksperimentni amalda, o'z qo'llari bilan qanday bajarishni bilmagan (eplay olmagan). U taklif qilgan tajribada natija «Bell tengsizligi» deb nomlanuvchi interval ichida joylashadigan bo'lsa, unda, Bell teoremasi haq bo'lib chiqari va mahalliy realizm tamoyili noto'g'ri ekani tasdiqlanar edi.

Keyinchalik, Eynshteynning bu borada yanglishganini ko'rsatib beruvchi boshqa eksperimentlar ham bajarildi. Kvant nazariyasining to'g'ri ekani isbotlandi va mahalliy realizm tamoyili chippakka chiqdi. Afsuski, Jon Bell 63 yoshida, to'satdan vafot etdi va u boshlagan ajoyib ilmiy faoliyat qo'qqisdan to'xtab qoldi...

Kvant shifrlash

3 soniyalik fakt

Kvant zarrachalari, ayniqsa o‘zaro «bog‘lab qo‘yilgan» zarrachalar axborotni maxfiy shifr bilan uzatish imkonini beradi va bunda shifr kaliti ham ushbu zarralarning o‘zi bo‘ladi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kvant chigalligi bo‘yicha eng ilg‘or mutaxassislardan biri Anton Saylinger 2004-yilda «bir martalik bloknot» deb nomlanuvchi va tomoshabopligiga ko‘ra, barcha laboratoriya tadqiqotlaridan ham dov beruvchi kvant tajribasini amalga oshirdi. U Avstriya poytaxti Venada joylashgan Avstriya banki va Vena shahar ma‘muriyati orasidagi suvoqova tarmog‘idan 500 metrlik kabel o‘tkazib, uning yordamida, kvant shifrlashni qo‘llash orqali, ma‘muriyat fondidan bankdagi universitet hisob-raqamiga 3000 yevro o‘tkazib bergan.

Yozuv paydo bo‘lganidan buyon odamlar xat-xabarlarini shifrlab jo‘natishga urinib keladilar. Oddiy xat xabarlarini shifrlash usullari va tizimlari tobora murakkablashib borgan bo‘lsa-da, lekin, oxir-oqibat har qanday qiyin kodni ham aniqlash va maxfiy xabarni shifrdan yechish yo‘li baribir topilgan. Bu borada kvant fizikasi taqdim etayotgan va «bir martalik bloknot» deb nomlanadigan shifrlash usuli esa mutlaqo ishonchli va puxta shifrlash usuli deb ta’kidlanmoqda. Bunda, har bir harfning son qiymatiga qandaydir tasodifiy qo‘shiladi va natijada, bunday ishlov berilgan matn yakunda mutlaqo tasodifiy tartibdagi harf va belgilardan iborat bo‘lib qoladi. Bunday tasodifiy kodlangan matnni esa shifrdan yechish deyarli imkonsiz bo‘ladi va uni faqat kalitga ega bo‘lgan odamgina shifrdan ocha oladi. Lekin, bunday shifrlashning ham amaliy qo‘llashda muhim bir kamchiligi mavjud. Ya’ni uning kalitini shunchaki, oddiy josuslik (tintuv) bilan topib olish mumkin. Biroq, kvant fizikasida ushbu muammoning ham yechimi topilgan. Kvant shifrlashning eng ishonchli usulini olimlar Charlz Bennet va Jil Bassar ishlab chiqishgan bo‘lib, ularning texnologiyasida shifrga kalit sifatida, muayyan fotonlarning qutblanishi xossasidan foydalaniladi. Bu – kvant kriptografiyasining poydevori sanaladi. Shu tarzda ular, shifrlanganda tasodifiy sonlarning bir martalik (qayta takrorlanmas) ketma-ketligi bilan himoyalangan kriptografik shifrlash usuliga ega bo‘lishdi; lekin, ushbu kodni keraksiz odamlar qo‘liga tushib qolishining o‘zidan himoyalovchi texnik usul oddiyligicha qolavergani bois, ularda muayyan texnik qiyinchiliklar yuzaga kelgan. Shunga qaramay, mazkur usulning kelajagi porloq deya baholanmoqda. Chunki, kvant chigalligi, maxfiy xabarni jo‘natish paytida hali mavjud bo‘lmagan kalit bilan shifrlash imkonini beradi va bu kalit, faqat xabarni ochish paytida (u qachon ochilishidan qat’iy nazar!) ma’lum bo‘ladi. Odatda aynan tasodifiylik xossasi kvant chigalligidan amaliy foydalanish imkoniyatlarini cheklab qo‘yadi. Lekin, ushbu, kvant shifrlashi sohasida, aynan tasodifiylik – ishonchli va puxta kalit sifatida, maxfiy axborotni mukammal shifrlash imkonini bermoqda.

Aloqador mavzular:

- [Kvant spini](#) (35-sahifa)
- [E.P.R. paradoksi](#) (89-sahifa)
- [Bell tengsizligi](#) (91-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Charlz Bennet

(1943)
AQSHlik fizik.
Informatika mutaxassisi.

Anton Saylinger

(1945)
Avstriyalik fizik. Kvant chigalligi bo‘yicha mutaxassis.

Jil Bassar

(1955)
Fransiya va Kanada olimi. Kvant kriptografiyasi bo‘yicha mutaxassis.

Kvant shifrlash usulidan foydalanib, 2004-yilda Vena bankiga mablag‘ o‘tkazilgan.



Kubitlar

3 soniyalik fakt

Kubitlar nafaqat 1 va 0 qiymatlarga ega bo'lishi, balki, bir vaqtning o'zida har ikkala qiymatda bo'lishi ham mumkin.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kubitlar – kelajak kompyuterlari deb atalayotgan kvant kompyuterlarining asosidir. Kubit sifatida, ikki yoki undan ortiq kvant holatiga ega bo'la oladigan istalgan kvant zarrachasi yoki, sistemasi qo'llanishi mumkin. Tadqiqotchilar turli usullar bilan kubitlarni olishmoqda. Masalan, kvant nuqtalarida elektronlarni bloklashi va ularning spinini lazer oqimi vositasida boshqarish orqali kubit hosil qilish mumkin. Atom yadrolarining spinini esa radioto'lqinlar vositasida boshqarilishi mumkin. MRT uskunalarida aynan shunday usuldan foydalaniladi. Kubitlar tadqiqotchilaridan biri bo'lgan Serj Arosh axborotni mikroto'lqinli rezonator vositasida tutib olingan fotonlar orqali saqlash usulini ishlab chiqqan.

Elektron «spin» (aylanish) deb nomlanuvchi

xossaga ega bo'lib, u turli xil qiymatlarni («soat strelkasi bo'ylab» yoki, «soat strelkasiga teskari») qabul qilishi mumkin. Elektron spinini ba'zi materiallarning magnit xossasi ta'sirida o'zgarishi mumkin. Xususan, lazer nurlari oqimi bilan nurlantirilsa, elektronlar superpozitsiya holatiga o'tishi, ya'ni, yuqorida aytilgan ikki xil holatining har ikkalasiga bir vaqtning o'zida ega bo'lishi mumkin bo'ladi. Bunday hollarda elektronning muayyan aniq bir spinini ko'rsatish o'rniga, uning u yoki bu holatdan qaysidir birida ekani ehtimoli mavjudligi ko'rsatiladi. Bunda, elektron spinining har xil yo'nalishlariga, oddiy kompyuterdagi bit singari, 0 yoki 1 qiymatlarini birlashtirish mumkin bo'ladi. Kompyuterdagi «bit» axborot birligiga o'xshash tarzda, elektron spinini orqali (yoki, istalgan boshqa kvant zarracha orqali) saqlangan axborot birligini «kvant biti» deyiladi. Kvant bitini mutaxassislar qisqacha qilib «kubit» deyishga odatlanishgan. Kubitlar o'zining moddiy asosiy bo'lgan kvant zarrachaning superpozitsiya holatiga va unga mos tasodifiylik xossasiga ega bo'lishi tufayli, oddiy bitdan ko'ra ko'proq axborot saqlay oladi. Kubitlarga misol tariqasida, fotonlarning gorizontaal yoki vertikal qutblanishini, yoki, bir vaqtning o'zida ikki xil spin holatiga ega bo'lishi mumkin bo'lgan atom yadrolarini keltirish mumkin. Superpozitsiya – juda nozik va beqaror xossa bo'lib, undagi juda kichik o'zgarish ham, superpozitsiyaning yo'qolishiga va sistema muayyan aniq bir qiymatga o'tishiga olib keladi. Ushbu hodisani kvant fizikasida dekoherensiya deyiladi.

Aloqador mavzular:

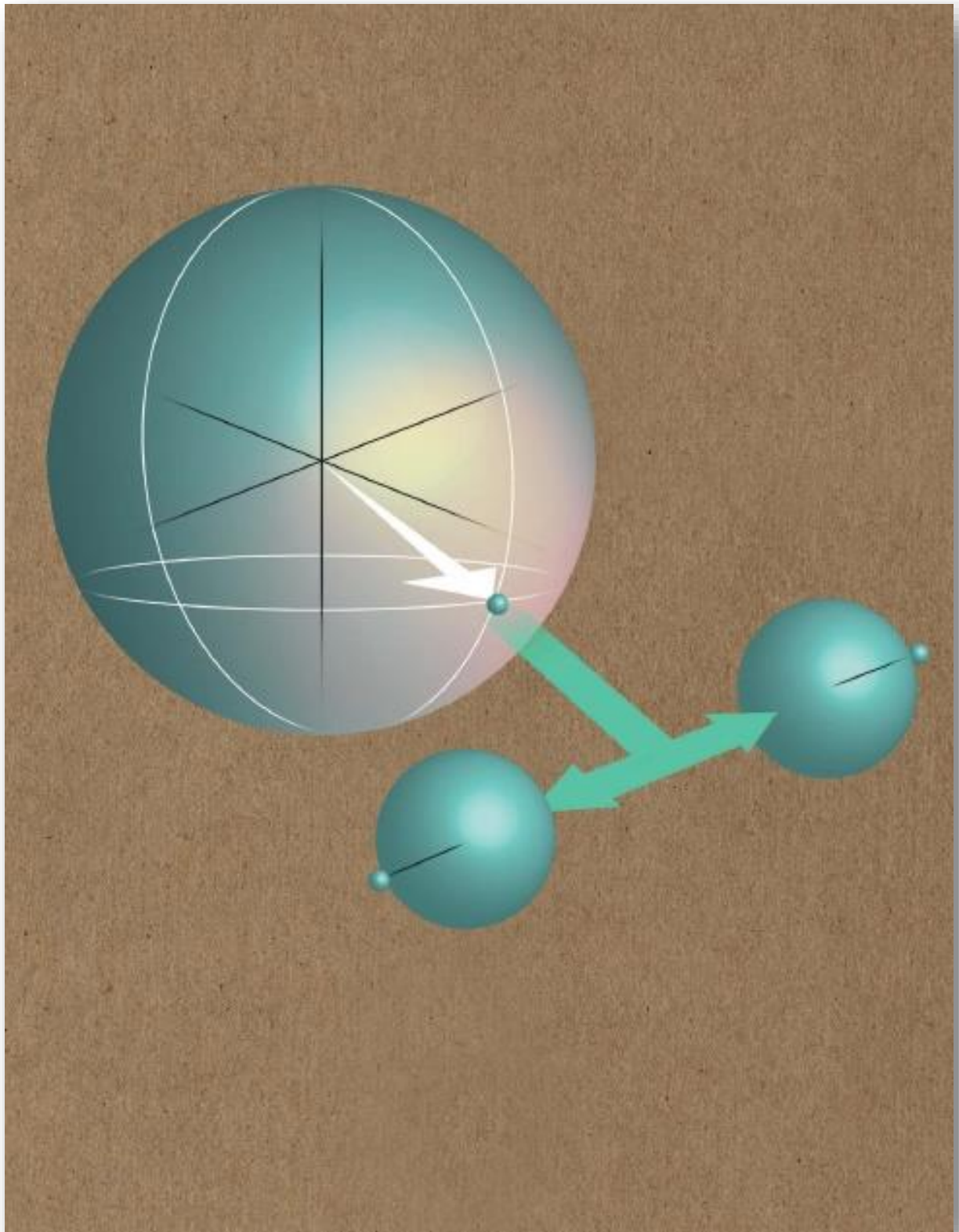
- [Shryodinger mushugi](#) (43-sahifa)
- [Dekoherensiya](#) (49-sahifa)
- [Kvant kompyuterlari](#) (99-sahifa)
- [MRT](#) (113-sahifa)
- [Kvant nuqtalari](#) (119-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Serj Arosh

Fizika sohasida 2012-yilgi Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan farang olimi.

O'lchash jarayonida spin doimo aniq bir qiymatni qabul qiladi; va bu qiymat kubitga xos bo'lgan holatlar ehtimoliyligiga bog'liq bo'ladi.



Kvant kompyuterlari

3 soniyalik fakt

Kubitlar kvant kompyuterlarining imkoniyatlarini chandon orttiradi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Richard Feynman juda kichik o'lchamli, ixcham kvant kompyuterlari kvant sistemalarini modellashtira oladi deb taxmin qilgan. Lekin, kvant kompyuterlari, murakkab fizik jarayonlarni modellashtirishdan tashqari, matematik hisoblashlar borasida ham rekord o'rnatishi mumkin. Xususan, 400 xonali sonni tub ko'paytuvchilarga ajratish amalini kvant kompyuteri bir necha soniya ichida bajaradi. Bu esa, istalgan murakkablikdagi maxfiy kodni (parolni) bir necha soniya ichida buzish imkoni ham demakdir. Aynan ushbu jihati, kvant kompyuterlarini ayniqsa bank tizimlari uchun xavfli vositaga aylantirishi mumkin.

Zamonaviy kompyuterlar axborotni ikkilik

bitlar vositasida saqlovchi millionlab tranzistorlardan tashkil topgan murakkab elektron mashinalardir. Bunday usulda axborot saqlashda, elektr zaryadining mavjudligi – 1 ni, zaryad yo'q hol esa 0 ni ifodalaydi. Kompyuter xotirasidagi axborot shu tarzda, ikkilik sanoq tizimi orqali kodlangan bo'ladi. Masalan, 0 dan 7 gacha bo'lgan o'nli sanoq sistemasi sonlari, ikkilik kod bilan quyidagicha ifodalanadi: 0000, 0001, 0010, 0100, 0101, 0111, va 1000. Oddiy kompyuter ushbu sonlarni navbat bilan qayta ishlaydi va har bir qayta ishlash operatsiyasi uchun bir birlik vaqt sarflanadi. Lekin, kubitlar 0 va 1 dan tashqari, bir vaqtning o'zida ham 0 va ham 1 dan iborat superpozitsiya holatida bo'la olishi boisidan, ular orqali ayna bir vaqt birligining o'zida sakkizta sonni kodlash mumkin bo'ladi. Shuningdek, ushbu sakkiz son bir vaqtning o'zida qayta ishlanadi. Kubitlar soni oshgani sari, kvant kompyuterining hisoblash potentsiali ham favqulodda ortaveradi. O'nta kubit bo'lgan holatda, bir vaqtning o'zida 1023 ta sonni kodlash mumkin bo'lsa, yigirmata kubit bilan millionta hisoblashni bajarish, 40 ta kubit bilan esa, millionta million hisoblash amalini bir vaqt birligida uddalash mumkin bo'ladi. Bunday kvant kompyuterida kvant chigalligini barqaror saqlab turish uchun hozirgi zamon texnologiyalari o'ziga o'ziga. Shu sababli, kvant chigalligini saqlab turish imkonini beruvchi yangi mukammal texnologiyalarga zaruriyat mavjud. Olimlar esa kelajakka optimistik ruh ila qarab, yaqin yillarda haqiqiy kvant kompyuterlariga ega bo'lishga harakat qilmoqdalar.

Aloqador mavzular:

- [Kvant spini](#) (35-sahifa)
- [Dekogerensiya](#) (49-sahifa)
- [Bell tengsizligi](#) (91-sahifa)
- [Kubit](#) (97-sahifa)
- [Kvant nuqtalari](#) (119-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Richard Feynman

(1918-1988)

Kvant kompyuterlari haqidagi g'oyani ilgari surgan AQSHlik fizik.

Oddiy kompyuterlardagi bitlar singari, kvant kompyuterlarida kubitlar xizmat qiladi va ular bir necha amalni bir vaqtda bajarish imkoniga ega bo'ladi.



Kvant teleportatsiyasi

3 soniyalik fakt

Kvant teleportatsiyasida kvant obykti haqidagi axborot chigallashgan zarralar orqali uzatiladi va o'qiladi. Bunda mazkur zarralar aloqa kanalining chetki nuqtalari bo'ladi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kvant teleportatsiyasi axborotni yorug'lik tezligidan kattaroq tezlikda uzatish imkonini bermaydi, chunki, bunda, avvaliga oddiy aloqa kanali orqali, narigi tarafga teleportatsiya qanday qilinishi haqida yo'riqnoma jo'natish kerak bo'ladi. Lekin, shu bilan birga, kvant obyektining klonlanishi, ya'ni, aynan shunday nusxasi hosil qilinishiga bo'lgan ta'qiq o'z kuchini yo'qotadi. Kvant teleportatsiyasida kvant obykti haqidagi axborot bir nuqtadan boshqasiga ko'chirib o'tkaziladi. Original esa yo'q bo'lib ketadi.

2012-yilning qop-qorong'i, oysiz tunlarining birida olimlar Kanar orollarining bir nuqtasidan boshqasiga kvant teleportatsiyasini amalga oshirish bo'yicha rekord o'rnatishdi. O'shanda, oraliq masofa 144 km ni tashkil qilgan. Bunda, bir-biri bilan «ulab» qo'yilgan fotonlardan foydalanilgan bo'lib, kvant chigalligi tufayli, ushbu fotonlardan istalgan biriga qilingan tashqi ta'sir, ikkinchisida ham shu zahotiyoq namoyon bo'lar edi va bunda, ular orasidagi masofaning umuman hech qanday ahamiyati bo'lmasdi. Vena universitetining Anton Saylinger boshchiligidagi ilmiy guruhi juft fotonlardan birini boshqa orolda joylashgan qabul qiluvchiga uzatdi va ushbu juftlikdan, boshqa bir kvant obykti haqidagi axborotni uzatish uchun aloqa kanali sifatida foydalandi. «Kvant teleportatsiyasi» jumlasining o'zi qandaydir fantastika janriga oid tarzda yangraydi. Shu sababli ham, 1993-yilda Charlz Bennet va uning hamkasblari ushbu konsepsiyani ommaga oshkor qilishganida, mazkur g'oya darhol ko'pchilikni o'ziga jalb etdi. Hozirgi davrda esa, kvant teleportatsiyasi sohasi – axborot texnologiyalari va telekommunikatsiyalar uchun yorqin kelajak va'da qilayotgan muhim amaliy tadqiqot obyektidir. Hozirgacha olimlar kvant teleportatsiyasini bir necha turli usullar bilan eksperimental tarzda uddalay olishdi. Xususan, kvant teleportatsiyasi seziiy atomi bulutida va elektr zanjirlarida amalga oshirilgan.

