



СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ  
ФОНДАЦИЯ ЕВРИКА



**49-ТА НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО ВЪПРОСИТЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА**

**НАЦИОНАЛНА МЛАДЕЖКА НАУЧНА СЕСИЯ  
„ПРИРОДНИТЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИТЕ“**

*5 юни 2021г., Видин*

Съставител: *Пенка Лазарова*

Оформление: *Милка Джиджова*

**Юни, 2021 г.**

*СЪЮЗЪТ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ  
ИЗРАЗЯВА СВОЯТА БЛАГОДАРНОСТ*

***КЪМ ФОНДАЦИЯ „ЕВРИКА“ ЗА ПОРЕДНАТА ФИНАНСОВА  
ПОДКРЕПА НА МЛАДЕЖКАТА СЕСИЯ, НАЦИОНАЛНИЯ КОНКУРС ЗА  
ЕСЕ НА ТЕМА: „ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК“  
И НАЦИОНАЛНИЯ ФОТОКОНКУРС ЗА СТУДЕНТИ  
НА ТЕМА „СВЕТЛИНА“, ПОСВЕТЕН  
НА МЕЖДУНАРОДНИЯ ДЕН НА СВЕТЛИНАТА – 16 МАЙ,  
КЪМ УЧАСТНИЦИТЕ – УЧЕНИЦИ, СТУДЕНТИ И ДОКТОРАНТИ,  
КЪМ ТЯХНИТЕ НАУЧНИ РЪКОВОДИТЕЛИ И  
КЪМ ЧЛЕНОВЕТЕ НА НАУЧНИТЕ ЖУРИТА  
ЗА ОТДЕЛЕНОТО ВРЕМЕ И ОБЕКТИВНАТА ОЦЕНКА.***

## 1. НАЦИОНАЛНА МЛАДЕЖКА НАУЧНА СЕСИЯ „ПРИРОДНИТЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИТЕ“

Младежката научна сесия традиционно се провежда в рамките на ежегодната Национална конференция по въпросите на обучението по физика. По време на подготовката за участие в сесията младежите затвърдяват и разширяват знанията си по избраната от тях тема, обогатяват уменията си за търсене и анализиране на информация, за работа в екип, за презентиране, за комуникация с аудиторията. Всяко участие в този форум прави участниците в него по-уверени в знанията и възможностите си.

Участниците в нея имаха възможност да покажат своите знания по темата на Младежката сесия „Природните науки и технологиите“. За първи път Младежката научна сесия беше проведена хибридно – присъствено и онлайн. Тя се осъществи паралелно: присъствено в Зала „Европа“ на СУ „Цар Симеон Велики“, гр. Видин, и дистанционно – в платформата за осъществяване на обучение от разстояние в електронна среда MS Teams. Желаящите да наблюдават сесията можеха да се присъединят към нея чрез линк за достъп на участниците и гостите в сесията. Бяха представени 30 проекта на 45 ученици – от 6 до 12 клас, от 24 основни и средни училища от страната.

Участниците защитиха своите проекти в рамките на 10 минути пред жури в състав: проф. д.т.н. Сашка Александрова – председател, и членове: проф. д.фз.н. Ана Георгиева, Милка Джиджова, Пенка Лазарова, Валентина Велева, Таня Иванова, д-р Клавдий Тютюлков, Иво Джокин. Бяха представени отлично направени презентации с личен принос на участниците и стриктно спазване на регламента за времето на представянето, добри комуникационни умения и т.н. За поредна година журито беше затруднено при класирането на представянията, между които имаше проекти със собствени научни изследвания на авторите. Поради големия брой участници от основни училища с качествени презентации журито реши да раздели класирането в две възрасти групи: 6 – 8 кл. и 9 – 12 кл.



