



СЪЮЗ
НА ФИЗИЦИТЕ
В БЪЛГАРИЯ

4'15

СВЕТЪТ
СВЕТЪТ
СВЕТЪТ
СВЕТЪТ

НА

ФИЗИКАТА

С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

ТОМ XXXVIII, кн. 4, 2015 г.

Издание на Съюза на физиците в България

<http://phys.uni-sofia.bg/upb/>

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Сашка Александрова

ЗАМЕСТНИК-ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Ана Георгиева

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Пенка Лазарова

ЧЛЕНОВЕ

Никола Балабанов

Мариана Кънева

Радостина Камбурова

Лилия Атанасова

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva

EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

MEMBERS

Nicola Balabanov

Mariana Kuneva

Radostina Kamburova

Liliya Atanasova

ВОДЕЩ БРОЯ: Сашка Александрова

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,

Бул. „Джеймс Баучер“ No 5

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,

1164 Sofia

☎ 02 862 76 60

E-mail: worldofphysics@abv.bg

Предпечатна подготовка: Л. Атанасова

ISSN: 0861-4210

РЕДАКЦИОННО

При вас, читателите на „Светът на физиката“ за 2015 г., списанието достига с голямо закъснение. От декември 2016 г. започва работа нова редакционна колегия с амбицията да възстановим любимото списание. Имаме надеждата, че не сме ви загубили като читатели и почитатели на списанието.

С решение на Генералната Асамблея на ООН 2015 г. е обявена за „Международна година на светлината и светлинно-базираните технологии“.

Светлината играе жизнено важна роля в ежедневието през 21 век, като предизвиква революция в медицината, международните комуникации чрез интернет и е от съществено значение за решаване на редица проблеми в енергетиката, образованието, за развитието на културните, икономическите и политически връзки на глобалното общество.

Като знаменателни съвпадения, ако се върнем назад във времето преди 200 години, през 1815 г. Огюст Френел публикува своя научен труд за вълновата теория за светлината. Преди 150 години, през 1865 г. Джеймс К. Максуел публикува обща теория на електромагнетизма, стига до идеята за електромагнитния характер на светлината и разкрива връзката между оптичните и електромагнитните явления. Специалната теория на относителността (СТО) е една от трите статии, които Албърт Айнщайн публикува преди 110 години през 1905 г., постулирайки постоянството на скоростта на светлината, за да промени представите ни за времето и пространството. Втората негова статия от същата година всъщност отново е в темата за природата на светлината – теорията на фотоефекта. Преди 100 години, през 1915 г. следва и Общата теория на относителността (ОТО), чието първо потвърждение идва от наблюденията на А. Едингтън по изкривяване на светлинните лъчи при преминаване около масивен астрономически обект.

Дали науката за светлината е просто основена област от физиката или е база за редица от модерните технологии? Този въпрос може за се проследи още от споменатите статии на Айнщайн отпреди 100 години. Биографите на Айнщайн често разглеждат работата му по това време в Патентното бюро в Берн само като източник на препитание, а заниманията му с физика в свободното време водят до създаването на трите му основополагащи статии. Това е спорно твърдение. В края на 19 и началото на 20 век индустриализацията налага синхронизиране на часовниците на национално и интернационално ниво. Това изисква не само политически решения, но представлява технологичен проблем, който изисква изпращане на сигнали между часовниците в различните локации. Работата на Айнщайн в Патентното бюро в Берн е свързана с огромен брой предложения за начини на координиране на часовниковите системи. Тогава той стига до извода, че „Не може да се дефинира абсолютно време, съществува не-

разривна връзка между времето и скоростта на сигналите“. Представете на Айнщайн за времето не са като за абстрактна същност, а са насочени към решаване на реален практически проблем. Разсъждавайки върху относителността на движението и покоя, той пише, че за да дефинираме едновременност на събитията трябва да синхронизираме часовниците чрез изпращане на светлинни сигнали между часовниците в двете посоки. Така Айнщайн всъщност поставя началото на съвременните оптични комуникации.

Както знаем, често 20 век се определя като векът на физиката главно поради развитието на двете големи физични теории - теорията на относителността и квантовата механика. Но и през 21 век сме свидетели на удивителни постижения и открития и развити на тяхна база модерни технологии. Бяхме свидетели и на още едно „удивително събитие“. В трети брой на списанието „Светът на физиката“ беше обявено, че четвърти брой няма да излезе поради липса на интересни авторски и преводни материали. Нека в тази връзка си спомним историята на Макс Планк, станала вече легенда. Когато младият Планк отива за съвет при многоуважаемия от него проф. Филип фон Жоли, за да сподели, че иска да се посвети на теоретичната физика, професорът не го окуражил, смятайки че физиката е вече развита наука и няма повече място за нови открития. Теоретичната физика е достигнала онова съвършенство, което геометрията има от векове. Остават само няколко несъществени въпроса за доизясняване. От тези малки проблеми произлизат големите физични теории на 20 век.

И така, въпреки редица трудности, брой четвърти на „Светът на физиката“ е пред вас. Ще прочетете за събитията и празниците по повод Годината на светлината, както и други интересни материали.

Надяваме се, че за всички нас физиката си остава онази вълнуваща, неизчерпаема и винаги нова и интересна наука, която ни обединява във физическата колегия на България.

Разчитаме на вашата подкрепа!

Посетете нашия сайт
wop.phys.uni-sofia.bg

Снимките и фигурите са цветни в онлайн версията на списанието

ЗА ПРОСТРАНСТВОТО, ВРЕМЕТО И СКОРОСТТА НА СВЕТЛИНАТА

100 години от Специалната теория на относителността

Сашка Александрова

Но Алиса усещаше, че не може да тича по-бързо, макар че не ѝ достигаше дъх да го каже. Най-любопитното беше, че дърветата и другите неща около тях изобщо не променяха местата си — колкото и бързо да се движеха те сякаш не отминаваха нищо.

„Дали пък всички неща тичат заедно с нас?“ — помисли бедната, озадачена Алиса.

То (времето) не обича да го бият. А ако се отнасяш добре с него, ще направи с часовника, каквото поискаш. Например, да кажем, че е осем часът сутринта, тъкмо време за училище. Само трябва да пошепнеш на времето и за миг показалецът на часовника ще се завърти! Един и половина, време за обяд!

Из „Алиса в страната на чудесата“, Луис Карол

Годината е 1905, „чудодейната година“ на Алберт Айнщайн, в която той публикува 5 статии, чиито приноси в различни аспекти на физиката го определят като един от основоположниците на модерната физика. Статиите са публикувани на немски език в *Annalen der Physik*, едно от най-старите научни списания в света. По това време главен редактор е Паул Друде. Списанието започва да излиза през 1790 г. като *Journal der Physik* и от 1779 като *Annalen der Physik*.

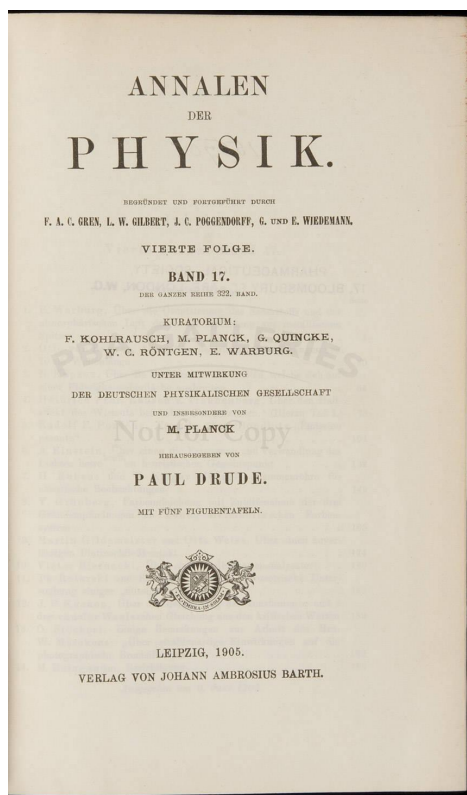
В три от 5-те статии главен герой е светлината. През юни 1905 г. излиза *Върху електродинамиката на движещите се тела* (*Zur Elektrodynamik bewegter Körper*). Първата страница на статията и корицата на списанието са показани на Фигура 1. Зад краткото непретенциозно заглавие се появява Специалната теория на относителността (СТО). На 31 страници Айнщайн развива своите представи за Вселената, времето и пространството и светът на физиката вече никога няма да бъде същият. Светлината присъства в статията навсякъде, от дефиницията на „време“, едновременност на събития, синхронизация на часовниците до енергията на светлинния лъч. СТО се основава на два постулата. Първият, принципът на относителността (*Всички закони на физиката, в механиката, но и в електродинамиката и оптиката, са едни и същи във всички инерциални системи*), е който дава и името на теорията. Вторият постулат (*Светлината се разпространява с постоянна скорост, независеща от състоянието на*

движение на източника на светлина) поставя светлината на привилегировано място в природата. Скоростта ѝ във вакуум е максимално възможната скорост и поставя ограничения във Вселената. Следователно, щом скоростта на светлината остава постоянна, то тогава нещо друго трябва да се променя и това е времето.

За съвременния физик стилът изглежда особен. Въпреки това, статията е разбираема за читателите, математичното ниво – също. Няма съществени позовавания на други изследователи и няма нито един цитат. Сякаш не се е вслушвал в мненията на другите. Заключениеята се оформят лесно, като резултат на чистата мисъл. Само в края Айнщайн благодари на своя приятел Михаел Бессо за ценната подкрепа. В книгата си „Часовниците на Айнщайн и картите на Поанкаре“, П. Гелисън намира влияние от стила на експерта по патентно право – длъжността, която по това време заема Айнщайн в Патентното бюро в Берн.

3. Zur Elektrodynamik bewegter Körper; von A. Einstein.

Daß die Elektrodynamik Maxwells — wie dieselbe gegenwärtig aufgefaßt zu werden pflegt — in ihrer Anwendung auf bewegte Körper zu Asymmetrien führt, welche den Phänomenen nicht anzuhaften scheinen, ist bekannt. Man denke z. B. an die elektrodynamische Wechselwirkung zwischen einem Magneten und einem Leiter. Das beobachtbare Phänomen hängt hier nur ab von der Relativbewegung von Leiter und Magnet, während nach der üblichen Auffassung die beiden Fälle, daß der eine oder der andere dieser Körper der bewegte sei, streng voneinander zu trennen sind. Bewegt sich nämlich der Magnet und ruht der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten ein elektrisches Feld von gewissem Energiewerte, welches an den Orten, wo sich Teile des Leiters befinden, einen Strom erzeugt. Ruht aber der Magnet und bewegt sich der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten kein elektrisches Feld, dagegen im Leiter eine elektromotorische Kraft, welcher an sich keine Energie entspricht, die aber — Gleichheit der Relativbewegung bei den beiden ins Auge gefaßten Fällen vorausgesetzt — zu elektrischen Strömen von derselben Größe und demselben Verlaufe Veranlassung gibt, wie im ersten Falle die elektrischen Kräfte.



Фигура 1. Заглавна страница на първата статия „Върху електродинамиката на движещите се тела“, в която са развити идеите на СТО, и корица на списанието „Annalen der Physik“, в което е публикувана

Статията започва с Увод на 2 страници, в които Айнщайн представя необходимостта от ново разглеждане на съответствието на Нютоновата механика и електродинамиката на Максвел. Още първото изречение напомня въведение на

предложение за патент. Айнщайн посочва какво е известно, а именно, че приложението на Максвеловата теория към движещи се тела води до асиметрия, докато самите явления не я предполагат. Асиметрията възниква между теория и експеримент при разглеждане на протичане на електричен ток през проводник при движението му спрямо магнит. Ако проводникът е в покой, а се движи магнитът, около него възниква електрично поле, така че в проводника се генерира електричен ток. Ако обаче се движи проводникът, а магнитът е в покой, то не възниква електрично поле, а токът се дължи на възникването на силата на Лоренц. Самото явление зависи единствено от относителното движение на двете тела, проводника и магнита. Така се стига до появата на Теорията на относителността. Айнщайн в тази първа работа не я нарича така, а говори за „**принцип на относителността**“, тъй като става дума за основно положение, което трябва да важи за всяка теория, а именно, че двама наблюдатели, движещи се с постоянна скорост един спрямо друг, ще получат при всички измервания едни и същи резултати. И особено важно: измерват винаги една и съща скорост на светлината. Следствието е, че никое тяло не може да се намира в абсолютен покой. Покоят е винаги по отношение на друго тяло. Следователно не съществува абсолютно пространство, нито абсолютно време. Или казано по друг начин: определящо е **относителното движение**.

И така, не разполагаме с абсолютна референтна рамка, не съществува абсолютно пространство, както и абсолютно време. Това не означава, че не можем да измерваме пространството и времето, само данните ще бъдат относителни. Така например за наблюдател, движещ се с малка скорост v спрямо скоростта на светлината c , $v \ll c$, размерите на бързо движещ се обект със скорост $v \sim c$ ще изглеждат скъсени в посоката на движение, времето за него ще изглежда, че тече по-бавно. Но като че ли само ще изглеждат. За наблюдател, свързан с бързо движещия се обект, те остават непроменени. Всичко изглежда относително.

Тези изводи и разсъждения са твърде странни и оказват огромно влияние не само върху развитието на физиката в началото на XX в., но и върху цялата култура на цивилизацията, включително и върху изкуствата. В обществото често остава представа, че реалността не винаги е такава, каквато изглежда. Това дава вдъхновението, но и правото, да бъде представяна по различни странни и необичайни начини.

Ние обаче живеем на Земята, скоростите ни са $v \ll c$. Единствено скоростта на светлината е огромна и ако използваме светлинни сигнали за обмен на информация, ефектите на относителността са съвсем реални. GPS отчита тези ефекти чрез Специалната теория на относителността. Отчита и ефекта на гравитацията, съгласно Общата теория на относителността.

Когато Айнщайн постулира за пръв път, че **светлината се разпространява с една и съща скорост навсякъде във Вселената**, той поставя и граница: 300 000 km/час. Това обаче не е цялата история, а само началото.

Възниква въпросът, с какво е необикновена светлината, така че всичко да се върти около нея? Всъщност няма нищо необикновено в светлината. Необикновена е скоростта ѝ на разпространение. Пространството и времето са необикновените. Те имат странни свойства, каквито не очакваме от ежедневиия си опит. По тези причини, за бързо движещи се обекти размерите се свиват и процесите се забавят.

Дълго време тези свойства остават скрити, тъй като не са известни средства за изследване при движение с големи скорости. Едва през XIX в. това средство е намерено – светлината. Тогава започва да става ясно, че пространството и времето имат необикновени свойства. Пространството и времето не са две отделни физични величини, а единна величина – време-пространство. „Парадокс на близнаците“ няма.

Идва 1905 г. – „чудодейната година“ на Айнщайн и неговата първа работа по СТО. Тогава той е вече 3 години експерт в Патентното бюро в Берн и сам става откривател. Тогава още дори няма докторска степен, но самочувствие не му липсва. На своя приятел Михаел Бессо през 1903 г. той пише: „С докторска дисертация няма да се занимавам, тъй като това не ми помага особено и цялата комедия ми става скучна“. Всъщност, своята първа дисертация Айнщайн оттегля една година по-рано. Точните причини за това решение не са известни, както и съдържанието на работата. В своята „чудодейна“ 1905 година обаче, той все пак подготвя дисертация, която е една от петте работи, които публикува тогава и не се отнася до свойствата на светлината.

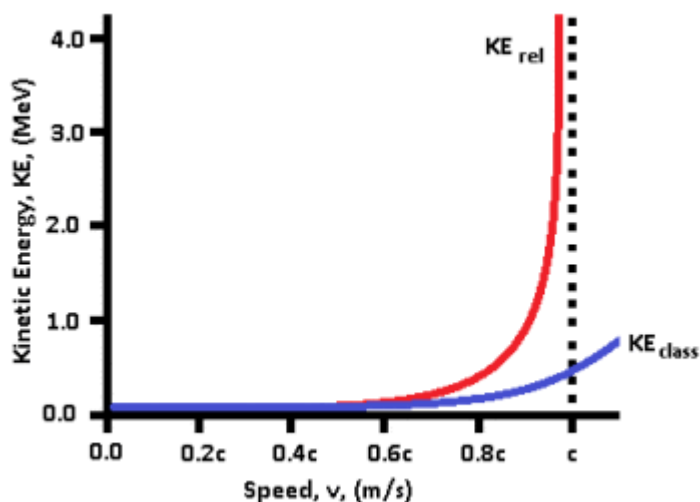
Преди Айнщайн, масата на атомите, които изграждат телата, и енергията се разглеждат като отделни същности. През 1905 г. Айнщайн публикува статията „Зависи ли инертността на едно тяло от неговата енергия?“ (*Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?*) като допълнение към Теорията на относителността. В тази статия от две страници, той извежда формулата $E=mc^2$ и поставя **връзката маса-енергия като общовалиден принцип**. Масата на едно тяло е мярка за енергията му. Ако тялото отдаде енергия във вид на излъчване, масата му намалява с E/c^2 . Тази формула днес често се явява символ на физичната наука.

Светлината продължава да занимава Айнщайн и той публикува през същата година отново в *Annalen der Physik* статия със заглавие: „Евристичен подход относно създаването и преобразуване на светлината“ (*Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt*). В нея Айнщайн предполага, че **светлината се разпределя в пространството дискретно**, т.е. на порции, които нарича **енергийни кванти**. На тази работа няма да се се спираме тук, въпреки че тя е, която му носи Нобелова награда за 1921 г.

Като всяка научна теория и теорията на относителността трябва да се потвърди експериментално. Досега **теорията издържа всички експериментални проверки**.

Въз основа на релативистичния закон за събиране на скоростите на Айнщайн, която се базира на постулата за постоянството на скоростта на светлината, тази скорост се явява гранична скорост, която не може да бъде надмината. Най-близо до скоростта на светлината достигайки 99,99% c се движат елементарни частици в мощни ускорители като *Large Hadron Collider* и *Tevatron*, но както подчертава нобеловият лауреат Дейвид Грос (*David Gross*), тази скорост никога няма да бъде достигната. Причината е, че се изисква огромно количество енергия и при такъв процес масата на частицата става безкрайна, което не е възможно. Единствено **фотоните** пътуват с светлинна скорост, тъй като са **безмасови частици**.

През 1964 г. Уилям Бертоци (*William Bertozzi*) от MIT провежда експеримент с цел да демонстрира релативистични ефекти. Резултатите показват, че ако на електрони, движещи се с голяма скорост, действа нарастваща сила, то кинетичната им енергия се увеличава към много високи стойности, докато скоростта не се увеличава значително (Фигура 2). Това е в противоречие с Нютоновата механика, но е в съответствие със СТО. Графиката показва, че кинетичната енергия клони към безкрайност, когато скоростта клони към скоростта на светлината. Масата на електроните нараства силно. Заключение е, че не е възможно частица, която притежава маса, да се ускори до скоростта на светлината.



Фигура 2. Кинетичната енергия на ускорени електрони в зависимост от скоростта им

През 1971 г. двама физици, Йозеф Хафеле (*Joseph Hafele*) и Ричард Кийтинг (*Richard E. Keating*), използват цезиеви атомни часовници с точност 1 ns за измерване на времето, пътувайки със самолет до различни дестинации. Сравнението на показанията на часовниците с часовника в покой във физичната лабо-

ратория в *United States Naval Observatory* показва закъснения в съответствие с Теорията на относителността. Релативистичните ефекти се наблюдават и при нормални скорости, които използваме, но те са твърде малки, за да се забележат със стандартни инструменти. С такъв експеримент не можем да се приближим до скоростта на светлината. Но когато погледнете вашия смартфон, помислете че GPS спътниците отчитат забавянето на времето.

Независимо от тези и други подобни резултати, търсенето и очакванията за преминаване на границата на скоростта на светлината и движение със свръх-светлинна скорост не престават. Логично е да се мисли, че както всички теории, както Нютоновата механика, така и СТО има ограничения и че могат да се намерят условия, при които тази граница да бъде премината. Свръхсветлинна скорост би позволила фантастични изобретения, от телепортация до пътуване във времето. Възникват въпроси за изпращане на информация в миналото, размиване на границата между минало и настояще, и нарушение на фундаменталния причинно-следствен принцип. Всичко това ще доведе до фундаментално преосмисляне на законите на физиката.