Aloqador mavzular:

- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa)
- [O'tmishga qaytib](#) (67-sahifa)
- [Tranzistorlar](#) (109-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Charlz Bennet

(1943)

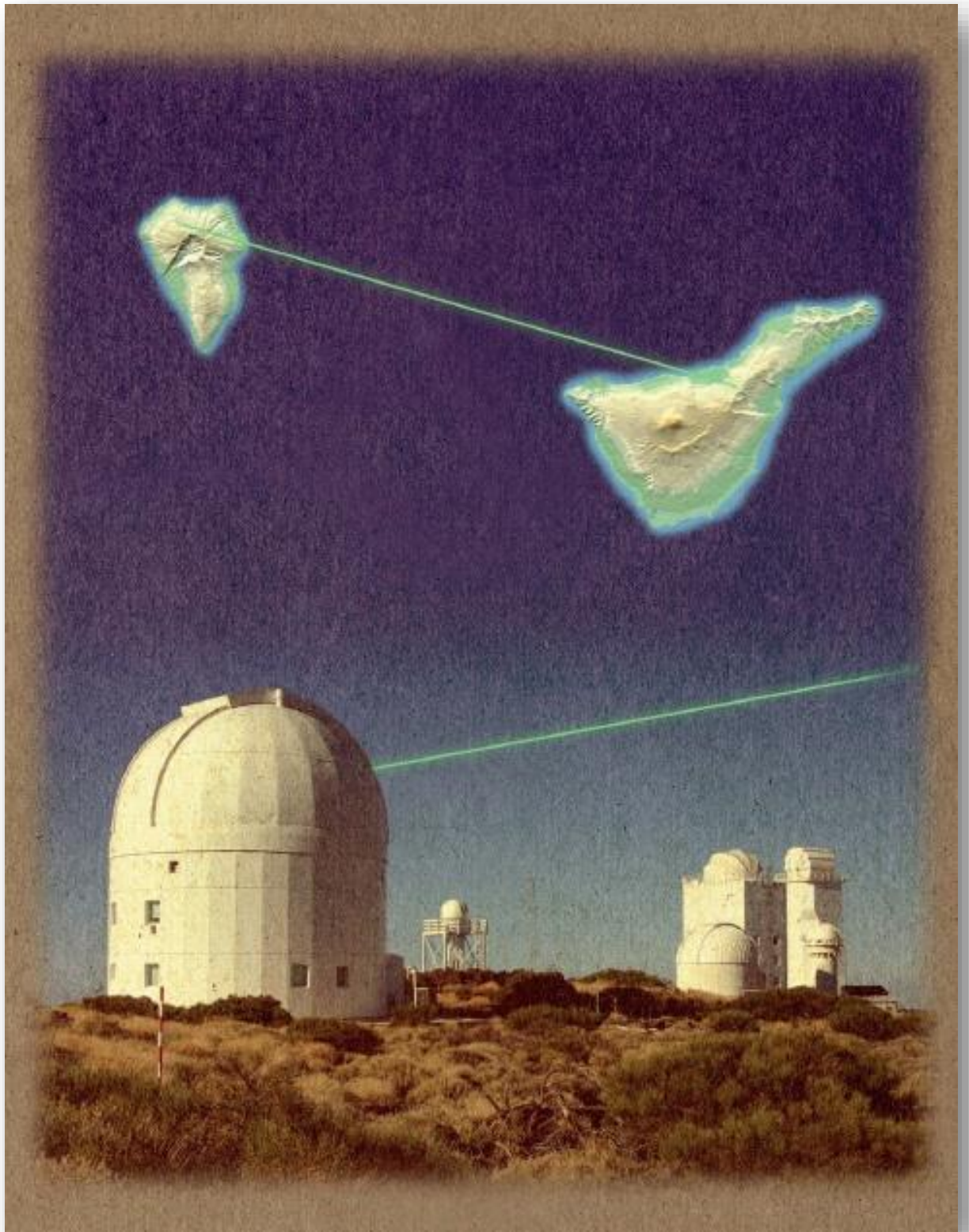
Fizika va informatika sohalarida izlanishlar olib borgan AQSH fizigi.

Anton Saylinger

(1945)

Kvant teleportatsiyasi bo'yicha tadqiqotlar olib boruvchi ilmiy guruh rahbari. Avstriyalik fizik.

Kanar orollaridagi kvant teleportatsiyasi – sun'iy yo'ldoshlar bilan kvant aloqasi uchun zamin yaratadi.



Zenon kvant effekti

3 soniyalik fakt

Agar kvant sistemasiga juda tez-tez nazar tashlansa, u hech qachon o'z holatini o'zgartirmaydi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Zenon kvant effekti aniqlanganidan buyon, fiziklar ushbu effektini amaliy qo'llash uchun imkon qidirmoqdalar. Lekin, aftidan tabiat bu borada olimlardan o'zib ketib bo'lgan. Masalan, so'nggi ilmiy izlanishlar ko'rsatishicha, qishlash uchun janubga uchadigan qushlar yo'lni topish uchun, o'z ko'zidagi chigallashgan elektronlar juftligi orqali Yerning magnit maydoniga orientir olar ekan. Eng ajablanarlisi, qushlar qanday qilib o'z ko'zidagi kvant chigalligini bunchalik uzoq muddat saqlab tura olishini hech kim bila olmadi. Katta ehtimol bilan, bu o'rinda Zenon kvant effekti namoyon bo'lsa kerak.

Qadimgi yunon faylasufi Zenon tomonidan g'alati paradokslar qatori shakllantirilgan bo'lib, unga ko'ra, tabiatda harakat mavjud bo'lmasligi kerak. Lekin biz aniq bilamizki, tabiat va butun borliq tinimsiz va muntazam harakatda. Zenonning o'sha paradokslari aslida yanglish fikrlardan iborat ekani mumtoz fizika doirasida juda jo'n ilmiy isbotlar orqali osongina inkor etiladi. Biroq, g'oya qanchalik tentaknamo bo'lmasin, dunyoda uni yoqlovchi hech bo'lmasa bitta hamfikir sherik topiladi deganlaridek, 1977-yilda Texas universiteti xodimi Jorj Sudarshan va uning hamkasblari, Zenon paradoksi hamda, ko'pchilikka unchalik tanish bo'lmagan bir kvant effektini o'zaro taqqoslashga urinishadi. Xulosa esa juda qiziq tugallangan va yakunda, o'sha kvant effektiga «Zenon kvant effekti» nomi berilgan. Zenon paradokslaridan birida, kamondan o'q uzilgach, agar o'qdan ko'z uzmay, unga har bir vaqt lahzasida muttasil tikilib, termilib turilsa, go'yoki, xuddi o'q harakatlanmayotgandek ko'rinadi. Zenon kvant effektini esa bunchalik oson tushuntirishning iloji yo'q. Shuning uchun, bu haqida fikriy tajriba orqali tushuntirishga harakat qilamiz. Radioaktiv modda atomi berilgan vaqt intervali orasida parchalanishi ehtimoli doimiy deb olinadi; aslida esa bu unchalik ham to'g'ri mulohaza emas. Chunki, garchi, atom darhol «doimiy qiymat» qabul qilsa hamki, hali parchalanmagan atomga nigoh tashlangan lahzada, (kuzatuv boshlangan onda) uning parchalanish ehtimoli nolga teng bo'ladi. Lekin, uning parchalanishi oldidan yana bir bora o'lchash ishlari o'tkazilsa, unda ehtimollik yana nolga qaytadi va hali beri kuzatuv davom etar ekan, jarayon cheksiz takrorlanaveradi. Aqlni shoshirib qo'yadigan jihati shundaki, masalan, shunchaki suv to'ldirilgan, lekin tagiga olov yoqilmagan choynakka qanchalik uzoq termulsangiz ham, u hech qachon o'z-o'zida qaynab ketmaydi. Biroq, atomga ko'z uzmasdan qarab turilsa u hech qachon parchalanmasligi bu – ilmiy isbotlangan faktdir!

Aloqador mavzular:

- [To'lqin funksiyasi kollapsi](#) (47-sahifa)
- [Ong kollapsi](#) (83-sahifa)
- [Kvant kompyuterlari](#) (99-sahifa)
- [Kvant biologiyasi](#) (138-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

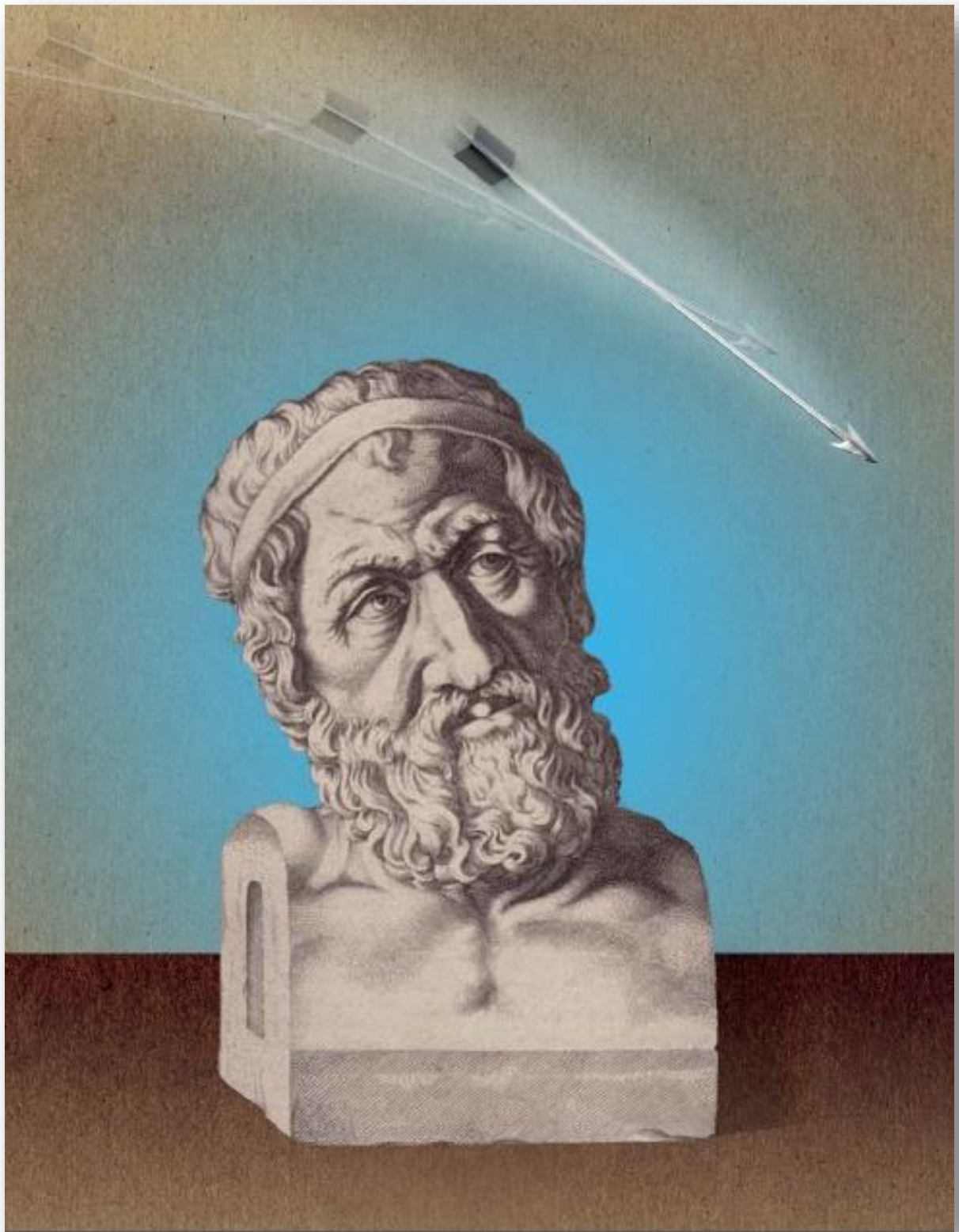
Zenon

(taxminan, eramizdan avvalgi V-asr)
Qadimgi yunon faylasufi.

Jorj Sudarshan

(1931)
Fundamental fizika va kvant optikasi sohalarida ilmiy izlanishlar olib borgan hind fizigi.

Uchayotgan o'qqa ko'z uzmay qarab turilsa, u xuddi harakatsizdek tuyiladi.



Kvant fizikasi amalda ○

Asosiy tushunchalar

Diodli lazer – yarimo‘tkazgichda hosil bo‘luvchi majburiy nurlanish sababli yorug‘lik chiqaruvchi lazer. Telekommunikatsiya sohasida, shuningdek, kompakt-disklardan ma‘lumot o‘quvchi qurilmalarda, hamda, lazer printerlarida qo‘llaniladi.

Doping – yarimo‘tkazgichning elektr xossalarini o‘zgartirish maqsadida, unga turli aralashmalarni kiritish. Bo‘lqali, elektronlarning o‘tkazuvchanlik hududining kerakli joyiga, yoki, valent hududga kelib tushishini nazorat qilish osonroq.

Foton panjarasi (kristali) – maxsus strukturaga ega bo‘lgan material bo‘lib, u yorug‘likka nisbatan, xuddi yarimo‘tkazgichning elektronga ta‘siri singari ta‘sir ko‘rsatadi. O‘ta yuqori sifatli linzalar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

Fotonika – yorug‘likni nazorat qilish, boshqarish, kuchaytirish va o‘zgartirish masalalari bilan shug‘ullanuvchi fan. Elektronikaning optik analogi.

Integral mikrosxemalar (mikrochip) – yarimo‘tkazgich materialdan (odatda kremniydan) tayyorlanadigan yupqa plastinkaga joylashtirilgan turli mikroelektronika vositalaridan iborat elektron sxema majmui.

Jozefson kontakti – o‘ta yupqa dielektrik material qatlami bilan o‘zaro ajratilgan ikkita yarimo‘tkazgichlar juftligi. Ular orqali elektr toki o‘tkazilganda o‘ta yuqori chastotali elektr tebranishlari hosil bo‘ladi va bu orqali kuchlanishni o‘ta katta aniqlikda o‘lchash mumkin.

Kollimatorli linza – o‘zaro parallel yorug‘lik oqimi olish uchun foydalaniladigan linza.

Kuper juftligi – O‘zaro xuddi yaxlit zarra singari harakatlanadigan fermionlar (odatda elektronlar) juftligi bo‘lib, o‘zi o‘tib borayotgan materialdagi tebranishlar tufayli, o‘zaro ta‘sirlashadi. O‘ta past haroratli o‘ta o‘tkazuvchanlikning yuzaga kelishida aynan shunday juftli asosiy o‘rin tutadi.

Majburiy nurlanish – lazer nurlanishlarining asosida yotuvchi hodisa. Bunda, yorug‘lik bilan nurlatishda, yoki, elektr toki ta‘sirida atomlar qo‘zg‘atilgan holatga o‘tadi. Shunda, atom foton bilan to‘qnashganida, aynan shu chastotadagi boshqa bir fotonni nurlatadi (o‘zidan shunday foton chiqaradi). Majburiy nurlanish spontan nurlanishdan farq qiladi. Spontan nurlanish foton ta‘sisiz ham, o‘z-o‘zidan yuzaga keladi.

Metamaterial – G‘ayrioddiy elektromagnit xossalarga ega bo‘lgan maxsus yaratilgan material. Metamateriallarda nur sindirish ko‘rsatkichi manfiy bo‘ladi va shu sababli, ulardan favqulodda kuchli linzalar tayyorlash mumkin. Shuningdek, bunday materiallar

o'ziga yo'naltirilgan yorug'likni o'zgacha singdirgani bois, ulardan niqoblanish maqsadida ham foydalanish mumkin.

Mur qonuni – 1965-yilda Gordon Mur tomonidan amalga oshirilgan kuzatishlar xulosasi bo'lib, unga ko'ra, elektron qurilmalarning hisob-kitoblarni tezkor bajarish quvvati har yiliga barobardan oshib bormoqda. So'nggi tuzatishlarga ko'ra, ushbu ko'rsatkich «har 18 oy, yoki, har ikki yilda ikki barobar» - talqinida qabul qilingan. Bu elektronikaning zamonaviy rivojlanish tendensiyalariga haqiqatan ham mos keladi. Lekin, ushbu ko'rsatkich yildan-yilga pasaymoqda.

Nanozarra – Materialning 1 nm dan 100 nm gacha bo'lgan o'lchamdagi kichik bo'lagi. Bunday o'lchamlardagi obyektning fizik xossalari aynan shu materialdan tayyorlangan nisbatan yirikroq obyektlarning fizik xossalaridan keskin farq qiladi.

O'tkazgich hududi – Materialni tashkil qiluvchi atomlarning elektronlarining shunday energiya diapazoniki, ushbu diapazondagi energiyaga ega bo'lgan elektron mazkur material bo'ylab erkin harakatlana oladi.

O'ta o'tkazuvchanlik – Ayrim materiallarga tegishli fizik xossa bo'lib, unga ko'ra, o'ta past haroratlarda material elektr tokini hech qanday qarshiliksiz o'tkaza boshlaydi va elektromagnit maydonini istisno qila boshlaydi.

Pauli tamoyili (ta'qiq tamoyili) – Bir xil turga mansub ikkita fermionning bir vaqtning o'zida aynan bir xil kvant holatida bo'la olmasligini ta'kidlovchi tamoyil.

Rezonans – Muayyan chastotada sistemadagi tebranishlarning kuchayishi. Rezonans – qo'ng'iroq, organ trubasi, yoki, lazerli optik rezonator singarilarda kuzatiladi.

Sindirish ko'rsatkichi – bir muhitdan boshqasiga o'tayotgan yorug'likning muhit chegarasida qay darajada sinayotganini ifodalovchi ko'rsatkich. Ushbu ko'rsatkich mazkur muhitlardagi yorug'lik tezligiga bog'liq bo'ladi.

SQUID – o'ta o'tkazgichli lazer interferometri. Unda, Jozefson kontaktlari vositasida, o'zgarayotgan magnit maydoni tomonidan generatsiyalanayotgan kuchlanishdagi juda kichik, eng past o'zgarishlarni ham qayd etish mumkin.

Valent hudud – atomdagi ushbu atom bilan bog'liq elektronlar joylashadigan hudud. Atomning ko'plab kimyoviy xossalari uning aynan valentligiga bog'liq bo'ladi.

Yarimo'tkazgichli lazer – Diodli lazerga qarang.

ZAA kamera – har biri foton bilan to'qnashuv orqali elektr zaryadiga ega bo'lib qoladigan mikroelementlar matritsasidan iborat zaryad-alloqasili asbob asosida ishlovchi kamera.

Lazer

3 soniyalik fakt

Lazer bu – majburiy nurlanish, yoki, induksiyalangan nurlanish tufayli yuzaga keluvchi va qat'iy tartiblangan tarzda yo'nalgan muvofiqlashgan impuls frontiga ega fotonlar oqimidir.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

«Ostin Pauers» filmidagi Doktor Yovuz qo'llaydigan lazer katta ehtimol bilan uglerod dioksididan foydalansa kerak. Chunki u yo'naltirilgan yo'lida uchragan hamma narsani jizg'anak qilib keta oladigan infraqizil nurlanishlar chiqaradi. Lekin, amalda, sotuvda mavjud bo'lgan, yoki, elektron va telekommunikatsion uskunalardan qo'llaniladigan lazerlarning aksariyati quvvati nisbatan kichik bo'lgan lazerlar turiga kiradi. Odatda bunday lazerlar qizil rangdagi yorug'lik nurlari taratadi.

Lazerlar bizning kundalik turmushimizdan

mustahkam o'rin olib ulgurgan. Masalan, supermarket kasallarida shtrix-kodlarni aynan lazer uskunalari o'qiydi. Kompakt-disklarni tayyorlashda ham aynan lazer eng asosiy komponent sanaladi. Ba'zi kitobxonlar kundalik turmushimizda allaqachon muqim o'rmashib qolgan va biz uchun oddiy buyumga aylanib qolgan narsalarning aslida kvant qurilmasi ekanini bilgach, bundan ajablanadilar. Lazer bilan ishlovchi kvant qurilmalari ish tamoyili atomlarning noyob energetik pog'onalari bilan bog'liq bo'ladi. Bunda, yorug'lik, yoki, issiqlik ko'rinishidagi energiyani yutish orqali, atomdagi elektronlar qo'zg'aladi va belgilangan bir orbitadan boshqasiga o'tadi. Bunday qo'zg'alangan atom ushbu qo'zg'atilgan holatida muntazam qola olmaydi va ertami-kechmi, foton ko'rinishidagi energiya nurlatish orqali, o'zining avvalgi, asosiy holatiga qaytadi. Lekin, agar foton allaqachon qo'zg'alib bo'lgan atom bilan to'qnash kelsa-chi? Bunda, atom o'sha fotonni yutib yuborish va keyin tasodifiy vaqtda va tasodifiy yo'nalishda nurlatib yuborish o'rniga, qo'zg'atilgan holda turgan atom o'ziga xos rezonans ta'sirida ikkinchi fotonni nurlantiradi. Uchib chiqqan ushbu ikkinchi foton ham, atom kelib tushgan boyagi birinchi foton bilan aynan bir xil chastota va impulsga ega bo'ladi. Ya'ni, ushbu har ikkala foton o'zaro kogerent bo'ladi. Lazer qurilmalarida atomlarni qo'zg'atilgan holatga keltirish uchun elektr toki bilan «to'yintiriladi» va natijada, qo'zg'atilgan holatdagi atomlar soni oddiy – asosiy holatdagi atomlar sonidan ko'proq bo'ladi. Optik rezonatordagi ko'zgulardan akslantirish orqali esa, fotonlar oqimini kuchaytiriladi va yanada kuchliroq lazer hosil qilinadi.