**УЧАСТНИЦИ**

<b>Име, фамилия (по азбучен ред)</b>	<b>Училище, град, научен ръководител</b>	<b>Заглавие на проекта</b>
<b>Александра Венелинова, Цветомир Димитров – 10 кл.</b>	ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин <i>Галя Митова</i>	<b><i>Радиация</i></b>
<b>Александра Умленска – 10 кл.</b>	ПМГ „Проф. Емануил Иванов“ – Кюстендил	<b><i>The Past Future Bik</i></b>
<b>Александър Станчев, Атанас Димитров, Невена Георгиева – 7 кл.</b>	ОУ „Гео Милев“ – Садово <i>Стефка Кръстева</i>	<b><i>Слънце – Слънчева система</i></b>
<b>Ана Иванова – 10 кл.</b>	АЕГ „Гео Милев“ – Русе <i>Павлинка Ангелова</i>	<b><i>Мазери</i></b>
<b>Андреа Давидова – 10 кл.</b>	ППМГ „Акад. проф. д-р Асен Златаров“ – Ботевград <i>Цеца Христова</i>	<b><i>Холография</i></b>
<b>Андрей Лумбев – 7 кл.</b>	ОУ „Евлоги Георгиев“ – Дупница <i>Райна Александрова</i>	<b><i>Защо физика</i></b>
<b>Атанас Кадиев, Любомир Тодоров – 10 кл.</b>	СПГЕ „Джон Атанасов“ – София <i>Милена Гошева Грета Райковска</i>	<b><i>Обучителен комплект „Физика и роботи“.</i></b>
<b>Велимир Тодоров – 6 кл.</b>	СУ „Константин Константинов“ – Сливен <i>Пенка Василева</i>	<b><i>„Ходеща“ кола по вода</i></b>
<b>Дария Сарандева – 10 кл.</b>	АЕГ „Гео Милев“ – Русе <i>Павлинка Ангелова</i>	<b><i>Големите открития във физиката на XX век</i></b>
<b>Димо Деспов – 10 кл.</b>	СУ „Любен Каравелов“ – Димитровград <i>Таня Ганева</i>	<b><i>Транзистори</i></b>
<b>Ева Алексиева – 10 кл.</b>	ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин	<b><i>Атомно ядро</i></b>
<b>Елица Иванова, Ренета Николова – 11 кл.</b>	СУ „Васил Левски“ – Севлиево <i>Ана Жекова</i>	<b><i>Кухнята на бъдещето</i></b>
<b>Иванна Иванова – 10 кл.</b>	ППМГ „Екзарх Антим I“ – Видин <i>Валентина Велева-Велкова</i>	<b><i>Откритията на физиката на XX век</i></b>
<b>Йоан Антоу – 8 кл.</b>	ПГ „Проф. д-р Асен Златаров“ – Видин	<b><i>Големите открития на физиката на XX век</i></b>