През 2012 г. нашумя и историята с по-високата скорост на неутриното от тази на светлината. През пролетта на 2011 г. при опити с неутринни снопове се появяват данни, че субатомни частици могат да се движат по-бързо от светлината. Физики от ЦЕРН, работещи по проекта *OPERA* (акроним на *Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus*), и от италианската лаборатория в Гран Сасо (*Gran Sasso*) установяват, че частици неутрино са изминали разстоянието от 732 km между синхротрон на ЦЕРН в района на Женева – един от елементите на Големия адронен колайдер, до подземната лаборатория Гран Сасо в Италия с 60 ns по-бързо, отколкото се движи светлината. Естествено първата мисъл е за грешка или пропуск. „Месеци наред опитвахме да открием някакво обяснение. Търсихме грешки...“, казва Антонио Ередитато (*Antonio Ereditato*), ръководител на проекта. Тимът е ангажиран с проверки на всички нива – синхронизация, приемници, GPS, предавател от приемника до детектора, ... проверява се всичко, проби и тестове на софтуер, хардуер, теория. Резултатът изглежда сигурен „като скала“. Новината се разчува и „слуховете се разпространяват със скоростта на светлината“, както разказва историята Антонио Ередитато през 2015 г. в интервю с Ренсъм Стефенс (*Ransom Stephens*), физик и писател - популяризатор на науката. Този резултат би означавал нарушение на принципа на относителността, т.е. разклащане на физичните представи за Вселената. Любопитството е огромно. На 23 септември 2011 г. на специален семинар в ЦЕРН резултатите на OPERA са обявени. Става дума за крайния резултат от три години системни изследвания, проверявани много внимателно. Не се твърди, че е наблюдавано нарушение на СТО. Използват се фрази като „доказателство за“ или „откритие на“, „аномалия“. Но този съществен нюанс изчезва в реакциите на съобщението. Условното наклонение остава само в

заглавието в *The New York Times*, „Малките неутрино може би прехвърлят космичната скорост на светлината“. В *The Daily Telegraph* се появява „Учени от ЦЕРН надхвърлят скоростта на светлината“, в *The Guardian* – „Открити частици по-бързи от светлината, твърдят учени“, в *Scientific American* – „Открити частици, които пътуват по-бързо от светлината“. Опитите на тима продължават. Втори тест, резултатите от който са оповестени през декември, също потвърждава, че частици неутрино се движат по-бързо от светлината.

Данните са статистически значими, т.е. изключва се вероятността те да са се появили случайно. Пътят на частиците между двете точки е трябвало да трае 2,4 ns, но се установява, че 1/50 000 част от частиците е достигнала крайната цел в Гран Сасо с 60 ns по-рано. Прагът на статистическата грешка е ± 10 ns.

Твърдението, че са наблюдавани частици, по-бързи от светлината, е прието скептично. Официалният сайт на ЦЕРН се въздържа да разпространява новината. Учените тогава признават, че ако резултатите от експеримента бъдат потвърдени, това ще доведе до фундаментално преосмисляне на законите на физиката. Ако измерванията в експеримента на OPERA са верни, то това ще е първото нарушение на СТО. Както казва Антонио Ередитато: „Атомна бомба в сърцето на нашите разбирания за Вселената“. След съобщението участниците в експеримента очакват резултати на колеги, които да потвърдят или отхвърлят данните.

Експериментът може да бъде повторен от два екипа – T2K в Япония и MINOS край Чикаго в САЩ, но това изисква време. Проверките в рамките на OPERA продължават по синхронизационната система. Установява се, че е имало период от 73 ns, когато синхронизацията се е изключила. Освен това е намерена неизправна връзка на оптичен кабел към GPS, синхронизиращ сигналите от повърхността в Гран Сасо до детектора на OPERA. Резултатът – неутрината пристигат с 60 ns по-рано, т.е. движат се със скорост, по-голяма от тази на светлината!

След намиране на грешката, експериментите на OPERA показват скорост на неутрино в перфектно съгласие със СТО.

През март 2012 г. италиански физици провеждат независимо изследване на същия сноп от неутрино. Техните резултати отхвърлят интерпретациите, че неутрино може да изпревари светлината. Вместо да измерва времето, за което неутрино частиците достигат от ЦЕРН до Гран Сасо, вторият експеримент, известен като ИКАРУС, следи количеството енергия на частиците при пристигането им. След като се установява, че частиците са запазили енергията, с която са започнали пътуването, се изключва възможността неутрино да се движи по-бързо от светлината.

На 8 юни 2012 г. директорът на ЦЕРН по научните изследвания Серджио Бертолучи (*Sergio Bertolucci*) обявява от името на 4-те изследователски групи в Гран Сасо, че **скоростта на неутрино е в съгласие с тази на светлината**. В

съобщение за пресата на 25-ата Международна конференция по физика на неутриното и астрофизиката в Киото се казва, че първоначалните резултати на OPERA са били погрешни поради инструментални грешки. СТО отново издържа поредната проверка.

В интервюто си през 2015 г. А. Ередитато казва, че се чувства горд с изследователския колектив на OPERA. Извършена е забележителна работа по намирането на лоша връзка между оптичния кабел свързващ компютър и GPS приемник измежду хилядите в оборудването.

Някой обаче трябва да понесе отговорността за цялата история. Сред сътрудниците на OPERA възниква напрежение. Провежда се гласуване за недоверие на ръководителите на експеримента. С 16 на 13 гласа и няколко въздържа-ли се вотът не минава. Въпреки това ръководителят Антонио Ередитато и координаторът Дарио Отеро (*Dario Autiero*) се оттеглят.

Понастоящем Антонио Ередитато е директор на Лаборатория по физика на високите енергии към университета в Берн. Проектът OPERA има нови ръководители и експериментите по неутринни осцилации продължават.

ЛИТЕРАТУРА

А.Еinstein, „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“, *Annalen der Physik*, **17** 891–921 (1905).

А.Еinstein, „Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt“, *Annalen der Physik*, **17** 132–148 (1905).

William Bertozzi „Speed and Kinetic Energy of Relativistic Electrons“, *American Journal of Physics*, **32** 551-555 (1964).

J. C Hafele, R. E. Keating, „Around-the-World Atomic Clocks: Predicted Relativistic Time Gains“, *Science*, **177** 166–168 (1972).

**ПОСЕТЕТЕ УЕБ-СТРАНИЦАТА НА
СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
НА АДРЕС:**

<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>

ОБУЧЕНИЕТО ПО ЕСТЕСТВЕНИ НАУКИ В БЪЛГАРИЯ НА ЛОНДОНСКА СЦЕНА

Ана Георгиева

Председател на Националния организационен комитет
на програмата „Наука на сцената“

Европейският фестивал „Наука на сцената“, който събира най-добрите учители по природни науки от цял свят, за да представят и споделят своите най-привлекателни идеи за преподаването на естествените науки, за първи път се състоя в Лондон, Великобритания от 17 до 20 юни 2015 г. Негов домакин беше Лондонският университет „Куин Мери“. Кампусът на университета се намира в Лондонския Ийст Енд близо до Олимпийския парк. Той предложи идеални условия за провеждането на фестивала: кратки разстояния, впечатляваща сцена, просторни пространства за разполагане на щандовете, множество лекционни зали за провеждане на работилниците и семинарите. Участниците бяха настанени в общежитията на студентите. Във фестивала участваха повече от 350 преподаватели от началните и средни училища, които бяха избрани на националните събития със състезателен характер от 25 страни от Европа и Канада, включително и от България. Целта на фестивала е да предизвика и повиши интереса на учениците от всички етапи на училищното образование, включително и предучилищно, към природните науки като основна област на човешкото познание и като бъдеща кариера. Това се постига чрез непрекъснато повишаване на нивото на образованието по научните дисциплини, с което се подобрява научната грамотност на цялото общество. Основна роля в този процес имат учителите, ръководени от мотото на международната програма: **„От учители – за учители“**. Според инструкциите на Международния организационен комитет всеки от участващите на Лондонския фестивал трябваше да представи проект, отговарящ на основната тема на Фестивала: **„Изследователски базирано обучение“**, а всеки проект отговаря на една от следните категории: **Науката и нашия стабилен свят, Приобщаваща наука, Иновации и научно образование, Творчество в научното образование, Наука и приложенията ѝ**.

2015 година беше обявена от ЮНЕСКО за **Международна година на светлината и светлинните технологии** и поради това логото на международния и национален фестивали беше **„Да осветим обучението по естествени**



науки“. Голяма част от проектите на тези фестивали бяха посветени на науката за светлината – **оптиката**.

На международния, както и на националния фестивал, всички участници показват своите проекти на щандове, а най-успешните се представят допълнително на семинари, работилници, сценични лекции или представления. Петъчният ден – 19 юни, беше ден на отворените врати, на който учители, ученици и техните родители посетиха събитието и се радваха на истински празник. Шарлот Торлей, председател на Националния организационен комитет на Обединеното Кралство и главен домакин на събитието, каза: „Ние знаем, че е трудно за учителите да вземат свободен ден от ежедневните си учебни занимания по време на учебния срок, затова разбираме, че е много важно всеки от посетителите ни в деня за свободен достъп да има възможност да чуе и види колкото може повече нови идеи. Искане ни се те да си тръгнат с хиляди планове да подобрят своето преподаване, а не с торби, пълни с листовки, които никога повече няма да погледнат.“

Българската делегация на лондонския фестивал „Наука на сцената“ 2015 беше определена на предварителния национален кръг на фестивала „Наука на сцената – 5“. През 2014 г. домакин за четвърти пореден път бе Севлиево, а събитието се проведе с медийната подкрепа на издателство „АзБуки“. В най-мощния образователен панаир за преподаватели по естествени науки родните преподаватели се представиха с 9 проекта:



1. „Демонстрации на оптични явления с ежедневни материали“ – проект на **Никола Каравасилев** от СУ „Св. Климент Охридски“, София.

В проекта се демонстрират някои основни оптични явления, преподавани в училище, като пречупване и отражение на светлината, пълно вътрешно отражение, поглъщане и разсейване и др. Главната цел на проекта е тези явления да бъдат представени по един интересен и привлекателен начин, като се използват предмети от всекидневния живот и по този начин „сложната“ научна теория се обясни по един нагледен и атрактивен начин.

2. „Светлината в българските народни носии“ – проект на **Красинела Георгиева** от Националната Априловска гимназия, Габрово.

Идеята на проекта е да мотивира повече учениците, които проявяват интерес към естествените науки, чрез разработването на извънкласни проекти. Целта му е да свърже съвременността, обвързана с науките и технологиите, с историята на българските занаяти, които са част от националните традиции и в частност – с народните носии и с излъчването на цветовете, с които те са укра-

сявани. Това се постига с възстановяването на старите методи за оцветяване на вълна с природни оцветители и използването им за създаване на сувенири от България.

Тези два български проекта бяха избрани от Международния организационен комитет да бъдат представени и като работилници. Те бяха посетени от много учители и предизвикаха голям интерес.

3. „Магията на светлината“ - проект на Цанка Ненчева, Марянка Христова и Мадлена Гоцова от ЦДГ „Радост“, Севлиево.

Целта на проекта е чрез наблюдения и експерименти да се запознаят децата в предучилищна възраст със светлината и нейните характеристики. В резултат те разбират законите на природата и възприемат светлината като природно явление. Както казват авторките на този проект: „С предложените прости експерименти ние провокираме в децата, участващи в тях, самостоятелно мислене и интерес към откриването на природните закони.“

4. „Двуетичните деца в магическия свят на природните науки“ - проект на Мариана Господинова и Цветелина Занкова от Начално училище „Св. Паисий Хилендарски“, с. Езерче.

Повишаването на активността, познавателния интерес и инициативността на учениците се постига от учителите по научните дисциплини, както в задължителните часове, така и в извънкласните занимания. Придобиването и развитието на екологични навици и култура се реализира в описания в проекта екоklub, където са създадени условия за свободно дискутиране на специфични проблеми; и за придобиване на практически умения и компетентност за решаване на проблеми, възникващи в реални житейски ситуации. Това се постига чрез разработване на ученически и училищни проекти, подходящи за обучение по природните науки.

„Нашата основна цел е да формираме положително отношение към природата и природните явления, което е съществено за цялото обучение на учениците и тяхната успешна реализация в средата, в която живеят.“



5. Експерименти с растения – проект на Даниела Георгиева, от Пето начално училище „Христо Ботев“, Кюстендил.



Проектът цели да научи най-малките ученици за растежа на растенията и да формира у тях практически умения как да се грижат за тях, използвайки информационни и комуникационни технологии. Те се използват даже при деца от II клас, за да се развие у тях познавателен интерес за изучаването на растенията и умения за провеждане на експерименти за изучаването на влиянието на околната среда върху техния растеж. Експериментите от проекта изследват влиянието на влажността, светлината и температурата върху растежа на растенията. Резултатите от експеримента се отчитат със сензорите на лабораторията „Фурие“.

6. „Изучаване на слънчевата активност“ - проект на Надя Кискинова, Национална астрономическа обсерватория „Юрий Гагарин“, Стара Загора.



Задачите, свързани с наблюдението и изучаването на Слънцето и неговото влияние върху Земята, са напълно достъпни и за астрономи – любители. Те винаги са били един от приоритетите на астрономическата обсерватория в Стара Загора още от нейното основаване. Телескопът на обсерваторията е 80/1200 отражател. Ние предпочитаме да отбелязваме слънчевите петна, тъй като човешкото око регистрира дори и най-малките смущения в слънчевата фотосфера. Учениците правят снимки и с тях участват в обмена на данни с Международния изследователски слънчев център на Европейския съюз. Процесите в йоносферата се наблюдават

чрез отчитането на отразените радиовълни (24 kHz) с монитор SID, подарен на обсерваторията от Слънчевия център на Станфордския университет през 2009 г.

Вече са получени първите резултати от това научно изследване на учениците. Тези наблюдения повишават техния интерес към астрономията.

7. Природните науки и ученическото творчество – проект на Росица Конова и Красимира Попова от Средно Училище „Васил Левски“, Севлиево.



Училище „Васил Левски“ организира всяка година през април седмица на природните науки. По време на седмицата, ученици от всички възрасти показват експерименти и демонстрират наученото в часовете по физика, химия и биология.

Допълнително те представят свои проекти и модели, търсейки приложения на знанията си, както и решения на различни проблеми, под ръководството на своите учители. На фестивала в Лондон авторките на проекта представиха малка част от най-интересните разработки на своите ученици.

8. Пчелният мед – храна и лекарство – проект на Златка Гарова от Средно училище „Асен Златаров“, Първомай.

Целта на проекта е учениците да извършат научно наблюдение върху кошер с бебета-пчели. Тя се постига, като се провеждат срещи с известни пчелари от района, събират се данни за екологията на пчелните пасища и зависимостта на живота и организацията на пчелите от екологичните свойства на храната им. След това резултатите се обработват, като данните се систематизират на компютър, анализират се чрез обработката им в графики и таблици и се правят съответните изводи от направеното проучване. В резултат учениците комбинират в изследването си знанията си по няколко предмета – биология, химия, информационни технологии, търсят приложения на тези знания в решаването на практически задачи и се учат да работят в колектив с което интереса им към природните науки се задълбочава.



9. Математика чрез опит – проект на Недялка Христовова от 6-то Начално училище „Св. Никола“, Стара Загора.

Целта на проекта е да демонстрира по няколко различни начини как отделни раздели на математиката, изучавана между V – VII клас (11-13 годишни), се използват в различни професии. Например в бизнеса и търговията се използват действията с рационалните числа, геометрията се използва от дизайнери, стереометрията – от архитекти и т.н. Учениците се поставят в реални житейски ситуации за да прилагат самостоятелно своите знания, умения и творчество. По този начин учениците развиват свои творчески идеи и се подготвят за практичната им реализация.



Програмата на фестивала включваше още и ослепително лазерно шоу на образователното светлинно представление „Светлинни изражения“, както и презентации на международни образователни проекти на пленарна сцена.

По време на фестивала се състоя и годишното общо събрание на представителите на страните, участващи в международната платформа „Наука на сцената“. На него от българска страна присъстваха проф. Ана Георгиева и Росица Ко-

нова. Беше направен отчет на дейностите, свързани главно с подборните събития, организирани от Националните организационни комитети през изминалата 2014 г. На България официално беше връчен сертификат за активен член на асоциацията на страните членки. Беше раздадена анкета за попълване от участниците в настоящия фестивал и беше официално гласуван за домакин на следващия през 2017 г. град Дебрецен в Унгария.



Беше наблегнато отново, че за по-масовото популяризиране на дейностите на „Наука на сцената“ е необходимо всички страни участници да проведат поне едно „последващо“ международния семинар събитие. Особено внимание бе обърнато на засилване на сътрудничеството и обмяната на опит между учителите от различните страни.

Браян Маккейн (*Bryan Mccane*), делегат от Великобритания, който участва и във фестивала в Полша през 2013 г., каза, че „На всяка крачка срещаш нова идея или стара идея, която е представена по съвсем нов начин. Атмосферата е на открито сътрудничество, така че всеки участник е доволен, даже ентусиазиран да сподели с останалите своите идеи толкова подробно, колкото е възможно. Тази атмосфера е може би едно от най-ценните качества на витрината на най-доброто преподаване на науката в света – фестивала „Наука на сцената“.“

СВЕТЛИНАТА В ЕВРОПЕЙСКАТА НОЩ НА УЧЕНИТЕ 2015

Пенка Лазарова

*Питам се какво е светлината
и поглеждам към небето:
Слънцето огряло е Земята –
топли нея – топли и сърцето.*

...

*Питам се какво е светлината –
свързана ли е с познанието:
на прозрението – сърцевината,
на живота – очарованието.*

Доц. д-р Елена Кашчиева

(Светлина. Посветено на Международната година на светлината 2015 г.)

Поредната, 9-та по ред Европейска нощ на учените в България, премина под знака на Международната година на светлината и светлинните технологии. В поредица от събития в София, Пловдив, Стара Загора, Русе, Бургас и Варна бяха показани постиженията на науката за светлината и приложенията ѝ – революцията, която светлинните технологии направиха в медицината, селското стопанство, енергетиката, образованието, изкуството – в почти всички области на човешкия живот и като основна база за инфраструктурата на съвременните комуникации.

Основните локации в София, където се проведе Европейската нощ на учените 2015, бяха Българската академия на науките, Националната галерия „Квадрат 500“ и Националното музикално училище „Любомир Пипков“.

Съвсем естествено в основата на разнообразната програма в Административната сграда на БАН бяха физиците, а сред основните организатори беше Съюзът на физиците в България, който още от първата Нощ на учените у нас през 2006 г., тема на която бяха физиката и технологиите, подкрепя и взема активно участие в това събитие, което се провежда всеки последен петък от месец септември в повече от 300 града от цяла Европа.

„Светлината е живот“ беше темата на научното кафене с презентатор проф. д.ф.н. Лъчезар Аврамов, ръководител на Лаборатория „Биофотоника“ от Института по електроника „Акад. Емил Джаков“ на БАН. В типичния за него атрактивен стил той показва многобройните медицински приложения на светлината: биофотоника, тъканна оптика, биомедицинска фотоника, оптична биопсия, терапевтични материали и методи, тераностика. Тук е мястото да припомним, че проф. Аврамов и тогавашната му докторантка Екатерина Борисова са единстве-

ните учени от Югоизточна Европа, номинирани през 2004 г. за наградата „Декарт“ на Европейския съюз за изследвания, свързани с диагностика на онкологични заболявания. А в научното кафене с презентатор доц. д-р Санка Гатева от същия институт – „Светлината, науката за светлината и изкуството“, присъстващите се насладиха на най-различни приложения на светлината в стъклописи, театъра и театъра на сенките, архитектурата, операта и балета, както и на нестандартно представените модерни приложения на лазерите в изкуството.

Съвместната изложба на три института от БАН: Института по електроника, Института по физика на твърдото тяло и Института по оптични материали и технологии беше озаглавена: „Оптичните технологии за по-добро качество на живота“. Представената на постери информация беше съпътствана с демонстрации на приложението на оптичните технологии в метеорологията, археологията, екологията, медицината, индустрията, шоу бизнеса, ядрените технологии, диагностиката и терапията на онкологични заболявания, фото- и козметичната лазерна терапия, екологията, за определяне на качеството на храни и хранителни добавки, културно-историческото наследство и др.

Прекрасната фотоизложба „Дифракция“ с автор доц. д-р Светлен Тончев от ИФТТ – БАН/Richardson Gratings – Rochester (NY) и куратор специалиста по интегрална оптика доц. д-р Мариана Кънева (също от ИФТТ) ни въведе в отделни моменти от ежедневието на доц. Тончев на експериментатор и ни пока- за невероятно красивите прояви на светлината и магията на спектъра ѝ.

А със специално подготвеното за събитието от Светлин Тончев и Мариана Кънева музикално слайдшоу „Магията на светлината“ бяха посрещани многобройните гости в Големия салон на Академията, където започна Вечерта на талантите на учените. Там освен многобройните изяви на учените в рими и ноти, научните акценти отново бяха свързани с Международната година на светлината. Акад. Александър Петров разказа за акад. Георги Наджаков и неговото откритие на фотоелектретното състояние на веществата – основа за развитието на електрофотографията и ксерографията в света, проф. д.ф.н. Евгения Вълчева – за „българската следа“ в създаването на сините светодиоди, а акад. Никола Съботинов, който е бил дипломант на доц. Васил Стефанов – създател на първия български лазер, запозна присъстващите с първите стъпки на лазерните изследвания у нас. На физическата колегия е известно, че акад. Съботинов е съзателят на лазера с CuBr páри, оригинално българско изобретение, внедрено за производство от български и чуждестранни фирми. Не бяха забравени и постиженията на жените в науката. За една от тях – научния секретар на Института по електроника към БАН доц. д-р Екатерина Борисова, разказа доц. Санка Гатева. Сред многобройните успехи на доц. Борисова, която се занимава с научни изследвания в областта на фотониката, е най-престижната българска награда за съществен принос в науката – голямата награда „Питагор“ на МОН за млад учен през 2012 г., за разработване на неинвазивни методи за ранна

диагностика на рак – тематика, по която тя успешно продължава своите научни изследвания.

