

Історія фізики

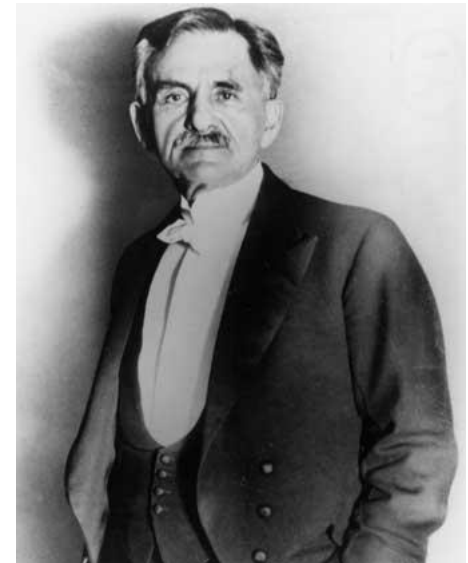
доктор фіз.-мат. наук, професор
Макара Володимир Арсенійович

Електродинаміка рухомих середовищ і електронна теорія

Альберт Абрахам Майкельсон (19 грудня 1852, Стрельно, Пруссія - 9 травня 1931, Пасадена, Каліфорнія) — перший американський фізик, удостоєний в 1907 Нобелівської премії з фізики за створення прецизійних інструментів та виконані з їх допомогою спектроскопічні і метрологічні дослідження.

Швидкість світла. Перші виміри

В 1877 році Майкельсон починає удосконалювати метод вимірювання швидкості світла за допомогою обертового дзеркала, запропонованого Леоном Фуко. Ідеєю Майкельсона було застосувати кращу оптику і довшу дистанцію. У 1878 році він зробив перші вимірювання на досить кустарній установці. Ця робота привернула увагу Симона Ньюкомба - директора Nautical Almanac Office, який також планував зайнятися подібними експериментами. Майкельсон опублікував свій результат 299910 ± 50 км/с в 1879 році. Після цього він переїхав до Вашингтона (США), щоб допомогти в проведенні дослідів Симона Ньюкомба. Так почалася дружба і співпраця між двома вченими.



Ньюкомб отримав у своїх досліджах, які краще фінансувалися, значення швидкості світла $299\,860 \pm 30$ км/с, яка співпадала в межах похибок вимірів зі значенням Майкельсона. Майкельсон і далі удосконалював свій метод; він опублікував в 1883 році значення $299\,853 \pm 60$ км/с.

Маунт-Вільсон і час до 1926 року

У 1906 році Роза і Дорсі виміряли швидкість світла за допомогою нового, електричного методу. Вони отримали значення $299\,781 \pm 10$ км/с.

Після 1920 Майкельсон приступив до «фінального» вимірювання швидкості світла в обсерваторії Маунт-Вільсон, причому базою для вимірювання служила дистанція довжиною 22 милі - до гори Лукаут, що знаходиться на південній стороні гори Сан-Антоніо.

У 1922 році берегова і геодезична комісія США приступила до ретельного вимірювання цієї дистанції за допомогою недавно винайдених інвар-стрічок. У 1924 році, коли довжина була виміряна з точністю 10^{-6} , приступили до вимірювання швидкості світла, яке тривало два роки і дало значення швидкості світла $299\,796 \pm 4$ км / с.

Цей знаменитий експеримент відомий також проблемами, що виникали при його проведенні. Наприклад великою проблемою були лісові пожежі, дим від яких приводив до помутніння дзеркал. Також цілком можливо, що в геодезичні вимірювання, проведені з такою величезною точністю, була внесена помилка за рахунок зміщення бази, що сталося під час землетрусу в Санта-Барбарі 29 червня 1925 року (6,3 бала за шкалою Ріхтера).

Майкельсон, Піз і Пірсон в 1932 році

Після 1927 року з'явилося безліч вимірів швидкості світла за допомогою нових, електро-оптичних методів, які дали істотно менші значення швидкості світла, ніж значення Майкельсона, отримане оптичним методом в 1926 році.