<b>Йордан Кумчев – 9 кл.</b>	СУ „Свети княз Борис 1“ – Асеновград <i>Шинка Налбантова</i> <i>Клавдий Тютюлков</i>	<i>Адиабатни процеси в атмосферата</i>
<b>Калоян Тодоров – 7 кл.</b>	ОУ „Бачо Киро“ – Велико Търново <i>Руска Драганова- Христова</i>	<i>Радиоизотопно датиране</i>
<b>Катя Узунова, Никола Георгиев – 7 кл.</b>	ОУ „Бачо Киро“ – Велико Търново <i>Руска Драганова- Христова</i>	<i>Разлагане на светлината</i>
<b>Константин Тодоров – 8 кл.</b>	СУ „Николай Катранов“ – Свищов <i>Елена Илиева</i>	<i>Квантовите компютри</i>
<b>Михаела Гаврилова, Андреа Давидова – 10 кл.</b>	ППМГ „Акад. проф. д-р Асен Златаров“ – Ботевград <i>Цеца Христова</i>	<i>Радиоактивност</i>
<b>Николета Стойнова – 8 кл.</b>	Американски колеж – София	<i>Природните науки в изобретенията на XXI век</i>
<b>Рената-Крис Алтънова – 7 кл.</b>	ОУ „Свети Свети Кирил и Методий“ – Габрово <i>Пенка Йотева</i>	<i>Атомът</i>
<b>Светлозара Златанова – 9 кл.</b>	ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин <i>Галя Митова</i>	<i>Светът на галактиките</i>
<b>Светослав Цветков – 8 кл.</b>	ПГ „Проф. д-р Асен Златаров“ – Видин	<i>Големите открития във физиката на XX век</i>
<b>Силвия Йончева, Мартин Стефанов – 10 кл.</b>	ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин <i>Галя Митова</i>	<i>Телескопът „Хъбъл“</i>
<b>Симеон Петков – 6 кл.</b>	СМГ „Паисий Хилендарски“ – София <i>Проф. Леандър Литов – ЦЕРН</i>	<i>CERN – наука и технологии</i>
<b>София Николова – 10 кл.</b>	ПППЗЕ „Захарий Стоянов“ – Сливен <i>Пенка Василева</i>	<i>STEM – практика и теория в едно</i>
<b>Тереза Стефанова – 12 кл.</b>	СУ „Иван Вазов“ – Вършец <i>Радка Костадинова</i>	<i>Изследване на магнитните полета в жилищни сгради</i>
<b>Цветомир Петров – 8 кл.</b>	18 СУ „Уилям Гладстон“ – София <i>д-р Стефан Петров – Институт по молекулярна биология „Акад. Румен Цанев“ – БАН</i>	<i>Нанотехнологиите – едно постижение на границата между XX и XXI век или още по- назад във времето</i>

## КЛАСИРАНЕ

6 – 8 клас

### ПЪРВО МЯСТО

ЦВЕТОМИР ПЕТРОВ – 8 кл., 18 СУ „Уилям Гладстон“ – София.  
**„Нанотехнологиите – едно постижение на границата между XX и XXI век или още по-назад във времето“.**

Научен ръководител: д-р Стефан Петров – Институт по микробиология „Стефан Ангелов“ – БАН.

### ВТОРО МЯСТО

КОНСТАНТИН ТОДОРОВ – 8 кл., СУ „Николай Катранов“ – Свищов.  
**„Квантовите компютри“.**

Научен ръководител: Елена Илиева

### ТРЕТО МЯСТО

СВЕТОСЛАВ ЦВЕТКОВ – 8 кл., ПГ „Проф. д-р Асен Златаров“ – Видин.  
**„Големите открития във физиката на XX век“.**

### ПООЩРЕНИЯ

ВЕЛИМИР ТОДОРОВ – 6 кл., СУ „Константин Константинов“ – Сливен.  
**„Ходеща“ кола по вода“.**

Научен ръководител: Пенка Василева – ПГПЗЕ „Захарий Стоянов“ – Сливен.

КАЛОЯН ТОДОРОВ – 7 кл., ОУ „Бачо Киро“ – Велико Търново.  
**„Радиоизотопно датирание“.**

Научен ръководител: Руска Драганова-Христова

СИМЕОН ПЕТКОВ – 6 кл., СМГ „Паисий Хилендарски“ – София.  
**„CERN – наука и технологии“.**

Научен ръководител: проф. Леандър Литов – ЦЕРН.

9 – 12 клас

### ПЪРВО МЯСТО

ТЕРЕЗА СТЕФАНОВА – 12 кл., СУ „Иван Вазов“ – Вършец.  
**„Изследване на магнитните полета в жилищни сгради“.**

Научен ръководител: Радка Костадинова.

## ВТОРО МЯСТО

АТАНАС КАДИЕВ, ЛЮБОМИР ТОДОРОВ – 10 кл., СПГЕ „Джон Атанасов“ – София.  
**„Обучителен комплект „Физика и роботика“.**

Научни ръководители: Милена Гошева и Грета Райковска.

## ТРЕТО МЯСТО

СОФИЯ НИКОЛОВА – 10 кл., ПГПЗЕ „Захарий Стоянов“ – Сливен.