Светлината беше в центъра и на събитията в Националната галерия „Квадрат 500“ – в многобройните демонстрации за големи и малки посетители – гърмежи, искри, гривни, които чрез пречупване започват да светят поради химическа реакция, възбуждаща органична молекула, запознаване със Северното сияние и неговото обяснение от българските полярни изследователи и още, и още... За постиженията на учените от БАН в областта на светлинните технологии посетителите научиха от постерна изложба, а да се надяваме, че сред победителите в конкурса за рисунки „Светлината през детските очи – източник на енергия“ на първокласниците от 36 СОУ „Максим Горки“ са бъдещи изследователи и иноватори. 14 финалисти от конкурса на НБУ „Светлината в картини и слово“ представиха своите проекти, свързани със светлината и оптичните технологии – изключително атрактивни мултимедийни продукти, колажи, модели, картини и др. под. А в концертната зала на Националното музикално училище „Любомир Пипков“ водещото събитие беше концертът „Космически кръговрат“ с основна фигура проф. д.н. Симо Лазаров, който изнесе увлекателна и забавна въвеждаща лекция за връзката между електронната музика, физиката и математика, която илюстрира с различни музикални творби, както и със собствена интерпретация със средствата на електронната музика на прочутото произведение на Густав Холст „Планетите“. Да не пропуснем и фотографската изложба „Светът през погледа на учените“, в която свои творби, някои от които заснети по най-модерните фотографски методи и обработени с компютър, представиха учени от Департамент „Телекомуникации“ от НБУ.

Достойно се представиха и пловдивските физици. Презентациите „Светлината – позната и непозната“ и „Защо и как виждаме“ на доц. д-р Тодорка Димитрова раздвижиха въображението на любопитната публика, а светлината през погледа на любителите фотографии от различни възрасти и с различни професии – победители в Националния конкурс „Когато има светлина“, показаха възможностите на едно от най-популярните приложения на светлината за разкриване на света около нас. „Нека искри светлина“ беше озаглавен фолклорният концерт на Академичния състав на Академията за музикално, танцово и изобразително изкуство в Римския стадион в Пловдив, в който звучаха ритмите на българския музикален и танцов фолклор. Но кулминацията на вечерта беше демонстрационното шоу „Еволюция на светлинните технологии“ – също на стадиона, подготвено от проф. Тинко Евтимов, физика Георги Иванов и студенти от Физическия факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“, които показаха удивителния свят на светлината, както и еволюцията в разбирането за нейната същност от древността до наши дни, по един изключително атрактивен и разбираем за широката публика начин.

В лаборатории на Катедрата по обща и клинична патология на Медицинския факултет към Тракийския университет в Стара Загора посетителите се запознаха с мястото на светлината във флуоресцентната и електронната микроскопия в работата на лекаря. Учениците свободно разглеждаха препаратите и настройваха своите микроскопи за да видят как изглеждат под микроскоп някои от най-честите заболявания при човека. А в Лабораторията по биофизика и нанотехнологии доц. Мирослав Карабалиев и колегите му показваха физични явления, свързани с изменението на пътищата на светлинните лъчи, преминаващи през различни среди и различни по големина лупи. Акцентът на любителската фотоизложба за ученици и граждани „Светлината е полет“ беше върху приложението на електромагнитните вълни от видимия спектър в различните технологии, подобряващи качеството на живот. Много награди получиха за презентациите си победителите от трите конкурса за мултимедийни продукти за ученици „Светлината е живот“, „Светлината в технологиите“ и за есета на тема „Живот без светлина“. В ателието „Да създадем цветове“ участниците изработваха собствени творби, прилагайки наученото от предварително подготвените от студенти от Педагогическия факултет при Тракийския университет нагледни материали, свързани със знанията за смесването на цветовете и влиянието на светлината във визуалните изкуства. А в „Работилница за съзвездия“ учениците рисунваха и изработваха собствени рисунки и постери, свързани с планетите от Слънчевата система и съзвездията. В научното кафене „От реликтовото излъчване до тъмната материя“ бяха дискутирани съвременните схващания за възникването, строежа и развитието на Вселената, светлинните и гравитационни ефекти, предсказани от Общата теория на относителността, изследването на елементарните частици в Големия адронен колайдер на ЦЕРН.

В РУ „Ангел Кънчев“ Нощта на учените започна с откриването на постерната изложба „От свещите до фотоволтаиците“, в което беше показана еволюцията на осветителните тела и бяха представени авангардни разработки по темата на преподаватели и докторанти от Университета, както и изделия на фирма за осветителна техника. Бяха наградени и победителите в трите категории – иновативна разработка, художествена фотография, поезия и проза в конкурса „Светлината в картини, образи и слово“. При голям интерес премина и научното кафене „Светлината в науката и практиката“ с въвеждащ доклад на проф. д.ф.н. Иван Лалов, последван от дискусия, в която се включиха преподаватели от Русенския университет, Техническият университет – Варна, докторанти и специалисти. А в „Ателие на младите таланти“ учениците от професионалните гимназии в града имаха възможност да се запознаят с многобройните приложения на светлината в лабораториите на Университета. Нощта завърши с концерта „Светлинен калейдоскоп“ със звездното участие на известни русенски музиканти.

Магически светещи колби, заря в епруветка, миниатюрен изригващ вулкан и още много забавни опити, демонстриращи красотата и огромното приложение на светлината в ежедневието и живота ни, бяха акцентът в Нощта на учените в Медицинския университет във Варна. Един невероятен свят от леци, телескопи, калейдоскопи, перископи и огледала разкри пред малки и големи магията на светлината. А по-големите научиха за въздействието на светлината върху зрението, възприятията ни, мозъка и физиологията на човека, за новата наука – оптогенетика, за офталмоскопията и още много за приложението на оптичните явления в медицината. Не липсваше и фотоконкурс – „Светлината – извор на здраве и живот“, организиран по повод Международната година на светлината.

Многобройните посетители в Европейската нощ на учените 2015, която беше и част от Националната програма, посветена на Международната година на светлината и оптичните технологии, се докоснаха до един свят на науката, по-различен от лабораториите. Те видяха, колко прекрасна и вълнуваща е науката, как нашият живот зависи от светлината и нейните приложения, как науката се преплита с културата и ежедневието ни и се надяваме, че това ще привлече младите хора към физиката и към научната кариера. Дано светлината в Нощта на учените 2015 освети техния път!

Нека светлината на науката бъде с всички нас!

**НА ВНИМАНИЕТО НА БЪДЕЩИТЕ ВЕЛИКОДУШНИ И ЩЕДРИ
СПОМОЩЕСТВОВАТЕЛИ НА СП. СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА**

БАНКОВА СМЕТКА НА СФБ
IBAN: BG91FINV91501215737609
BIC: FINVBGSF
ПЪРВА ИНВЕСТИЦИОННА БАНКА

ФОТОИЗЛОЖБАТА „ДИФРАКЦИЯ“ – ЕДНО СПОДЕЛЕНО ДОКОСВАНЕ ДО КРАСОТАТА

Мариана Кънева



На светлината – най-важният елемент от реалността, неизменна част от нашия живот, основа на нашето познание и на съвременната научна парадигма – беше посветена 2015 г., обявена по решение на Общото събрание на ООН за Международна година на светлината и светлинно-базираните технологии. През същата година се съществи и десетото издание на Европейската нощ на учените – в последния петък от месец септември университетите и научните институти представят своите постижения и въвеждат масовата публика в света на науката и нейните творци. В Големия салон на БАН беше показана фотоизложбата „Дифракция“.

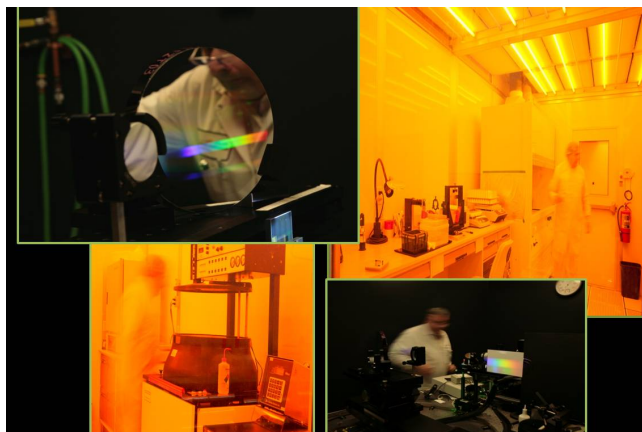
Изложбата илюстрира едновременно както свойствата и проявите на светлината, така и най-модерните

оптични технологии, в областта на които работи авторът на снимките – доц. д-р **СВЕТЛЕН ТОНЧЕВ** от ИФТТ-БАН (В момента на работа в Richardson Gratings - Rochester (NY). Той е един от водещите в света специалисти в областта на дифракционните решетки. „ДИФРАКЦИЯ“ отразява отделни работни моменти от неговото ежедневие на експериментатор: срещите с невероятно красивите прояви на светлината – дифрактираща и интерферираща, желанието да се съхрани прекрасния момент от играта на светлинните лъчи и магията на спектъра. Споделените в изложбата мигове ни правят съпричастни към това вълшебство.

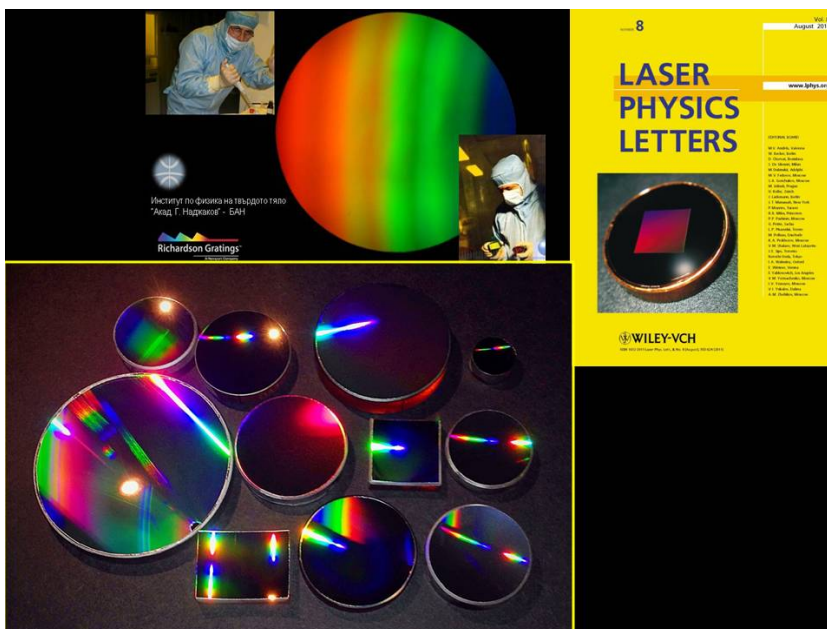
Дифракционните решетки са основни компоненти в оптоелектрониката, телекомуникациите, оптичните мрежи и спектроскопията. През последните десетилетия многобройни приложения в различни области на науката и техниката намират холографските дифракционни решетки. Те представляват периодично структуриран слой върху подложка, като структурата се получава по холографски път – при експониране на холографска картина върху фоточувствителни ма-

териали и следващи фотолитографски процедури. Доц. Светлен Тончев е постигнал забележително усъвършенстване на технологията за създаването на такива решетки с много високо качество и точност на параметрите (период, дълбочина и профил) и изключително висока ефективност. Сред най-важните му постижения са: разработване на нови холографски технологии за получаване на блестящи, цилиндрични, кръгли и самоорганизиращи се решетки; конструиране и оптимизиране на дифракционни решетки за управление на параметрите на лазерното лъчение; разработване на планарна технология за създаване на резонансни оптични елементи; конструиране на различни датчици с дифракционни решетки за приложение в химията и биологията; предлагане на принципно нови идеи и методи за изготвяне на резонансни решетки за формиране на фемтосекундни лазерни импулси. Трябва да се отбележи, че резултатите от научно-изследователската му дейност са с практическа насоченост и могат да се използват веднага в производството. Той има върхови постижения в областта на сензорите – биосензори за медицината, фармацията, промишлените биопроцеси, за мониторинг на околната среда, за военни нужди. Конструирал е и е тествал различни видове биосензори и нов тип сензори за отместване – трансляционно-ротационен енкодер с точност 1 нанометър. Тези блестящи идеи и публикации по конструиране, технология и измерване на дифракционни решетки му носят голяма популярност сред световната научната общност, много награди и членства в престижни научни организации.

„Дифракция“ е художествен изказ на една вдъхновена отдаденост на науката и способност за всестранно интерпретиране на научноизследователската работа: дори за професионален фотограф е почти невъзможно да улови показаните светлинни ефекти, изискващи дълбоки познания за причините, които ги създават.



Там, където се ражда магията



Набор дифракционни решетки, подготвени за производство



Изложбата „Дифракция“ пред Големия салон на БАН



СПЕКТРАЛНА ЕЛИПСОМЕТРИЯ И НЕЙНИТЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

I. Елипсометрията като метод за характеризиране на материали

Анна Секереш

Институтът по физика на твърдото тяло при Българска академия на науките (ИФТТ-БАН) от 2014 г. разполага с модерен автоматичен спектрален елипсометър M2000D на фирмата J. A. Woollam Co., който работи при различни ъгли на падане на светлината и с дължини на вълната в широк спектрален диапазон – от близката ултравиолетова до близката инфрачервена област. Елипсометърът е закупен по Европейския проект INERA „Повишаване на научния и иновационния капацитет на ИФТТ-БАН в областта на многофункционалните наноструктури“ (REGPOT-2012-2013-1), за да бъде използван за изследвания в областта на нано-физиката и нанотехнологиите и за решаване на проблеми, възникнали при получаването на нови материали.



Автоматичен спектрален елипсометър модел M2000D

$$(\varphi = 45^\circ \div 90^\circ; \lambda = 193 \div 1000 \text{ nm})$$

Елипсометрията намира широко приложение не само в науката при провеждането на фундаментални изследвания, но и в много индустриални отрасли за анализ на материали. Тази техника е неразрушаваща и дава възможност да се извършват измервания на място (*in-situ*). В последните десетилетия значението ѝ бързо нарасна поради тенденцията към намаляване на размерите на електронните прибори в полупроводниковата индустрия, търсенето на нови оптични покрития и активни слоеве за оптоелектрониката и енергетиката, както и на биосъвместими материали за медицината.

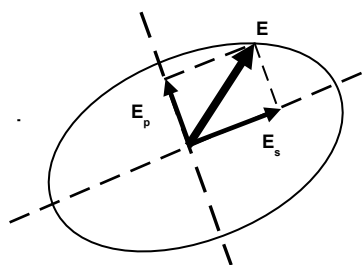
Поради това че елипсометрията е безконтактна техника, могат да бъдат изследвани образци с почти всякакъв размер и форма. Освен това не се изисква предварителна специална подготовка на образеца и специална среда при провеждане на измерванията. Тази техника се използва не само за определяне на оптичните константи на материали и тънки слоеве и тяхната дебелина, но и за определяне на свойства на материалите, водещи до промяна на отклика им при взаимодействие със светлинен лъч. Например могат да бъдат характеризирани състава, микроструктурата, качеството на кристализация, качеството на преходния слой (интерфейс) между два материала, повърхнинната грапавост, анизотропията, нехомогенността и други. Модерните спектрални елипсометри, работещи в различни области на спектъра на светлината, позволяват да се изследват по-сложни образци като многослойни покрития, йонно имплантирани материали, микронехомогенности в слоеве, и други.

Елипсометричният метод е изобретен от Паул Друде през 1887 г., който го прилага за изследване на различни метали и диелектрици [1]. Първите елипсометри са работили само при една дължина на вълната. Наименованието „елипсометрия“ произтича от факта, че се използва елиптична поляризация на светлината. Този термин е въведен много по-късно - през 1945 г., от Александър Ротен, който за първи път използва полиномиални уравнения за решаване на обратната задача на елипсометрията [2]. Въпреки че принципите на този метод датират още от края на 19-и век, той не е бил развит и широко използван до средата на 20-и век. Причина за това е главно фактът, че елипсометрията не е директен метод. Анализът на резултатите от измерванията налага решаването на относително сложни комплексни нелинейни уравнения, които могат да бъдат решени в повечето случаи само чрез числени методи [3, 4]. Тласък в бурното развитие на елипсометрията дава прогресът в електрониката и компютърната техника. Напредъкът в разработката на съвременни спектрални елипсометри става възможен след подобряване на оптичните компоненти и разработване на процедури за калибриране и корекция. Понастоящем елипсометрията е един от мощните изследователски методи за материалознанието и за контрол на качество на материали в съвременната опто-, микро- и наноелектрониката.

По-нататък ще разгледаме накратко основите на елипсометрията, принципа на работа и видовете елипсометри.

Какво представлява елипсометрията?

Елипсометрията е оптичен метод, който е много чувствителен към промените в характеристиките на падащата светлина след взаимодействие с изследвания материал. Методът използва поляризирана светлина, т.е. векторът на електричното поле E трепти в една равнина, перпендикулярна на посоката на разпространение на светлината. Векторът E може да се представи със синусоидална функция $E = A \sin(\omega t + \varphi)$, характеризираща се с амплитуда A и фаза φ [5]. В общия случай той описва елипса (Фигура 1), откъдето идва и названието на метода „елипсометрия“. Поляризацията на светлината може да се опише посредством двете компоненти на вектора E , които представляват плоски вълни и са успоредни (E_p) и перпендикулярни (E_s) на равнината на падане на светлинната вълна (Фигура 1). В частния случай поляризацията е кръгова ($E_p = E_s$) или линейна ($E_s = 0$ или $E_p = 0$). Формата и ориентацията на елипсата, описвана от вектора E , се изразява чрез съотношението на амплитудите A_p/A_s и на фазовата разлика $\varphi = \varphi_p - \varphi_s$.



$$E_p = A_p \sin(\omega t + \varphi_p)$$

$$E_s = A_s \sin(\omega t + \varphi_s)$$

A_p и A_s – амплитуди

φ_p и φ_s – фази

Фигура 1. Векторът на електричното поле (E) и неговите компоненти E_p и E_s в равнина, перпендикулярна на посоката на разпространение на светлината

Да припомним, че светлината, която е поляризирана успоредно на равнината на падане, се нарича р-поляризирана, а поляризираната перпендикулярно на тази равнина, се нарича s-поляризирана (s- от немската дума „senkrecht“) [3]. Състоянието на поляризацията може да се изрази чрез поляризационния коефициент χ ($\chi = E_p/E_s$), който също е комплексна величина и се определя от съотношението на двете компоненти χ_r и χ_i , като χ_i е поляризационният коефициент на падаща (i) а χ_r е поляризационният коефициент на отразената (r) вълна [5]

$$\chi = \chi_r / \chi_i = \frac{E_p^r / E_s^r}{E_p^i / E_s^i} = \frac{E_p^r / E_p^i}{E_s^r / E_s^i} = R_p / R_s$$

където R_p и R_s са Френелови коефициенти на отражение на р- и s- поляризираната светлина [3]. Всички тези величини са комплексни. П. Друде [6] въвежда

термина комплексен коефициент на отражение $\rho = \chi = \chi_r / \chi_i$, който представен чрез неговия модул и фаза, има вида

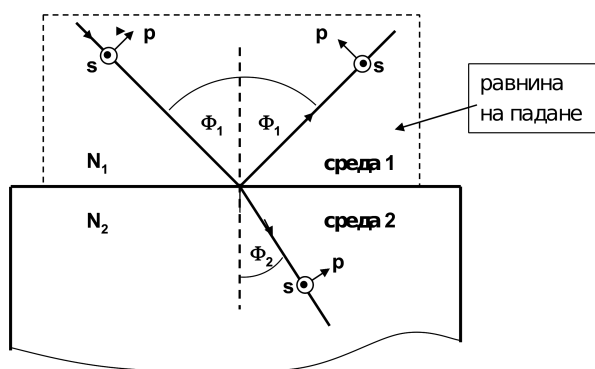
$$\rho = \chi_r / \chi_i = \frac{|\chi_r|}{|\chi_i|} e^{i(\delta_r - \delta_i)} \quad \frac{|\chi_r|}{|\chi_i|} = \tan(\Psi) \quad \delta_r - \delta_i = \Delta$$

$$\rho = \tan \Psi e^{i\Delta}$$

Уравнението $\rho = \tan \Psi \exp(i\Delta)$ е фундаменталното уравнение на елипсометрията. Ъглите Ψ и Δ се наричат елипсометрични ъгли, като Ψ е промяната на съотношението на амплитудите A_p/A_s , а Δ е фазовата разлика между отразената и падащата вълни. Тези ъгли се измерват експериментално с помощта на елипсометър.

По-нататък ще покажем как светлинния лъч взаимодейства с даден образец. В повечето случаи предметът на изследване е обемен материал или определен слой, отложен върху подложка, който ще разгледаме по-подробно.