Майкельсон продовжував шукати метод вимірювання, який би виключив вплив атмосферних збурень. У 1930 році він приступив, спільно з Френсісом Пізом і Фредом Пірсоном, до виміру швидкості світла в вакуумованих трубах довжиною 1,6 км. Проведенню експерименту заважали в основному геологічні нестабільності і конденсація в трубах. Зрештою, експерименти дали значення 299774 ± 11 км/с, які збігаються з результатами електро-оптичних методів.

Інтерферометрія

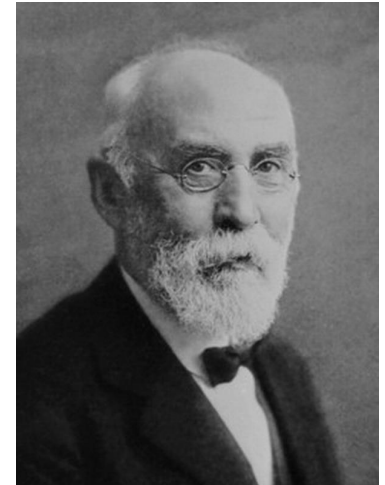
У 1881 році Майкельсон провів фізичний дослід (дослід Майкельсона) на своєму інтерферометрі з метою вимірювання залежності швидкості світла від руху Землі. Результат експерименту був негативний - швидкість світла ніяк не залежала від швидкості руху Землі і від наряду вимірюваної швидкості.

У 1887 році Майкельсон, спільно з Морлі, провів експеримент, відомий як експеримент Майкельсона-Морлі. У цьому експерименті визначалася швидкість руху Землі відносно ефіру. Всупереч сподіванням, в експерименті не виявилось руху Землі відносно ефіру. Ейнштейн у своїй першій статті з теорії відносності згадує «невдалі спроби виявити рух Землі щодо "світлоносного середовища"» і на цій основі будує нову універсальну кінематику (вже не тільки для електромагнітних явищ). Дослід Майкельсона став підставою і першим експериментальним підтвердженням теорії відносності.

У 1920 році Майкельсон провів експеримент з вимірювання кутового розміру зірок. Для цього він використовував інтерферометр з довжиною плечей 6 м. Світло від інтерферометра надсилалося за допомогою дзеркал на вхід 254-сантиметрового телескопа. У телескопі при цьому спостерігалася система смуг. При подовженні плечей інтерферометра смуги зникали. З відстані між дзеркалами інтерферометра можна було визначити кутовий розмір зірки, а при відомій відстані до зірки - також її діаметр. Майкельсон визначив таким чином діаметр зірки Бетельгейзе.

Хендрік (часто пишеться **Гендрік**) **Антон Лоренц** (18 липня 1853, Арнем, Нідерланди - 4 лютого 1928, Харлем, Нідерланди) - нідерландський фізик-теоретик, лауреат Нобелівської премії з фізики (1902, спільно з Пітером Зеєманом) та інших нагород, член Нідерландської королівської академії наук (1881), ряду іноземних академій наук і наукових товариств.

Лоренц відомий насамперед своїми роботами в галузі електродинаміки і оптики. Об'єднавши концепцію безперервного електромагнітного поля з уявленнями про дискретні електричні заряди, що входять до складу речовини, він створив класичну електронну теорію і застосував її для вирішення завдань: отримав вираз для сили, що діє на рухомий заряд з боку електромагнітного поля (сила Лоренца), вивів формулу, що зв'язує показник заломлення речовини з його густиною (формула Лоренца-Лоренца), розробив теорію дисперсії світла, пояснив ряд магнітооптичних явищ (зокрема, ефект Зеємана) і деякі властивості металів.



На основі електронної теорії Лоренц розвинув електродинаміку рухомих середовищ, в тому числі висунув гіпотезу про скорочення тіл в напрямку їх руху (скорочення Фітцджеральда-Лоренца), ввів поняття про «місцевий час», отримав релятивістський вираз для залежності маси від швидкості, вивів співвідношення між координатами і часом в рухомих відносно один одного інерційних системах відліку (перетворення Лоренца). Роботи Лоренца сприяли становленню та розвитку ідей спеціальної теорії відносності та квантової фізики. Крім того, їм було отримано ряд вагомих результатів в термодинаміці і кінетичній теорії газів, загальній теорії відносності, теорії теплового випромінювання.