Aloqador mavzular:

- [Kvantlar haqidagi Plank gipotezasi](#) (17-sahifa)
- [Balmer formulasi](#) (21-sahifa)
- [Bor atomi](#) (23-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Gordon Gould

(1920-2007)

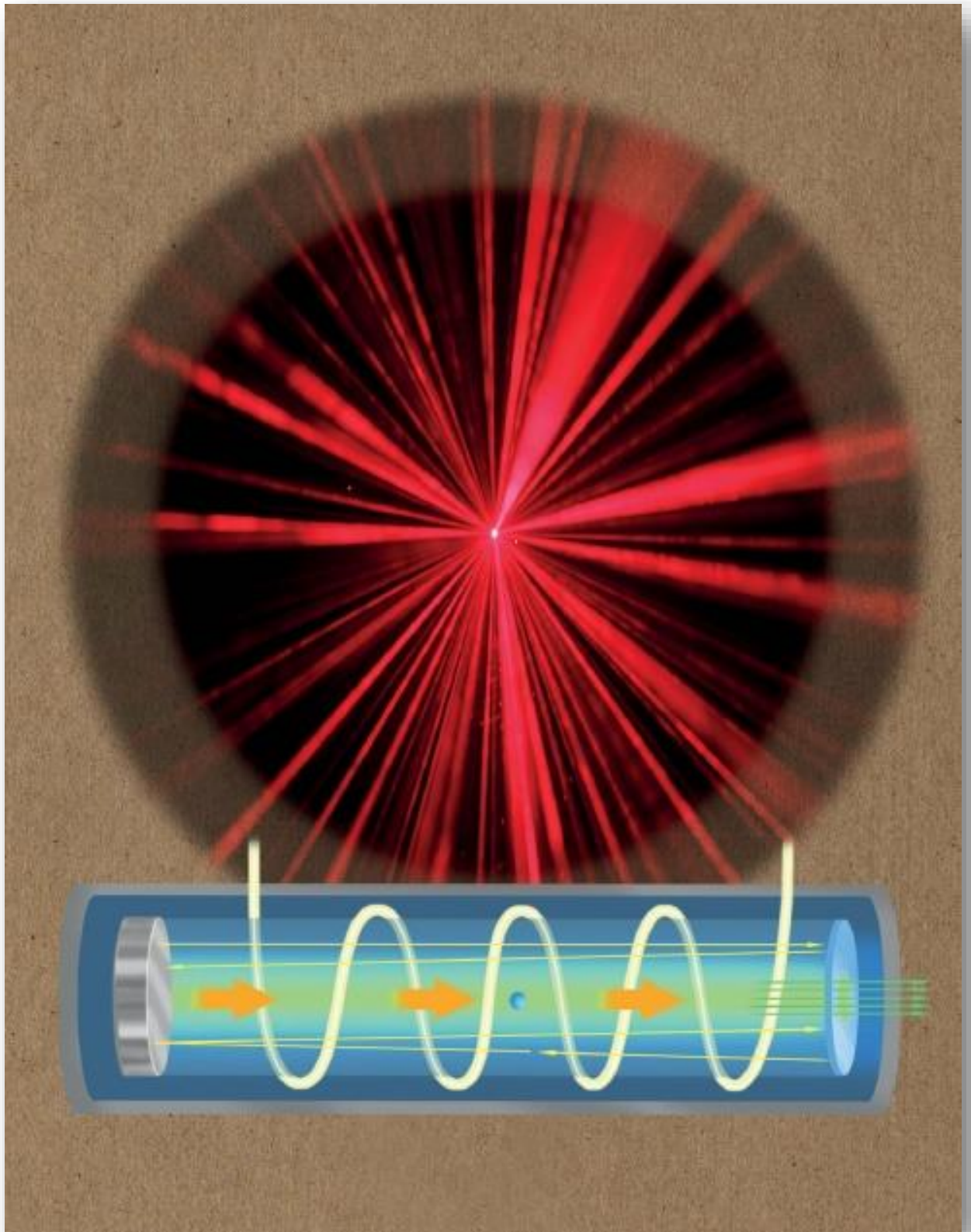
«Lazer» terminini o'ylab topgan fizik. «*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*» so'zidan.

Teodor Meyman

(1927-2007)

Taxminlarga ko'ra, eng birinchi bo'lib optik lazerni ixtiro qilgan olim. AQSHlik fizik.

Lazerda optik rezonator qo'llaniladi.



Tranzistor

3 soniyalik fakt

Tranzistorlarning ishlash tamoyili – yarimo‘tkazgich materiallarda elektronlarning energetik holatining kvantlanishiga asoslanadi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Sanoat miqyosida ishlab chiqarila boshlangan dastlabki tranzistorlar 1960-yillar boshida paydo bo‘lgan bo‘lib, ular germaniy asosida tayyorlangan. O‘lchami eniga 12 mm atrofida bo‘lgan. O‘sha paytlarda bu tranzistorlar bir necha dollar qiymatga ega edi. Hozirgi zamonda esa, tranzistorlar asosan kremniy asosida ishlab chiqariladi. Zamonaviy integral mikrosxemalarda tranzistorlarning o‘lchami shu darajada mittilashib ketgan-ki, o‘rtacha bitta mikrosxemada 2 milliardgacha tranzistor joylashtirilishi oddiy holga aylangan. Undagi bitta tranzistorning narxi esa 0,0001 sentdan to‘g‘ri keladi. Narxning bu darajada arzonlashishi – Mur qonuni mahsuli hisoblanadi.

Kvant fizikasining superpozitsiya, noaniqlik o‘ta o‘tkazuvchanlik kabi g‘ayrioddiy hodisalari odatda muayyan maxsus sharoitlardagina kuzatiladi. Masalan, ushbu hodisalarning ayrimlari uchun o‘ta past haroratlar hosil qilish zarur bo‘ladi. Lekin, energetik pog‘onalarning diskret kvantlanishi oqibatlarini singari kvant hodisalari esa oddiy sharoitda ham ko‘p joyda uchraydi. Masalan, atomlar orasidagi bog‘lanishlarda, yoki, atrofimizdagi buyumlarning turli ranglarda namoyon bo‘lishida ushbu kabi kvant hodisalari namoyon bo‘ladi. Shuning singari, energetik pog‘onalarga taalluqli kvantlash hodisalari ichida eng keng amaliy qo‘llaniladigan soha bu – tranzistorlardir. Tranzistor – yarimo‘tkazgich material asosida tayyorlanadigan mikroo‘lchamlardagi elektron element bo‘lib, zamonaviy kompyuterlar va barcha turdagi raqamli texnika asosida aynan tranzistorlar faoliyati yotadi. Yarimo‘tkazgich materialda «kvant energetik holati» hududida joylashgan elektron mavjud bo‘ladi; ushbu elektronlarni esa, «ta’qiqlangan hudud energiyasi» boshqa elektronlar hududidan ajratib turadi va natijada ushbu materialda tok hosil bo‘lmaydi. Lekin, agar ushbu kvant energetik holati hududidagi elektronlarga yetarlicha energiya berilsa, ular ta’qiqlangan hududni yengib o‘ta boshlaydi va materialda tok hosil bo‘ladi. Oddiy harorat sharoitlarda yetarlicha energiya olishga faqat alohida, muayyan elektronlarga sazovor bo‘lishadi. Bu esa, elektr toki bilan doping usuli bilan, ya’ni, elektronlarni «idish»ga qo‘shimcha kiritish va ularni chiqarish uchun esa yarimo‘tkazgichga elektromagnit maydon yordamida turli aralashmalarni kiritish yo‘li bilan chiqarish orqali bajarish imkonini beradi. Shu tariqa, tranzistor o‘zi orqali o‘tayotgan elektr tokini nazorat qilish imkonini beradi va raqamli elektron sxemalarda signalni uzib-ulash, yoki, kuchaytirishga xizmat qilishi mumkin.

Aloqador mavzular:

- [Lazer](#) (107-sahifa)
- [Kvant nuqtasi](#) (119-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Uolter Bratteyn

(1902-1987)

Jon Bardin

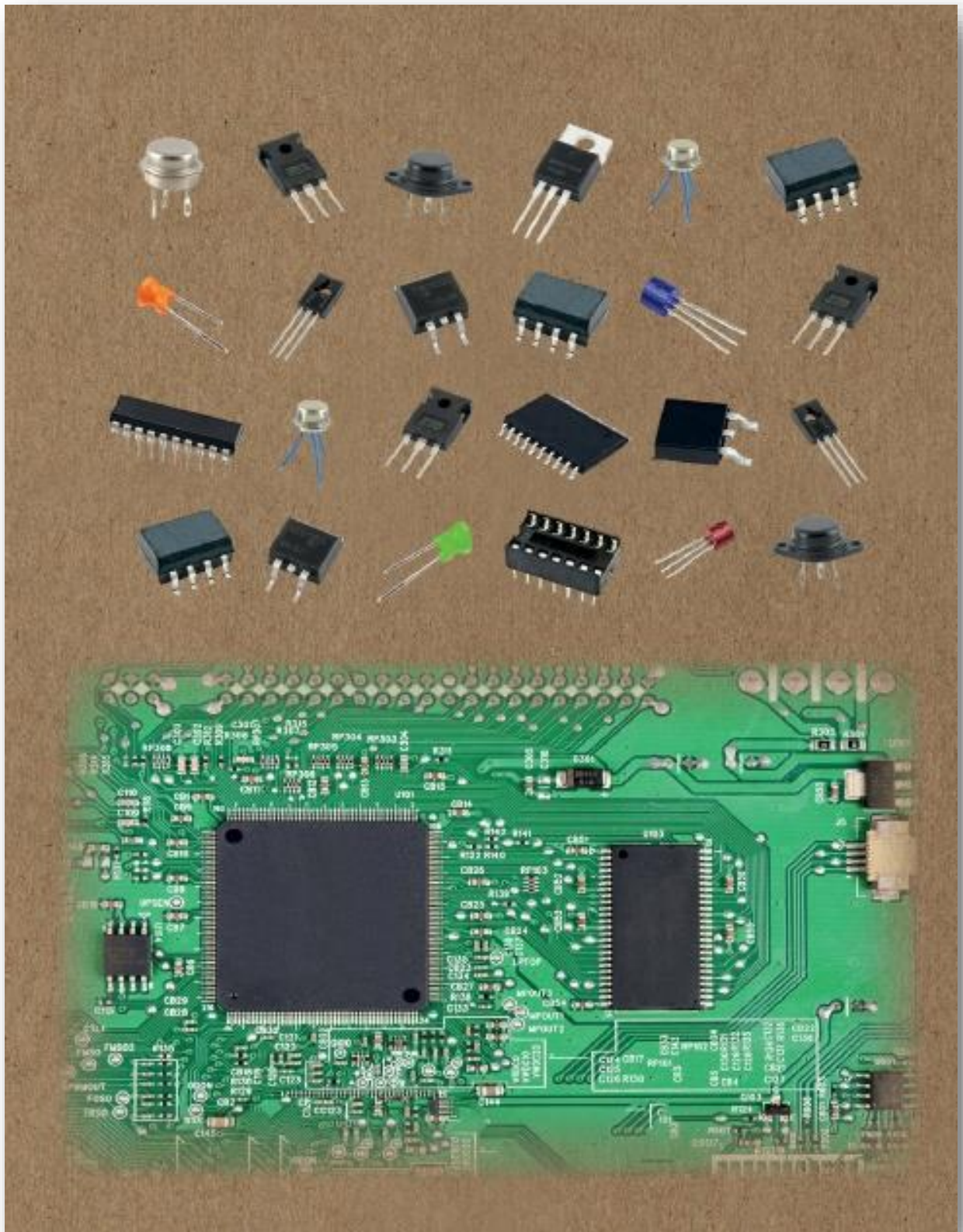
(1908-1991)

Uilyam Shokli

(1910-1989)

1947-yilda tranzistorni ixtiro qilgan AQSHlik fiziklar. Ushbu ixtiro uchun ular 1956-yilgi Nobel mukofotiga loyiq ko‘rilishgan.

Lazerda optik rezonator qo‘llaniladi.



Elektron mikroskop

3 soniyalik fakt

Elektronlarning to‘lqin uzunligi fotonlarnikidan qisqa bo‘lgani sababli, elektron mikroskoplarning kattalashtirish ko‘rsatkichi ham optik mikroskoplarnikidan kuchliroq bo‘ladi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Elektron mikroskop misolida elektronning asl tabiatini ilg‘ash mumkin. Bunda, elektronlar magnit linza orqali o‘tayotgan chog‘da, ularning trayektoriyasi og‘ishga uchraydi va natijada, elektron o‘zini xuddi zarracha singari tuta boshlaydi. Namuna orqali o‘tish chog‘ida esa, elektronlar difraksiyaga yo‘liqadi. Ya‘ni, u to‘siqni aylanib o‘tishi sababli, endilikda o‘zini xuddi to‘lqin kabi namoyon qiladi. Aynan shu jarayonda, elektronlar difraksiyasi, oddiy yorug‘lik difraksiyasidan kichik bo‘lgan sababli, olingan tasvir optik mikroskopdagidan ko‘ra aniqroq chiqadi. Shu sababli ham, elektron mikroskop ilm-fan uchun g‘oyat muhim asbob sanaladi. Masalan, biologlar, hujayraning oddiy mikroskop bilan ko‘rib bo‘lmaydigan juda mayda komponentlarini aynan elektron mikroskop vositasida tekshirishadi.

Elektron mikroskop ham optik mikroskop

bilan deyarli bir xil tamoyil asosida ishlaydi. Optik mikroskoplarda kollimator linzalar namuna joylashtirilgan shisha plastinkaga yorug‘likni fokuslaydi va keyin ushbu yorug‘lik tasvirni kattalashtiruvchi va uni ko‘zga, yoki, ZAA-kameraga fokuslovchi obyektivga kelib tushadi. Elektron mikroskopda esa, yorug‘lik nurlari va shisha linza o‘rniga, elektron oqimi va ushbu oqimni yo‘naltiruvchi magnitlardan foydalaniladi. Bunda, qizigan katod o‘zidan elektronlarni tarqata boshlaydi; keyin esa, ushbu elektronlar oqimiga katod-nur trubkasidagi magnit maydoni orqali tezlanish beriladi. Magnit kollimatori elektronlarni namunaga fokuslaydi. Namuna orqali o‘tayotgan elektronlar oqimini esa boshqa magnit linzalari vositasida fluoressent ekranga fokuslanadi va biz ko‘ra oladigan tasvirga aylantiriladi. Optik mikroskoplarning tasvir tiniqligi yorug‘lik nurlarining to‘lqin uzunligiga bog‘liq ravishda cheklangan bo‘ladi. Optik mikroskopda kattalashtirish darajasi ham 2000 marta kattalashtirishdan ortmaydi; yorug‘lik nurlari to‘lqin uzunligidan kichik bo‘lgan har qanday narsani, masalan, viruslarni optik mikroskop vositasida ko‘rishning iloji yo‘q. Elektronlar esa, o‘zini bir vaqtning o‘zida ham zarra va ham to‘lqin sifatida namoyon qilgani bois, bu borada ancha yaxshiroq ko‘rsatkichlarni taqdim qila oladi. Elektronlarning to‘lqin uzunligi yorug‘lik nurlari to‘lqin uzunligidan ancha kichik. Shu sababli ham, elektron mikroskoplar namunaning tasvirini 10 million marotabagacha kattalashtirib ko‘rsatib berishi mumkin. Bunday o‘ta katta aniqlik va tiniqlik bilan esa, nafaqat viruslarni, balki, namuna tarkibidagi atomlarni ham alohida-alohida tarzda ko‘rish imkoniga ega bo‘lamiz.

Aloqador mavzular:

- [Korpuskulyar-to‘lqin dualizmi](#) (27-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Maks Knol

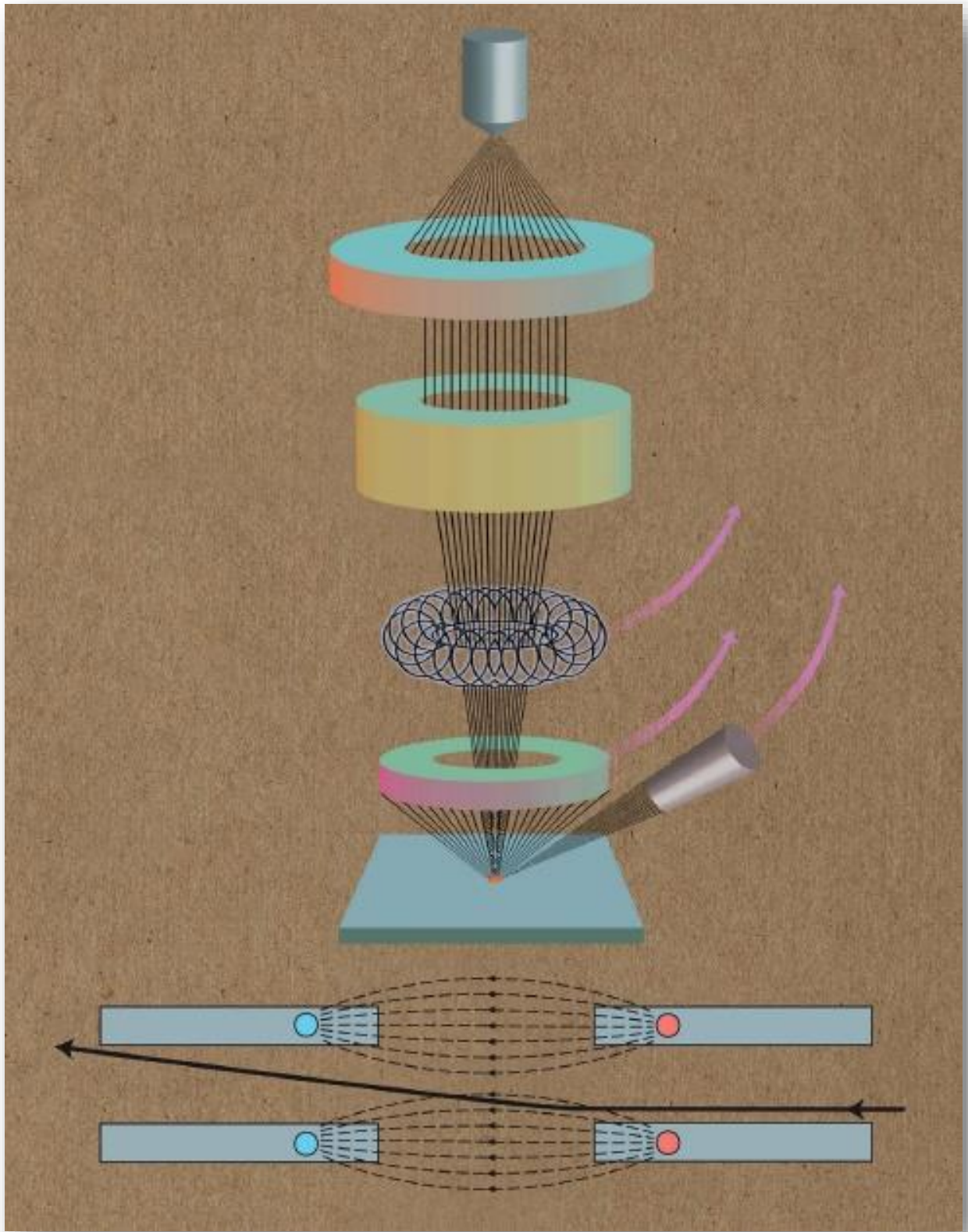
(1897-1969)

Ernst Ruska

(1906-1988)

Elektron mikroskopni ixtiro qilinishida katta hissa qo‘shgan nemis muhandis-fiziklari.

Optik linza yorug‘lik nurlarini fokuslagani singari, elektron mikroskopning magnit maydoni ham, elektronlar oqimini fokuslaydi.



Magnit-rezonans tomografi (MRT)

3 soniyalik fakt

Ichki organlarning MRT vositasida olingan tasvirlarini mufassal o'rganish amaliyoti tibbiyot sohasida ko'plab kasalliklarni davolashda tub ijobiy burilishlar yasab berdi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

MRTning «funktional MRT», yoki, qisqacha, fMRT deb nomlanadigan turi inson u yoki, bu harakatni bajarayotganda, masalan, tasvirni ko'rayotganda, yoki, qo'li bilan qaynoq narsani ushlayotganda bosh miyaning faolligi qay tarzda o'zgarishini o'rganish imkonini beradi. Neyrojarrohlr fMRT orqali bosh miyada o'tkaziladigan jarrohlik amaliyoti uchun reja ishlab chiqadilar. Ya'ni, masalan, bosh miyadagi o'simtani olib tashlash jarayonida miyaning zaruriy muhim qismlarini zararlab qo'ymaslik uchun fMRT orqali operatsiya rejasi ishlab chiqiladi.