На Фигура 2 схематично е представена поляризирана светлинна вълна, падаща под ъгъл Φ_1 върху повърхността на обемен образец. Тя частично се отразява от повърхността и частично преминава в материала, пречупвайки се под ъгъл към повърхността на образца, като ъглите на отражение и на пречупване са съответно Φ_1 и Φ_2 . Повърхността на образца трябва да бъде гладка, за да се получи огледално отражение, т.е. ъгълът на падане и ъгълът на отражение да съвпадат. При неравна повърхност, отражението е дифузно, лъчите се разсейват в различни посоки и образът на светлинното петно става неясен.



Фигура 2. Схематично представяне на поляризирана светлина, падаща и отразена под ъгъл Φ_1 и пречупена под ъгъл Φ_2 от повърхността на образец (обемен материал)

Отразявайки се от границата на двете среди, поляризацията на отразения лъч ще бъде елиптична, кръгова или линейна в зависимост от свойствата на образца. Комплексният коефициент на отражение ρ носи информация за среда-

та 1 (която може да бъде въздух, вакуум или течност) и средата 2 (образец) чрез комплексния показател на пречупване $N = n + ik$ и ъглите на падане (Φ_1) и на пречупване (Φ_2) на светлината. Показателят на пречупване n носи информация за плътността на материала, а коефициентът на екстинкция k е свързан със загубата на интензитета на светлината поради поглъщането в образца.

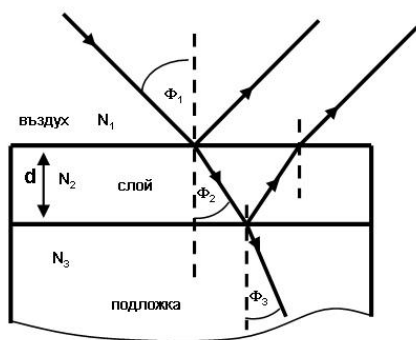
В случая, когато имаме две среди (Фиг.2), р- и s- компонентите на коефициента на отражение се изразяват чрез комплексните коефициенти на Френел [3] като

$$R_p^{12} = \frac{N_2 \cos \Phi_1 - N_1 \cos \Phi_2}{N_2 \cos \Phi_1 + N_1 \cos \Phi_2} \quad R_s^{12} = \frac{N_1 \cos \Phi_1 - N_2 \cos \Phi_2}{N_2 \cos \Phi_1 + N_1 \cos \Phi_2}$$

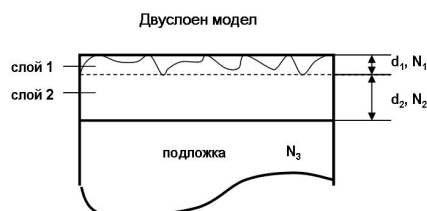
$$N_1 \sin \Phi_1 = N_2 \sin \Phi_2$$

Ако измерването се провежда във въздух (среда 1), тогава $N_1 = 1$ и имаме две неизвестни: комплексният показател на материала N_2 и ъгълът на пречупване на вълната Φ_2 . Тези параметри могат да бъдат определени от комплексните коефициенти на Френел чрез решаване на правата задача на елипсометрията [3].

На пръв поглед от гореизложеното следва, че основните понятия на елипсометрията са доста прости и ясни. По-нататък обаче ще видим, че привидната простота е измамна.



а)



б)

Фигура 3. Схематично представяне на взаимодействието на светлинния лъч с образца слой/полубезкрайна подложка (а) и двуслоен оптичен модел на образца (б), където първият слой представлява повърхностната грапавост с оптична дебелина d_1 ; d_2 е дебелината на втория слой

В присъствие на слой върху подложка (Фигура 3а), в идеалния случай имаме три среди, т.е. въздух/слой/подложка. Комплексните Френелови коефициенти се изразяват като:

$$R_p = \frac{R_p^{12} - R_p^{23} e^{-i2\beta}}{1 - R_p^{12} R_p^{23} e^{-i2\beta}} \quad R_s = \frac{R_s^{12} - R_s^{23} e^{-i2\beta}}{1 - R_s^{12} R_s^{23} e^{-i2\beta}}$$

$$\beta = \pi d N_2 \cos \Phi_2 / \lambda,$$

където β е фазовата дебелина, d е дебелината на слоя, λ е дължината на вълната. В реалния случай обаче повърхността на образца не е идеално гладка и трябва да отчитаме и повърхностната грапавост. Следователно, реалната структура слой-подложка, представен схематично на Фигура 3б, ще бъде вече двуслойна оптична структура с четири среди (въздух-слой 1-слой 2-подложка) със съответните комплексни показатели на пречупване. Реалната дебелина на образца е сумата от $(d_1 + d_2)$.

При наличие на един или повече слоеве върху дадена подложка броят на неизвестните параметри се увеличава и те не могат да бъдат определени от едно измерване на елипсометричните ъгли Ψ и Δ . Комплексните Френелови коефициенти на отражение стават сложни и те могат да бъдат определени чрез решаване на обратната задача на елипсометрията [3], въвеждайки матричните уравнения. В случая, когато образецът е хомогенен, се прилага матричното уравнение на Джонс [7], а ако изследваните слоеве са деполяризиращи, се използва матричното уравнение на Мюлер [8]. Причините за деполяризация могат да бъдат например неравномерност в дебелината на слоя или отражение на светлинния лъч от задната страна на тънка и прозрачна подложка. Двата типа матрични уравнения са разгледани подробно в литература [9].

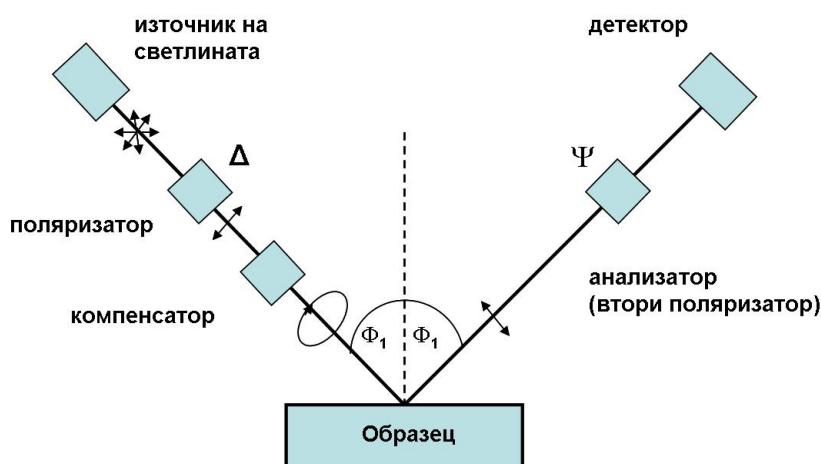
Матричните уравнения се решават с помощта на съответни компютърни програми. За тази цел е необходимо да се избере подходящ оптичен модел, т.е. еднослойна или многослойна структура, описваща възможно най-близко реалната структура, и да се зададат изходните параметри (n , k , d и т.н.) на всеки слой в модела. Фитването на генерираните от модела теоретични данни към измерените експериментални данни се осъществява чрез свеждане до минимум на грешките между експериментално и теоретично получените точки. При фитващата процедура най-често се прилага итеративен нелинеен регресионен алгоритъм на *Levenberg-Marquardt* [10]. За да се увеличи броят на експерименталните данни, Ψ и Δ могат да бъдат измервани при различни ъгли на падане и при различни дължини на вълната. Това дава допълнителна информация и спомага за определяне на неизвестните оптични параметри на материала.

Как работи елипсометърът ?

Примерна блок-схема на елипсометър, работещ в режим на отражение ($\Phi_i < 90^\circ$), е дадена на Фигура 4. Уредът се състои от източник на светлина и въртящи се оптични поляризационни елементи: поляризатор, компенсатор и

анализатор. И трите оптични елемента имат възможност за промяна на ъгъла от 0° до 360° и съответното му точно отчитане. Последователността поляризатор-компенсатор-образец-анализатор (PCSA) е основната конфигурация и до средата на 20-и век предлаганите на пазара прибори са работели по тази схема.

Поляризаторът превръща хаотично трептящата светлина в светлина с линейна поляризация. Ролята на компенсатора (четвъртвълнова пластинка) е да преобразува линейната поляризация в елиптична, така че след отразяването от образца поляризацията на вълната да е отново линейна. Най-често се работи при фиксиран компенсатор ($\pm 45^\circ$) и се търси такова положение на поляризатора и анализатора, че до детектора да достига светлина с минимален интензитет [3]. Елипсометричните ъгли Ψ и Δ се определят от ъгъла на въртене на анализатора и поляризатора при фиксиран ъгъл на компенсатора до достигане на нулев сигнал на изхода на анализатора. Ето защо, такъв вид елипсометър се нарича нулев. Допълването на прибора на Фигура 4 с монохроматор позволява провеждането на измервания и при различни дължини на вълната.



Фигура 4. Принципна схема на елипсометър, работещ в режим на отражение

Предимството на нулевия спектрален елипсометър е високата му точност. За всяка от избраните стойности на компенсатора има две независими комбинации на ъглите на поляризатора и анализатора (така наричаните четири зони), за които сигналът се нулира. Чрез усредняване на стойностите от четиризонните измервания се елиминират системни грешки и тези, внесени от неточността на оптичните елементи.

От 1994 година в ИФТТ-БАН има такъв елипсометър, модел 436 от фирма *Rudolf Research*, САЩ, работещ при дължини на вълната 250-850 nm, който по това време е единствен спектрален елипсометър в България. Този прибор е

използван за целите на много изследователски групи в академичните институции и университети и през повече от едно десетилетие са били измервани различни видове тънки диелектрични и полупроводникови слоеве и материали. Изследванията, проведени с този елипсометър, са включени в редица дипломни работи, докторски дисертации и многобройни научни публикации.

Недостатък на нулевите елипсометри е, че те трудно се поддават на автоматизация и поради това измерването е дълго и трудоемко. Освен това те работят във видимата област на дължините на вълната и не са подходящи за по-задълбочено изследване на нови наноструктурирани слоеве, нанокompозитни и органични материали.

Следващата стъпка в развитието на елипсометричния метод бе разработването на фотометрични елипсометри с различна конфигурация [11]. Разликата между тях най-вече се дължи на избора на системи от поляризатор, анализатор и източници на светлина. Фотометричната елипсометрия се основава на използването на промяната на интензитета на детектирания светлинен сигнал като функция на един или повече от следните параметри: азимутален ъгъл, фазово закъснение или ъгъл на падане на светлината. Тези прибори могат да бъдат лесно автоматизирани и са подходящи за изследвания в много широк спектрален диапазон на вълните от близко ултравиолетовата до далечната инфрачервена област. Съчетавайки измерванията при различни ъгли на падане с широк спектрален диапазон на вълните, обемът на получената информация от едно измерване неимоверно нараства, което позволява да се изследват сложни структури и нанокompозити.

Автоматичният спектрален елипсометър M2000D на ИФТТ е от фотометричен тип с въртящ се компенсатор и високоскоростен CCD детектор, които позволяват продължителността на едно измерване в целия диапазон от 193 nm до 1000 nm да е ~ 5 секунди. Приборът е снабден с автоматично регулируема ($XY = 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$) масичка за изследване на нехомогенности на образца на голяма площ и с клетка за измерване на течни образци. Допълнителна опция към елипсометъра е нагреваемата масичка за образци, която дава възможност за изследване на оптични свойства в зависимост от температурата в диапазон от -80°C до $+600^\circ\text{C}$.

Заклучение

Развитието на оптиката, електрониката и компютърната техника към края на 20-и век превърна елипсометрите от трюмови лабораторни инструменти в широко разпространени ефективни прибори за фундаментални изследвания. Поради голямото бързодействие, което притежават съвременните автоматични елипсометри, те намират широко приложение и в промишлеността за следене и контрол на различни технологични процеси в реално време.

В статията е даден кратък преглед на основните понятия на елипсометрията, на принципа на работа и видовете елипсометри с цел да се популяризира прило-

жението на този оптичен метод в материалознанието. Тези читатели, които се интересуват от по-задълбочено познаване на метода, могат да се обърнат към цитираната литература.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. Drude, Ueber die Gesetze der Reflexion und Brechung des Lichtes an der Grenze absorbirender Krystalle, *Annalen der Physik* **268** (1887) 584
2. A. Rothen, The ellipsometer, an apparatus to measure thicknesses of thin films, *Review of Scientific Instruments* **16** (1945) 26
3. R. M. A. Azzam, and N. M. Bashara, *Ellipsometry and Polarized Light*, North Holland Press, Amsterdam 1977, Second edition 1987
4. H. Fudjiwara, *Spectroscopic Ellipsometry: Principles and applications*, John Wiley&Sons, Ltd., 2007
5. M. Born, E. Wolf, *Principles of optics*, Pergamon Press, London, 1968
6. P. Drude, Oberflächenschichten, *Ann. Phys. Chem.* **36** (1889) 532 and *Ann. Phys. Chem.* **36** (1889) 865
7. R.C. Jones, New calculus for the treatment of optical systems. I. Description and discussion of the calculus. *J. Opt. Soc. Am.* **31** (1941) 488
8. P.S. Hauge, R.H. Muller, and C.G. Smith, Conventions and formulas for using the Mueller-Stokes calculus in ellipsometry, *Surface Science* **96** (1980) 81
9. D. H. Glodstein, *Polarised Light*, third edition, CRC Press, (Taylor&Francis Group, Boca Raton, London, New York), 2011
10. D.W. Marquardt, An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters, *J. Society for Industrial and Applied Mathematics*, **11** (1963) 431
11. *Handbook Of Ellipsometry*, Edited by H. G. Tompkins and E. A. Irene, (William Andrew Publishing and Springer), 2005

ВСЕЛЕНАТА КАТО ХОЛОГРАМА

Десислав Андреев

Въпросите за структурата на Вселената, нейния начин на действие, нейните размери, външен вид – ако въобще може да говорим за такъв, и подобни датират от векове, но в последните десетилетия, поради големия брой научни открития, се пораждат различни теории, които се опитват да отговорят на тези въпроси. Една от тези теории е именно теорията за Холограмния принцип, която е част от теорията на струните. Разглеждайки структурата и природата на черната дупка, можем да достигнем до дълбоки заключения, които да са валидни за всичко в нашата Вселена. Бекенщайн открива и дефинира различни математически постулати, с които обобщаваме това, което научаваме за природата на космическите хоризонти. Основен е принципът, че 2D хоризонт е отражение на 3D съдържанието зад него.

Увод

За да дефинираме Холограмния принцип, първо трябва да нахвърлим определен брой дефиниции и да разгледаме различни обекти от света на космологията и квантовата физика. Тези анализи ще спомогнат за свеждането на различни физични и математични понятия до генерален извод, важещ за природата на целия Космос. Все пак трябва да отбележим, че до този принцип не се достига просто от някаква странна и подхвърлена идея, а след като биват изключени много други теории и предложения. Изключвайки всички възможни и остане само една, то колкото и да е налудничава, тя ще бъде върната. Това всъщност е и аргументът, който използват физиците, занимаващи се с теорията на струните, за да обяснят усилията си в посока, доказваща Холограмния принцип. Можем да кажем, че той е доказан вече на ниво математика, като неговото изучаване започва индиректно още от първите открития на Бекенщайн за черните дупки, т. е. от 70-те години на 20-ти век. Фактът, че информацията не се губи и теорията, че черната дупка има скрита информация в себе си, която не може да бъде наблюдавана, карат физиците да се замислят. Причината е, че Стивън Хокинг се опитва да докаже именно това, че в черната дупка се губи и информацията.

В тази статия ще дефинираме първоначално термини и ще дадем физично обяснение за дадени изрази. След това ще комбинираме тези знания до генерални заключения и така ще обясним теоретично какво представлява въпросният принцип.

Черни дупки

Тук ще бъдем съвсем кратки: черната дупка, показана на Фигура 1, е област в пространство – времето, която не може да бъде напусната от нищо, дори от светлината. Общата теория на относителността предвижда, че достатъчно

компактна маса би могла да деформира пространство-времето до такава степен, че да се образува черна дупка [1].



Фигура 1. Черна дупка

Защо разглеждаме черните дупки? Идеята е, че черната дупка има „горизонт на събитията“, където всяка доближила се материя изчезва безвъзвратно. Проблемът е, както споменахме по-горе, че тази черна дупка изчезва след определено време, а материята никога не бива видяна отново. Освен това искаме да знаем какво бихме видели, ако погледнем падащ предмет в черната дупка. Запазва ли се информацията, която знаем за него и можем ли да я възстановим. Преди да си отговорим на тези въпроси, нека разгледаме термина „информация“.

Информация

„Това е пример за информация!“ – въпросното изречение е добър начин да опишем информацията. Това, което нас ни вълнува като физици, е това изречение от какви и колко на брой символи е съставено. Ние не търсим неговото значение, нито смисъла или дори идеята на текста. Ние виждаме, че този текст е съставен от букви и тези букви биха могли да бъдат разбрани и различени като такива от всеки, използващ кирилицата. Ако ние искаме да направим това изречение достъпно за повече хора, използвайки едни и същи символи, които са независими от езика, то Морзовият код би бил добра идея.

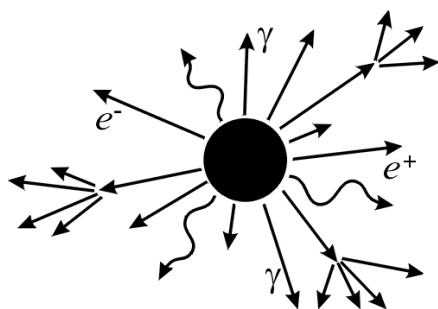
Базирайки се на книгата на Ленърд Съскинд „Космическият пейзаж“ [2], можем да твърдим, че всяка информация може да бъде разбита на битове информация. Гореспоменатият Морзов код е съставен от два символа – черта и точка, а компютрите, с които работим днес, използват набор от нули и единици.

Битовете, от каквато и да е природа, са неразрушими и са най-малката градивна единица на информацията. Всеки бит, дори и този в компютъра, може да бъде изтрит, но не и изгубен. Изтритата информация от твърдия диск оставя магнитни следи, които помагат за нейното възстановяване. Работата на

транзисторите отделя топлина в атмосферата, тоест изразходва енергия, а разпространената енергия е информация. Това, че ние не знаем как да я тълкуваме и как да я прочетем, не я отрича като такава!

Ако се върнем обратно на черните дупки, ще видим едно противоречие. От една страна твърдим, че всичко, което попадне в черната дупка се руши необратимо и се губи завинаги, а от друга страна казваме, че информацията никога не изчезва, защото нейните съставни единици са неразрушими. И оттук идва така нареченият „Информационен парадокс“.

Информационен парадокс



Фигура 2. Лъчението на Хокинг: енергията, излъчвана от черните дупки

Можем да кажем, че този парадокс е възникнал „по вина“ на Стивън Хокинг, тъй като неговата научна работа, свързана с черните дупки, показва именно загубата на информация в тях. Той обаче открива и друго – черната дупка с времето става все по-малка и изчезва завинаги. Извършвайки тези изследвания, той достига до откритието, че черните дупки излъчват енергия (Фигура 2), а самото явление е наречено „Лъчението на Хокинг“.

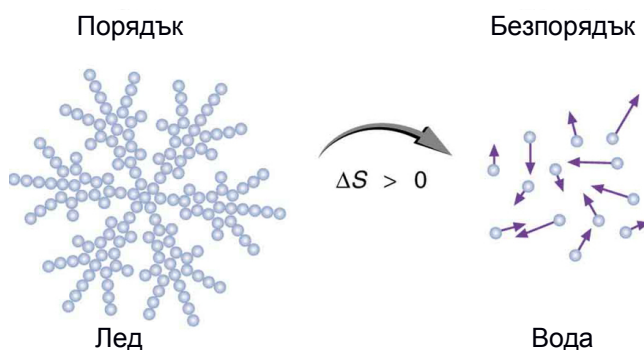
Защо не можем да изследваме и наблюдаваме информацията от черната дупка?

Отговорът е много прост – даден бит информация трябва да превиши скоростта на светлината, за да напусне черната дупка, но тогава какво се случва зад „хоризонта на събитията“?

Ентропия

Говорейки за информация, няма как да не споменем и ентропията. Нека да разгледаме една затворена система – например чаша с вода. Ние можем да намерим информация за нея, чисто експериментално или чрез прости наблюдения. Тоест, дали в чашата има достатъчно вода като обем, за да утоли жаждата ни и от друга страна, дали температурата на водата я прави подходяща за пиене. Но това далеч не е цялата информация, която ние можем да съберем за тази чаша.