Ранні роботи з електромагнітної теорії світла

До початку наукової кар'єри Лоренца електродинаміка Максвелла змогла повністю описати лише поширення світлових хвиль в порожньому просторі, тоді як питання про взаємодію світла з речовиною ще чекало свого рішення. Вже в перших роботах голландського вченого були зроблені деякі кроки до пояснення оптичних властивостей речовини в рамках електромагнітної теорії світла. Ґрунтуючись на цій теорії (точніше, на її інтерпретації в дусі дальності, запропонованої Германом Гельмгольцем), у своїй докторській дисертації (1875) Лоренц вирішив проблему відбиття і заломлення світла на межі розділу двох прозорих середовищ. Попередні спроби вирішити це завдання в рамках пружної теорії світла, в якій світло трактується як механічна хвиля, що поширюється в особливому світлоносному ефірі, зіткнулися з принциповими труднощами.

Метод усунення цих труднощів запропонував Гельмгольц в 1870 році; математично строге доведення було дано Лоренцем, який показав, що процеси відбиття і заломлення світла визначаються чотирма граничними умовами, що накладаються на вектори електричного і магнітного поля на поверхні розділу середовищ, і вивів звідси відомі формули Френеля. Далі в дисертації були розглянуті повне внутрішнє відбиття і оптичні властивості кристалів і металів. Таким чином, в роботі Лоренца містилися основи сучасної електромагнітної оптики. Розмежування між ефіром і речовиною сприяло формуванню уявлень про електромагнітне поле як про самостійну форму матерії, на противагу раніше існуючого трактування поля як механічного стану речовини. Попередні результати стосувалися загальних законів поширення світла. Для того щоб зробити більш конкретні висновки про оптичні властивості тіл, Лоренц звернувся до уявлень про молекулярну будову речовини. Перші підсумки свого аналізу він опублікував у 1879 році в роботі «Про співвідношення між швидкістю поширення світла і густиною і складом середовища».

Припускаючи, що ефір всередині речовини має такі ж властивості, як і у вільному просторі, і що в кожній молекулі під впливом зовнішньої електричної сили збуджується пропорційний їй електричний момент, Лоренц отримав співвідношення між показником заломлення n і густиною речовини ρ у вигляді

$$\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)\rho} = \text{const}$$

Ця формула була отримана ще в 1869 році датським фізиком Людвігом Валентином Лоренцем на основі пружної теорії світла і нині відома під назвою формули Лоренца-Лоренца.

Істотним у виведенні голландським ученим цього співвідношення було також врахування (крім електричного поля зовнішньої світлової хвилі) локального поля, обумовленого поляризацією речовини. Для цього передбачалося, що кожна молекула знаходиться в порожнині, заповненій ефіром, і яка відчуває вплив з боку інших порожнин. Константа в правій частині формули визначається поляризацією молекул і залежить від довжини хвилі, тобто характеризує дисперсійні властивості середовища. Ця залежність фактично збігається з дисперсійним співвідношенням Зельмайєра (1872), отриманим в рамках теорії пружного ефіру. Вона була розрахована Лоренцем на основі уявлення про наявність в молекулі електричного заряду, що коливається біля положення рівноваги під впливом електричного поля. Таким чином, у цій роботі вже містилася фундаментальна модель електронної теорії - заряджений гармонійний осцилятор.

Загальна схема електронної теорії

До початку 1890-х років Лоренц остаточно відмовився від концепції дальнодіючих сил в електродинаміці на користь близькодії, тобто уявлення про кінцеву швидкість поширення електромагнітної взаємодії. Цьому, ймовірно, сприяло відкриття Генріхом Герцем електромагнітних хвиль, передбачених Максвеллом, а також читання лекцій Анрі Пуанкаре (1890), що містили глибокий аналіз наслідків теорії електромагнітного поля Фарадея-Максвелла. А вже в 1892 році Лоренц дав перше формулювання своєї електронної теорії.