1970-yillarda turli tadqiqotchilar orasida

AQSHlik olimlar - fizik Reymond Damadian, kimyogar Pol Loterbur, hamda, Angliyalik fizik Piter Mensfeld ham magnit rezonansi vositasida jism tasvirini olish ustida ilmiy tajribalar olib borishgan. Magnit rezonansi orqali tasvir hosil qilishning zamonaviy usulini aynan ushbu olimlar ixtiro qilishgan va keyinchalik yanada takomillashtirishgan edi. Hozirda aholi orasida MRT nomi bilan tanilgan mazkur usul vositasida, vrachlar inson tanasida uchraydigan turli-tuman kasalliklarga tashxis qo'yishda, tig' tekkizmasdan va to'qimga zarar yetkazmasdan xulosa qilish imkoniga ega bo'lishgan. MRT orqali tashxis qo'yish mumkin bo'lgan kasalliklar ro'yxati juda katta. U saraton kasalliklaridan boshlab, pay va bo'g'imlardagi nuqsonlargacha bo'lgan turli sohalarni o'z ichiga oladi. Bunda, MRT vositasida tashxis qo'yilayotgan bemorni maxsus kameraga kiritiladi. MRT kamerasi ichidagi magnit maydoni kuchlanganligi sayyoramiz magnit maydoni kuchlanganligidan 30000 martadan 60000 martagacha kuchliroq bo'ladi. Bunday katta quvvatli magnit maydoni hosil qilish uchun MRT uskunasi uchun o'ta o'tkazgich elektromagnit qo'llaniladi. Odam organizmi taxminan 65% ulushda suvdan tashkil qopgan bo'ladi. Suvning hammaga yaxshi tanish bo'lgan formulasi H_2O ekanidan bilasizki, suv tarkibida, demakki, odam tanasi tarkibida ham albatta vodorod atomlari mavjud bo'ladi. Har vodorod atomida esa proton mavjud bo'lib, u o'z spinini tufayli, xuddi mikroskopik magnit singari, aylana oladi. Kuchli magnit maydoni ta'sirida protonlar muayyan spinga ega bo'lib qoladi. Keyin esa, MRT kamerasi ichida turgan bemor tanasiga radioto'lqinlar yuboriladi va ushbu radioto'lqinlar boyagi protonlarning spinini o'zgartirishga majbur qiladi. Aynan shu orqali, ularning magnit momenti ham teskarisiga o'zgaradi. Radioto'lqinlar uzatilishi to'xtatilishi hamonoq, protonlar yana o'z boshlang'ich vaziyatiga qaytadi va aynan shu jarayonda, ular o'zidan muayyan radioto'lqin diapazonidagi signallar chiqaradi. Ushbu signallarni MRT uskunasining o'ta sezgir maxsus datchiklari qayd qilib oladi. Olingan axborotni maxsus kompyuter dasturlari qayta ishlaydi va MRT qilingan ichki organlarning tasvirini namoyish qilib beradi. Vrachlar ushbu tasvirni o'rganish orqali, tekshirilayotgan organlarda patalogik o'zgarishlar bor-yo'qligi haqida xulosa qilishlari mumkin bo'ladi.

Aloqador mavzular:

- [Kvant spini](#) (35-sahifa)
- [O'ta o'tkazgichlar](#) (127-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Xayke

Kammerling-

Onnes

(1853-1926)

Golland fizigi

Pol Loterbur

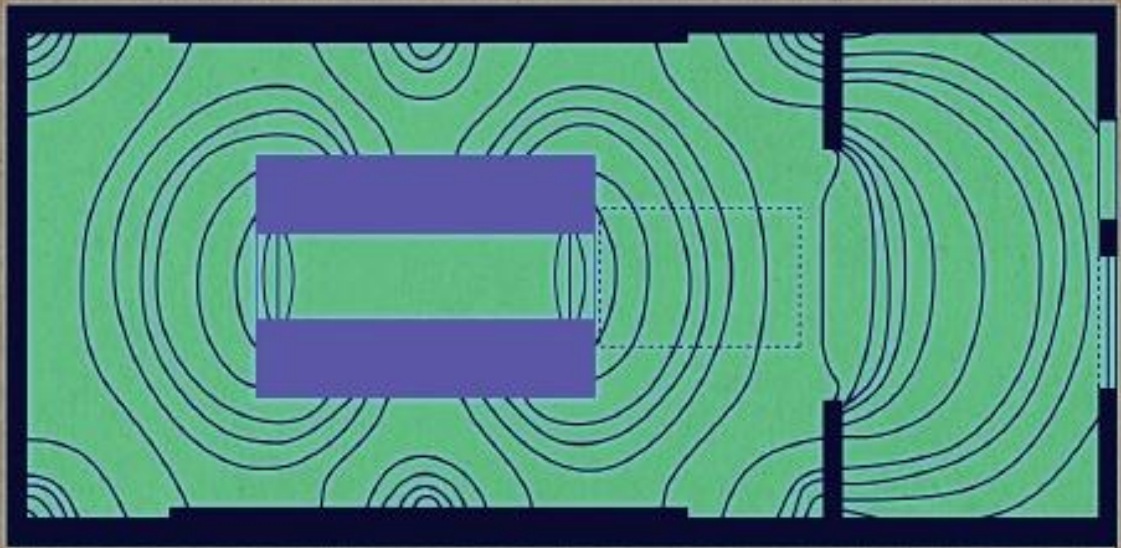
(1929-2007)

Piter Mensfeld

(1933)

Magnit-rezonans tomografi – MRTni ixtiro qilganliklari uchun 2003-yilgi Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan olimlar

MRT - kuchli magnit maydoni va radioto'lqinlar ta'sirida vodorod atomi protonlarining o'z spinini o'zgartirishiga asoslanib, odam ichki a'zolarining tasvirini hosil qiladi.



Jozefson kontakti

3 soniyalik fakt

O'ta yupqa dielektrik qatlam bilan o'zaro ajratilgan kontakt orqali o'tuvchi o'ta o'tkazgich tokning xossalari amaliy qo'llash uchun juda foydali bo'lib chiqdi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Jozefson kontaktlari o'ta tezkor mantiqiy element sifatida qo'llanishi mumkin. Bu g'oya olimlarni o'ta tezkor kompyuterlar yaratish sohasida, aynan ushbu kontaktlardan foydalanishga undamoqda. Jozefson kontaktining juda qiziq kvant xossasi shundaki, ushbu kontakt qo'llangan o'ta o'tkazgich zanjirda oqayotgan elektr toki uchun superpozitsiya holati yuzaga keladi. Ya'ni, bunda tok zanjir bo'ylab, bir vaqtning o'zida har ikkala tarafga oqa boshlaydi. Hozirgi paytda, kvant kompyuterlari uchun ushbu kontaktlardan foydalanish ustida izlanishlar olib borilmoqda.

1962-yilda Brayan Jozefson tomonidan, o'ta o'tkazgichda qarshiliksiz harakatlanayotgan va o'zaro bog'langan elektronlar juftligi, ya'ni, Kuper juftligi – ikkita o'tkazgich orasidagi dielektrik to'siq, ya'ni, tok o'tkazmaydigan material orqali ham tunnellanib o'tib ketishi mumkinligi haqidagi g'oyani taklif qildi. Albatta, bu paytda, mazkur fizik jarayon olimlarga allaqachon ma'lum edi. Lekin, xona haroratida ham to'siqni yengib o'tib bir o'tkazgichdan boshqasiga o'tib keta oladigan elektronlardan farqli o'laroq, Kuper juftligi uchun to'siqni yengib o'tishda magnit maydoni zarur bo'lmaydi. O'ta o'tkazgichlardagi barcha Kuper juftliklari aynan bitta to'lqin funksiyasiga ega bo'ladi va dielektrik to'siqning har ikki tarafidagi to'lqin funksiyasi fazalari farqi ushbu juftlikni to'siq orqali spontan tunnellanishga majbur qiladi. Lekin, agar shunda, o'tkazgichlar orasida kuchlanish hosil qilinsa, unda Jozefson toki juda yuqori chastotali tebranma tokka aylanadi. Tebranishlarni esa, kuchlanishdan ko'ra kattaroq aniqlik bilan o'lchash mumkin. Jozefson kontaktlarining aynan ushbu xossasidan o'ta katta favqulodda aniqlikdagi voltmetrlarda foydalaniladi. Agar, Jozefson kontakti yopiq zanjir ichida joylashgan bo'lsa, undagi kuchlanishning o'zgarishida va tebranma tok hosil bo'lishida hatto juda past, o'ta sust magnit maydoni ham ta'sir qiladi. Bunday kontaktlar qo'llanadigan uskunalarini xalqaro ilmiy manbalarda SQUID, o'zbekchada esa O'O'KI deyiladi. Bu – o'ta o'tkazgichli kvant interferometri degan so'zning bosh harflaridan yasalgan akronimdir. SQUID orqali hatto inson bosh miyasi neyronlari hosil qilayotgan o'ta past kuchlanishli, ilg'ash mushkul bo'lgan darajadagi sust magnit maydonini ham qayd qilish va o'rganish mumkin.

Aloqador mavzular:

- [Tunnel effekti](#) (73-sahifa)
- [Kubitlar](#) (97-sahifa)
- [Kvant kompyuteri](#) (99-sahifa)
- [O'ta o'tkazgichlar](#) (127-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Leo Esaki

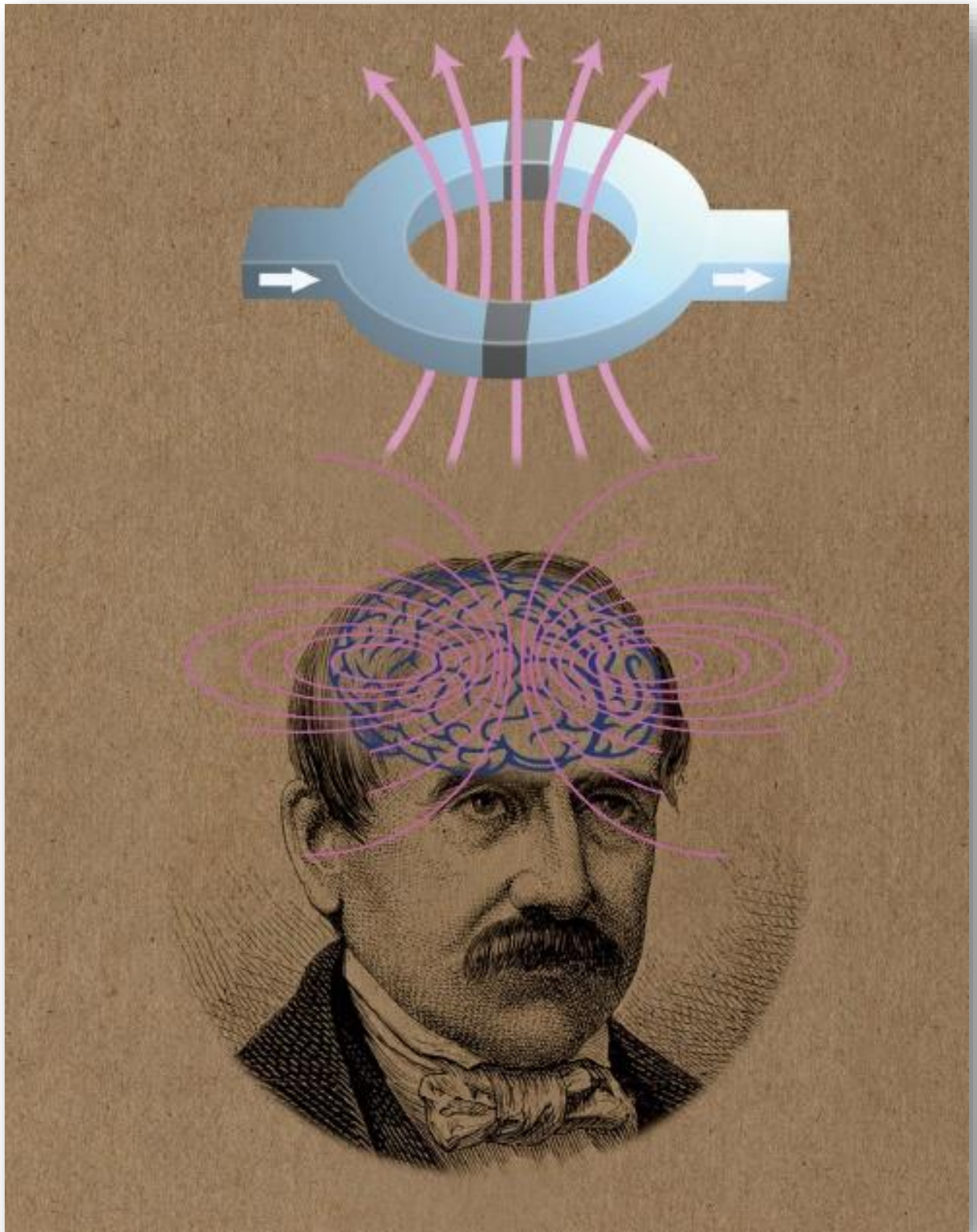
(1925)

Ivar Yever

(1929)

Brayan Jozefson bilan birgalikda, elektronlarning tunnellanishi hodisasini o'rganganliklari uchun, 1973-yilgi Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan fiziklar.

SQUID o'ta past va sust magnit maydonlarini ham, shu jumladan, odam miyasi tarqatadigan magnit maydonini ham qayd qila oladi.



1940-yilning 4-yanvar
sanasida Kardiffda
dunyoga kelgan.

1960
Kembrij universitetini
tabiiy fanlar mutaxassisligi
bo'yicha tamomladi.

1962
«Fizikaga oid qaydlar»
jurnalida ilmiy ishi e'lon
qilinadi. Aynan ushbu
ishda «Jozefson kontakti»
haqida ilk marta so'z
boradi.

1964
Kembrij universitetida fa
doktori darajasini qo'lga
kiritdi.

1964
Jozefson kontaktini
qo'llash orqali ishlaydiga
o'ta sezgir magnetometr
kvant interferometri ixtir
qilindi.

1965
Illinoys universiteti ilmiy
tadqiqotlar markazida
professor-assistent
lavozimida ish boshlaydi

1967
Kembrijga qaytib, ilmiy
tadqiqotlar markazi
direktori muovini
lavozimida ishlay
boshlaydi.

1972
Kembrijda fizika bo'yicha
katta ma'ruzachi etib
tayinlanadi.

1973
Leo Esaki va Ivar Yever
bilan birgalikdan Nobel
mukofotiga sazovor bo'ldi.

1974
Kembrij universitetida
fizika professori darajasiga
erishdi.

1988
Kembrij universiteti ong va
materiyani birlashtirish
loyihasi rahbarlikka
tayinlandi.

2007
Jozefson iste'fo berdi.
Hozirda u ma'ruzalar
o'qimayapti va rasmiy
faoliyatda qatnashmayapti.
Ilmiy tadqiqotlarni mustaqil
olib bormoqda.



Brayan Jozefson

Aksariyat yetuk olimlar haqida so'z ketganda aytiladigan gap – olimning bolalik chog'idanoq o'ta ziyrak va zehni o'tkir bo'lgani haqidagi e'tirof – Brayan Jozefson uchun ham nihoyatda o'rinlidir. Uning kuchli xotirasi va o'ta ziyrak aqliga universitetdagi ustozlari ham doim tahsin o'qishar edi. Jozefson o'zining ilk ilmiy ishlarini e'lon qilgan va dastlabki ilmiy darajasini qo'lga kiritgan paytda – hali yigirmaga ham to'lmagan, juda yosh yigitcha edi. Kembrij universitetida o'qishni tamomlagach, u ushbu ilmiy dargohda qolib, doktorlik dissertatsiyasini tayyorlay boshladi. Olim o'zini talabalik yillaridan buyon qattiq qiziqtirib qo'ygan fizik hodisa – o'ta past haroratlardagi o'ta o'tkazuvchanlik hodisasini chuqur ilmiy tahlil qilishga kirishadi. Hali dissertatsiyani to'liq tugallamay turib, Jozefson o'z ilmiy tekshirishlarining ayrim muhim xulosalari haqidagi maqolalarni ilmiy jurnallarda chop ettirdi. Uning o'z ilmiy ishlari doirasida e'lon qilgan sakkizinchi maqolasi «O'ta o'tkazgichli tunnelloshdagi yangi effektlar» deb nomlangan. Bu paytga kelib, kvant fizikasida elektronlarning «o'tib bo'lmas to'siq» orqali xuddi ushbu to'siq yo'qday o'tib ketishi, ya'ni, tunnellosh hodisasi allaqachon ma'lum edi. Jozefson esa, ushbu effekt o'ta o'tkazgich materiallarda qanday namoyon bo'lishini ko'rsatib berdi. Keyinchalik ushbu hodisani fanda «Jozefson kontakti» deb yuritila boshlandi. Bu – makroskopik miqyosda amalda qo'llashga o'tilgan ilk kvant hodisasi edi.

Jozefson 1973-yilda, ya'ni, atiga 33 yoshida Nobel mukofotini qo'lga kiritgan. U kvant tunnellosh sohasida ilmiy tadqiqotlar olib borgan yana ikkita yetuk fizik olimlar bilan birgalikda ushbu mukofotni taqsimlab olgan edi. Odatda, agar Nobel mukofoti bir vaqtda bir necha kishiga berilsa, mukofotning pul qismi laureatlar orasida teng taqsimlanadi. Lekin, o'sha 1973-yilda, mukofot qo'mitasi adolat yuzasidan maxsus qaror chiqargan va pul mukofotining teng yarimini Jozefsonga bergan. Qolgan ikki olim esa, mukofotning qolgan teng yarimini ikkiga bo'lib olishgan.

Jozefson Kembrij universitetining to'laqonli professori darajasini 1974-yilda qo'lga kiritdi va to 2007-yilgacha, ilmiy tadqiqotlar bilan uzluksiz shug'ullandi.

1970-yillar oxirida Jozefson negadir ilm-fan uchun mas'ul bo'lgan rasmiy shaxslardan norozi bo'la boshlaydi va zamonaviy rasmiyatchilik ilmiy tadqiqotlarning istiqbolli yo'nalishlariga yetarlicha e'tibor bermayotganini ta'kidlaydi. U o'sha yillari sharqona falsafa va meditatsiya masalalariga qiziqib, ong va tafakkur masalalari bilan shug'ullanishga kirishadi. Ya'ni, u aniq fanlar sohasidan biroz chetlanib, ijtimoiy-falsafiy yo'nalishga qadam qo'yadi. Shu yo'nalishda izlanishlar olib borib, 1988-yilda Jozefson Kembrij universitetida «Ong va materiyani birlashtirish» loyihasiga asos soladi. Qizig'i shundaki, ushbu loyiha doirasida, Jozefson aslida nazariy fizikaga aloqasi bo'lmagan va asosan madaniyat yo'nalishiga taalluqli bilan mavzularda ham tadqiqotlar olib bora boshlagan. Masalan, uning o'sha yillarda olib borgan ishlarida, ijtimoiy ong, musiqa, hamda, tilshunoslik va nutq masalalari qamrab olingan ishlarni uchratish mumkin. Oxirgi yillarda esa, Jozefson endi akademik ilmga mutlaqo aloqasi bo'lmagan g'alati narsalar haqida ham yoza boshlagan. Masalan, uning telepatiya, yoki, gomeopatiya kabi yo'nalishlarda yozgan narsalari, ilmiy jamoatchilikning unga nisbatan hurmati pasayishiga olib keldi. Jozefson o'zi esa «Men bid'atni ham o'rganish uchun tayyorman» - deb izoh beradi xolos...

Kvant nuqtalari

3 soniyalik fakt

Kvant nuqtalari bu – texnologik maqsadlarda foydalanish mumkin bo‘lgan substrat, yoki, faol kvant xossalari ega bo‘lgan yuzaga joylashtiriladigan nanozarralardir.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kvant nuqtalari bitta elektron bilan to‘qnashganda birdaniga ikkita foton nurlantira oladi va ularning mazkur xossasidan quyosh panellarining elektr energiyasi ishlab chiqarish quvvatini oshirish imkoniyatidan dalolat beradi. Asosiysi – ularni spektrning istalgan chastotasida qo‘llash imkoniyati mavjud va tadqiqotchilar hozirda ushbu kvant nuqtalarida displey va nur diodlarida qo‘llash masalasi ustida izlanmoqdalar.