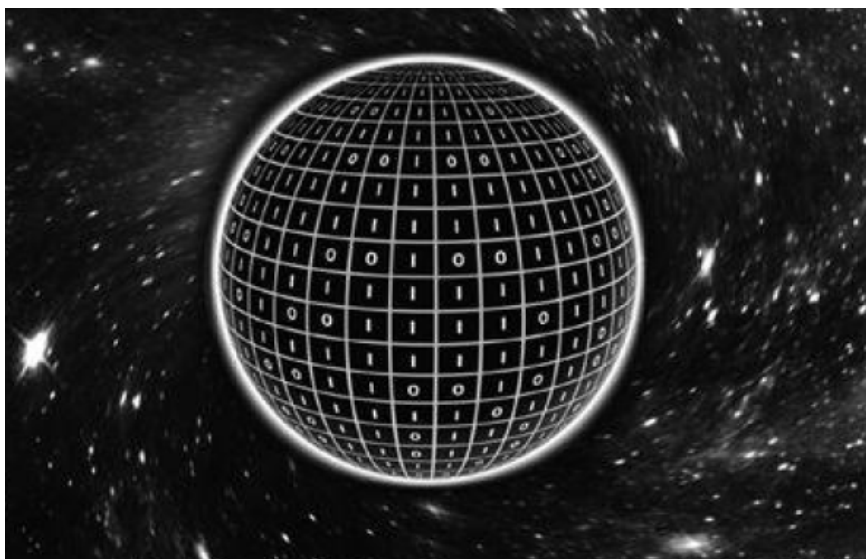
На атомно ниво можем да видим, че има атоми и молекули, които извършват дадени движения, имат определени координати, скорости и т.н., което всъщност е информацията, която ги определя. Проблемът е, че тази информация остава скрита за нас, тъй като ние не можем да наблюдаваме такъв огромен брой толкова малки частици и съответно да следим едновременно поведението на всички. Заради големите степени на свобода ние наричаме тази информация „скрита“. Скрытата информация (Фигура 3) ще наречем ентропия.



Фигура 3. Ентропията като скрита информация (ΔS – промяна на ентропията)

Откритията на Бекенщайн

Още като студент Бекенщайн започва да се занимава с ентропията и чрез различни математически способности достига до извода, че в черната дупка има ентропия (1972 г.) [3]. По друг начин казано, става видно, че в черната дупка има скрита информация. Това не е изненадващо, защото черната дупка по своя характер е голямо количество информация, събрано в силно ограничено пространство. Въпросът, който вълнува физиците, е колко точно информация има скрита в черната дупка и по-точно какво количество битове (Фигура 4) има скрито зад „хоризонта на събитията“.



Фигура 4. Битове информация в черната дупка

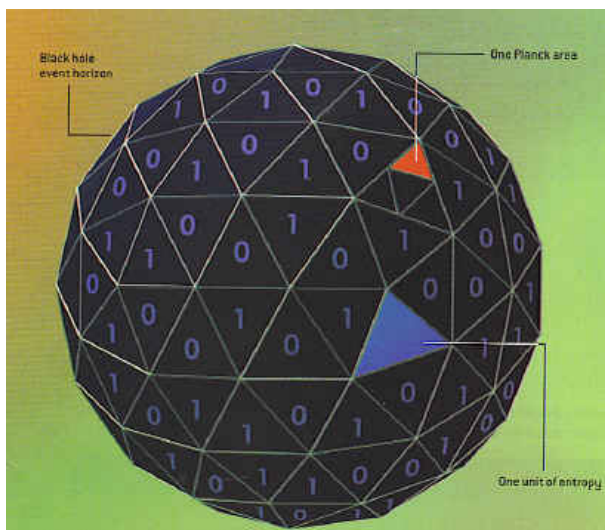
Нека си поставим следната задача – колко бита информация трябва да изстреляме в черната дупка, за да увеличи тя своя размер? Ако разгледаме една миниатюрна черна дупка и започнем да я обстрелваме с елементарни частици,

например фотони, то всеки бит – елементарна частица би увеличил нейната енергия и съответно нейната маса. Така продължаваме неколkokратно, докато не достигнем желания размер. Съответно преброяваме колко бита са били необходими за това.

Достигае до доста изненадващ извод [3] – количеството битове, изстреляно в черната дупка, не е правопрпорционално на нейния обем. Броят битове скрита информация е равен на площта на „хоризонта на събитията“, представена в Планкови единици (Фигура 5).

$$\text{Единица Планкова площ} = G/hc^3 = 10^{-66} \text{ cm}^2,$$

където G е гравитационната константа, h е константата на Планк, а c е скоростта на светлината във вакуум.

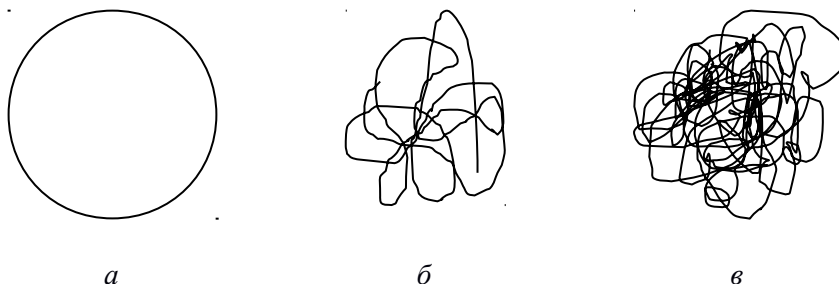


Фигура 5. Единица Планкова площ

Теория на струните

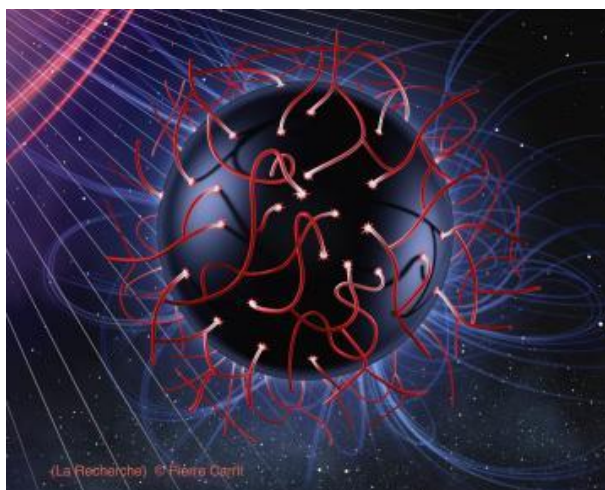
Теорията на струните се е наложила като алтернатива за решенията на голям брой казуси във физиката. Освен това тя дава основа на цял нов начин на мислене и съответно няма как да не вземе страна в разглеждането на подобен парадокс и съответно в обяснението на подобно откритие. Единственото, което трябва да добавим тук е, че според тази теория, елементарните частици са струни, като според честотата им на трептене проявяват различни физични свойства. Нека да разгледаме един пример [1], от тази теория.

Нека имаме една елементарна струна (Фигура 6а).



Фигура 6. Поведение на елементарна струна (ба) при постепенно добавяне на енергия (бб) и (бв)

Нека да добавим в нея някаква енергия, било чрез разклащане, обстрелване с елементарни частици или друго (Фигура бб). Виждаме, че струната започва да променя своята визия, тя променя състоянието си и съответно в нея се проявява ентропията. Нека добавим още енергия в нея (Фигура бв). Тук достигнахме до извода, че с добавянето на енергия, увеличаваме ентропията на дадената струна. Тази енергия увеличава масата на струната, а по-голямата маса кара струната в даден момент да се свие и съответно да образува черна дупка (Фигура 7).



Фигура 7. Струните се свиват в черна дупка

Това което се наблюдава на нейната повърхност, ще бъдат всъщност някакви квантови заплитания и съответно така ще докажем, че там има количество информация.

Хоризонт на събитията

И така достигахме до съществуването на първоначалния експеримент и съответно до въпроса за информацията „зад хоризонта“. Първо, трябва да отбележим, че температурата в известна близост до черната дупка е 10^{33} градуса. Въпреки това

нас ни вълнува въпросът дали даден предмет бива унищожен, преминавайки през хоризонта или минава безопасно и бива непокътнат, докато не достигне точката на сингулярност. Освен това зададохме и въпроса „Какво виждаме ние?“ Не е нужно да казваме, че ако хвърлим каквото и да е тяло в толкова горещо пространство, то несъмнено ще бъде разрушено моментално. Проблемът е в това, че ние не можем да наблюдаваме това тяло, защото да го наблюдаваме в такъв момент, означава да изстреляме мощна електромагнитна енергия от свръхкъси вълни, което поради своята природа би унищожило самото тяло. Тоест, самото провеждане на експеримента прави един от резултатите, който очакваме и ние си отговаряме какво би се случило. Такава ситуация е напълно типична за квантовата физика.

Тогава щом ние не можем да разгледаме тялото, то най-вероятно можем да напишем сложна математика, която да обясни случващото се в този момент. След значителни сметки физиците достигат до извода, че и двете твърдения – тялото се унищожава и тялото остава непокътнато, са верни [3]. Дори и математически погледнато, няма как да не се зачудим защо тези две неща са верни едновременно, след като са напълно противоположни.

Компресиране на информацията

Единственото логично обяснение е, че можем да наблюдаваме едно и също нещо в две различни представяния (Фигура 8).



Фигура 8. Две различни представяния - двумерно и тримерно на едно и също нещо

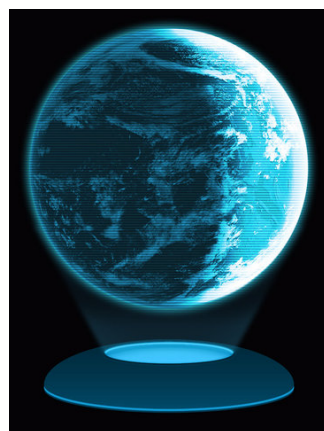
Подобен пример е картината. Ние можем да се загледаме в един портрет и той да ни изглежда значително достоверен и да създава илюзията за триизмерен свят, но фактът е, че картината е двуизмерен образ. Тоест ние не можем да видим какво има зад дадения образ.

Казахме, че информацията може да се кодира дискретно. Значи ли това, че повърхността на черната дупка е 2D и 3D едновременно? Точно такова явление се получава при холограмите. Ако ние компресиране даден триизмерен обект на двуизмерна повърхност, точно като холограма, то образът след обработката ще бъде хаотичен и нелогичен. Но ако знаем алгоритъма за неговото възстановява-

не или необходимите инструменти за неговата употреба така, че да ни даде нужната информация, то ние няма защо да се притесняваме. Пример за холограма е представен на Фигура 9.

Ако разгледаме холограмата в реалния свят, ние ще можем да погледнем от всичките ѝ страни и така да разберем какво има зад образа. Единственото нещо, което трябва да направим, е да облъчим разхвърляната повърхност на холограмата (самия предмет) с фотони. От другата страна при облъчване, подобно на ядрено-магнитен резонанс, ще успеем да изградим и вътрешността на дадения 3D обект. Тоест, ако имаме глава на човек като холограма, ние ще можем да визуализираме нейния мозък, съдове, мускули и т.н.

С други думи, ние намерихме метод да представим един обект по два различни начина. Оттук нататък физиците доказват математически, че повърхността на черната дупка е всъщност 2D образ на нейното 3D съдържание.



Фигура 9. Пример за холограма

Измерване на информацията

А може ли черната дупка да не е единственото тяло в Космоса, което да има такова свойство. Отговорът е, че може! Всеки къс от пространството, всяка затворена 3D крива от него или най-общо казано – цялата Вселена, имат такова свойство.

За да обясним това явление, ще проведем следния експеримент (Фигура 10).



Фигура 10. Максималното количество информация, което може да се съдържа в дадена част от пространството, е правопропорционално на повърхността на това пространство

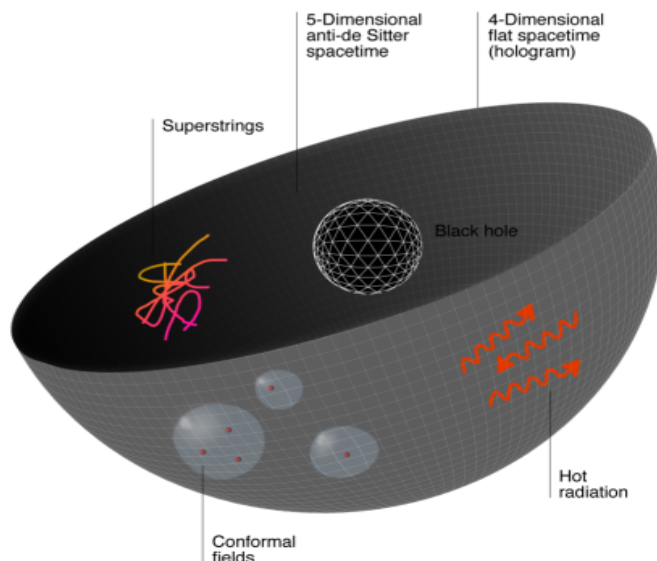
Искаме да разберем дадено количество информация в какво пространство може да се събере – или най-просто казано „За дадена материя, колкото пространство е нужно?“ [3]

Нека обградим тази материя с по-голяма обвивка от пространството. След това започваме да свиваме тази обвивка и постепенно достигахме първоначалната повърхност. Когато това се случи, ще получим черна дупка. Става видно, че максималното количество информация, което може да се съдържа в дадена част

от пространството, е правопрпорционално на повърхността на това пространство.

Вселената

Оттук нататък остава да заключим, че щом можем да затворим даден регион зад хоризонт, то съответно този хоризонт може да бъде също холограма (Фигура 11):



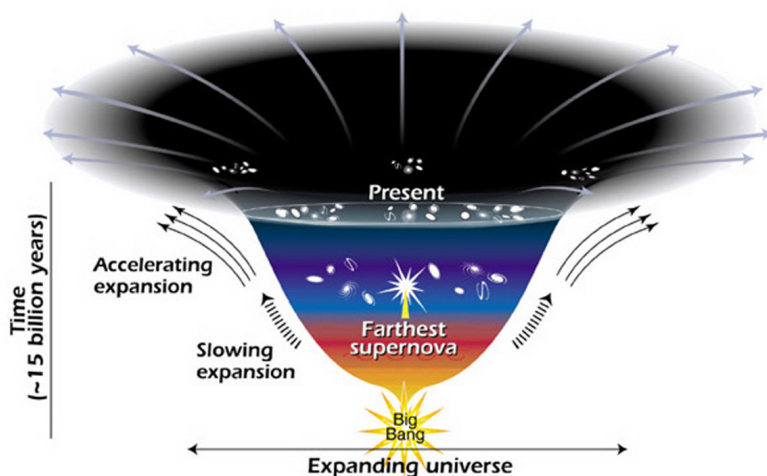
Фигура 11. Хоризонтът като холограма

Щом от гледна точка на Космологията „хоризонтът на събитията“ не е единственият хоризонт във Вселената, то можем да дефинираме [3], че самата Вселена е затворена зад такъв и там, където е тази граница, има също точка, от която няма връщане (*point of no return*). Когато материята я достигне, тя изчезва завинаги и никога повече ние няма да можем да получим обратно информация от нея – също като при черната дупка. Разликата е, че материята няма да попадне в някакво пространство, а ще „избяга“ в по-голямо такова. Доказателство за това е всъщност законът на Хъбъл (Фигура 12).

Имаме нагледно доказателство, че нова материя идва отнякъде (центъра на Вселената) и отива нанякъде (извън границите на нашия хоризонт). Освен това, разширявайки се, Вселената започва да го прави все по-бързо. Ние наблюдаваме самото явление, бидейки вътре в пространството, а какво има на границата на нашия хоризонт, това надали ще разберем.

Така достигаме до въпроса, че след като Вселената е поне хиляда пъти по-голяма, отколкото тази, която ние можем да наблюдаваме [3], то какво значение би имала за нас именно тази допълнителна материя. Не само какво би било ней-

ното значение, а именно неин образ ли е това, което можем да наблюдаваме с телескопи. Освен това няма как да не се запитаме и как можем да наблюдаваме това чрез експеримент, тоест да потвърдим, че нашият хоризонт е 2D образ на съдържанието в него. Тези въпроси все още нямат отговор и физиците, може би и философите, ще продължават да мислят по тях дълго време.



Фигура 12. Законът на Хъбъл

Заклучение

След всичко, което казахме дотук, разбрахме, че математически можем да обясним не само какво се случва на повърхността на черната дупка, а и как би изглеждала нашата Вселена отвън. Стана ясно и че всичко в нашето пространство остава завинаги в него и неговите съставни битове са неунищожими. Все пак природата на пространството е такава, че тези битове някога ще напуснат безвъзвратно границите на Вселената или ще попаднат зад хоризонта на черната дупка, което значи, че ние ще изгубим тяхната информация.

Колкото и философски да звучи, всичко, което се случва в нашето пространство, би било видимо от границите на Вселената и всъщност там буквално стои отражението на нашия живот, дори и да е представено в 2D образ.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/black_hole
- [2] „Космическият пейзаж“ – Leonard Susskind (ИнфоДар 2012)
- [3] Лекция на Leonard Susskind:
<https://www.youtube.com/watch?v=2dil3hfh9ty>
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/holographic_principle

ЗЕЛЕНИЯТ ЛЪЧ

Йовелина Зинкова
Радостина Велевска

В настоящата статия е разгледано подробно явлението рефракция и резултатите от него. Обърнато е внимание на атмосферните явления, свързани със Слънцето, като по-специално място е отделено на явлението Зелен лъч. В доклада са включени и направени от авторите фотографии.

Увод

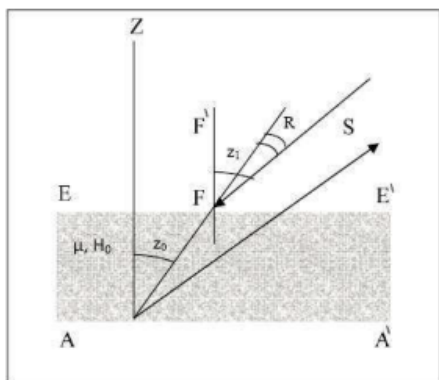
Атмосферните явления са проблем, който вълнува учените по целия свят. Целта на тази статия е както да разкрие причините са пораждаването на тези явления и да постави акцент върху най-впечатляващите от тях, така и да насърчи все повече хора да се стремят да ги наблюдават.

Теория на рефракцията

Зеленият лъч е може би най-впечатляващият, но не и единственият феномен, който свързваме с явлението рефракция. Когато наблюдаваме и правим редица измервания на позицията на телата по небесната сфера, можем да забележим, че получените данни се различават от реалните координати на обектите. Това се дължи на съществуването на земната атмосфера, денонощното движение на Земята, движението ѝ около Слънцето и разположението на наблюдателя по земната повърхност. Накрая, но не и на последно място, това, което трябва да знаем, е че Небесният екватор, Еклиптиката и другите „големи кръгове“ на небето, които използваме за измерване на координатите на обектите, променят своите собствени координати с течение на времето. Поради всички тези характеристики е нужно да се създаде обобщена система, която ще улесни работата с тях, но за нейното усъвършенстване е нужно да вземем предвид редуциите, най-важните от които са: рефракция, денонощен и годишен паралакс, аберация, прецесия и нутация.

Всеки един от нас е виждал промените в големите небесни тела (Слънцето и Луната), когато са близо до хоризонта, без значение дали изгряват или залязват. Видимите изменения и тези, които могат да бъдат единствено измерени, се дължат на атмосферната рефракция.

Нека приемем, че Земята е плоска, атмосферата ѝ е хомогенна и плътността ѝ е константа. Ако вземем лъч светлина, не-



Фигура 1. Теория на рефракцията

зависимо дали източникът му е Слънцето, звезда, отдалечена на светлинни години от нас, или планета от Слънчевата система, лъчът се разпространява първоначално във вакуум със скоростта на светлината. Когато навлезе в земната атмосфера - оптически различна и по-плътна среда, лъчът се „среща“ с различен показател на пречупване, този на земната атмосфера - μ_0 . На границата на междупланетното пространство и земната атмосфера лъчът се пречупва.

Между продължението на пречупения лъч и лъчът на падане се намира ъгълът на рефракция (R) (Фигура 1).

Приемаме AA' за земната повърхност, а EE' за границата на атмосферата. Лъчът от обекта S се пречупва в точка F и заедно с перпендикуляра определят ъгъла z_0 - зенитното отстояние, а ъгълът z_1 е ъгъл на падане. От фиг.1 можем ясно да видим, че $R = z_1 - z_0$, и когато използваме закона на Снелиус за този ъгъл получаваме следното:

$$\frac{\sin(z_0 + R)}{\sin z_0} = \mu_0$$

След известни преобразувания получаваме, че така наречената константа на пречупване е:

$$\alpha = \frac{\mu_0 - 1}{\text{arc } 1''}$$

Тази формула може да бъде използвана за ъгли до $z_0 \approx 45^\circ$. При изчисляването на ъгъла на рефракция оказват влияние: атмосферното налягане, температурата и най-вече зенитното отстояние на наблюдавания обект.

1. Ако небесното тяло се намира на височина над хоризонта по-голяма от 15° , то тогава за пресмятане на ъгъла на рефракция се използва следната формула:

$$R = 0.00452 P / [(273 + T) \text{tg } \alpha]$$

2. Ако небесното тяло се намира на височина над хоризонта по-малка от 15° , ъгълът на рефракция се изчислява по следната формула:

$$R = P (0.1594 + 0.0196 \alpha + 0.00002 \alpha^2) / [(273+T)(1 + 0.505 \alpha + 0.0845 \alpha^2)]$$

Във формулата P е налягане, което се измерва в милибари, T е температура, която се измерва в градуси по Целзий и α е височина на светилото над хоризонта – измерва се в градуси. Њгълът на рефракция (R) също се получава в градуси.