Електронна теорія Лоренца являє собою максвеллівську теорію електромагнітного поля, доповнену уявленням про дискретні електричні заряди. Взаємодія поля з рухомими зарядами є джерелом електричних, магнітних і оптичних властивостей тіл. У металах рух частинок породжує електричний струм, тоді як в діелектриках зсув частинок з положення рівноваги викликає електричну поляризацію, що обумовлює величину діелектричної постійної речовини. Перший послідовний виклад електронної теорії з'явився в великій роботі «Електромагнітна теорія Максвелла і її застосування до рухомих тіл» (1892), в якій Лоренц в простій формі отримав формулу для сили, з якою поле діє на заряди (сила Лоренца). Згодом вчений допрацював і удосконалив свою теорію: в 1895 році вийшла книга «Досвід теорії електричних і оптичних явищ в рухомих тілах», а в 1909 році - відома монографія «Теорія електронів і її застосування до явищ світла і теплового випромінювання».

На відміну від первинних спроб (у роботі 1892 року) отримати основні співвідношення теорії з принципів механіки, тут Лоренц вже починав з рівнянь Максвелла для порожнього простору (ефіру) і аналогічних феноменологічних рівнянь, справедливих для макроскопічних тіл, і далі ставив питання про мікроскопічний механізм електромагнітних процесів в речовині. Такий механізм, на його погляд, пов'язаний з рухом малих заряджених частинок (електронів), що входять до складу всіх тел. Припускаючи кінцеві розміри електронів і нерухомість ефіру, присутнього як поза, так і всередині частинок, Лоренц вніс у вакуумні рівняння члени, що відповідають за розподіл і переміщення (струм) електронів. Отримані мікроскопічні рівняння (рівняння Лоренца-Максвелла) доповнюються виразом для сили Лоренца, що діє на частинки з боку електромагнітного поля. Ці співвідношення лежать в основі електронної теорії і дозволяють єдиним чином описувати широке коло явищ. Якщо раніше вважалося, що заряди діють безпосередньо один на одного, то тепер вважалося, що електрони взаємодіють з середовищем, в якому вони перебувають - нерухомим електромагнітним ефіром, що підкоряється рівнянням Максвелла. Таке уявлення про ефір близьке до сучасного поняття електромагнітного поля. Лоренц провів чітку відмінність між матерією і ефіром: вони не можуть передавати один одному механічний рух, їх взаємодія обмежена сферою електромагнетизму. Сила цієї взаємодії для випадку точкового заряду носить ім'я Лоренца. Наслідком немеханічного характеру впливу, що описується силою Лоренца, було порушення нею ньютонівського принципу дії та протидії. У теорії Лоренца розглядається припущення про поляризацію молекул тіла під дією електромагнітного поля (це здійснювалося введенням відповідної діелектричної постійної).

Застосування: оптична дисперсія і провідність металів

Застосовуючи свою теорію до різних фізичних ситуацій, Лоренц отримав ряд визначних результатів. Так, ще в першій роботі по електронній теорії (1892) вчений вивів закон Кулона, вираз для сили, що діє на провідник із струмом, і закон електромагнітної індукції. Тут же він отримав формулу Лоренца-Лоренца за допомогою прийому, відомого під назвою сфери Лоренца. Для цього було розраховано окремо поле всередині і поза уявної сфери, описаної навколо молекули, і вперше явним чином введено так зване локальне поле, пов'язане з величиною поляризації на границі сфери. У статті «Оптичні явища, обумовлені зарядом і масою іона» (1898) була в повному вигляді, близькому до сучасного, викладена класична електронна теорія дисперсії. Основна ідея полягала в тому, що дисперсія є результатом взаємодії світла з дискретними зарядами - електронами (за первісною термінологією Лоренца - «іонами»), які коливаються.

У серії робіт, опублікованих у 1905 році, Лоренц розвинув електронну теорію провідності металів. Вихідним пунктом було припущення про наявність великої кількості вільних заряджених частинок (електронів), що рухаються в проміжках між нерухомими атомами (іонами) металу. Лоренц врахував розподіл електронів в металі по швидкостям (розподіл Максвелла) і, застосувавши статистичні методи кінетичної теорії газів (кінетичне рівняння для функції розподілу), вивів формулу для питомої електропровідності, а також дав аналіз термоелектричних явищ і отримав відношення теплопровідності до електропровідності.