Elektron mikrosxemalarni yanada ixcham va mittiroq qilishga to‘sqinlik qiluvchi omillardan biri – bunday sxemalarning ishlashiga xalaqit beruvchi kvant effektlaridir. Masalan, o‘tkazgich simlar bir-biriga o‘ta yaqin joylashtirilgan bo‘lsa, elektronlar tunnel effekti orqali bir o‘tkazgichdan ikkinchisiga o‘tib ketishi mumkin. Lekin, tadqiqotchilar aynan shunday nojo‘ya kvant effektlaridan ham naf chiqarishga urinmoqdalar. Bu maqsadda kvant kimyosi sohasi olimlari tomonidan, «kvant nuqtasi» deb nomlanadigan o‘ta mitti nanozarralar ishlab chiqarishga bo‘lib, ushbu kvant nuqtalari kremniy, kadmiy selenidi, kadmiy sulfit, va indiy arsenidi singari, yarimo‘tkazgich materiallardan tayyorlanadi. Mazkur favqulodda ixcham, o‘ta mayda zarralarning o‘lchami 2-10 nanometr atrofida bo‘ladi. Ya‘ni, bu degani, ushbu kvant nuqtalari atiga 5-10 ta atomning o‘lchamiga teng demakdir. Shu sababli ham, kvant nuqtalari o‘zini xuddi atomlar singari tutadi va ularda ham, alohida olingan atomning fizik xossalari namoyon bo‘ladi. Shu tufayli, bunday kvant nuqtalarini olimlar shuningdek «sun‘iy atomlar» ham deb yuritishadi. Kvant nuqtalarida elektronlar, Pauli tamoyiliga ko‘ra, o‘tkazuvchanlik hududida diskret kvant pog‘onalarini egallay boshlaydi. Materialning o‘zi yarimo‘tkazgichdan tayyorlangani bois, unda, o‘tkazuvchanlik hududi va ruxsat etilgan eng yuqori hudud orasida katta oraliq - ta‘qiqlangan hudud yuzaga keladi. Fotonlar valent hududdagi elektronlarni qo‘zg‘atadi va ularni o‘tkazuvchanlik hududiga o‘tishga majburlaydi. Ushbu elektronlar o‘tkazuvchanlik hududiga o‘tishda o‘zidan foton nurlatadi va darhol valent hududga qaytadi. Valent hudud va o‘tkazuvchanlik hududi orasidagi energiya farqini boshqarish uchun esa, nanozarralarning o‘lchamini o‘zgartirish yetarli bo‘ladi.

Aloqador mavzular:

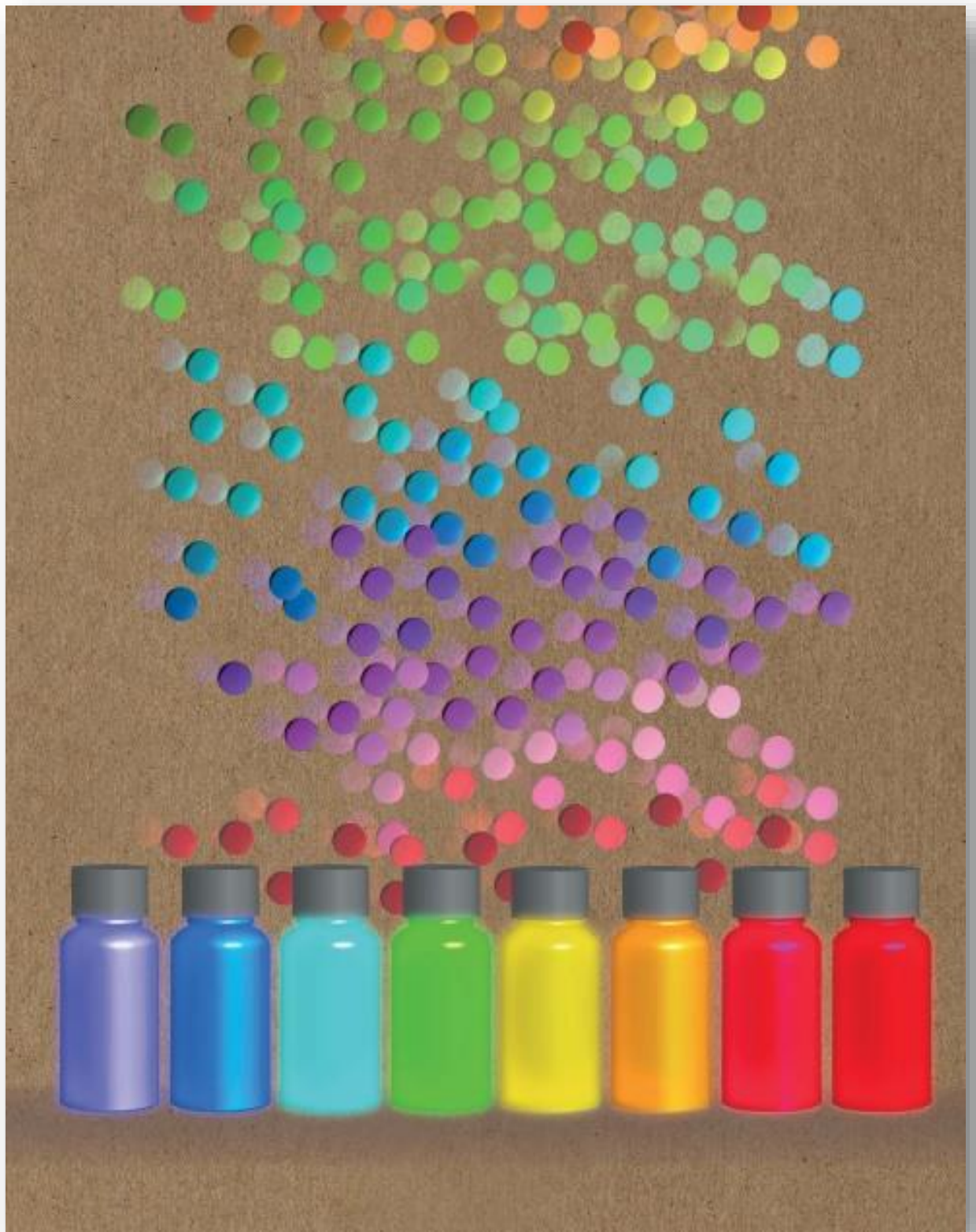
- [Pauli tamoyili](#) (53-sahifa)
- [Kvant kompyuteri](#) (99-sahifa)
- [Tranzistorlar](#) (109-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Wolfgang Pauli
(1900-1958)

Ta‘qiq tamoyilini ishlab chiqqan Avstriyalik fizik olim.

Kvant nuqtalaridan foydalanish orqali, o‘ta tiniq aniqlikka ega displeylar ishlab chiqarish mumkin.



Kvant optikasi

3 soniyalik fakt

Foton panjarasi yoki, metamateriallar singari maxsus kvant optik materiallari fotonlarni boshqarishning oddiy optikadan tamomila farq qiluvchi yangi istiqbollarni ochib beradi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Nur sindirish ko'rsatkichi manfiy bo'lgan sababli, metamateriallar o'ziga kelib tushayotgan yorug'likni shunday tarzda akslantiradiki, natijada, mazkur materialning o'zi ko'rinmas bo'lib qoladi. Uncha yirik bo'lmagan obyektlar uchun ushbu xossa allaqachon qo'llab ko'rilgan va dastlabki amaliy yutuqlar mavjud. Lekin, bunda material juda ko'p miqdorda nur yutganidan, baribir uning doimiy ko'rinmas bo'lib qolishi qiyin. Lekin, olimlar materiallarning optik xossalarini kuchaytiruvchi, yoki, yorug'lik difraksiyasi uchun foton kristallarini qo'llovchi yangi usullar ustida izlanmoqdalar.

Aslida, barcha optik uskunalari barchasi kvant fizikasi darajasida ishlaydi deb bema'lol aytish mumkin. Chunki, ular yorug'lik fotonlari bilan o'zaro ta'sirlashish asosida ishlaydi. Ko'zgu, linza kabi obyektlar ham kvant elektrodinamikasi doirasida tushuntiriladi. Lekin, so'nggi vaqtlarda kvant nazariyasini bevosita optika fanining o'ziga tadbqiq etish amaliyoti jadal rivojlanmoqda va fan va texnikaning mazkur sohasini OAVda «fotonika» deb yuritilmoqda. Ushbu sohaga oid eng ajoyib ishlanmalardan biri oddiy linzalardan butunlay farq qiluvchi, ya'ni, fotonlarning o'zini umuman boshqacha tutishiga asoslanib ishlovchi – kvant linzalaridir. Misol uchun metamateriallarni keltirish mumkin bo'ladi. Metamateriallar – murakkab struktura tuzilishiga ega bo'lgan, panjaralardan, yoki, mayda-mayda tirqishlar qatoriga ega metall plastinalaridan tashkil topgan materiallar bo'lib, ularga kelib tushgan yorug'lik, juda ajabtovur ravishda, g'ayrioddiy yo'nalishlarda sinishga uchraydi. Masalan, unga kelib tushgan yorug'lik manfiy sindirish ko'rsatkichi tufayli, umuman akslanmasligi, ya'ni, qaytmasligi mumkin. Material strukturasi o'zi esa, oddiy linzalardan ham ko'ra yanada maydaroq obyektlarga ham fokuslanish imkonini beradi. Shu sababli, bunday materiallar asosida tayyorlangan linzalarni «superlinzalar» deyiladi. Kvant optikasiga tegishli yana bir struktura bu – foton panjarasi bo'lib, uning fotonlarga ta'siri, xuddi yarimo'tkazgichlarning elektronlarga ta'siri singari bo'ladi. Kelajakda foton panjaralaridan optik kompyuterlar ishlab chiqarishda foydalanilishi mumkin.

Aloqador mavzular:

- [KED asoslari](#) (61-sahifa)
- [Feynman diagrammalari](#) (65-sahifa)
- [Oqimni optik taqsimlagich](#) (71-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Viktor Veselago

(1929)

Materiallarning manfiy nur sindirish ko'rsatkichi haqida ish olib borgan eng birinchi olim.

Jon Pendri

(1943)

Ingliz fizigi.

Ulf Leonardt

(1965)

«Ko'rinmas» materialni amalda yaratish ustida ish olib borgan nemis fizigi.

Foton panjaralari fotonlarni mutlaqo boshqacha tarzda o'tkazadi.



Kvant sarhadlari ○

Asosiy tushunchalar

Antikvarklar – Materiyaning asosiy qismini tashkil qiluvchi neytron va protonlarning, ya'ni, tabiatdagi eng asosiy fundamental zarrachalar bo'lmish – kvarklarning antizarralari. Fanda ma'lum har bir kvark uchun, uning o'zigagina xos bo'lgan va u bilan aynan bir xil bo'lib, faqat qarama-qarshi zaryadi va «rangi» bilan farqlanadigan antikvark mavjud bo'ladi.

Asimptotik erkinlik – Kvarklar orasidagi kuchli o'zaro ta'sirning noodatiy shakli bo'lib, u masofa uzoqlashgani sayin kuchsizlanadi, masofa qisqarsa kuchayadi.

Bozonlar – Fermionlardan farqli o'laroq, Boze-Eynshteyn statistikasiga bo'ysinuvchi zarrachalar. Odatiy bozonlar bu – o'zaro ta'sirlarni amalga oshiruvchi zarrachalardir. Bozonlarga misol tariqasida protonlarni, yoki, hamma yaxshi taniydigan Xiggs bozonini keltirish mumkin. Shuni ham aytib o'tish joizki, fanda shuningdek, tarkibidagi zarralar soni toq sonda bo'lgan atom yadrolarini ham aynan ushbu termin bilan yuritiladi. Bozonlarning fermionlardan yana bir katta farqi shuki, ko'p sondagi bozonlar bir vaqtning o'zida bir xil holatda bo'la oladi.

Glyuoniy – faqat glyuonlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin bo'lgan gipotetik zarracha.

Glyuonlar – Xuddi, zaryadlangan zarralar orasida elektromagnit o'zaro ta'sirning tashuvchisi fotonlar bo'lgani singari, glyuonlar ham, kvarklar orasidagi kuchli o'zaro ta'sirni tashuvchisi bo'lgan elementar zarracha-bozonlar hisoblanadi. Fotonlarda elektr zaryadi bo'lmaydi; lekin, glyuonlarda elementar zarra sifatida qo'shimcha xarakteristika - «rang» mavjud bo'ladi.

Graviton – xuddi, fotonlar elektromagnit o'zaro ta'sir tashuvchisi bo'lgani singari, gravitatsiyaning kvant nazariyasida gravitonlar – gravitatsion o'zaro ta'sir tashuvchisi bo'lsa kerak deb tasavvur qilinadi. Ya'ni, graviton ham gipotetik zarracha sanaladi.

Kazimir effekti – o'zaro parallel holatda bir-biriga o'ta yaqin joylashgan ikkita plastina orasida hosil bo'ladigan o'zaro tortishish hodisasiga asoslangan kvant effekti bo'lib, bunda, plastinalar orasidagi oraliqda hosil bo'lgan virtual zarralarning soni, ularning tashqi chetlarida hosil bo'lgan shunday zarralar sonidan kamroq bo'ladi va shuning natijasida, o'ziga xos bosim yuzaga keladi. Shuningdek, Kazimir effektini – nolinchi nuqta energiyasi, ya'ni, - boshliq fazo energiyasi orqali ham izohlash mumkin.

Kvarklar – Neytronlar va protonlarning, demakki, materiyaning asosini tashkil qiluvchi fundamental zarrachalar. Kvarklar olti xil turdagi «hid»ga ega bo'ladi: yuqori kvark, quyi kvark, ajib (g'alati) kvark, maftun kvark, chiroyli kvark va haqiqiy kvark (chin kvark). Aytish shartki, kvarklarning ushbu nomlari faqatgina nom xolos va bu, ularga xos bo'lgan biror-bir fizik xossa, yoki tashqi ko'rinish, yoki, xarakterni ifodalamaydi. Ya'ni, ushbu

nomlar hech qanday ahamiyatga ega emas. Neytronlar va protonlar uchtdan yuqori va uchtdan quyi kvarklarning turli xil kombinatsiyalaridan tuzilgan bo'ladi. Boshqa zarrachalar esa, kvark juftliklaridan iborat bo'ladi.

Lyambda-nuqta – Geliyning suyuq holatdan o'ta oquvchan holatga o'tishi sodir bo'ladigan harorat nuqtasi.

Meysner effekti – O'ta o'tkazuvchanlikning xossaligidan biri bo'lib, bunda o'ta o'tkazgichdan magnit maydoni butunlay chiqarib tashlanadi. Ushbu effekt tufayli, magnit o'ta o'tkazgich ustida muallaq turishi mumkin.

Mutlaq nol – Moddalarni tashkil qiluvchi atomlarning eng past energetik holatiga olib keluvchi tabiatda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan eng past harorat darajasi. Amalda mutlaq nol haroratga erishish imkonsiz. Mutlaq nol harorat darajasi selsiy shkalasi bo'yicha $-273,15$ °C ni tashkil qiladi. Ushbu harorat nol kelvin (0° K) deb olinadi va termodinamika harorat shkalasi uchun sanoq boshi hisoblanadi.

O'ta o'tkazuvchanlik – Ayrim materiallarga tegishli fizik xossa bo'lib, unga ko'ra, o'ta past haroratlarda material elektr tokini hech qanday qarshiliksiz o'tkaza boshlaydi va elektromagnit maydonini istisno qila boshlaydi.

Qora holat (mavhum holat) – Atomning fotonni yutolmaydigan yoki, foton nurlata olmaydigan holati bo'lib, aynan ushbu holat, yorug'lik «qopqonga tushib» qoladigan holat bo'lmish - Boze-Eynshteyn kondensatini yuzaga keltirishi mumkin.

Qora tuynuklar – fazodagi shunday bir hududki, unda materiya favqulodda katta miqdorda to'plangan bo'lib, u o'z gravitatsiyasi ta'sirida, o'z-o'zining ichkarisiga siqilib boradi. Odatda, qora tuynuklar o'ta katta massaga ega bo'lgan yulduzning o'limi natijasida vujudga keladi. Qora tuynuk chegarasi esa, qora tuynuk markazidan shunday bir masofada joylashgan chegaraki, ushbu chegaradan ichkariga o'tgan hech bir narsa, shu jumladan yorug'lik ham hech qachon ortga qaytib chiqa olmaydi. Ushbu chegarani fanda «Hodisalar gorizonti» deyiladi. Qora tuynukning o'zi esa, singulyarlikni namoyon qiladi. Ya'ni, ushbu obyekt o'lchamsiz obyektidir.

Singulyarlik – zamon va makon uyg'unligining shunday hududiki, bunda, muayyan xossalari cheksiz bo'lib qoladi. Odatda singulyarlik tushunchasi qora tuynuklarga nisbatan qo'llanadi. Ya'ni, qora tuynukda gravitatsiya cheksiz bo'lib qoladi. Singulyarlik hududida biror bir zamonaviy fizika nazariyalari ish bermay qo'yadi va barcha qonuniyatlar o'z kuchini yo'qotadi. Singulyarlik qora tuynuklarning markazida bo'ladi.

Solishtirma issiqlik sig'imi – muayyan massali moddaning harorati muayyan darajaga ortishi uchun unga berilishi zarur bo'lgan issiqlik energiyasi miqdori.

YYTM (CERN) – idorasi Shveysariyaning Jeneva shahri yaqinida joylashgan Yevropa Yadroviy Tadqiqotlar Markazi. Ushbu markaz hududida KAK (katta adron kollayderi) va boshqa muhim zamonaviy ilmiy tadqiqot kompleksi joylashgan. Ushbu markazda fundamental zarralar ustida, shu jumladan, antizarralar borasida ham tadqiqotlar olib boriladi.

Nolinchi nuqta energiyasi

3 soniyalik fakt

Geyzenbergning noaniqliklar tamoyilidan shunday xulosa chiqib keladiki, tabiatda butunlay bo'shliq hudud bo'lmaydi. Hatto vakuumda ham «virtual» zarrachalar g'ujg'on o'ynaydi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Jahon hamjamiyati oldida turgan masalalarni «nolinchi nuqta energiyasi» orqali hal qilish mumkinmi? Aksariyat fiziklar buning imkonsiz ekanini ta'kidlashadi. Haqiqatan ham, o'zi shundoq ham eng past energetik darajada turgan narsadan yana qanday energiya ajratib olish mumkin? Shunga qaramay, fizika sohasida ushbu tasdiqni inkor qilish niyatidagilar ham uchrab turadi. Xususan, 1984-yilda Robert Forvard ismli fizik Kazimir effektiga asoslangan holda ishlovchi «vakuum fluktuatsion batareyasi» haqidagi xayoliy tajribani bayon qilgan edi. Ravshanki, mabodo bunday batareya amalda yasalgan taqdirda ham, u o'zi ishlab chiqargandan ko'ra ko'proq energiya iste'mol qiladi.

Geyzenbergning noaniqliklar tamoyiliga taalluqli energiyaning vaqtga bog'liqligi formulasiga asosan, qisqa muddat davomida, energiyaning fluktuatsiyalanishi imkoni mavjuddir. Bundan kelib chiqadigan xulosalardan biri shuki, istalgan kvant sistemasi, «nolinchi nuqta energiyasi» deb nomlanuvchi eng past (minimal) energetik holatga ega bo'ladi va energiya ushbu darajadan pastga tusha olmaydi. Hattoki, vakuumdagi kvant maydonlarida ham o'ziga xos nolinchi nuqta energiyasi mavjud bo'ladi. Shu sababli ham, siz bilan biz «bo'shliq» deb o'ylaydigan vakuum hududi aslida bo'shliq ham emas! Uni, bir lahzaga paydo bo'ladigan va shu ondayoq yana yo'q bo'lib ketadigan «virtual» zarralarning doimiy mavjlanib turuvchi dengizi sifatida tasavvur qilish mumkin. Vakuumda qancha energiya borligini hech kim bilmaydi. Ba'zi nazariy taxminlarga ko'ra, vakuumda energiya juda ko'p miqdorda bo'lishi mumkin; lekin, Koinotni yirik miqyoslarda kuzatish ishlari shuni ko'rsatmoqdaki, vakuumda energiya unchalik ham ko'p emas. Garchi, ushbu masala hozirda ilm-fanda o'z yechimini kutayotgan masalalar sirasiga kirsa-da, biroq, vakuumda ham nolinchi nuqta energiyasi mavjudligiga ishora qiluvchi muvaffaqiyatli o'tgan amaliy tajribalar ham allaqachon uddalangan! Vakuumdagi nolinchi nuqta energiyasi haqida gap borganda, odatda Kazimir effekti albatta tilga olinadi. Unga ko'ra, o'zaro o'ta yaqin joylashgan plastinalar bir-biriga tortiladi. Ushbu effekt haqida ilk bora 1948-yilda Xendrik Kazimir ilmiy taxmin bildirgan edi va keyingi yillarda, uning taxmini to'g'ri ekani, laboratoriya tajribalarida bir necha bor tasdiqlandi. Lekin, bu nolinchi nuqta energiyasi haqiqatan ham mavjudligini isbotlay oladimi?