Резултати от рефракцията

Нека разгледаме резултатите от рефракцията. Това е единствената редукция, която дава видими за невъоръженото човешко око промени в небесните обекти. Рефракцията е нулева, когато обектът се наблюдава в зенит. Когато небесните тела са на хоризонта, където ъгълът на рефракция (R) е значително по-голям от



Фигура 2. „Сплескване“ на диска на Слънцето, заснето от ученици от Астрономическа обсерватория, Младежки център, град Хасково

видимия диаметър на Слънчевия диск, той се появява над линията, която разделя видимата от невидимата част на небесната сфера, но ако Земята не притежаваше атмосфера, никаква част от Слънцето нямаше да е видима за наблюдателя в този момент. Поради наличието на този ефект, а и тъй като промените в атмосферните показатели всеки ден влияят върху часа, в който изгряват и залязват небесните тела, е трудно да се дадат точни данни за тези часове. Заедно с това рефракцията променя и продължителността на деня – това е причината на Екватора никога да не се наблюдава равноденс-

твие, защото денят винаги е със същата продължителност като нощта. На средните ширини този ефект се наблюдава на датите на равноденствията – те не са точно на 21^{ви} март и 23^{ти} септември.

Също резултат от така наречената диференциална рефракция, е видимото положение на обектите спрямо друг обект. Този ефект лесно се наблюдава на дигитална фотография.



Фиг. 3. Почервявяване на Слънцето, заснето от ученици от Астрономическа обсерватория, Младежки център, град Хасково



Фиг. 4. Почервявяване на Слънцето, заснето от ученици от Астрономическа обсерватория, Младежки център, град Хасково по време на частичното слънчево затъмнение на 31 май 2003 г.

Ако наблюдаваме изгрев или залез на Слънцето, няма как да пропуснем, че когато то е близо до хоризонта неговият диск изглежда „сплеснат“ – елиптичен (Фигура 2). Вертикалният му диаметър намалява до 6'. Това също се дължи на диференциалната рефракция. Ефектът е най-ясно изразен в долната част на диска.

Блещукането на звездите също се дължи на рефракцията. Когато лъчите навлязат в атмосферата, настъпват резки промени в техния интензитет и спектрален клас. Трептенето, от друга страна, се дължи на колебанията в изображението. С тези две отличителни черти успяваме да различим звездите на небето от планетите – първите блестят и трептят, а вторите - не.

Почервяването на Слънцето и Луната (Фигура 3 и Фигура 4) се дължат на разсейването на електромагнитните вълни от молекулите в атмосферата, наречено разсейване на Релей. Тези молекули са твърде малки по размери в сравнение с дължината на вълната, поради което виолетовата светлина (400 nm) се разсейва до 7 пъти повече от червената светлина (650 nm).

Зелен лъч

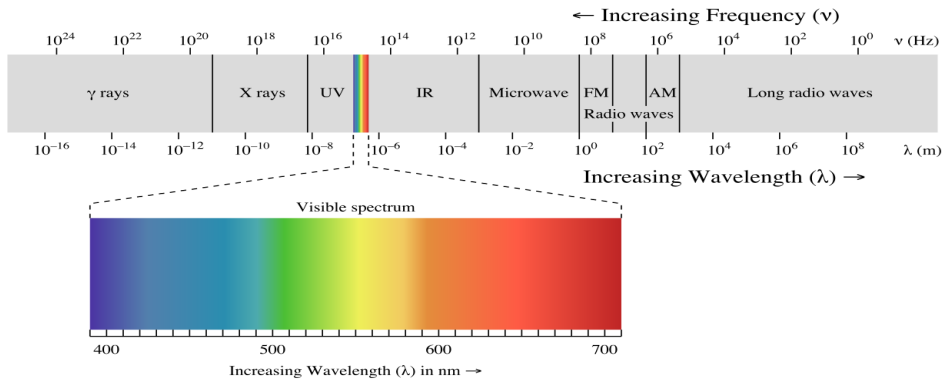
В много култури Зеленият лъч е бил част от различни митове и легенди. С него са били свързвани някои от свръхестествените явления, интересували хората по Земята. В съвременната наука представите за феномена са много по-реалистични. Съществуването му е доказано научно, но въпреки това то не престава да буди възхищение у човека.

Небесното тяло, което свързваме с този феномен, е Слънцето. Само един поглед към нощното небе ни разкрива огромния брой на звездите във Вселената. Слънцето притежава физически характеристики, подобни на много други звезди, но фактът, че то е най-близката до нас звезда, го прави по-значимо за човечеството, отколкото всички останали взети заедно. Това ни дава възможност детайлно да изследваме неговата структура, да наблюдаваме активните образувания по неговата повърхност и да проследим еволюцията му.

Електромагнитен спектър е обхватът на цялото електромагнитно излъчване, който даден астрономически обект (например Слънцето) абсорбира, пропуска и отразява. Слънцето излъчва във всички области на електромагнитния спектър, но една много малка част от него, с дължина на вълната от 380 до 750 nm, може да бъде възприета от човешкото око. Най-силни са излъчванията в зелената област на спектъра, което е предпоставка за доброто възприемане на зеления цвят от зрителния ни орган. Тъй нареченият видим спектър се състои от познатите на всички 6 основни цвята – виолетов, син, зелен, жълт, оранжев и червен, подредени в низходящ ред спрямо честотата им (Фигура 6).



Фигура 5. През 1869 година Джеймс Прескотт Джаул получава признание за своето обяснение на явлението Зелен лъч. Английският физик представя своите резултати чрез писмо до Манчестърското литературно и философско дружество.



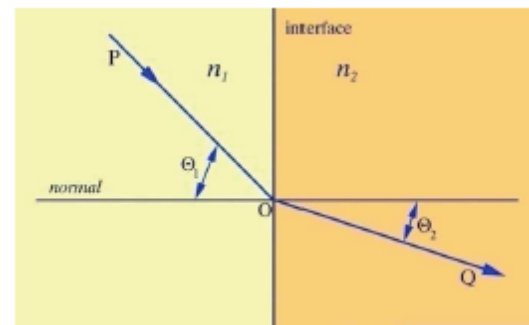
Фигура 6. Електромагнитният спектър

Тези цветове се наричат чисти материални или монохроматични. Излъчените вълни се разпространяват в пространството със скоростта на светлината във вакуум, която е 300 000 000 m/s. Но не във всички среди скоростта на електро-

магнитните вълни е постоянна величина, например при навлизането им в земната атмосфера, те биват повлияни от промяната на плътността ѝ и се пречупват, отразяват, поглъщат или разсейват.

Оптичното явление Зелен лъч се наблюдава малко преди залеза или изгрева на Слънцето, Луната и някои ярки планети.

Видимият диск на Слънцето е съставен от всички цветове, участващи в оптичния регистър. Нека си представим, че атмосферата на Земята представлява една голяма призма. Преминаващата през нея светлина навлиза

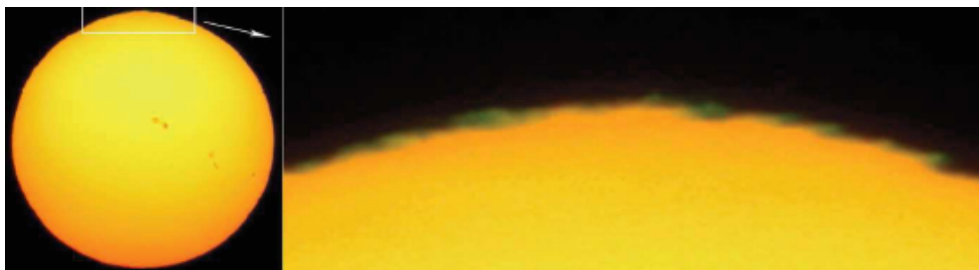


Фигура 7. Преминане на лъч през среди с различна плътност (n_1 и n_2 са показатели на пречупване на двете среди, θ_1 и θ_2 са ъглите на падане и пречупване); $n_2 > n_1$

от среда с един показател на пречупване в среда с друг, поради което се наблюдава намаляване на скоростта на разпространение на вълните и тяхната траектория (Фигура 7).

Вълните от видимия спектър с различна честота се пречупват до различна степен и по такъв начин образуват изображение на Слънцето, което се състои от няколко по-малки диска в различните цветове, които не са точно насложени един върху друг. Дисперсията на светлината се наблюдава най-ясно в последния момент на залеза, при което би трябвало да се забележи виолетов или син отблясък. Тези два цвята се разсейват силно от земната атмосфера за разлика от зеле-

ния, който остава най-малко повлиян и това води до появата на Зелен лъч. Друга причина е, че човешкото око е най-чувствително към зелената част от видимия спектър. На базата на разгледаните явления се проявява феноменът Зелен лъч (Фигура 8 и Фигура 9). В по-редки случаи може да се наблюдава и Син лъч.



Фигура 8. Зелен лъч, заснет от НАО Рожен, България, с CanonEOS 1DsMarkII, ISO 50, exp. 1/5000, Lenses 300mm f/2.8 + 2x Canon EF Extender II



Фигура 9. Зелен лъч, заснет от Хасково, България, на 03.06.2012 г., с CanonEOS 350D, ISO 100, exp. 1/30 и рефрактор 63/840 в директния фокус

За да се наблюдава Зелен лъч, хоризонтът трябва да е чист и метеорологичните условия да са много добри. Най-подходящите места за фотографиране на явлениято са пустините и области близки до морското равнище, където тънкият приземен слой е определящ за висока степен на дисперсия.

Видове зелен лъч

Inferior-mirage flash (Фигура 10) – този вид мираж може да се наблюдава на места, близки до морското равнище. *Inferior-mirage flash* се получава, когато точно над повърхността на водата има слой горещ въздух и температурата рязко се изменя с покачването на височината, а горещият слой трябва да се намира под нивото на наблюдателя. Когато истинското Слънце се движи надолу, а неговият мираж нагоре, те се сливат в образ, наречен Етруска ваза. В момента, в който двете слънца са под хоризонта, разстоянието между червения и зеления лъч е най-голямо и зеленият проблясък става видим.

Mock-mirage flash (Фигури 11, 12 и 13) – местата, от които най-добре може да се заснеме *Mock-mirage flash* са тези с голяма надморска височина. За наблюдението на такъв мираж е нужно да се намирате над студен слой въздух и да има наличие на температурна инверсия - с увеличаване на надморската височина се

увеличава и температурата. Докато *Inferior-mirage flash* създава само 1 допълнително изображение, то при *Mock-mirage* могат да се наблюдават множество образи, които непредвидимо се променят във времето. Такива често срещани форми са триъгълници, четириъгълници, „палачинки“ и т.н. Зеленият отблясък се наблюдава, когато Слънчевият диск наруши целостта си.



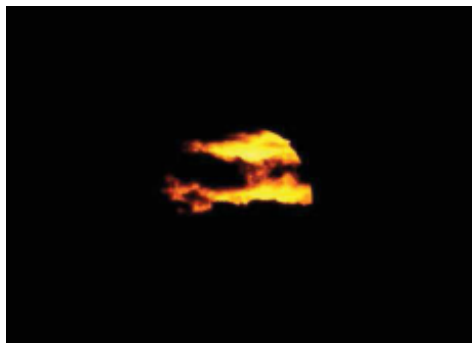
Фигура 10. *Inferior-mirage flash* (Емруска ваза), Мила Зинкова, Хаваи



Фигура 11. *Mock-mirage flash*, Мила Зинкова, Сан Франциско



Фигура 12. *Mock-mirage flash* заснет от ученици от Астрономическа обсерватория, Младежки център, град Хасково

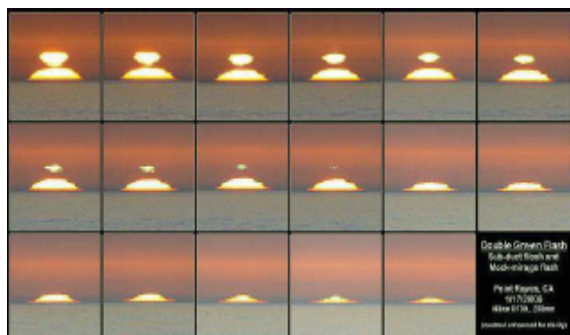


Фигура 13. *Mock-mirage flash*, НАО Рожен, Canon EOS 1Ds Mark II, ISO-50, exp. 1/1600, f/18, Canon 300 f/2.8 + 2x extender lenses

Sub-duct flash (Фигура 14) – явлението може да се наблюдава на всяка надморска височина, при условие че наблюдателят се намира под въздушен слой със силна температурна инверсия. Слънчевият диск има формата на пясъчен часовник, като горната му част се превръща в зелен отблясък за около 15 секунди.

Green ray flash – този вид Зелен отблясък се наблюдава най-добре на морското равнище при наличието на запрашен въздух и ясно очертан хоризонт.

Появява се точно в момента на скриване на слънчевия диск под хоризонта, обикновено е голям няколко градуса и трае няколко секунди (Фигура 15).



Фигура 14. Sub-duct flash, Калифорния



Фигура 15. Green ray flash

Заключение

Рефракцията е първата редукция, която трябва да отбележим, когато правим задълбочени анализи и изчисления за положението на светилата. Това показва важноста ѝ за астрономите и физиците. Представлявайки едно от най-сложните явления, рефракцията ни дава възможността да наблюдаваме едни от най-красивите феномени.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. И. Бакулин, Е. В. Кононович, В. И. Мороз, „Курс Общей Астрономии“, „Наука“, Москва, 1983.
2. М. М. Дагаев, В. Г. Демин, И. А. Климишин, В. М. Чаругин, „Астрономия“, „Просвещение“, Москва, 1983.
3. Н. Николов, М. Калинков, „Астрономия“, „Св. Климент Охридски“, 1998
4. Ст. Панчев, „Физика на атмосферата“, „Народна просвета“, София, 1988.
5. <http://www.atoptics.co.uk/atoptics/gf1.htm>
6. <http://www.atoptics.co.uk/atoptics/sunmir.htm>
7. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/atmos/redsun.html>
8. <http://www.star.ucl.ac.uk/~mmd/greenfla.html>
9. http://www.weatherscapes.com/album.php?cat=optics&subcat=green_flash
10. https://en.wikipedia.org/wiki/James_Prescott_Joule
11. http://en.wikipedia.org/wiki/File:EM_spectrum.svg
12. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sunset_inferio_mirage.jpg
13. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sunset_mirage_111505.jpg
14. <http://en.wikipedia.org/wiki/File:DoubleGreenFlash-Composite.jpg>
15. <http://www.gdargaud.net/Photo/640/GreenRay.jpg>

43-та НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИТЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

Пенка Лазарова
Радост Василева

От 2 до 5 април 2015 г. в Университетски център „Бачиново“ – Благоевград се преведе поредната – 43-та по ред, Национална конференция по въпросите на обучението по физика, организирана от Съюза на физиците в България и Министерството на образованието и науката със съорганизаторството на ЮЗУ „Неофит Рилски“ – Благоевград, фондация „Еврика“, Благоевградския клон на Съюза на учените в България, РИО – Благоевград и с медийната подкрепа на Националното издателство за образование и наука „Аз Буки“.

Изборът на темата на конференцията – **„ОПТИКА И ОПТИЧНИ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИЕТО“**, не е случаен. Националното събитие е част от богатата програма от дейности, посветени на обявената от ЮНЕСКО и от Общото събрание на ООН Международна година на светлината и светлинните технологии – 2015.

Тази тематика присъстваше в научната програма на конференцията, Младежката научна сесия и съпътстващите ги прояви. Основните направления на научната програма, включваща пленарни и секционни доклади, както и постерно представяне на авторски разработки, бяха:

- **Преподаването на оптиката в средното образование:** в задължителната подготовка (7–10 клас); в профилираната подготовка (11–12 клас); оптика и оптични технологии в професионалните гимназии.
- **Преподаването на оптиката във висшето образование:** в курса по обща физика за физични специалности; в техническите университети; в природните специалности; в медицинските университети.
- **Оптиката в годината на светлината:** развитие на науката за светлината и нейната роля в човешкото познание; някои оптични явления в природата; светлината в изкуството.

В конференцията взеха участие повече от 100 преподаватели и изследователи от цялата страна. Бяха изнесени 3 пленарни доклада, свързани с темата на конференцията: *„Ролята на оптиката в развитието на човешкото познание“* (проф. д.ф.н. Иван Лалов), *„Обучението по оптика в 7 и 10 клас – задължителна подготовка“* (Юлиана Белчева) и *„Проблеми на осветителната техника и осветлението“* (проф. д-р инж. Христо Василев). В пленарните доклади беше представено развитието на науката за светлината и нейната роля за човешкото познание, светодиодната технология и т.н. В изнесените доклади и в постерната сесия ярко се открии нарастващата роля на оптиката в съвременността – не само

в преподаването, но също и за развитието на оптичните комуникации, в медицината, за проблемите на осветлението и т.н.

Общият брой секционни пленарни доклади беше 11 (3 в секция „Средно образование“ и 8 в секция „Висше образование“). В секция „Висше образование“ са изнесени 6 доклада, в секция „Средно образование“ – 7 и постерно бяха представени 22.

Убедителните и привлекателни демонстрации, изпълнени от групите на проф. Тинко Ефтимов („Светлината от сътворението до съвременните технологии“) и проф. Драгия Иванов („Експерименти по оптика“) от Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“, показаха не само красотата на светлината, но и колко интересни и полезни са светлинните явления.

Както е известно, всяка година по време на конференциите се изнася публична лекция на актуална за широката общественост през годината тема. Съвсем логично, темата ѝ беше свързана с Международната година на светлината: „*Сините фотодиоди – от Нобеловата награда по физика 2014 до българското участие*“, и също съвсем логично лекторът беше проф. д.ф.н. Евгения Вълчева, която има съвместни публикации с тазгодишните нобелови лауреати. Мястото на провеждането – залата на Националния исторически музей в Благоевград, се оказа недостатъчно за всички желаещи да чуят интересната лекция, придружена с атрактивна презентация.

В рамките на конференцията се проведе и традиционната *Младежка научна сесия*, чиято тема „Магията на светлината“ предизвика интерес у 64 ученици от 22 училища от 17 града от страната, представили 46 разработки. Съпътстваща проява на конференцията беше *фотоизложбата „Светлинни явления в природата“*, организирана от Националния ученически екопарламент и Съюза на физиците в България, в която бяха показани най-добрите фотографии на участниците в едноименния Национален фотоконкурс за ученици и студенти във връзка с Международната година на светлината.

Конференцията беше предшествана от две студентски сесии, на които бяха изнесени около 60 постерни доклада, посветени на приложението на светлината в природните, техническите науки и медицината. Сесията „Светлината в науката и изкуството“ беше организирана от Пловдивския клон на Съюза на физиците в България и Клуба на младите учени към Съюза на учените в България, а „Светлината в медицината“ – от Катедрата по медицинска физика и биофизика в Медицинския университет – София.

В резултат на задълбочени дискусии и анализ на проблемите при преподаването на оптиката, участниците в конференцията стигнаха до следните констатации и препоръки:

Във висшето образование общите и специализираните курсове по оптика във физическите специалности са с достатъчен брой часове и с достатъчно разнообразно съдържание с оглед аспектите и приложенията на съвременната

наука, но е необходимо да се търсят пътища за информиране на учениците и студентите относно възможностите за бъдеща кариера във фирми и в научни институции в областта на оптиката. Хорариумът за преподаване на учебното съдържание по оптика в нефизическите специалности в някои висши училища е намален. Открит остава и проблемът за подсигуряване на обучението с необходимата за целта апаратура. Всеобщо беше мнението, че хорариумът на общите курсове по физика трябва да се увеличи и че е крайно необходимо привличането и усъвършенстването на млади учители по физика, като се започне от приема на студентите, обучението на бакалаври и магистри и по-нататъшната квалификация на младите учители.

Проблемите в средното образование също не са малко. Въпреки че обемът на учебното съдържание за изучаване на светлинните явления в средното училище е достатъчен, темите са добре разпределени в двете образователни степени и е осигурена приемственост в тяхното изучаване, необходимо е да се разнообрази учебният материал в задължителната подготовка с интересни оптични явления. Самата оптика дава прекрасни възможности за онагледяване и има голям и достатъчно богат ресурс от изображения на светлинни явления и опити. Това, от своя страна, е предпоставка за използване на информационните и комуникационни технологии в учебния процес, както и на различни интерактивни методи на обучение. Препоръката на участниците в конференцията е учебното съдържание на раздел „Оптика“ в учебниците за VII и X клас да бъде представено още по-достъпно и да има подчертано практико-приложен характер. Констатирано бе, че в разработваните нови модули за профилирана подготовка по физика в XI и XII клас липсва раздел по оптика, което може да се компенсира чрез теми за светлината в модулите „Приложна физика“ и „Експериментална физика“. С оглед важността на оптиката за бъдещите студенти и техници би трябвало да се обособи в XI и XII клас модул „Оптика“. Всеизвестен факт е, че експериментът по физика в училище е слабо застъпен, което се отнася и до раздел „Оптика“.