**„STEM – практика и теория в едно“.**

Научен ръководител: Пенка Василева.

## ПООЩРЕНИЯ

ЙОРДАН КУМЧЕВ – 9 кл., СУ „Свети княз Борис 1“ – Асеновград.

**„Адиабатни процеси в атмосферата“.**

Научен ръководител: Шинка Налбантова. Научен консултант: д-р Клавдий Тютюлков – Академия „Никола Тесла“ – София.

СИЛВИЯ ЙОНЧЕВА, МАРТИН СТЕФАНОВ – 10 кл., ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин.

**„Телескопът Хъбъл“.**

Научен ръководител: Галя Митова.

## ПРЕДСТАВЯМЕ НЯКОИ ОТ ПРОЕКТИТЕ В РЕЗЮМЕ

### THE PAST FUTURE BIKE

**Александра Умленска – 10 кл.,**  
ПМГ „Проф. Емануил Иванов“ – Кюстендил



Целта на проекта е запознаване на повече хора с нуждите на екологията, създаване на нов начин за придвижване в сегашните и бъдещите условия на града, демонстрация на използването на въздуха като алтернативно напълно екологично гориво.

В изложението е представено вдъхновението за проекта, описанието на колелото, пояснение на чертежите и механизма на задвижване, детайлите, които са използвани за създаване на механизма, енергията, която е нужна за

напълване на бутилката с въздух, описание на скоростите и спирачките, добавките към колелото, пресметнатата мощност, описание на контролера и софтуера, бъдещото развитие и приносът на автора, бюджетът, който е бил необходим за осъществяване на проекта.

Проектът е реализиран в рамките на няколко месеца, като започна със зараждане на идеята и изучаване на нуждите на модерния град. Разгледано е и бъдещото му развитие. Проектът има обществено, образователно, природно и техническо значение.

\*\*\*



## ХОЛОГРАФИЯ

Андреа Давидова – 10 кл.,  
ППМГ „Акад. проф. д-р Асен Златаров“ – Ботевград.  
Научен ръководител: *Цеца Христова*

Представена е информация какво представляват холограмите, как може да си направим холограма и да я използваме в образователния процес. Създаването на холограмата със съответните обяснения и приложението ѝ е качена в интернет.

Литература

[1] <https://az-deteto.bg/kakvo-sa-hologramite/14777/view.html>.

[2] <http://web.uni-plovdiv.bg/yovcheva/lectures/OPTICS/Optics%20-20Lecture%2015.pdf>.

[3] <https://www.youtube.com/watch?v=YAXSZgsvuis>

\* \* \*

## ЗАЩО ФИЗИКА? ИЛИ КАК ПРИРОДНИТЕ НАУКИ ПРОМЕНЯТ ЖИВОТА НИ

Андрей Лумбев – 7 кл.,  
ОУ „Евлоги Георгиев“ – Дупница.  
Научен ръководител: *Райна Александрова*

Проследени са в исторически план важни открития в областта на физиката, направени през последното столетие. Разкрити са нейната всеобхватност, значението ѝ за развитие на технологиите и различни сфери на науката, промишлеността и живота на хората. Представено виждането и отношението към физичните знания на автора. Специално място е отделено на *български учени и изследователи в световния елит на учените и как техните открития спомагат за развитието на човечеството.*

\* \* \*

## ОБУЧИТЕЛЕН КОМПЛЕКТ „ФИЗИКА И РОБОТИ“

Атанас Кадиев, Любомир Годоров – 10 кл.,  
СПГЕ „Джон Атанасов“ – София.  
Научни ръководители: *Милена Гошева и Грета Райковска*

Целта на проекта „Физика и роботи“ е да се изследват фундаментални физични закони и да се покаже как уменията, получени при програмиране на роботи могат да бъдат в помощ на обучението по физика. В проекта се демонстрира връзката между физиката и програмирането на микроконтролери и сензори.