Aloqador mavzular:

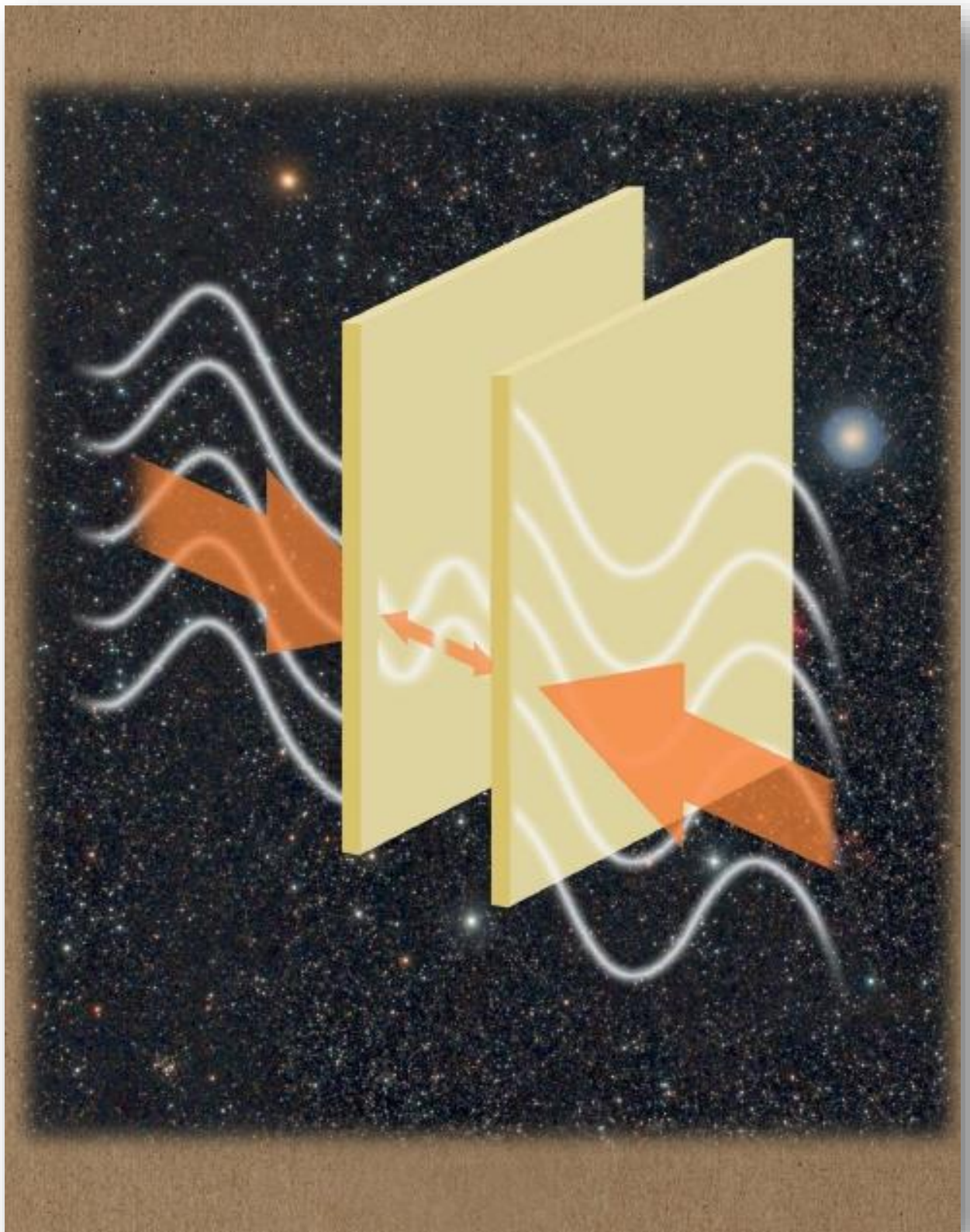
- [Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili](#) (45-sahifa)
- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Xendrik Kazimir
(1909-2000)
Golland fizigi.

Robert Forvard
(1932-2002)
Asli kasbi raketasozlik bo'yicha muhandis bo'lgan Amerikalik fantast-yozuvchi.

Kazimir effektiga binoan, vakuumda bir-biriga o'ta yaqin joylashgan plastinalar o'zaro tortishadi.



O'ta o'tkazgichlar

3 soniyalik fakt

O'ta past haroratlarda elektronlarning kvant holati shu darajada o'zgaradiki, ular o'tkazgich bo'ylab hech qanday qarshiliksiz harakatlana boshlaydi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kuper juftliklarining g'ayrioddiy xossalari faqat o'ta past haroratlardagina namoyon bo'la boshlaydi. Shu sababli ham, bir paytlar olimlar $-234,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan yuqori haroratlarda o'ta o'tkazuvchanlik yuzaga kelishi imkonsiz deb o'ylar edilar. Lekin, 1980-yillarda bundan baland haroratlarda ham ($-138,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ da ham) amal qiladigan o'ta o'tkazgichlar kashf etildi. O'shandan buyon, olimlar endi xona haroratida ham ish beradigan o'ta o'tkazgichlar yaratish ustida bosh qotirib kelmoqdalar. Ularning umidi hozircha so'ngani yo'q...

1911-yilda fizik Xayke Kammerling-Onnes

simobning o'ta past haroratlardagi xossalarini tadqiq qildi. Uning hayratiga sabab bo'lgan tarzda, $-268,95\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda simobning elektr qarshiligi bus-butkul yo'qolib qoldi! Agar, shunday o'ta o'tkazgichga tok berilsa, unda, tok mazkur o'tkazgich bo'ylab abadiy oqishi ham mumkin. Faqat bitta sharti – o'tkazgich berilgan haroratda doimiy saqlanishi kerak. Albatta, o'sha paytlarda olimning mazkur fikri ko'pchilikka erish tuyulgandi. Lekin, 1950-yillarda Amerikalik fiziklar Jon Bardin, Leon Kuper va Jon Shriffer tomonidan, o'ta o'tkazuvchanlikning mazkur xossasi amalda, eksperimental isbotlandi. Ularning tajribalarida o'ta past haroratlarda elektronlarning «Kuper juftliklari» hosil qilishi, ya'ni, xuddi o'zaro yaxlit bozon-zarracha singari namoyon bo'luvchi juftlikka birlashishini ko'rsatib berdi. Bir vaqtning o'zida bir joyda bir xil holatda bo'la olmaydigan fermionlardan farqli o'laroq, bunday juftliklar, xuddi fotonlar singari aynan bir vaqtning o'zida aynan bir xil holatda va ko'p sonda to'planib, guruh hosil qilishi mumkin. O'ta past haroratlarda esa, o'zini xuddi yaxlit bir-butun singari tutishi mumkin bo'lgan ko'p sondagi Kuper juftliklari to'plami hosil bo'ladi va bu to'plamni o'ziga xos «kondensat» deyiladi. Oddiy o'tkazgichlarda tok oqqan paytda, elektronlar alohida-alohida, yakka holda harakatlanadi; o'ta o'tkazgichlarda esa, tok oqqan payda o'ta o'tkazgich material bo'ylab ushbu kondensat yaxlit holda harakatlanadi va u o'z yo'lida, mazkur materialni tashkil qiluvchi atomlarning qarshiligiga yo'liqmaydi. O'ta o'tkazgichlar magnit-rezonans tomograflar uchun, yoki, zarrachalarni tezlatkich uskunalari uchun o'ta kuchli magnitlar hosil qilish imkonini beradi. Aynan ushbu o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi sababli ham, magnitning o'ta o'tkazgich ustida muallaq turishini ta'minlovchi Meysner effekti yuzaga keladi. Chunki, o'ta o'tkazgichlar magnit maydonini o'zidan butunlay chiqarib tashlaydi.

Aloqador mavzular:

- [Jozefson kontakti](#) (115-sahifa)
- [O'ta oquvchanlik](#) (129-sahifa)
- Boze-Eynshteyn kondensati (144-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Xayke Kammerling

-Onnes (1853-1926)
Geliyni birinchi marta suyuq holatda olgan va o'ta o'tkazuvchanlik hodisasini kashf etgan golland fizigi.

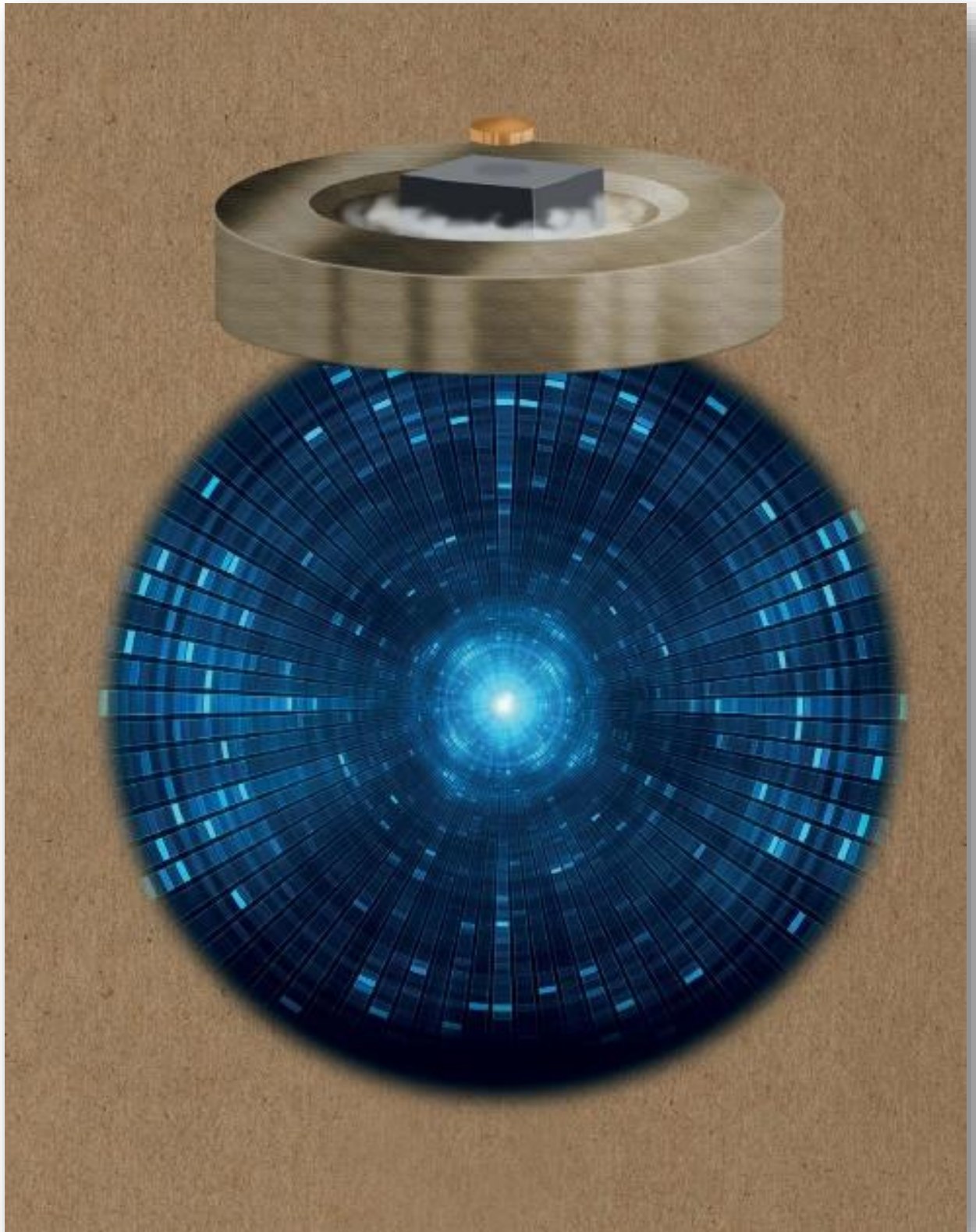
Jon Bardin (1908-1991)

Leon Kuper (1930)

Jon Shriffer (1931)

O'ta o'tkazuvchanlik nazariyasi uchun 1972-yilgi Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan AQSHlik fizik olimlar.

O'ta o'tkazgich magnitlar vositasida «levitatsiya» holatini yuzaga keltirish mumkin.



O'ta oquvchanlik

3 soniyalik fakt

Chayqatib yuborilgan o'ta oquvchan suyuqlik abadiy aylanadi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

O'ta oquvchan geliy bu – haqiqiy mo'jizadir. Ishqalanish kuchining butunlay yo'qqa chiqishi sababli, o'ta oquvchan suyuqlik o'zi turgan idishning devorlarida bemalol, hech qanday qiyinchiliksiz sizib chiqib ketadi va oralig'i atiga bir necha atom qalinligicha keladigan o'ta mayda tirqishlardan ham o'tib keta oladi. O'ta oquvchan geliydan ilk marta 1983-yilda kosmik rasadxonadagi orbital infraqizil teleskopning ko'zgularini sovitish maqsadida amaliy foydalanilgan edi. Mis qoplamasi orqali diffuziyalanishi sababli o'shanda suyuq o'ta oquvchan geliy orbital teleskop uchun $-271,55$ °C haroratni barqaror saqlab berib turgan.

O'ta o'tkazuvchanlikni kashf qilgan olim Xayke Kammerling-Onnesning o'zi shuningdek, tarixda ilk bora suyuq geliyning olganligi bilan ham ilmfanda yorqin iz qoldirgan. Kammerling-Onnes 1911-yildagi tajribalarida $-270,98$ °C dan past haroratlarida geliyning issiqlik o'tkazuvchanligi keskin ravishda o'zgarishini ko'rsatib berdi. Geliyning issiqlik o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligini ifodalovchi grafigidagi mazkur harorat nuqtasi ilmfanda «Lyambda-nuqta» nomini olgan. Geliyning ushbu xossasi nimaning evaziga yuzaga kelayotgani sababi olimlar uchun toki 1938-yilgacha sir bo'lib qoldi. Aynan 1938-yilda sovet fizigi Pyotr Kapitsa va ingliz fiziklari Jon Allen va Donald Mayznerlar tomonidan ushbu sirning mohiyati ochildi. Ma'lum bo'lishicha, Lyambda-nuqtadan past haroratlarda suyuq geliyning qovushqoqligi butunlay yo'qolar ekan. O'ta oquvchanlik fenomeni metallardagi o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi bilan ko'plab umumiylikka egadir. Ayrim o'ta o'tkazgichlarda bozonlar holidagi elektron juftlik hosil qilgan holda, hech qanday elektr qarshiligiga uchramay harakatlana boshlaydi. Geliy-4 suyuqligida ham, elektronlar Boze-Eynshteyn kondensati hosil qiladi va ishqalanish xossasini butunlay yo'qotib, yagona to'lqin funksiyasiga ega bo'lib qoladi. Qizig'i shundaki, geliy-3 fermionlardan iborat bo'ladi va u Pauli tamoyiliga bo'ysunadi. Ya'ni, u Boze-Eynshteyn kondensati hosil qila olmaydi; shunga qaramay, geliy-3 ham mutlaq nol haroratdan $0,0002$ daraja yuqori haroratda o'ta oquvchan bo'lib qolishi aniqlangan. Aynan shu holatdagi o'ta oquvchanlikning yuzaga kelish mexanizmi o'ta o'tkazuvchanlik hodisasiga yanada yaqinroqdir. Geliy-3 atomlari bozon juftliklari hosil qilgan tarzda, o'zining magnit momentini muvozanatlaydi.

Aloqador mavzular:

- [O'ta o'tkazgichlar](#) (127-sahifa)
- Boze-Eynshteyn kondensati (144-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Xayke Kammerling

-Onnes (1853-1926)

Materiallarni o'ta past haroratlarda tadqiq qilish usullarini ishlab chiqqan golland fizigi.

Jon Bardin

(1894-1984)

O'ta oquvchanlik hodisasini kashf etgan sovet fizigi. Ushbu hodisa ustida shuningdek ingliz fiziklari Jon Allen va Donald Mayzner ham tadqiqot olib borgan.

O'ta oquvchan suyuqlikda ishqalanish bo'lmaganligi uchun, uni chayqatib yuborilsa, u beto'xtov (abadiy) aylanaveradi.



Boze-Eynshteyn kondensati

3 soniyalik fakt

Boze-Eynshteyn kondensati bu – moddaning beshinchi agregat holati bo‘lib, uni, bozonlardan iborat gazni favqulodda past haroratlarda siqish natijasida olinadi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Garvard universiteti olimlari Boze-Eynshteyn kondensati vositasida, yorug‘lik tezligini oddiy piyoda tezligigacha pasaytirishga muvaffaq bo‘lishgan. Bunda, kondensatga ikkita lazer nuri yo‘naltirilgan; odatda, bunday holda kondensat shaffofligicha qoladi. Lekin, Garvard tajribasida, birinchi lazerning strukturasi shunday ediki, u ikkinchi lazer nurini sekinlashtirgan va uning tezligini soniyasiga bir metrgacha bo‘lgan darajaga pasaytirgan. Birinchi lazerning quvvatini pasaytirilganida, ikkinchisining nuri moddaning aralash holati tufayli «qopqonga tushib» qoldi va narigi lazer qayta ishga tushirilgachgina qopqondan chiqib ketdi.

Maktabdagi fizika darslarida moddaning agregat

holatlari uchun xil bo‘lishini, ya‘ni, modda suyuq, gaz holatida bo‘lishini uqtiriladi. Ayrim ilg‘or fizika o‘qituvchilarigina, moddaning agregat holatlari ichida to‘rtinchisi sifatida plazmani ham o‘quvchilarga tanishtirib o‘tishadi. (Plazma – zaryadlangan ionlardan iborat modda bo‘lib, u ko‘proq gazga o‘xshaydi). Lekin, zamonaviy fizikada moddaning agregat holatlari aslida beshta deb tan olingan bo‘lib, yuqorida sanalgan to‘rt xil holatdan tashqari, tabiatda shuningdek «Boze-Eynshteyn kondensati» holati ham mavjuddir. Boze-Eynshteyn kondensati moddani deyarli mutlaq nol haroratgacha sovitish natijasida hosil bo‘ladi. Bunda, modda atomlari fermionlardan iborat bo‘lishi (elektron va protonlar singari), yoki, bozonlardan tashkil topgan bo‘lishi kerak. Fermionlardan tashkil topgan moddadan Boze-Eynshteyn kondensati olish birmuncha mushkul. Sababi, buning uchun fermionlar bir-biri bilan o‘zaro yaqin joylashgan bo‘lishi va amalda olish qiyin bo‘lgan noyob holatda bo‘lishi talab etiladi. Bozonlar bilan, masalan, yorug‘lik fotonlar bilan bunday kondensat olish osonroq deb qaraladi. Chunki, bozonlar butun bir guruh hosil qilgan holda, yaxlit tarzda umumiy holatga kirishishi mumkin. Shu sababli ham, Boze-Eynshteyn kondensati haqida gap ketganda, olimlar uni bozonlardan tashkil topgan bo‘ladi deb ta‘kidlashadi (ya‘ni, fermionlardan bunday kondensat olish imkoniyati deyarli yo‘q darajada bo‘lgan uchun, u istisno qilinadi). Boze-Eynshteyn kondensatidagi bozonlar favqulodda o‘ta past haroratda bo‘lgani tufayli, eng pastki energetik holatga ega bo‘ladi va hammasi bir bo‘lib, o‘zlarini xuddi yaxlit bir katta kvant zarrasi singari tuta boshlaydi. Natijada, ushbu bozonlardan iborat moddada o‘ta oquvchanlik singari g‘ayrioddiy fizik xossalari namoyon bo‘la boshlaydi. Bundan tashqari, Boze-Eynshteyn kondensatini tashkil qiluvchi bozonlar bilan, odatda, oddiy zarralar bilan yuz beruvchi fizik jarayonlar, masalan, interferensiya singari hodisalar yuz bera boshlaydi. Tan olish kerakki, shu choqqacha, Boze-Eynshteyn kondensatidan biror sohada amalda jo‘yali biror naf chiqarilmagan, ya‘ni, undan biror maqsad uchun amalda foydalanilgan emas. Bu boradagi ayrim urinishlar, nazariy taxminlar chegarasidan nari chiqa olmayapti. Masalan, bir necha yillar avval, Boze-Eynshteyn kondensatidan, oddiy radarlar ilg‘amaydigan «ko‘rinmas» samolyotlarni payqash uchun foydalanish imkoniyati tekshirib ko‘rilgan edi. Bunda mutaxassislar gravitatsiyaning sezilar-sezilmas kichik o‘zgarishlari kvant interferensiyasiga qanday ta‘sir ko‘rsatayotganini kuzatish orqali maqsadga erishish mumkin deb taxmin qilishgan. Lekin, ushbu g‘oya ham xomxayoldan nariga o‘tmadi.