Застосування: магнітооптика, ефект Зеємана і відкриття електрона

Ще однією областю, в якій електронна теорія знайшла успішне застосування, стала магнітооптика. Лоренц дав трактування таких явищ, як ефект Фарадея (обертання площини поляризації в магнітному полі) і магнітооптичний ефект Керра (зміна поляризації світла, відбитого від намагніченого середовища). Однак найбільш переконливим свідченням на користь електронної теорії стало пояснення магнітного розщеплення спектральних ліній, відомого як ефект Зеємана. Перші результати експериментів Пітера Зеємана, який спостерігав уширення D-лінії спектра натрію в магнітному полі, були повідомлені Нідерландській академії наук 31 жовтня 1896 р. Вже кілька днів по тому Лоренц, присутній на цьому засіданні, дав пояснення нового явища і передбачив ряд його властивостей. Він вказав на характер поляризації країв уширеної лінії при спостереженні вздовж і поперек магнітного поля, що було підтверджено Зеєманом протягом найближчого місяця. Інший прогноз стосувався структури уширеної лінії, яка насправді повинна являти собою дублет (дві лінії) при повздовжньому спостереженні та триплет (три лінії) при поперечному. Застосувавши більш досконале обладнання, наступного року Зеєман підтвердив і цей висновок теорії. Міркування Лоренца ґрунтувалися на розкладанні коливань зарядженої частинки («іона» за тодішньою термінологією вченого) поблизу положення рівноваги на рух вздовж напрямку поля і рух в перпендикулярній площині. Повздовжні коливання, на які магнітне поле не діє, призводять до появи незміщеної лінії випромінювання при поперечному спостереженні, тоді як коливання в перпендикулярній площині дають дві лінії, зміщені на величину $eH/2mc$, де H - напруженість магнітного поля, e і m - заряд і маса «іона», c - швидкість світла у вакуумі.

Досягнення

Гендрік Лоренц розвинув електромагнітну теорію світла і електронну теорію матерії, а також сформулював самоузгоджену теорію електрики, магнетизму і світла. З іменем цього ученого пов'язана відома з шкільного курсу фізики сила Лоренца (це поняття він розвинув в 1895 р.) — сила, що діє на заряд, рухомий в магнітному полі.

Розвинув теорію про перетворення стану рухомого тіла, одним з результатів якої було так зване скорочення Лоренца-Фітцджеральда, що описує зменшення довжини об'єкта при поступальному русі. Отримані в рамках цієї теорії перетворення Лоренца є найважливішим внеском в розвиток теорії відносності.

Пояснив феномен, відомого як ефект Зеемана, за який отримав Нобелівську премію.

Нагороди і визнання

- Гендрік Лоренц був почесним доктором Паризького й Кембріджського університетів, членом Лондонського королівського й Німецького фізичного товариств.
- Нобелівська премія з фізики (1902 р.)
- Медаль Коплі
- Медаль Румфорда

Наукові праці

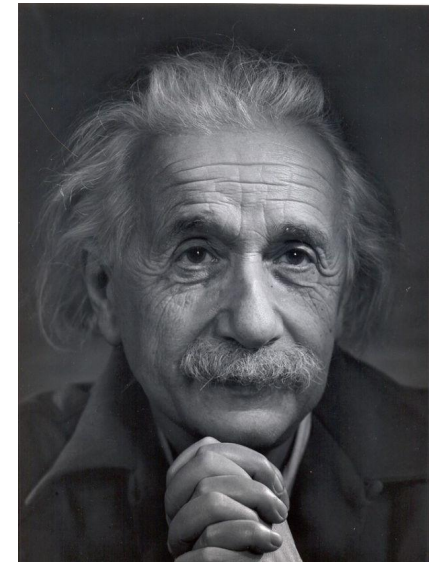
- *Лорентц Г. А.* Теория электромагнитного поля.- Л.-М.:ГТТИ, 1933. - 172 с.
- *Лорентц Г. А.* Статистические теории в термодинамике.-Л.-М.: ГТТИ, 1935. - 156 с.
- *Лоренц Г. А., Пуанкаре А., Эйнштейн А., Минковский Г.* Принцип относительности. - Л.-М.: ОНТИ НКТП СССР, 1935. - 388 с.
- *Лоренц Г. А.* Лекции по термодинамике. - М.-Л.: ГИТТЛ, 1946. - 156 с.
- *Лорентц Г. А.* Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения. - М.-Л.: ГИТТЛ, 1956. - 472 с.
- *Лоренц Г. А.* Старые и новые проблемы физики. - М.: Наука, 1970. - 370 с.