Описание на проекта: Обучителният комплект съдържа четири устройства, обезпечавщи три теми от учебното съдържание по физика за девети клас. Съчетават се знания от учебните предмети физика, електротехника, програмиране. Предназначен е за ученици 13 – 16 години.

**Закон на Ом:** С помощта на микроконтролер Arduino UNO учениците контролират мощността на няколко светодиода. Наличието на светлинен индикатор ще ги убеди как изходния ток се променя при промяната на съпротивлението между началното подадено напрежение и изходния ток. Учениците имат възможност да променят съпротивлението във веригата чрез потенциометър. В зависимост от зададеното съпротивление, те получават нагледно резултатите за тока и напрежението върху екрана.



**Закон на Джаул-Ленц:** Чрез микроконтролер Arduino UNO учениците ще се убедят как се повишава температурата на водата при протичане на електричен ток. Преминаването на ток през проводника отделя количество топлина, чиято температура се измерва чрез сензор за топлина. Този сензор измерва топлинното излъчване на нагретите тела. Микроконтролерът изпраща информация по серийна комуникация до компютъра и на екран се отразява  $\Delta t$  разликата в температурата, която се отчита от сензора.

**Ултразвук:** При натискане на бутона микроконтролерът изпраща сигнал до излъчвателя и светлинния индикатор. От излъчвателя на импулси се предава сигнал в ултразвуковия диапазон. Действието на ултразвуковия сензор се основава на излъчване и приемане на ултразвук с честота 40 kHz.

**Светлинен индикатор за напрежението на батерия:** Представяне на приложението на светодиодите за изследване на напрежението на батерия. С помощта на три потенциометъра захранвани от 9-волтова батерия, променяме мощността на три светодиода. Обясняваме как протича ток в полупроводници. Технически параметри: микроконтролери Arduino Uno, сензори за ток, температура и звук, батерии от 9 волта, дисплей, светодиоди, захранващи кабели, софтуер Arduino IDE

**Резултати:** С прилагането на този проект учителите ще повишат мотивацията на учениците да учат физика чрез основите на роботиката. Ще съчетаят уменията за програмиране на микроконтролери в обучението по физика по един интригуващ начин. Проектът е разработен от група ученици от клуба по роботика с ръководители – Милена Гошева, учител по физика и Грета Райковска – STEM учител.

\* \* \*

## „ХОДЕЩА“ КОЛА ПО ВОДА (КОЛА АМФИБИЯ)

**Велимир Тодоров – 6 кл.,**  
СУ „Константин Константинов“ – Сливен.  
Научен ръководител: **Пенка Василева**

„Ходещата“ кола по вода или т.нар. Кола Амфибия, представлява голяма кола с приспособления за придвижване не само по земя, а и по вода.



Идеята на колата е да е в помощ на хората, като ги транспортира по-бързо до желаната дестинация от обикновената кола.

### Размери и параметри

#### Размери:

- дължина 40 см
- ширина на предни гуми 30 см
- ширина на задни гуми с перки 45 см.

#### Параметри:

- задвижване на задни гуми: мотор 9 V
- задвижване на предни гуми: мотор 0,7 V
- зареждаща се батерия: – 9,7 V

- дистанционно: 4 батерии по 1,5 V
- колата има 3 скорости : първа, втора и трета скорост.

### Скорост

От Математиката и Човекът и природата зная формулата за изчисляване на път:  $S = V \cdot t$

От тази формула изчислим скоростта на движение на колата:  $V = S : t$

o Изчислена скорост:

➤ по вода – 1,2 м : 4 сек = 0,3 м/сек

➤ по път – 4 м : 4 сек = 1 м/сек

Изчисленията съм направил при движение на колата на трета скорост.

**Извод:** При едно и също време на движение (в случая 4 секунди) колата развива по-висока скорост на пътя, отколкото във водата.

Това е така, защото по вода задвижването е с перките на задните гуми, а по суша колата се движи с четирите си гуми.