Aloqador mavzular:

- [Ikkita tirqishlar bilan tajriba](#) (31-sahifa)
- [Pauli tamoyili](#) (131-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Albert Eynshteyn

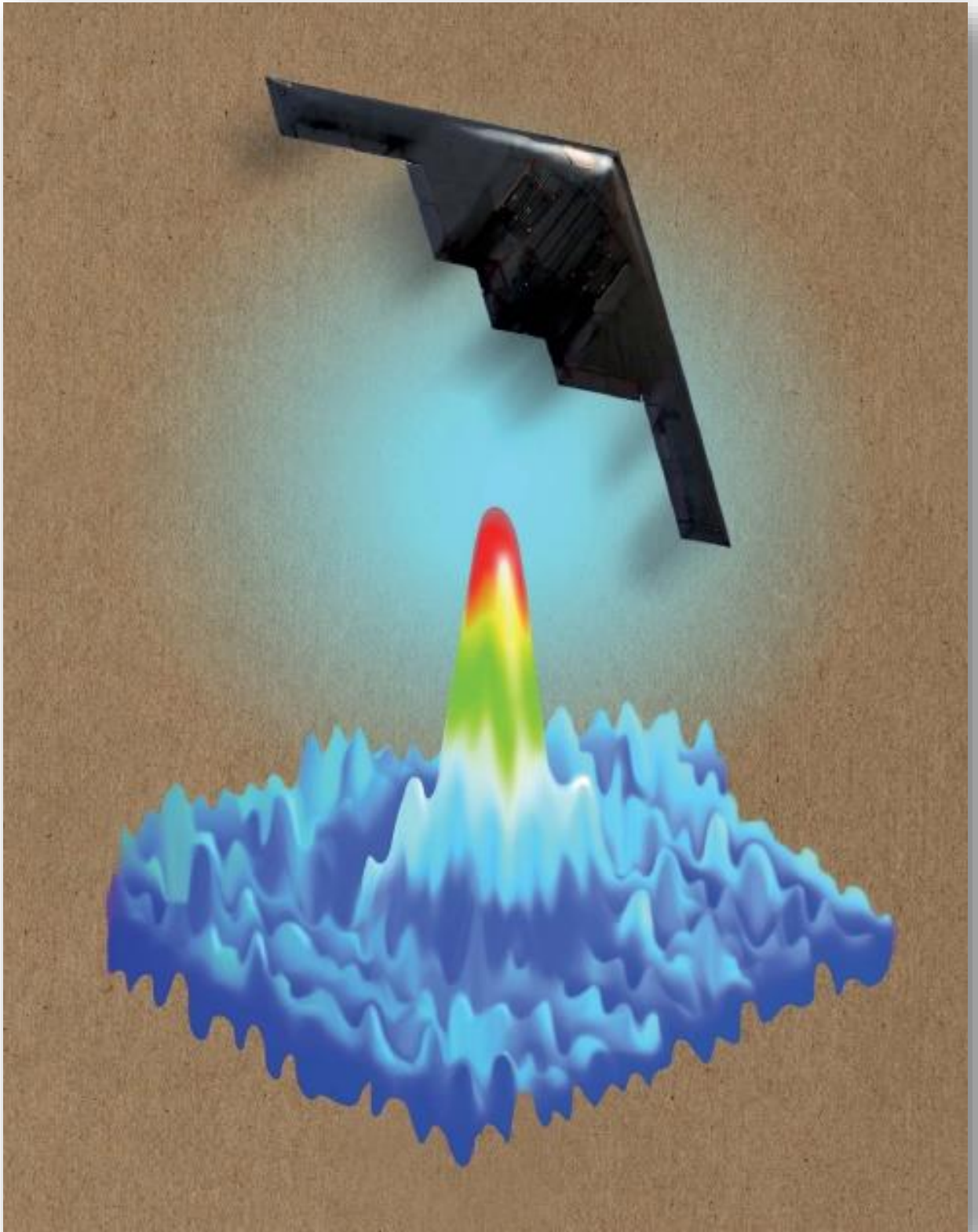
(1879-1955)

XX-asrning mashhur fizigi. Hind olimi Shatyendranat Bozening ushbu mavzuga oid ilmiy ishini taqiriz qilgan va ilm-fan olamiga tanitgan.

Lene Vestergaard Xau (1959)

Daniyalik fizik olim. Yorug‘lik tezligini pasaytirish va to‘xtatish borasidagi amaliy tajriba olib borgan ilmiy guruh rahbari.

O‘zaro ta‘sirlashayotgan kondensatlarning to‘lqin funksiyasi interferensiya manzarasini yuzaga keltiradi. Shu sababli ham, u orqali, oddiy radarlar ilg‘amaydigan «ko‘rinmas» samolyotlarni payqash mumkin deb hisoblanadi.



1894-yilning 1-yanvar
sanasida Hindistonda,
Kalkutta shahrida dunyoga
keldi.

1913
Kalkutta universitetini
tamomladi.

1917
Kalkutta universitetida
dars bera boshladi.

1917
Eynshteynning nisbiylik
nazariyasiga oid ilmiy
ishlarini nemis tilidan
ingliz tiliga tarjima qiladi.

1921
Hozirgi Bangladesh
poytaxti bo'lmish Dakka
shahri universiteti
o'qituvchilik qila
boshlaydi.

1924
Aynan bir xil kvant
zarralarini farqlab
bo'lmasligi haqidagi ilmiy
ishini e'lon qiladi.

1925
Yevropaga safar qiladi va
Mariya Kyuri, hamda
Albert Eynshteynlar bilan
uchrashadi.

1926
Dakka fizika universiteti
fizika fakultetiga rahbarlik
qila boshlaydi.

1945
Kalkutta universitetida
fizika professori darajasiga
erishadi va Hindiston
fizika hamjamiyatiga
prezident etib saylanadi.

1948
Bengaliya ilmiy
hamjamiyatiga asos soldi.

1954
Hindiston parlamentining
yuqori palatasiga a'zolikka
saylanadi. Hindiston
hukumati olimga
mamlakatdagi eng oliy
davlat mukofotlaridan biri
– Padma Vibxushan
unvonini taqdim qiladi.

1958
Buyuk Britaniya Qirollik
Jamiyatiga a'zolikka
saylanadi.

1974-yilning 4-fevral
sanasida Kalkuttada vafot
etdi.



Shatyendranat Boze

Odatda shunchaki «Hind fizigi» yoki, «Hind matematigi» deb ta'riflanadigan olim Shatyendranat Boze aslida o'ta serqirra shaxs, yetuk ijodkor va o'ta zehni mutaxassis bo'lgan. Xususan, uning fizika va matematika bilimdoni bo'lganligidan tashqari, bir vaqtning o'zida bir necha tillarni mukammal bilgani va ingliz, nemis tillarida eng murakkab ilmiy asarlarni ham erkin tarjima qila olgani gapimiz isbotidir. Mashhur olim Albert Eynshteynning nisbiylik nazariyasiga oid ilmiy ishlarini ham, 1919-yilda aynan Shatyendranat Boze (hamkasbi Megxnad Saxa bilan birgalikda) ingliz tiliga o'giran. Oradan 5 yil o'tib, Boze atiga 30 yoshdalik chog'ida, keyinchalik butun fizika olamini lol qoldirgan muhim bir ilmiy kashfiyotni amalga oshirdi.

Xabaringiz bor, 1900-yilda nemis olimi Maks Plank, qiziga jism tomonidan nurlatilayotgan energiya alohida porsiyalar tarzida, yoki, boshqacha aytganda, «kvantlar» ko'inishida chiqarilishini isbotlab berdi. Garchi, ushbu g'oya energiyaning spektr bo'ylab taqsimlanishiga oid ko'plab faktlarni ilmiy asoslab bergan bo'lsa-da, lekin, Plankning ushbu nazariya ichida qo'llagan ayrim matematik isbotlashlari, xususan, Plank qonunining matematik asoslanishi unchalik ham ishonarli bo'lib ko'rinmasdi. Plank nazariyasidagi mazkur boshliqni aynan Boze to'ldirishga muvaffaq bo'ldi. Buning uchun hind olimi Plank qonunini biroz boshqacha yondoshuv bilan talqin qiladi. Ya'ni, Plankning o'zi, o'z nazariyasida alohida olingan kvantlarni boshqa kvantlardan farqlash mumkin deb hisoblasha, Boze bunga aksincha munosabat bildiradi. Unga ko'ra, kvant zarralari o'zaro birlashib, yaxlit jism holida harakatlanishi mumkin deb olinadi.

Shatyendranat Boze o'zining ushbu sohaga oid ilmiy ishlarini maqola tarzida qog'ozga tushirib, Angliyada chop etiladigan mashhur ilmiy nashrlardan biriga yuboradi. Biroq, Angliyadagi jurnaldan hind olimiga rad javobi keladi. Ruhan tushkunlikka tushmagan olim, ushbu ilmiy izlanishlarini yana bir bora mukammal tekshirib, taqriz va tahlil qilish uchun, o'sha zamonning eng mashhur va yetuk fizik olimi – Albert Eynshteynga yuboradi. Eynshteyn Bozening ishlarini sinchiklab o'qib chiqadi va unda bayon qilingan masalalarga va umuman, mavzuning nechog'lik mukammal yoritilganligiga qoyil qoladi. U hind olimining mazkur ishini o'ta yuqori baholaydi va ingliz tilidan nemis tiliga o'girib, shuningdek, taqriz jarayonida o'zida paydo bo'lgan qo'shimcha g'oya va izohlar bilan to'ldirib, Germaniyada chop etiladigan mashhur ilmiy jurnallardan biriga nashrga beradi. Eynshteynning to'ldirishlari va izohlari bilan yanada mukammallashgan maqola «Boze-Eynshteyn statistikasi» deb nomlangan edi va uni «*Zeitschrift für Physik*» jurnali bosib chiqargan. Kvant fizikasida va umuman ilm-fanda tez-tez tilga olinadigan «bozon», «bozonlar» atamasi, Shatyendranat Bozening aynan ushbu ilmiy ishidan keyin, uning nomi (aniqrog'i, familiyasi) bilan shunday atala boshlangan. Ya'ni, «bozon» termini Boze familiyasidan yasalgan. Albatta, bu ham bo'lsa, Shatyendranat Bozening kvant fizikasi rivojiga qo'shgan salmoqli hissasi e'tirofidir.

Bozening ilmiy salohiyatidan hayratga tushgan Albert Eynshteyn, unga Yevropaga safar qilish uchun viza olishiga ko'maklashadi va u bilan shaxsan uchrashishga ishtiyoqmand bo'lib yuradi. Vanihojat, turli iqtisodiy va byurokratik to'siqlarni yengib o'tgan Shatyendranat Boze, 1925-yilda Yevropaga yetib boradi va o'sha zamonning eng yetuk fizik olimlari bilan ilmiy uchrashuvlar o'tkazadi. Xususan, u bir muddat Parijda turib, olima Mariya Kyuri bilan birga ish olib boradi. Keyin esa, olim Berlinga yo'l olib, u yerda, kvant fizikasining asoschilardan bo'lmish Nil Bor, Verner Geyzenberg va Ervin Shryodinger singari mashhur olimlar bilan uchrashib, muhim ilmiy masalalarni muhokama qiladi. Albatta, Berlinda Bozening asosiy ilmiy suhbatlarni Albert Eynshteyn bilan kechgan.

O'ta kuchli zehni va ilmiy salohiyatiga qaramasdan, Shatyendranat Boze hayotda ham, professional kasbida ham nihoyatda betartib, pala-partish shaxs bo'lgani haqida aytib o'tish joiz. U, ohori to'kilib, eskirib ketgan bo'lsa ham, aynan bitta kiyimni almashtirmay yillab kiyib yurishi, yoki, o'zi qunt bilan shug'ullanayotgan biror ilmiy ishni oxiriga yetkazmay turib, kallasiga boshqa fikr kelib qolsa, boyagi ishni kelgan joyida shundog'icha tashlab, yangi fikrga chalg'ib ketishi ham odatiy hol edi. Natijada, uning ko'plab boshqa ajoyib ilmiy g'oyalari qog'ozda chala qolib ketar va keyinchalik olim bu haqida qaytib eslamasligi ham mumkin edi. Shunga qaramay, Bozeni butunlay parishonxotir, yoki, muomalaga no'noq shaxs bo'lgan deyish ham to'g'ri emas. Chunki, u nafaqat aniq fanlar bilimdoni bo'lmay, maqola boshida aytganimizdek, juda serqirra shaxs, ijodkor inson bo'lgan. Olim hind milliy she'riyati va adabiyotini, shuningdek, jahon adabiyoti durdonalarini ham, uncha-muncha professional adabiyotshunoslardan ko'ra yaxshiroq bilgan. Shuningdek, Boze hind milliy musiqasini ham juda yaxshi bilimdoni bo'lib, «esraj» nomli torli cholg'u asbobida professional darajada kuy chala olgan.

Shatyendranat Boze bilan hamsuhbat bo'lgan zamondoshlari uni o'ta ajoyib suhbatdosh, nihoyatda keng fikrli, chuqur bilimli ziyoli shaxs sifatida ko'p xotirlashgan. Olim shuningdek, butun hayoti mobaynida, vatani – Hindistonning ilm-fan sohasidagi xalqaro nufuzini oshirish yo'lida tinimsiz mehnat qilgan. U Hindiston yoshlarining zamonaviy ilm-fandan to'laqonli xabardor bo'lishi, Hind ilm-fani butun jahon ilm-fanining rivojlanish darajasi bilan hamnafas bo'lishi uchun qo'lidan kelgan barcha ishlarni qilgan. Xususan, Shatyendranat Boze, zamonaviy ilm-fan Hindistonda ham taraqqiy etishi uchun, hind yoshlari zamonaviy bilimlarni o'z ona tillarida olishlari kerak deb hisoblagan va shu maqsadda, eng ilg'or, yangi ilmiy adabiyotlarni, buyuk fiziklarining yangi-yangi ilmiy asarlarini jahon tillaridan hind tiliga muntazam ravishda tarjima qilinishiga katta e'tibor qaratgan. Aynan shu maqsad yo'lida u, ko'p millatli va ko'p tillarda so'zlashuvchi hind yoshlariga o'z ona tillarida bilim beruvchi oliygo'h tashkil etishga qaror qiladi va 1948-yilda Bengaliya ilmiy hamjamiyatiga asos solib, Hindistondagi barcha asosiy tillarda chop etiluvchi ilmiy jurnallarni chiqara boshlaydi.

Shatyendranat Boze nafaqat Hindistonning, balki, butun XX-asr fizikasi rivojida ulkan hissa qo'shgan olimdir. 1995-yilda olimlar tarixda ilk bora moddani deyarli mutlaq nol haroratgacha sovitish asnosida, Boze-Eynshteyn statistikasiga bo'ysinuvchi atomlarning katta to'plamini olishga, ya'ni, o'zini xuddi yaxlit bir ulkan atom singari tutuvchi Boze-Eynshteyn kondensatini hosil qilishga muvaffaq bo'lishdi.

Kvant xromodinamikasi (KXD)

3 soniyalik fakt

Rang zaryadi – elektr zaryadiga o‘xshash xarakteristika bo‘lib, kvarklar va glyuonlar uning tashuvchisi sanaladi.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kvarklar va glyuonlarni o‘zaro bog‘lovchi kuchlar, nisbatan qisqa masofalarda ancha kuchsiz bo‘lishiga qaramasdan, neytronlar va protonlarni o‘zaro bog‘lovchi yadroviy kuchlarning nima sababdan bu darajada katta ekanini aynan KXD tushuntirib bera oladi. U, protonlarning o‘zaro to‘qnashishi hodisasini, kvarklar va glyuonlarning o‘zaro ta‘siri nuqtai nazaridan tahlil qilish imkonini beradi. Xiggs bozonining ochilishi ham aynan KXD g‘oyalari tufayli imkonli bo‘lgan edi. KXDga ko‘ra, tabiatda glyuoniy zarrachalari mavjud bo‘lishi mumkin; lekin, glyuoniy kvarklardan iborat boshqa zarrachalar ichida yashiringani sababli, uni aniqlash va alohida ajratib olish juda qiyin.

Elementar zarralar fizikasida real voqe‘likning yanada chuqur va aniq manzarasi namoyon bo‘lgan 1970-yilgacha bo‘lgan paytlarda, olimlar, protonlar va neytronlarni o‘zaro bog‘lab turuvchi va fanda «kuchli yadroviy o‘zaro ta‘sir» deb nomlanuvchi fizik hodisa uchun jo‘yali tuzukroq izoh topa olishmagan. O‘shanda, ya‘ni, 1970-yilga kelib, protonlar va neytronlar yanada kichik elementar zarralardan – kvarklardan tashkil topganligi ma‘lum bo‘ldi. Kvarklar, siz bilan biz yaxshi biladigan elektr zaryadining tashuvchisi hisoblanadi. Shuningdek, olimlar, xuddi boshqa nom qurib qolgandek, nima uchundir «rang» deb nom bergan yana bir zaryad turini ham kvarklar tashiydi (aslida, kvarklarning qandaydir rangini bildirmaydi, bu shunchaki nom xolos). Kvarklar haqida gap ketganda qo‘llanadigan «rang» tushunchasi bu – kvarklarni bir-biri bilan o‘zaro guruhlariga birlashtiradigan turli xil kuchlarning xarakterini ifodalashini nazarda tutish joiz. Kvarklarning turli «ranglar» bilan o‘zaro guruhlanishidan protonlar va neytronlar, demakki, atomlarning yadrolari hosil bo‘ladi. «Rang»ni tashish uchun xizmat qiladigan zarrachalarning o‘zaro ta‘sirlashishi mexanizmlari haqidagi relyativistik kvant nazariyasi - «kvant xromodinamikasi» deyiladi va u odatda, ilmiy manbalarda qisqacha qilib «KXD» tarzida yoziladi. KXD nazariyasi ham, elektr zaryadiga ega zarrachalar va yorug‘lik o‘rtasidagi o‘zaro ta‘sirni izohlab beruvchi – kvant elektrodinamikasi (KED) nazariyasi bilan o‘zaro o‘xshashdir. Yorug‘likning o‘zi ham zarrachalardan, ya‘ni, fotonlardan tashkil topgan deb ta‘riflanadi. KXD ham, «rang» tashuvchi zarrachalar va glyuonlar orasidagi o‘zaro ta‘sirlarni shunga o‘xshash tarzda bayon qiladi. Biroq, fotonlarning elektr zaryadiga ega bo‘lmasligini va o‘zaro bir-biridan mustaqil ravishda harakatlanishini inobatga olsak, glyuonlarning ulardan yaqqol farqi namoyon bo‘ladi. Ya‘ni, glyuonlar «rang» zaryadiga ega bo‘ladi va harakatlanish vaqtida bir-biri bilan o‘zaro bog‘liq holda o‘zaro ta‘sirlashadi. Shu sababli ham, KXD doirasida bayon qilinadigan kuchlar, KED doirasida izohlanadigan elektromagnit kuchi singari darajada tushunishga oson emas va bu kuchlar o‘zini birmuncha boshqa tutishi bilan, murakkabroqdir.

Aloqador mavzular:

- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa)
- [KED asoslari](#) (61-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Devid Gross

(1841)

Devid Politser

(1849)

Frenk Vilchek

(1851)

Nobel mukofotiga sazovor bo‘lgan AQSH fiziklari.

Kvant xromodinamikasidagi «rang» tushunchasi siz bilan biz yaxshi bilgan, optika sohasidagi rang tushunchasi bilan hech qanday aloqaga ega emas. Bu shunchaki nom xolos va zarrachalarning elektr zaryadi singari, maxsus bir fizik xossasini ifodalaydi.



Kvant biologiyasi

3 soniyalik fakt

Kvant mexanikasining tunnel effekti, superpozitsiya va kvant chigalligi singari hodisalari ayrim biologik jarayonlarda o'ta muhim ahamiyat kasb etishi aniqlangan.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kvant effektlarining biologik ahamiyati haqidagi bahsli nazariyani 1990-yillar boshida fizik olim Rojer Penrouz va neyrobiolog Styuart Xameroff tomonidan o'rtaga tashlangan edi. Ularning fikricha, inson ongi bu - «mikrotrubkalar» deb nomlanuvchi oqsil tolalarida yuzaga keladigan superpozitsiya holatining natijasi bo'lib, unga ko'ra, mazkur holatda to'lqin funksiyasi kollapsga duchor bo'ladi va miya o'ziga xos kvant hisoblashlarini amalga oshirib, oddiy mantiq vositasida yechib bo'lmaydigan savollarga ham javon topa olish imkoniga ega bo'ladi.