Альберт Ейнштейн (14 березня 1879, Ульм, Вюртемберг, Німеччина - 18 квітня 1955, Принстон, Нью-Джерсі, США) - фізик-теоретик, один із засновників сучасної теоретичної фізики, лауреат Нобелівської премії з фізики 1921 року, громадський діяч-гуманіст. Жив у Німеччині (1879-1893, 1914-1933), Швейцарії (1893-1914) і США (1933-1955).

Почесний доктор близько 20 провідних університетів світу, член багатьох Академій наук, у тому числі іноземний почесний член АН СРСР (1926).

Ейнштейн - автор понад 300 наукових робіт з фізики, а також близько 150 книг і статей у галузі історії та філософії науки, публіцистики та ін. Він розробив декілька значних фізичних теорій:

- Спеціальна теорія відносності (1905).
- В її рамках - закон взаємозв'язку маси та енергії: $E = mc^2$.
- Загальна теорія відносності (1907-1916).
- Квантова теорія фотоефекту.
- Квантова теорія теплоємності.
- Квантова статистика Бозе - Ейнштейна.
- Статистична теорія броунівського руху, що заклала основи теорії флуктуацій.
- Теорія індукованого випромінювання.
- Теорія розсіяння світла на термодинамічних флуктуаціях в середовищі.



Ейнштейн також передбачив «квантову телепортацію», передбачив і виміряв гіромагнітний ефект Ейнштейна - де Хааса. З 1933 року працював над проблемами космології і єдиної теорії поля. Активно виступав проти війни, проти застосування ядерної зброї, за гуманізм, повагу прав людини, взаєморозуміння між народами.

Ейнштейну належить вирішальна роль у популяризації та введенні в науковий обіг нових фізичних концепцій і теорій. У першу чергу це відноситься до перегляду розуміння фізичної сутності простору і часу і до побудови нової теорії гравітації натомість ньютонівської. Ейнштейн також, разом з Планком, заклав основи квантової теорії. Ці концепції, багаторазово підтверджені експериментами, утворюють фундамент сучасної фізики.

«Рік чудес». Спеціальна теорія відносності

В 1904 році «Аннали фізики» отримали від Альберта Ейнштейна низку статей, присвячених вивченню питань статистичної механіки й молекулярної фізики. Вони були опубліковані в 1905 році, відкривши так званий «Рік чудес», коли чотири статті Ейнштейна зробили революцію в теоретичній фізиці, поклавши початок теорії відносності, у якій Ейнштейн замінив розгляд частинок розглядом подій і перевернув уявлення про фотоефект і броунівський рух. Фізичне співтовариство в цілому погоджується з тим, що три з цих робіт заслуговували на Нобелівську премію, яка врешті-решт дісталася Ейнштейнові лише за роботу з фотоефекту - досить дивний факт, коли врахувати, що вчений відомий саме завдяки теорії відносності. Це можна пояснити відсутністю наочного експериментального підтвердження спеціальної теорії відносності, через що тогочасне наукове товариство її сприймало неоднозначно. Наприклад такі вчені як Дж. Томпсон та Г. Лоренц ще довго виступали з критикою СТВ. Тому для консенсусу було визнано доцільним нагородити Ейнштейна премією за пояснення явища фотоефекту, наукова цінність якого була беззаперечною вже тоді. На той час Ейнштейну не вдалося узгодити положення СТВ з квантовою механікою.

Загальна теорія відносності

Опублікована в 1915 році загальна теорія відносності розширила область застосування постулатів спеціальної теорії відносності на неінерційні системи відліку, включивши в себе також теорію гравітації. Загальна теорія відносності ґрунтується на принципі еквівалентності й розглядає викривлення в просторі-часі. Теорія відкрила шлях до побудови теорії Всесвіту - космології.