Физическата общност настоява за въвеждане на държавните образователни изисквания за учебна среда, в които да се регламентира наличието на учебни кабинети по природни науки, като се заделят и финансови средства за обновяване на апаратурата на съществуващите кабинети по физика, като се има предвид, че това оборудване не изисква скъпо финансиране, както и да се предложи обучение на учителите по физика, свързано с формирането на експериментални умения.

Като положителен факт се отчита участието на ученици и студенти в конференцията, но не трябва да забравяме, че зад качествените научни проекти на младите хора стои безкористният труд на техните преподаватели и научни ръководители, който трябва да се взема предвид при тяхното атестиране. По-специално, при атестирането на учители по природни науки би трябвало да има показатели за активно участие в национални и международни конференции и фо-

руми; за подготовка и провеждане на физичен училищен експеримент и за ръководство на ученически научни проекти. Това е свързано не само с повишаване интереса на учащите се към природните науки, но и с повишаване квалификацията на преподавателите в средните училища и съответно с подобряване качеството на преподаване.

По традиция по време на конференцията бяха връчени наградите на Международната фондация „Св. св. Кирил и Методий“ за учители „Акад. Матей Матеев“.

Наградата „За изключителни постижения при откриването и развитието на млади таланти в областта на физиката“ получи учителката по физика и астрономия в Образцовата математическа гимназия „Акад. Кирил Попов“ в Пловдив **Боряна Николова Генева**.

Наградата „За постижения при създаване на условия за най-подходяща учебна среда“ бе поделена между **Недялка Петрова Траянова** – учител по физика в ПГ по транспорт „Гоце Делчев“ – Пловдив, и **Силвия Георгиева Боянова** – учител по физика и астрономия в ПГ „Акад. Сергей П. Корольов“ – Дупница.

Посетете нашия сайт

wop.phys.uni-sofia.bg

На него можете да откриете всички броеве на
СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА от 1991 г. досега

СВЕТЛИНАТА ПРЕЗ ОБЕКТИВИТЕ НА УЧЕНИЦИ И СТУДЕНТИ

Милка Джиджова

Националният фотоконкурс „Светлинни явления в природата“ е посветен на обявената от ЮНЕСКО 2015 г. за Международна година на светлината и е част от Националната програма за нейното отбелязване. Организира се от Съюза на физиците в България в партньорство с Националния ученически екопарламент.



Слънчеви лъчи
Еркан Исов
ПГИЧЕ, Търговище



Изгрев с фейерверки
Гергана Курукювлиева
НХА, София



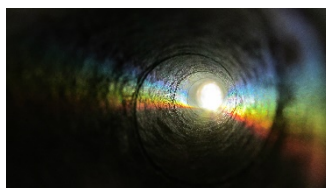
Хало
Марин Георгиев
ОУ „Антим I“, Балчик

Конкурсът предизвиква голям интерес, за което говори огромният брой получени снимки: 1049 от 367 автори от 56 населени места. Участниците в конкурса са представители на 104 училища, 5 Обединени детски комплекса и 14 висши училища.

Авторите са уловили и показали светлината в нейната красота, многообразие и величие. Представени са различни светлинни явления в природата: отражение, пречупване, разпространение с лъчи и снопове, дъга, светкавица, изгреви и залези, дисперсия, дифракция, лунно хало и други.



Красотата на цветовете
Маринела Белоева
СОУ „В. Левски, Севлиево



Краят на тунела
Елора Павлова
ОМГ, Пловдив

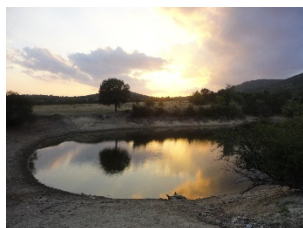


Футбол под дъгата
Елис Мурад
ОУ, с. Езерче

Към всяка от фотографиите освен художественото заглавие авторът е подал информация за заснетото светлинно явление, за неговата същност, къде и кога е наблюдавано и фотографирано. От това се налага изводът, че участниците в конкурса познават физичната същност на светлинните явления, умеят да наблюдават и избераат точния момент, за да го запечатат с обектива си.

Снимките завладяват с простота и изящество, което само природата може да създаде.

Отчитането на конкурса и награждаването на 18 автори, чиито творби са класирани, се извърши на 18 май 2015 г. в Националния политехнически музей. На всички бяха връчени от проф. Иван Лалов дипломи и награди, осигурени от Националния ученически екопарламент и Областния информационен център.



Отражение

Петра Кавраджиева
ЕГ „Пловдив“, Пловдив



Силната майка природа

Никола Деведжиев
ПУ „П. Хилендарски“



Награждаване

Изложбата, представяща най-добрите 66 фотографии от конкурса, е експонирана по различно време на различни места:

- на 3 април – в Югозападния университет, Благоевград, по време на 43-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика;
- на 18 май – в Националния политехнически музей, по повод награждаването на авторите на отличените творби.

В момента изложбата се съхранява в офиса на Екопарламента и може да гостува навсякъде, по предварително договаряне с автора на статията Милка Джиджова (председател на УС на Екопарламента и член на УС на СФБ).

ДИСЕРТАЦИЯТА НА ДИМИТЪР МУТЕВ „ЗА ПСИХРО- МЕТРИЯТА“

ОТ МАРИАНА КЪНЕВА (съставител)

Изд. „Фараго“, София, 2014, 176 стр., 2 ил., 23 табл.

Мариана Кънева

Дисертацията на Димитър Мутев „За психрометрията“, блестящо защитена в Берлин през 1842 г., е едно от трите най-значими културни събития на нашето Възраждане заедно с „История Славяноболгарская“ на Паисий Хилендарски и „Рибния буквар“ на Петър Берон.



Целта на изданието е да популяризира в по-голяма степен името на Димитър Мутев, което все още не е достатъчно известно дори и сред физиците. Този забележителен българин е една от най-светлите и интелигентни възрожденски личности: учен и родолюбец, книжовник и общественик. Почти за цялата му дейност може да се употреби думата „първи“: първият българин, завършил висшия курс на Ришельовския лицей, първият българин, защитил докторска дисертация, първият редактор на най-значимото българско възрожденско списание – „Български книжици“, негов е първият превод на „Чичевата Томова колиба“, направен само 7 години след публикуването на книгата, той е и директор на първата българска гимназия – Болградската – и я превръща в

елитно училище и център на родолюбие. Това, което обаче има най-голямо значение за нас, физиците, е че първата дисертация, защитена от българин, е по физика.

Представеното двуезично/билингвистично издание възпроизвежда дисертацията в оригинал и в превод от латински на доц. д-р Анна Николова. Копието на дисертацията, репродуцирано в книгата, е получено от Пловдивската народна библиотека с любезното съдействие и подкрепа на д-р Динчо Кръстев (директор на Централната библиотека на БАН), директора на Пловдивската народна библиотека „Иван Вазов“ Радка Колева и нейният заместник-директор Димитър Минев и е с много добро качество. Преводът на дисертацията е направен от доц. Анна Николова и е взет от публикацията на доц. д-р Нели Бъчварова „Димитър

Мутев и неговата дисертация“ в Известия на държавните архиви, 1982 г., кн. 44, стр. 141-189, изд. „Марин Дринов“. Максимално е запазена автентичността на превода, с цел да се запази характерният за Димитър Мутев стил, означаване на физичните величини и размерностите им, когато са посочени. Направени са някои терминологични уточнения с цел по-доброто представяне на физическия смисъл на описаното в дисертацията, както и известни корекции в транскрипцията на имената на цитираните учени. Текстът на превода е разпределен от доц. А. Николова по страници, съответстващи на латинския оригинал на дисертацията.

Изданието е оформено като сборник, който освен самата дисертация, съдържа и приложения, включващи коментар по същността и научната стойност на дисертацията заедно с бележки от доц. д-р Нели Бъчварова и енциклопедична справка за психрометрирането и психрометрите от д-р Росен Горгоров. Бележките представляват кратка, но ценна справка за всеки от цитираните в дисертацията учени – биографични данни, област на изследвания, основни приноси.

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 16 лв., за пенсионери и студенти – 8 лв.
Ако желаете да се абонирате – пишете на worldofphysics@abv.bg

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

София

- Книжарница на БАН: София 1000, ул. „15 ноември“ 1, тел. (02) 987 97 86
- Книжарницата на Математически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“: София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5
- Книжарница „Нисим“, бул. „В. Левски“ 59
- Съюз на физиците в България, Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“: София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5, тел. +359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg

Варна

Народна астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“, Приморски парк 4

ВЪЗМОЖНО ЛИ Е УМНИЯТ ЧОВЕК ДА ВЯРВА В БОГ?

Нъшан Ахабабян

„Макар и да съм убеден, че научната истина е ненакърнима в своята собствена сфер, винаги съм смятал, че е невъзможно да отхвърля религиозното мислене просто като част от старомодна фраза в съзнанието на човечеството, като част, от която ние ще трябва да се откажем. И така, в хода на моя живот, винаги съм се чувствал длъжен да размишлявам върху взаимовръзката между тези две области на мисълта – науката и религията – защото никога не съм се съмнявал в реалността на това, което те сочат.“

В. Хайзенберг, „Научната и религиозната истина“, 1973
(Heisenberg, Werner. 1973. „Naturwissenschaftliche und religiöse Wahrheit“. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 24 März, pp. 7-8.)

Като заглавие на моя текст използвам първото изречение на последния параграф на книгата *„Вселена с промисъл. Вярвайки в Айнщайн, Дарвин и Бог“* на Бърнард Хейш (Bernard Haisch, „The Purpose-Guided Universe: Believing in Einstein, Darwin and God“, Career Press, 2010), издадена от изд. „Бард“, 2014 г., в превод на Елика Рафи, под зоркото око на д-р Венелин Кожухаров-Венски.

До този сакрален въпрос е стигнал авторът, по-конкретно: *„Възможно ли е да има промисъл зад съществуването на Вселената? Промисъл, съвместим със съвременната наука, и по-специално с теорията за Големия взрив и еволюцията?“*

Нека веднага отбележим, че Бърнард Хейш не е пътуващ проповедник или енорийски свещеник. Роден (1955) в Щутгарт, Германия, с еврейско потекло, той е PhD по астрономия от университета в Уисконсин, САЩ, а преди да стане астрофизик и да работи в престижните астрономически лаборатории на университетите в Колорадо и в Бъркли, САЩ, и Института „Макс Планк“ в Германия (автор на над 150 научни публикации в областта на ултравиолетовата астрофизика), е завършил католическата семинария „Сейнт Майнард“ и се е готвил за посвещение в свещенически сан.

...Дочетох книгата със стиснати зъби, оставайки с чувството за някакъв гювеч от преднамерена и свободна интерпретация на Библията, тлъсти късове от квантово-физични аргументи и ефекти, богато поръсена с подправки от източните религии, съвременни астрофизични факти и еврейската кабала, средновековен мистицизъм и следствия от Дарвиновата теория, гарнирана обилно с ефектни, извадени от контекста изказвания на видни физици, и т.н. И всичко това в усилията му да обоснове и подплати „научно“ проповядваната от него „Вечна философия“ [1]. Казано с други думи, докато „атеистите“ се стре-

мят с природонаучни аргументи да опровергават религията, проф. Бърнард Хейш се опитва с научни факти да обоснове „Вселената с промисъл“... Може да се каже и по-грубо, но не по-малко основателно: да натица Бог в утвърдените природонаучни експериментални факти и широк спектър от недотам обосновани научни хипотези, уви, неспазвайки наистина най-незачитаната библейска заповед „Не изговаряй напразно името на Господа, твой Бог!“

Разбира се, под ръка му са доста спорните и далеч достигащи необосновани интерпретации на неравенствата на Бел (и експериментите на Аспе) или неравенството на Легет (и експериментите на Аспелмайлер и Цайлингер) за „призрачни взаимодействия от разстояние“, „физиката се натъква на съзнанието“, „не съществува реалност, независимо от измерванията, актът на измерването създава реалността“, „всичко в нашата вселена, в качеството си на продукт на съзнанието, е единствено съзнание“, и пр. В усилие да обясни защо нашата Вселена, в сред безкрайното множество възможни вселени, е очевидно уникална, и след като отхвърля случайната възможност за „ювелирната дискретна синхронизация на световните константи“ (случайни съвпадения, въпрос на статистика), Хейш достига до „логически неизбежния“ извод: „законите и константите са детерминирани с определен промисъл: да се развият всички форми на живот, а впоследствие и да предоставят на присъщия за тях интелект всякаква възможност да експериментира със своя съзидателен потенциал наред с огромното разнообразие от творения – включително и ние самите“. И прегръща (и разгръща) хипотезата за „Вселена с промисъл“. Изпитвах чувството, че наблюдавам неумел кълкър, който се подхлъзва в различни посоки, търсейки опора в различни екстравагантни, но съмнителни интерпретации на квантови или астрофизични ефекти... А когато авторът посегне към „антропния принцип“ – аз „посягам към кобура си“ ...

И след като си спомних крилата фраза на Стивън Уайнбърг: „Вселената става толкова по-безсмислена, колкото по-обяснима изглежда“, изоставих първоначалното си (добронамерено) намерение да нагазвам в мочурливата почва на метафизично-религиозния дискурс и да пиша отзив за книгата ...

Да, ама не! С времето в главата ми непрекъснато възникваха въпросите, които проф. Хейш повдигаше: те бяха напълно основателни. Но решението, което той предлагаше, не ме кефеше. Безспорно „...наличието на многобройни съвпадения и дискретни синхронизации, които като цяло изглеждат свършено неправдоподобни и заради това изискват обяснение...“, и „... допускам, че всички тези по „случайност“ благоприятни природни закони насочват към наличието на създател“. И ето че си дойдохме на думата: „Интелектът, чието съществуване допускам, бихме могли да обозначим като Бог...“

Разбира се, освен „физическите“ истини съществуват и „духовни“ прозрения, които не могат да се обяснят, нито докажат или оспорят въз основа на при-

родно естествени методи или критерии. Такива са религиозните твърдения, метафизичните екстраполации и обобщения, духовните и естетически преживявания. Нека отбележим, че когато кажем Бог, изразяваме едно понятие, което в хода на времето е претърпяло много промени. В различни цивилизации, в епохи на една и съща цивилизация, отношението към религия и вяра се е променяло, преминавало от превъзходство на религията към надмощие на рационалното мислене и преливало обратно, от отричане и противопоставяне, до усилия за обединяване, или поне до „съвместно мирно съществуване“. Да не говорим за атеистите, агностиците, ... до пълното кръчмарско отричане на ниво „Наръчник на агитатора“ (за който могат да си спомнят само хора от моето поколение от средата на миналия век), неизменно съществували през всички времена. Но нека ясно да подчертаем: институционалната злоупотреба с религията и отношението на отделния човек към Бог са две напълно различни неща и не трябва да се смесват. И проблемът е: в какъв Бог вярваме, или в какъв не вярваме [2].

Затова е важно да знаем „За какъв Бог по-точно говорим?“. В случая, Богът на Бърнард Хейш е много различен от традиционния и онзи, на когото повечето хора се позовават. Богът от „Вечната философия“ (*The Perennial Philosophy*), е определен от аксиомите: материалната физична вселена не е единствената; нашата човешка природа има едновременно и материална страна, подчинена на физичните закони, на раждането и смъртта, и нематериална – безсмъртен дух или душа; и всички човешки същества притежават способността интуитивно да възприемат неподправената многолика природа... „От моя гледна точка, животът има цел – свършено съзвучна с всички научни открития за Вселената и живота на Земята“ – заявява категорично авторът. „Вселената ни е с промисъл. Промисълът се заключава в превръщането на потенциала в опит и в тази схема еволюцията на жизнените форми е основен елемент. Именно тук Бог има нужда и от Дарвин“.

Халал му вяра! Щом Бог има нужда от проф. Чарлз Дарвин, и проф. Бърнард Хейш има право да търси Вселена с промисъл. Още повече, той никъде не налага своето мнение и още в предговора заявява: „Определено не твърдя, че изказаното от мен мнение е доказуемо.“

Но едва ли Вселената с промисъл, какъвто Хейш предлага, е еднозначното решение на въпросите, които той основателно поставя. И тук е основното ми възражение: това е Бог, натаманен, с малки козметични намеси и известни силиконови подпльнки, да удовлетвори основните християнски религиозни догми с повечето съвременни природонаучни представи за Вселената – и вълкът сит и агнето цяло!

Наистина, религия и наука става любима тема на религиозния учен през XX век. Планк вярва както в личния Бог, така и в свободната воля; Айнщайн поддържа хармонията между наука и религия; Шрьодингер славя Бога-

художник; Макс фон Лауе заявява, че нагонът на днешния учен и неговата религиозност са взаимосвързани; Миликан провъзгласява християнската църква за пътеводител, а науката – за нейна помощница; Едингтън, Джейм Джийнс, Паскуал Йордан... списъка може да се продължи с имена от същия калибър до ден днешен [6]. Светът е заслепен от блясъка на научните постижения, примитивния атеизъм на XIX век е мъртъв и борбата с вятърните мелници на някои от религиозните твърдения е безсмислена. И на учените с нимба на главите (а и често старателни енориаши) не им остава друго, освен да опитат със свои ръце да изградят новите основи на света възприятие. Те се чувстват като пазачи на дига, задължени да се намесват със своя авторитет там, където дигата се пропуква. За съжаление, в епохата на триумфа на специализацията, славата често потиква да се прескачат границите на компетентността. Някои (основателно) нарекоха това „печално съжителство между най-точната специализация с най-необузданото религиозно-философско дилетантство.“

Но да погледнем и кривиците в нашите очи, байно. Настъпва време, когато фундаментите на естествознанието сами стават проблематични и даже ако пренебрегнем нееднозначните интерпретации, предизвикват сериозни съмнения. Физиката се е изгубила в математическите джунгли на съвременните теории, със съмнителна надежда за тяхната експериментална проверка. За съжаление, често необосновани и далеч достигащи екстраполации – примерно, за разстояния от порядъка на 10^{-16} cm до 10 светлинни години и времеви интервали от 10^{-16} сек. до милиони години, които се опитваме да опишем и обясним „с думи прости“, които ние „мислещите тръстики“, употребяваме, за да се оправяме в профанния живот на Земята [3]. Фундаменталният сциентизъм или научен утопизъм и претенциите на науката за монопол над истината, прикриващи се зад риториката и ореола от претенциозна самомнителност, ирационални и произволни интерпретации и съмнителни твърдения, патетичната увереност, претенциите за научна необоримост, смесичката от логика и високомерие, разперила пера като паун, често отблъскват задълбочено мислещите умове и честни сърца [4].

„Онова обаче което наричаме днес „съвременна наука“ и на което гледаме като венец на продължила хилядолетия еволюция, всъщност е наука едва в юношеските години на своето развитие: безочлива, високомерна спрямо по-старите традиции, прекомерно самонадеяна, бърлива, склонна към догматични мнения и категорични отговори. (...) Като общество ние допускаме грешката да мислим, че тъй като науката може да предложи донякъде приемливи отговори на отделни въпроси, тя в крайна сметка ще отговори на всички въпроси. Първично, учените са твърде съдържани в изказаните от тях съмнения. В последно време обаче мнозина споделят растяща амбиция, сякаш илюзорната власт, която сме им доверили, е повлияла върху техните умения за

съждение. В резултат се сдобихме с поредица мегаломански твърдения, които не могат да бъдат нито доказани, нито реализирани. (...) Най-великите неразрешени тайни са свързани с битието ни на съзнателни същества в малко кътче на безкрайната вселена. Защо сме тук? Откъде идва нашето познание за добро и зло? Тези тайни и хиляди други като тях, надхвърлят пределите на науката. Те са от другата страна на границата, в прерогативите на религията.“ – позволявам си този дълъг цитат, защото той е на Фрийман Дайсън, а когато той говори и боговете мълчат! [5]

За мен търсенето на примирие между наука и вяра (Хейш говори за религия) е достойно за уважение: не дихотомно противопоставяне, а сенергетична допълнителност. Това не означава съвместяване на наука с религия или, още по-малко – обосноваване или опровергаване на едното с другото. Във втората част на заглавието на книгата: „С вяра в Айнщайн, Дарвин и Бог“, на мен ми липсва името на Бор! (виж в именния показател броя споменавания на името на Бор). За мен неговият принцип на допълнителността е по-правдоподобният и приемлив изход от проблема - поне при съвременното състояние на науката и религията. А довеждането и на двете гледни точки до екстремалните им крайности водят или до дървения атеизъм или до религиозния фанатизъм. *„Религиите и науката отговарят на различни въпроси за света. Дали Вселената има някакво предназначение, или човешкият живот е с някакво предназначение – това не са въпроси, които вълнуват науката ... Науката е начин да опознаем естествения свят. Тя се задоволява с обяснението на естествения свят посредством причинно-следствени връзки. Науката не е причастна към въпроса дали Бог съществува или не.“* – това е и официалното становище на Националната академия на науките на САЩ по проблема.

И така: възможно ли е умният човек да вярва в Бог? А може би още по-основателен изглежда въпросът, ако го формулираме като: „Може ли умен човек да не си задава тези въпроси?“ Впрочем, ще бъде ли много по-умен, ако пренебрегвам тези въпроси (особено след определена възраст...). Възможно ли е науката и религията да съществуват при взаимно уважение и признание – всяка в своята област на валидност? Наука и религия изобщо не навлизат взаимно в своите владения. Научната вселена не изключва никакви религиозни истини; важното е че делата на естествениците не влизат в конфликт с делата на духовниците, тъй като те се трудят в две съвсем различни полета.