Kvant effektlarining biologik ahamiyati ham

mavjudmi? Bir qarashda buning ehtimoli juda kam ko'rinadi. Chunki, kvant effektlari juda kichik, mayda miqyoslarda ro'y beradi va boz ustiga, ular tashqi muhitdan izolyatsiyalangan sharoitlarda va o'ta past haroratlar yuz beradi. Biologiyada o'rganiladigan tirik organizmlar esa, katta o'lchamlarga ega ekanligidan tashqari, odatda, tanasi issiq bo'lib, kvant fizikasi taqozo etadigan laboratoriya sharoitlarga hech qanday aloqadorlikka ega emas. Lekin, bu noto'g'ri fikrlash ekani fanda allaqachon ma'lum bo'lgan haqiqatdir. Zero, kvant effektlari biologik sistemalarda ham kuzatilmoqda va shu sababli, ilm-fanda kvant biologiyasi allaqachon mustaqil fan sifatida shakllanib ulgurdi. Xususan, fermentlar tomonidan nazorat qilinadigan ko'plab biokimyoviy reaksiyalar ionlashgan vodorodning – proton ionining bir molekuladan boshqasiga o'tishi evaziga ro'y beradi. Proton shunchalik yengilki, u energetik to'siqni tunnel effekti evaziga yengib o'tishi mumkin. Bir narsa qiziq va hozircha tushunarsiz bo'lib qolmoqda: tunnel effekti biologik sistemalarda tasodifan yuz berarmikin, yoki, u tabiiy tanlash jarayonlaridan qandaydir tarzda ishtirok etarmikin? Yanada ajabtovur misol bu – bakteriyalar tomonidan yorug'likni o'zlashtirish jarayonida, fotosintezda molekularning yorug'likni tutib olish hodisasi bo'lib, aftidan, bunda yorug'lik energiyasi kvant to'lqinlarining superpozitsiyasi bo'ylab taqsimlanadi va o'z navbatida, ushbu to'lqinlar fotosintez reaksiyasi yuz berayotgan boshlang'ich joyga yana navbatma-navbat qaytib, energiya taqsimotining samaradorligini ortishida xizmat qila boshlaydi. Shuningdek, ilmiy taxminlarga ko'ra, qishlash uchun boshqa mintaqalarga uchib ketuvchi qushlarning makondan-makonga orientir olishida yordam beruvchi o'ziga xos biomagnit kompassi mavjud bo'lib, u parvoz mobaynida, Yerning magnit maydoniga orientirlangan holda, manzilni va masofani aniq belgilash imkonini berar ekan. Qushlarning ushbu biomagnit kompassi ham kvant chigalligiga asoslanib ishlashi taxmin qilinmoqda. So'nggi yillarda o'tkazilgan tajribalar orqali, chumchuqsimonlar oilasiga mansub qizilbo'yin (*Erithacus rubecula*) qushining ko'zida joylashgan elektronlari va Yerning magnit maydoni orasida kvant chigalligi mavjudligi va ushbu qush aynan ushbu kvant effektiga asosan manzilni aniqlashi ilmiy isbotlandi.

Aloqador mavzular:

- [Tunnel effekti](#) (73-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Grem Fleming

(1849)

Fotosintez jarayonidagi energiyaning uzatilishida kvant kogerensiyasi yuz berishini birinchi bo'lib aniqlagan Amerikalik fizik.

Pol Deyvis

(1846)

Ingliz fizigi

Qushlarning parvoz vaqtida manzil va masofani aniqlash qobiliyati kvant effektlarining biologik sistemalarda ham namoyon bo'lishini ko'rsatadi.



Kvant gravitatsiyasi

3 soniyalik fakt

Kvant gravitatsiyasi nazariyasi – umumiy nisbiylik nazariyasi va subatom zarralari kvant fizikasini o‘zaro bog‘lashga bo‘lgan urinishdir.

Mulohaza uchun 3 daqiqa:

Kvant gravitatsiyasiga oid aksar g‘oyalar, zamon va makon uyg‘unligining Koinot bo‘ylab ulkan masofalarni bosib o‘tayotgan zarrachalarga nisbatan ta‘sir sifatida namoyon bo‘luvchi diskret strukturasi haqidagi taxminlarga asoslanadi. Agar, gravitatsiya haqiqatan ham kvant xossasiga ega bo‘lsa, unda, ushbu xossani tasdig‘i sifatida, gravitatsiyaning kvant birligi – graviton mavjud bo‘lishi kerak. Lekin, tabiatda ma‘lum fundamental o‘zaro ta‘sir ichida gravitatsiya eng kuchsizi bo‘lib, shu sababli ham, gravitonni aniqlash va topish juda qiyin.

Kvant gravitatsiyasi nazariyasini ishlab chiqish

masalasi zamonaviy fizika fani qarshisida turgan eng dolzarb masalalardan biridir. «Barcha narsa nazariyasi», qisqacha qilib «umumiy nazariya» deb nom olishi rejalashtirilgan va hozircha hech qanaqasiga bir tayinli ko‘rinishga keltirishning iloji bo‘lmayotgan xayoli «mukammal» nazariyada olimlar Eynshteynning zamon va makonning egrilanishi haqidagi umumiy nisbiylik nazariyasi bilan, subatom zarralar va jarayonlarni bayon qiluvchi kvant nazariyasini umumlashtirishni maqsad qilishgan. Muvaffaqiyatli chiqqan «umumiy nazariya» Ulkan Portlashdan keyingi dastlabki lahzalarda nimalar sodir bo‘lganini, yoki, galaktika markazidagi qora tuynuk ichkarisida nimalar ro‘y berayotganini ifodalash imkonini bergan bo‘lur edi. Lekin, bunday nazariyani barpo qilish oson emas. Deyarli imkonsiz. Vaziyatni chigallashtiruvchi eng asosiy omillardan biri – nisbiylik nazariyasida va kvant nazariyasida vaqt va fazoning boshqacha-boshqacha tarzda talqin qilinishi, ya‘ni, umuman farqli kattalik va jarayonlar sifatida qaralishidir. Xususan, kvant nazariyasida vaqt va fazo – zarrachalarning o‘zaro ta‘siri yuz beradigan o‘zgarimas (doimiy) joy yoki, fon tarzida qaralsa, nisbiylik nazariyasida esa, o‘z nomi bilan, vaqt va fazo (zamon va makon) tushunchalari nisbiy, ya‘ni, o‘zgarishi mumkin bo‘lgan tushunchalardir. Gravitatsiya nazariyasini kvant nazariyasi bilan birlashtirishning bundan ham mushkul joyi shundaki, kvant gravitatsiyasi nazariyasini tekshirib ko‘rish uchun, oddiy laboratoriya sharoitlarida hosil qilish imkonsiz bilan energiya va masofalar talab etiladi. Shunga qaramay, optimistik ruhdagi ayrim fiziklar, ushbu nazariyalarni birlashtirishni iddao qiluvchi birmuncha jur‘atli takliflarni o‘rtaga tashlamoqdalar. Shunday takliflardan biri «torlar nazariyasi» deb nomlanadi. Unga ko‘ra, elementar zarralar xuddi cholg‘u asbobi torining tebranishi singari ravishda tebranib turuvchi favqulodda juda-juda kichik o‘lchamlardagi energetik tolalar tarzida tasavvur qilinadi. Ushbu energetik tebranishlar 9 yoki, 10-o‘lchamli fazoni egallaydi deb taxmin qilinadi. «Tolali kvant nazariyasi» deb nomlanadigan yana bir kvant gravitatsiyasi nazariyasiga ko‘ra, fazo (makon) – o‘zaro spin tarmog‘ini hosil qiluvchi tugunlar bilan bog‘langan diskret hujayralardan iborat ixcham struktura sifatida tasavvur qilinadi.

Aloqador mavzular:

- [Maydonning kvant nazariyasi](#) (59-sahifa)

Biografiyalar uchun 3 soniyadan:

Pol Dirak

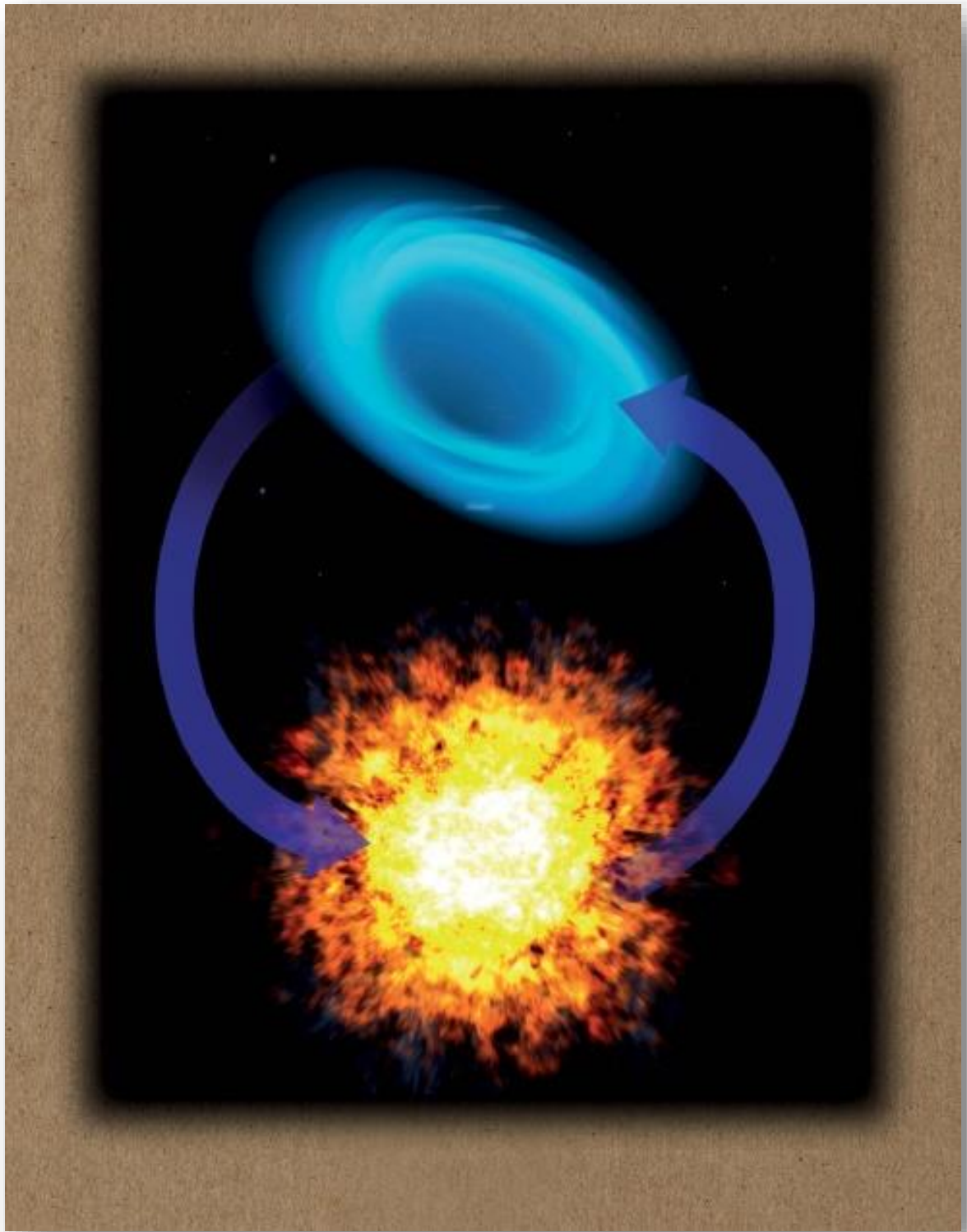
(1902-1984)
Ingliz fizigi.

Abey Ashtekar

(1849)

Umumiy nisbiylik nazariyasini qayta ta‘riflagan va uning matematik ifoda tilini kvant fizikasining matematik ifoda tiliga yaqinlashishiga hissa qo‘shgan hind fizigi.

Gravitatsiyaning kvant nazariyasiz Ulkan Portlashni, hamda, qora tuynuk ichkarisidagi fizik jarayonlarni ilmiy bayon qilish imkonsizdir.



Manbalar

Kitoblar

(hammasi ingliz tilida)

1. «Paradoks: Fizikadagi to‘qqizta ulkan jumboq»
Muallif – Jim al-Xalili, «Black Swan» nashriyoti 2013-yil.
2. «Xyu Everett III ning ko‘p olamlari»
Muallif – Piter Bayrn, Oksford universiteti nashriyoti 2010-yil.
3. «Kvant nazariyasi sizga muhtoj emas»
Muallif – Markus Choun, «Faber va Faber» nashriyoti 2008-yil.
4. «Tangri effekti: kvant chigalligi»
Muallif – Brayan Klegg, «St Martin Griffin» nashriyoti 2009-yil.
5. «Kvant asri»
Muallif – Brayan Klegg, «Icon books» nashriyoti 2014-yil.
6. «Antimateriya»
Muallif – Frenk Klouz, Oksford universiteti nashriyoti 2010-yil.
7. «Cheksizlik boshqotirmasi: qayta me‘yorlash va kvant nazariyasi»
Muallif – Frenk Klouz, Oksford universiteti nashriyoti 2011-yil.
8. «Hech narsa»
Muallif – Frenk Klouz, Oksford universiteti nashriyoti 2009-yil.
9. «Kvant elektrodinamikasi: Yorug‘lik va materiyaning g‘alati nazariyasi»
Muallif – Richard Feynman, «Penguin» nashriyoti 1990-yil.
10. «Kvant mushuklari bilan hisoblash»
Muallif – Jon Gribbin, «Bantam» nashriyoti 2013-yil.
11. «Ervin Shryodinger va kvant inqilobi»
Muallif – Jon Gribbin, «Black Swan» nashriyoti 2013-yil.
12. «Lazer yasash poygasi»
Muallif – Jeff Xecht, Oksford universiteti nashriyoti 2010-yil.
13. «Kvant mexanikasining ajoyib tarixi»
Muallif – Jeyms Kakalios, «Duckworth» nashriyoti 2010-yil.
14. «Kvant»
Muallif – Manjit Kumar, «Icon books» nashriyoti 2009-yil.

Maqolalar va veb-havolalar

(hammasi ingliz tilida)

1. Ser Piter Mensfeld biografiyasi -
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2003/mansfield-bio.html
2. Xiggs bozoni: YYTM fizik mutaxassisi Paulina Gagnon bilan bir yil
<http://home.web.cern.ch/about/updates/2013/07/higgs-boson-one-year>
3. Nobel mukofoti rasmiy veb-sahifasidagi fizika bo'yicha 2001-yilgi Nobel mukofoti haqidagi maqola:
www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2001/popular.html
4. Fizika instituti rasmiy veb-saytida kvant fizikasi sahifasi
www.quantumphysics.iop.org
5. Jim al-Xalili – «Kvant hayoti» ilmiy-ommabop videofilmi.
www.richannel.org/jim-al-khalili--quantum-life-how-physics-canrevolutionisebiology
6. «New Scientist» veb saytida «Kvant olami» rukni
<http://www.newscientist.com/topic/quantumworld>
7. <http://www.sciencedaily.com> saytida «Kvant yangiliklari» rukni
http://www.sciencedaily.com/news/matter_energy/quantum_physics/
8. Kvant fizikasi bo'yicha mutaxassis olim Brayan Kleggning shaxsiy blogi
www.brianclegg.blogspot.co.uk/2013/08/peston-physics.html
9. Qirollik Jamiyati rasmiy veb-sahifasi www.royalsociety.org
10. «Scientific American» jurnali veb-sahifasi
<http://www.scientificamerican.com/topic/quantum-physics/>
11. Shatyendranat Boze xotirasi va ilmiy merosiga bag'ishlangan sayt
<http://www.snbose.org/>

Mualliflar haqida

Filipp Boll - «Nature» jurnali muharriri. Oksford universitetini kimyo mutaxassisligi bo'yicha va Bristol universitetini fizika mutaxassisligi bo'yicha tamomlagan. Ilmiy maqolalari bilan matbuotda va internetda muntazam chiqish qiladi. «H₂O: Suvning tarjima holi»; «Yorqin Yer sayyorasi», «Musiqaviy instinkt: musiqa qanday taraladi va nega biz usiz tura olmaymiz?»; «Qiziquvchanlik» singari kitoblar muallifi. Filipp Boll kimyo fanini ommalashtirishga qo'shgan hissasi uchun Amerika kimyo hamjamiyatining Greydi-Stak ilmiy mukofoti laureati bo'lgan. Shuningdek u, murakkab ilmiy nazariyalarni tushunarli tilda bayon qilgani uchun, Lagranj mukofotiga ham loyiq ko'rilgan.

Brayan Klegg – Kembrij universitetida tabiiy fanlar bo'yicha, asosan amaliy fizika borasida ma'ruzalar o'qiydi. «British Airways» kompaniyasi uchun qator texnologik innovatsiyalarni ishlab chiqqanligi bilan nom qozongan. Ilmiy konsultatsiya agentligi tashkil qilgan va unga o'zi rahbarlik qiladi. «Nature», «Times» va «Wall street Journal» kabi nashrlarda muntazam chiqish qiladi. Oksford va Kembrij universitetlarida, hamda, Qirollik institutida ma'ruzalar o'qiydi. Ilmiy kitoblarni tahlil qiluvchi va ularga sharhlar e'lon qiluvchi <http://www.popularscience.co.uk/> sayti muallifi. «Cheksizlikning qisqacha tarixi», hamda, «Vaqt mashinasini qanday yasash mumkin?» nomli kitoblar muallifi.

Leon Kilford – ilmiy konsultant va ilmiy-ommabop asarlar yozuvchisi. Britaniya ilmiy ommabop asarlar yozuvchilari hamjamiyati a'zosi. «New Scientist», «Daily Telegraph» va shunga o'xshash ko'plab ilmiy nashrlarda ilm-fan va texnikaga oid maqolalar bilan ko'p yillar davomida chiqishlar qilgan. Astrofizika, iqlimshunoslik va zarrachalar fizikasi bilan shug'ullanadi.

Frenk Klouz – Oksford universiteti fizika professori. Bir necha yil davomida Rezerford laboratoriyasiga va YYTMning jamoatchilik bilan aloqalar bo'limiga mudirlik qilgan. Kvarkglyuon bog'lanishlari sohasida izlanishlar olib boradi va ushbu mavzuga oid 200 ga yaqin maqolalarni turli ilmiy nashrlarda e'lon qilgan. Amerika fizika Jamiyati va Britaniya fizika instituti a'zosi. Ilm-fanni ommaviy targ'ib qilishga qo'shgan hissasi uchun, Frenk Klouz 1996-yilda Kelvin mukofotiga loyiq ko'rilgan. Ko'plab kitoblari nashr etilgan.

Sofi Xebden – plazma fizikasi bo'yicha mutaxassis olim. Ilmiy jurnalist.

Aleksandr Xellemans – maqolalari «Nature», «Scientific American», «Science», «Guardian» kabi nashrlarda muntazam chop etiladigan, ilmiy yozuvchi-jurnalist.

Sheron Enn Xolgeyt – Ilmiy jurnalist. BBC radio-4 kanalida ilmiy eshittirishlar olib boradi.

Endryu Mey – Ilmiy jurnalist va texnik konsultant. Manchester universitetini tamomlagan. 1970-yillarda Kembrij universitetida fizika bo'yicha ma'ruzalar o'qigan.

Tashakkurnomalar

Illyustratsiyalar ro'yxati:

O'zlariga tegishli rasm va bezaklardan foydalanishga ruxsat berganliklari uchun, mualliflar quyida sanab o'tilgan shaxslar va tashkilotlarga o'z minnatdorchiligini bildiradi. Biz siz haqingizda eslab o'tishga imkon qadar harakat qildik. Agar, mabodo biror o'rinda sizning nomingiz eslatib o'tilmay ketgan bo'lsa, buning uchun ma'zur tutasiz degan umiddamiz.

1. 41, 57 va 62 sahifalardagi suratlarni Corbis agentligi taqdim etgan.
2. 40-sahifadagi Verner Geyzenberg fotosuratini Nemis federal arxivi taqdim etgan.
3. 102-sahifadagi suratni H.Raab taqdim qilgan.
4. 117-sahifadagu surat Kavendish laboratoriyasi tomonidan taqdim etilgan.
5. 81-sahifadagi suratni «Getty Images»dan olingan.
6. 25 va 93 sahifalardagi rasmlarni AQSH kongress kutubxonasi taqdim qilgan.
7. 56-sahifadagi tasvirni NASA taqdim qilgan.
8. Qolgan barcha surat va rasmlar «[Shutterstock](#)» va «[Clipart images](#)» agentliklari tomonidan taqdim qilingan.