Статистика Бозе-Ейнштейна

У 1924 році молодий індійський фізик Шат'єндранат Бозе в короткому листі звернувся до Ейнштейна з проханням допомогти в публікації статті, в якій висував припущення про те, що кванти світла суттєво нерозрізняються, а, отже, підкоряються іншій статистиці, ніж класичні частинки. Ейнштейн прийшов до висновку, що цю ж статистику можна використовувати також щодо атомів і молекул. У 1925 році Ейнштейн опублікував статтю німецькою, в якій викладав модель Бозе, що застосовується до систем тотожних часток з цілим спіном, так званих бозонів. На підставі даної квантової статистики, відомої нині як статистика Бозе-Ейнштейна, двоє фізиків ще в середині 20-их років теоретично обґрунтували існування принципово нового агрегатного стану речовини - конденсату Бозе-Ейнштейна. Суть «конденсату» Бозе-Ейнштейна полягає в переході великого числа часток ідеального бозе-газу в стан з нульовим імпульсом при температурах, що наближаються до абсолютного нуля, коли довжина хвилі де Бройля теплового руху часток і середня відстань між цими частками зводяться до одного порядку. Починаючи з 1995 р., коли перший подібний конденсат був отриманий в університеті Колорадо, учені експериментально підтвердили можливість існування конденсатів Бозе-Ейнштейна для систем із водню, літію, натрію, рубідію і гелію.

Відзнаки і вшанування пам'яті Нобелівська премія

У архівах Нобелівського комітету збереглося близько 60 номінацій Ейнштейна у зв'язку з формулюванням теорії відносності, проте премія була присуджена лише в результаті номінації шведського фізика Карла Вільгельма Озеєна, у зв'язку з поясненням фотоелектричного ефекту. Озеєн особливо підкреслював, що цього разу він номінує Ейнштейна не у зв'язку з теорією, яка представлялася спірною членам Нобелівського комітету, а у зв'язку з поясненням природного явища, поза сумнівом спостережуваного в експерименті. В результаті цієї номінації Ейнштейн отримав премію за 1921 р. заднім числом одночасно з Нільсом Бором восени 1922 р.

Інші відзнаки

Ейнштейн був також закордонним членом Наукового товариства імені Шевченка, документи про його обрання підписав Кирило Студинський.

Посмертно Альберт Ейнштейн був нагороджений цілим рядом відзнак:

- У 1992 р. він був названий № 10 в підготовленому Майклом Хартом списку найвпливовіших осіб в історії.
- У 1999 р. журнал «Тайм» назвав Ейнштейна «Особистістю століття».
- У 1999 р. Gallup Poll навів Ейнштейна під № 4 в списку найшановніших у ХХ столітті людей.
- 2005 рік був оголошений ЮНЕСКО роком фізики з нагоди століття «року чудес», що увінчався відкриттям спеціальної теорії відносності Ейнштейном.

На честь Ейнштейна названі:

- Ейнштейн - одиниця енергії, вживана у фотохімії.
- Хімічний елемент ейнштейній (№ 99 в періодичній системі елементів Менделєєва).
- Астероїд 2001 Ейнштейн.
- Кратер на Місяці.
- Квазар Хрест Ейнштейна.
- Міжнародна Золота медаль ЮНЕСКО імені Альберта Ейнштейна.
- Медаль Альберта Ейнштейна.
- Премія Альберта Ейнштейна, що присуджується Світовою Культурною Радою.
- Коледж медицини ім. Альберта Ейнштейна при університеті Йешива.
- Центр медицини ім. Альберта Ейнштейна в Філадельфії.
- Будинок-музей Альберта Ейнштейна на Крамгассі Берн.
- Супутник-обсерваторія «Ейнштейн».
- Численні вулиці багатьох міст світу.
- «Кільця Ейнштейна».

Бібліографія

- *Эйнштейн А.* Принстонские лекции. - Ижевск: ИКИ, 2002. - 220 с.
- *Эйнштейн А.* Принцип относительности. О специальной и общей теории относительности. Общедоступное изложение. - М.: Госиздат, 1922. - 128 с.
- *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. - М.: Наука, 1965-1967. - 700+878+632+600 с.
- *Эйнштейн А.* Сущность теории относительности. - М.: ИЛ, 1955.- 160 с.
- *Эйнштейн А.* Физика и реальность.- М.: Наука, 1965. - 360 с.
- *Эйнштейн А., Инфельд Л.* Эволюция физики. Развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и квантов. - М.: Наука, 1965. - 328 с.