Без да претендирам да съм „умен човек“, и аз по примера на плеядата велики вярващи учени [6] (пък и след като над 50 % от съвременните американски физици се обявяват за вярващи (според проучване на М. Гийен, цитирано от Хейш)), ще се осмеля да се да се подреда зад гърба им... По-точно: поне всред

онези, които считат, че могат да вярват и на Айнщайн и Дарвин и, заедно с Бор, да не ги противопоставят на Бог...

И да се утеша с текст на „колега“, който на 25-годишна възраст става професор по физика, прави научни приноси, превърнали го в безсмъртен, и 45-годишен, споделя в писмо до приятел: *„Боже мой, какво представляват всъщност тези науки, всички тези изследвания, всички тези остроумни експерименти и грандиозни концепции, на които светът се възхищава и върху които нашето лично любопитство си устройва пиришество? В действителност, всички тези науки не са нищо друго, освен пълна суета. Така че продължавай научните си изследвания, но без фанатизъм! Насочвай ограничената енергия на твоята душа към по-скромни занимания! Не разпилявай силата си в суетни и празни изследвания! И не отделяй толкова много време за науките, както правеше в миналото!*

Продължавай да изследваш обектите в този видим свят – като учен ти си длъжен да правиш това – но ги изследвай само с едното си око, нека другото да бъде непрестанно насочено към Вечната истина!

Слушай учените, но ги слушай само с едното си ухо! Нека другото бъде винаги готово да долавя тонове на гласа на твоя Небесен приятел! Пиши с едната ръка, а с другата се хвани здраво за одеждите на Бога, както едно дете се държи за дрехата на баща си!

Без тези предпазни мерки, със сигурност ще разбиеш главата си в стената!“ [7]

И сега аз – мислеща тръстика (а на моята възраст, вероятно повече тръстика...), поемайки пълния риск да бъда низвергнат от колегите-фундаменталисти или отлъчен от БАН, по примера на Монтен си позволявам: *„Тук аз предлагам някои мои неформени и незавършени мисли, както правят онези, които поставят на обсъждане пред учени съвети въпроси, предизвикващи съмнения; правя го не за да установя истината, а за да я потърся.“ [8]*

БЕЛЕЖКИ

[1] Неговият бестселър „Теорията за Бог“, която в български превод не познаваме (и което не е голям пропуск, според мен...). Сред съвременните учени господства мнението, че „вечната философия“ е плод на чисто субективно въображение, но самия Хейш пък смята, че това тяхно мнение е резултат на интелектуално високомерие...

[2] Виж, например: „Делюзията Бог“ на Докинс (Изд. „Изток-Запад“, 2008) v/s „Теорията за Бог“ на Армстронг (Изд. „Изток-Запад“, 2013).

[3] „Човечеството е тласкано напред от смътните си опасения за неща, които са прекалено мъгляви за съществуващия език“ – А. Н. Уайтхед.

[4] И затова, предсказанието на Хейш за „залез на физиката като модел на науката и възход и налагане на биологията“ като метафора на науката на ХХІ век, от редукионизма (към физиката) към допускането на „съществуване на определени закони, които не могат да бъдат сведени до физиката, такава каквато я познаваме“, не е за пренебрегване...

[5] А Людвиг Витгенщайн отива още по-далеч: „Нашето убеждение е, че даже когато всички възможни въпроси на науката получат своите отговори, проблемите на живота ще останат без никакъв отговор“.

[6] „50 Нобелови лауреати и други велики учени за вярата си в Бога“, Съставителство: Т. Димитров, Изд. „Спектра“, Варна, 2006 г.

[7] Не се мъчи, драги читателю, става дума за „колегата“ Анри-Мари Ампер (1775-1836).

[8] Из писмото на Монтен до цензорите на католическата църква през 1580 г., поставяйки пред тях първите два тома на своите есета.

Послеслов (октомври 2015). Докато, този текст, писан преди няколко години, втасваше по чекмеджета, се натъкнах на случая с Робърт Миликан, който не мога да не приведа. Вече носител на Нобеловата награда по физика, той изнася лекция за религията в Харвардския университет. По едно време един от слушателите вдига ръка и пита: „Татко, защо по-добре не говориш по теми, от които разбираш?“ Слушателят е синът му. Ех, би могъл да бъде и по-деликатен...

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXXVIII

РЕДАКЦИОННО

РЕДАКЦИОННО

РЕДАКЦИОННО

– Е. Христова – Нобеловата награда по физика за 2015 година.

РЕДАКЦИОННО

НАУКАТА

– Д. Николов – Обледяване

– Г. Двали – Квантови черни дупки

– А. Ганчев – Ценова дифузия

– Е. Уитен – Какво всеки физик трябва да знае за струнната теория

– И. Тодоров, Л. Хаджииванов – Квантово преплитане

– С. Александрова – За пространството, времето и скоростта на светлината

НАУЧНИ НОВИНИ

– Л. Ангелова – Първите ярки лазерни рентгенови лъчи със спектър от многобройни, непреливащи се, невидими цветове

– М. Стоилов – Ще бъде ли регистриран втори Хигс бозон на Големия Адронен Колайдер?

– НАО Рожен – „Българската” червена нова звезда”

ИСТОРИЯ

– Н. Балабанов – Алхазен и неговото „съкровище“

– Н. Балабанов – Обединеният институт за ядрени изследвания в Дубна– на 60 години

– С. Язаджиев – Сто години от създаването на Общата теория на относителността” (интервю)

CONTENTS OF VOL. XXXVIII

EDITORIAL 1

EDITORIAL 121

EDITORIAL 225

– E. Christova – Nobel prize in Physics for 2015 227

EDITORIAL 325

THE SCIENCE

– D. Nikolov – The Icing 2

– G. Dvali – Quantum black holes 18

– A. Ganchev – Price diffusion 123

– E. Witten – What every physicist should know about string theory 230

– I. Todorov and L. Hadjiivanov – Quantum entanglement 243

– S. Alexandrova – About space, time and speed of light 327

SCIENCE NEWS

– L. Angelova – The first bright laser rays with a spectrum of multiple iridescent invisible colors 255

– M. Stoilov – Will a second Higgs boson be registered at the Large Hadron Collider? 257

– NAO-ROZHEN – „Bulgarian” Luminous red nova 259

HISTORY

– N. Balabanov – Alhazen and His “Cave” 30

– N. Balabanov – Joint Institute for Nuclear Research in Dubna at 60 261

– St. Yazadjiev – A Century of General theory of relativity” (an interview) 266

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- И. Лалов – Ролята на оптиката в развитието на човешкото познание
- Проект ИНЕРА, лабораторна апаратура, експериментални и технологически възможности. Система за атомно послойно отлагане и система за плазмено-стимулирано химическо отлагане от газова фаза
- Бойко Вачев – „Томсън Ройтерс“ връчи награда на ИЯИЯЕ при БАН
- Проект ИНЕРА, лабораторна апаратура, експериментални и технологически възможности. Фемтосекундна лазерна система, автоматичен спектрален елипсометър.
- ИНЕРА – Електрохимична система за импедансна спектроскопия, автоматизирана микрофлуидна система и компактен цитометър
- За жените в науката – Светът се нуждае от наука, науката се нуждае от жени.
- А. Георгиева – Обучението по естествени науки в България на Лондонска сцена
- П. Лазарова – Светлината в Европейската нощ на учените 2015
- М. Кънева – Фотоизложбата „Дифракция“ – едно споделено докосване до красотата

НАУЧНИ ПРОЕКТИ

- А. Секереш – Спектрална елипсометрия и нейните приложения. I. Елипсометрията като метод за характеризиране на материали

ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

- Гарет Кук – Особеният ум на Тери Тао

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

- Т. Л. Димитрова– „Медицински физик“ – модерна и перспективна професия

SCIENCE AND SOCIETY

- I. Lalov – The role of optics in the advance of human knowledge 36
- INERA, lab equipment, experimental and technological potential. Atomic layer deposition reactor and Plasma-enhanced chemical vapordeposition reactor 134
- Boyko Vachev – INRNE, BAS with a Thompson Reuters award 138
- INERA, lab equipment, experimental and technological potential. Femtosecond Laser System, Automated Spectroscopic Ellipsometer 141
- INERA – Electrochemical impedance spectroscopy system, automated microfluidic system and compact cytometer 271
- For Women in Science – The world needs science, the science needs women .. 274
- A. Georgieva – The education in natural sciences in Bulgaria in a London setting 335
- P. Lazarova – Light in the European Researcher’s Night 2015 341
- M. Kuneva – The photoexhibition „Diffraction“ – a shared touch of beauty 346

SCIENTIFIC PROJECTS

- A. Szekeres – Spectroscopic ellipsometry and its applications. I. Ellipsometry as a method for material characterization 349

PHYSICS AND MATHEMATICS

- Gareth Cook – The Singular Mind of Terry Tao 144

PHYSICS AND TEACHING

- T. L. Dimitrova – Medical Physicist – Modern and Prosperous Carrier 44

– М. Вацкичева, П. Савов – Музейната сбирка на катедра „Физика“ към МГУ „Св. Иван Рилски“

– М. Замфиров, Л. Джалев – Има ли демографска криза при българските учители? Резултати от едно изследване

– Г. Екснер – Международен турнир на младите физици – школа за отличници или отлична методика за преподаване на физика?

– Г. Камишева – Приносът на Нестор Марков за обучението по физика и математика

– П. Лазарова – Отчет за провеждането на младежката научна сесия „Магията на физиката“

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

– Д. Андреев – Вселената като холограма

– Й. Зинкова, Р. Велевска – Зеленият лъч

КНИГОПИС

– Л. Вацкичев – Явлението „Найден Геров“

– В. Пенчева – „Физика на живата материя“ от акад. А. Петров

– М. Кънева – Дисертацията на Димитър Мутев „За психрометрията“

– Н. Ахабабян – Възможно ли е умният човек да вярва в Бог?

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

– О. Йорданов – Кой има интерес от лош Закон за предучилищното и училищното образование?

– Акад. Александър Петров – Президент на Балканския физически съюз

– M. Vatzkicheva – The Museum Collection of the Department of Physics at the University of MGU “St. Ivan Rilski” 50

– M. Zamfirov, L Djalev – Do we face a demography crisis of the Bulgarian teachers? Results of field study 155

– G. Exner, International Young Physics Tournament A training for excellent grades or excellent methodology for teaching physics? 175

– G. Kamisheva – The contribution of Nestor Markov for teaching physics and mathematics 281

– P. Lazarova – Report on the implementation of youth scientific session „The Magic of Physics“ 294

YOUNG RESEARCHERS

– D. Andreev – The Universe as a hologram 358

– Y. Zankova, R. Velevska – The green ray 368

BIBLIOGRAPHY

– L. Vatzkichev – Naiden Guerov – the Phenomenon 54

– V. Pencheva – Physics of life matter, by Acad. A. Petrov 183

– M. Kuneva – Dimitar Mutev’s PhD thesis „On Psychrometry“ 382

– N. Ahababian – Can a smart person believe in God? 384

UNION LIFE

– O. Yordanov – Who is interested in having a bad law for pre-school and school education? 56

– Acad. Alexander Petrov – President of the Balkan Union of Physicists 185

- Тодорка Л. Димитрова –
Международният ден на медицинския
физик се превръща в традиция
– И. Лалов, Е. Вълчева – Подпрограмата
„Оптиката и науката за светлината в
годината на светлината”
– П. Лазарова, Р. Василева – 43-та Нацио-
нална конференция по въпросите на обуче-
нието по физика
– М. Джиджова – Светлината през
обективите на ученици и студенти

ЕВРОПЕЙСКО ФИЗИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО

- ЕФД – Енергия на бъдещето. Ядрените
възможности

PERSONALIA

- Н. Балабанов – За учителя и човека проф.
Христов
– Н. Стоилова, Д. Тонев – Акад. Христо Я.
Христов – виден физик-теоретик, учител и
организатор на науката
– И. Тодоров – Професор Христо Христов
(1915-1990)
– Л. Вацкичев – Поздравления за
„следовника на народните будители“

IN MEMORIAM

- Н. Ахабабян – Проф. д-р Владимир
Илиев Генчев
– А. Г. Петров, Р. Камбурова – Академик
Александър И. Держански
– проф. д-р Веселин Тасев Ковачев
(1940-2015)
– Иван Тодоров – Реймон Стора

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- А. Кон, Д. Шеро, Ж. Диксмие –
„Театърът на квантите“, част I
част II
част III

- Todorka L. Dimitrova – International
day of medical physicist turns into a
tradition 187
– I. Lalov, E. Valcheva –
The subprogram “The Optics and
science of light in the year of light” 297
– P. Lazarova, R. Vasileva – 43-rd
National conference on the problems
of the education in physics 376
– M. Djidjova – Light photographed
by school and university students 380

EUROPEAN PHYSICAL SOCIETY

- EPS – Energy for the future.
The Nuclear Option 58

PERSONALIA

- N. Balabanov – Prof. Hristov,
The Teacher and The Person 83
– N. Stoilova, D. Tonev – Acad. Hristo
Ya. Hristov distinguished theoretical
physicist and science manager 192
– I. Todorov – Professor Hristo Hristov
(1915-1990) 199
– L. Vatzkichev – Congratulations to
the „follower of people’s enlighteners“ ... 201

IN MEMORIAM

- N. Ahababian – Prof. Vladimir Iliev
Gentchev 89
– A. Petrov and R. Kamburova –
Acad. Alexander I. Derzhanski 91
– Professor Veselin Kovachev
(1940-2015) 202
– I. Todorov – Raymond Stora 203

SERIAL

- A. Connes, D. Chéreau, J. Dixmier –
„Le Theatre Quantique“, part I 93
part II 206
part III 302

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПОСТЪПВАЩИТЕ МАТЕРИАЛИ

Статии до редакцията се изпращат на адрес: worldofphysics@abv.bg. Като прикачени файлове изпратете текста, фигурите и pdf версия на цялата статия. Получаването им се потвърждава с обратен е-мейл. Ако не сте получили потвърждение до 10 дни, съществува възможността Вашата статия да не е получена и следва да изпратите файловете отново.

Редакционната колегия може да откаже да публикува или да върне за корекции статиите, които по преценка на представящия редактор или главния редактор не отговарят на основните изисквания за научност, оригиналност и стил на изложението.

Материали, които вече са публикувани някъде или са под печат в друго списание, няма да бъдат публикувани. Публикуването на представените материали се определя от препоръките на рецензентите.

Редакторите могат да редактират ръкописите, когато това е необходимо.

Публикуването в това списание е безплатно за авторите.

УКАЗАНИЯ КЪМ АВТОРИТЕ

Статиите да не надхвърлят 10–15 страници (включително със снимки, фигури). За текста на статиите може да се използва Word или Writer.

1. Текстът да няма специално оформление (освен **болд**, **курсив** и **главни букви**):

- да е **без колони**, да няма **нищо в табличен вид** (освен ако не става въпрос за таблици);

- за **отстъп** при нов ред да се използва First line Indent, а не табулация;

- разделянето примерно на формула и след нея номер да става с табулация, а не с многобройни интервали;

- да не се използват интервали като средство за някакво оформление.

2. Задължително целият текст да е **редактиран и коригиран** (да няма печатни и правописни грешки).

3. **Бележките под линия** да не са оформени като footnote, а да са накрая на съответния материал.

4. **Фигурите** да са на отделен файл с отбелязано място в самия файл за местоположението им. Ако са сваляни от интернет, да бъдат с голям размер – резолюция поне 250 пиксела.

5. **Използваната литература** трябва да съдържа литературни източници, които са достъпни за проверка.

6. Допълнителна информация – **заглавие** на статията преведено на английски; **информация за автора**: име (на български и на латиница), длъжност, месторабота, академично звание, научна степен, контакти.

**Издаването на настоящия брой на списанието
е с финансовата подкрепа на
Европейското физическо дружество.**



Нашиите автори:

Сашка Александрова – проф. дтн, Технически университет, София;

Ана Георгиева – проф. дфн, Съюз на физиците в България

Пенка Лазарова – Съюз на учените в България

Мариана Кънева – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН

Анна Секереш – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН

Радост Василева – доц. д-р, ЮЗУ „Неофит Рилски“ – Благоевград

Десислав Андреев – студент, ФКСУ, Технически университет, София;

Йовелина Зинкова – студент, ФКСУ, Технически университет, София;

Радостина Велевска – студент, ФКСУ, Технически университет, София;

Нъшан Ахабабян – проф. дфн, гл. редактор на „Светът на физиката“ до 2014 г.

Милка Джиджова – Национален ученически екопарламент



Research and Innovation Capacity Strengthening of ISSP-BAS in Multifunctional Nanostructures

<http://www.inera.org/>

Key Objectives

Improve the existing research potential of the Institute of Solid State Physics at the Bulgarian Academy of Sciences.

Increase the impact of INERA teams' interactions in key technologies of nanosciences, with scientific and non-scientific representatives, within the European Research Area and the region.

Implement measures and activities to protect the Institute's Intellectual Property and Innovation Capacity.



Partners

Department of Chemical Engineering and Chemical Technology, Imperial College, UK

Department of Engineering Sciences, Uppsala University, Sweden

Institute of Physics at Polish Academy of Sciences, Poland

National Institute for Lasers, Plasma and Radiation Physics, Romania

International Laboratory for High Magnetic Fields and Low Temperature Physics, Poland

Fachbereich Technik, Bielefeld University of Applied Sciences, Germany

The Liquid Crystal Laboratory at National Research Council and the University of Calabria, Italy

Department of Applied Physics, Eindhoven University of Technology, The Netherlands

Work Groups

WG 1: Graphene and carbon nanotubes growth and implementation (Leader: Assoc. Prof. P. Rafailov)

WG 2: Magnetoelectric single crystals and magnetron-sputtered thin films structures and their implementation (Leader: Prof. M. Gospodinov)

WG 3: Smart window-electrochromic devices and electrochemical splitting of water (Leader: Prof. K. Gesheva)

WG 4: Nanomembrane and liquid crystal nanostructures: research and applications (Leader: Assoc. Prof. Y. Marinov)

WG 5: Lasers and laser assisted annealing of nanostructures (Leader: Assoc. Prof. T. Petrov)

Work Packages

WP 1: Strengthening research infrastructure (Leader: Assoc. Prof. Y. Marinov)

WP 2: ISSP-BAS research organisation and recruitment (Leader: Prof. N. Tonchev)

WP 3: Exchange of knowledge and mobility (Leader: Assoc. Prof. E. Dimova)

WP 4: Innovation capacity building (Leader: Assoc. Prof. M. Grozeva)

WP 5: Strengthening visibility - Integration of ISSP-BAS in ERA as a major player (Leader: Prof. K. Gesheva)

WP 6: Project dissemination (Leader: Prof. H. Chamati)

WP 7: Project management (Leader: Assoc. Prof. E. Vlahov)

WP 8: Evaluation of ISSP-BAS research strategy (Leader: Acad. A.G. Petrov)

СЪДЪРЖАНИЕ**CONTENTS****РЕДАКЦИОННО****EDITORIAL 325****НАУКАТА**

– С. Александрова – За пространството, времето и скоростта на светлината

THE SCIENCE

– S. Alexandrova – About space, time and speed of light 327

НАУКА И ОБЩЕСТВО

– А. Георгиева – Обучението по естествени науки в България на Лондонска сцена
– П. Лазарова – Светлината в Европейската нощ на учените 2015
– М. Кънева – Фотоизложбата „Дифракция“ – едно споделено докосване до красотата

SCIENCE AND SOCIETY

– A. Georgieva – The education in natural sciences in Bulgaria in a London setting 335
– P. Lazarova – Light in the European Researcher's Night 2015 341
– M. Kuneva – The photoexhibition „Diffraction“ – a shared touch of beauty...346

НАУЧНИ ПРОЕКТИ

– А. Секереш – Спектрална елипсометрия и нейните приложения. I. Елипсометрията като метод за характеризиране на материали

SCIENTIFIC PROJECTS

– A. Szekeres – Spectroscopic ellipsometry and its applications. I. Ellipsometry as a method for material characterization 349

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

– Д. Андреев – Вселената като холограма
– Й. Зинкова, Р. Велевска – Зеленият лъч

YOUNG RESEARCHERS

– D. Andreev – The Universe as a hologram 358
– Y. Zankova, R. Velevska – The green ray 368

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

– П. Лазарова, Р. Василева – 43-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика
– М. Джиджова – Светлината през обективите на ученици и студенти

UNION LIFE

– P. Lazarova, R. Vasileva – 43-rd National conference on the problems of the education in physics 376
– M. Djidjova – Light photographed by school and university students 380

КНИГОПИС

– М. Кънева – Дисертацията на Димитър Мутев „За психрометрията“
– Н. Ахабабян – Възможно ли е умният човек да вярва в Бог?

BIBLIOGRAPHY

– M. Kuneva – Dimitar Mutev's PhD thesis „On Psychrometry“ 382
– N. Ahababian – Can a smart person believe in God? 384