Поль Ланжевен (23 січня 1872 року, Париж - 19 грудня 1946 року, Париж, прах перенесено до Пантеону) - французький фізик і громадський діяч. Творець теорії діамagnetизму і парамагнетизму.

Член Паризької АН (1934), почесний член АН СРСР (1929), член Лондонського королівського товариства.

Навчався у Вищій школі промислової фізики та хімії, потім у Вищій нормальній школі, по закінченню якої навчався і працював у Кембриджі, в Кавендішській лабораторії під керівництвом сера Дж.Дж.Томсона. Займався вивченням електропровідності газів.

Після повернення в Сорбону він в 1902 році під науковим керівництвом П'єра Кюрі отримав докторський ступінь. У 1904 році став професором фізики в Колеж де Франс. У 1926 році Поль Ланжевен очолив Вищу школу промислової фізики та хімії, в якій отримав освіту.



Відомий своїми роботами по парамагнетизму і діамagnetизму, він розробив сучасну інтерпретацію цього явища з точки зору спінів електронів в атомах. Його найвідоміша робота полягала в застосуванні ультразвуку з використанням п'єзоелектричного ефекту П'єра Кюрі. Під час Першої світової війни він працював над виявленням підводних човнів за допомогою цих звуків. За свою кар'єру Поль Ланжевен багато чого зробив і для поширення теорії відносності у Франції, а також сформулював Парадокс близнюків.

Працюючи над іонізацією газів, Ланжевен глибоко цікавиться електронної теорією. Вже у своїй дисертації він говорить про цю теорію, яка, на його думку, є початком нової ери в науці. Він вважає, що роботи Лоренца і Лармора є спробою створити з ефіру, «цього субстрату Всесвіту, складне середовище, що представляє собою матерію».

Ланжевен говорить про відкриття електрона Д.Томсоном і пояснення ефекту Зеємана Лоренцем на основі теорії електронів. Він вважає, що поняття «електрони», або корпускули, за термінологією Томсона, «має, мабуть, першорядне значення».

22 вересня 1904 року Ланжевен зробив на конгресі в Сан-Луї обширну доповідь «Фізика електронів». У цій статті Ланжевен виступає безумовним прихильником Лоренца і докладно розвиває фізику електронів і ефіру і вказує на труднощі, що виникають перед електронною теорією.

Незважаючи на наявність фундаментальних труднощів, електронна теорія виявилася здатною пояснити багато чого: поляризацію, процеси іонізації, термоелектронну емісію, електропровідність металів. Сюди ж Ланжевен відносить і магнетизм. У 1905 р. він опублікував статтю «Магнетизм і теорія електронів», в якій пояснює з електронної точки зору діамагнетизм і парамагнетизм. Ця теорія Ланжевена увійшла в підручники і являє собою перший крок у теоретичному тлумаченні магнітних явищ, які до того розглядалися тільки феноменологічно.

У наступних роботах: «Еволюція понять простору і часу» (1911), «Час, простір і причинність в сучасній фізиці» (1911) - Ланжевен вже цілком переходить на точку зору Ейнштейна і говорить уже не про електромагнітний, а про загальний принцип відносності, який застосовується до всіх фізичних явищ, а не тільки до електромагнітних.

Ланжевен був першим фізиком, який указав на значення закону зв'язку маси і енергії для пояснення відхилення мас атомів від цілочисельних значень. Ці відхилення, вказує Ланжевен, «могли б статися внаслідок того, що утворення атомів з початкових елементів (шляхом розпаду, як ми це бачимо в радіоактивності, або за допомогою зворотного процесу, що до сих пір не спостерігався, який би міг створити важкі атоми) супроводжувалося б змінами внутрішньої енергії шляхом випускання або поглинання випромінювання» .

Це було сказано в 1913 р. у доповіді «Інертність енергії і витікаючи з неї наслідки», фізика ще не засвоїла поняття ядра, введене Резерфордом в 1911 р., не мала жодного уявлення про структурні елементи ядра, ще не оформила поняття ізотопу, а Ланжевен вже говорить про дефект мас при ядерних перетвореннях.