\* \* \*

## АДИАБАТНИ ПРОЦЕСИ В АТМОСФЕРАТА

Йордан Кумчев – 9 кл.,

СУ „Свети княз Борис I“ – Асеновград.

Научен ръководител: *Шинка Налбантова*

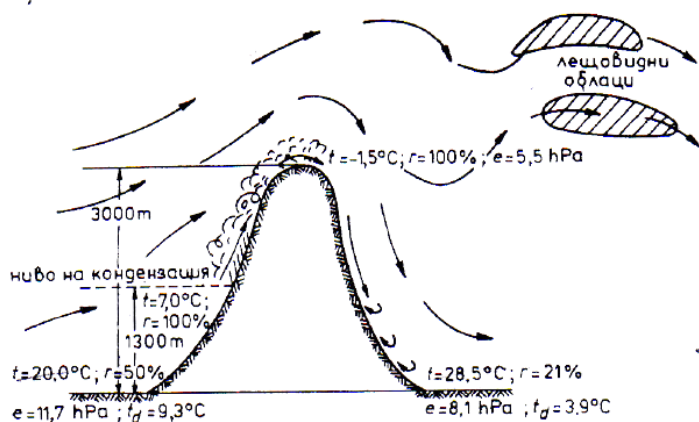
Научен консултант: *д-р Клавдий Тютюлков,*

Академия „Никола Тесла“ – София

Атмосферата е среда, в която постоянно се наблюдава преход на един вид енергия в друг. Разделът от метеорологията, в който се разглеждат закономерностите на изменение на състоянието на атмосферата под влияние на притока на топлина и превръщането ѝ в механична енергия и обратно, се нарича атмосферна термодинамика. В нея най-широко приложение намира първият принцип на термодинамиката и произтичащите от него изводи.

Още в началото трябва да се направи уточнението, че строго адиабатни процеси в реалната атмосфера не съществуват. Но в атмосферата непрекъснато протичат процеси, които с достатъчно приближение могат да се приемат за почти (квази) адиабатни.

Когато определен обем въздух се издига нагоре и попада в слоеве с по-ниско налягане, той се разширява. Извършва се работа, насочена срещу външните сили на



налягането, при което се изразходва част от вътрешната енергия на въздуха и температурата му се понижава. Ако даден обем се спуска и налягането се повишава, същият въздух се свива. При свиването работата на външните сили преминава във вътрешна енергия (скоростта на молекулните движения се ускорява), повишава се и температурата.

В атмосферата адиабатните процеси се осъществяват при конвективно издигане на въздух, също по фронтални повърхнини (т.е. издигане на по-топъл въздух по полегатия клин на по-студен въздух), при принудително издигане или спускане на въздух по планински склон (фьон).

Изменението на температурата на сух или ненаситен влажен въздух при преместване на 100 m се нарича сухоадиабатен вертикален температурен градиент. Изразява се с формулата:

$$\gamma_a = - \frac{\Delta t}{\Delta z} = \frac{0,98^\circ}{100 \text{ m}} \approx \frac{1^\circ}{100 \text{ m}},$$

където  $\Delta t$  е изменението на температурата при изменение на височината с  $\Delta z$  метра.

При по-нататъшно издигане температурата продължава да се понижава, но заедно с това започва кондензация на „излишната“ водна пара, при което се отделя известно количество топлина – скритата топлина на изпарение.

Благодарение на това адиабатното охлаждане поради разширение частично се компенсира и температурата на въздуха по-бавно намалява с височината, отколкото преди нивото на кондензация.

Изменението на температурата на наситен с влага въздух на единица височина се нарича влажноадиабатен температурен градиент  $\gamma'_a$ . Горните разсъждения позволяват да кажем, че:

$$\gamma'_a < \gamma_a$$

Фьонът е топъл, сух, поривист вятър, който духа неперидично по подветрения склон на планинска преграда от върха към подножието. Наблюдава се, когато влажен и относително хладен въздушен поток е принуден да се издига по наветрен планински склон.

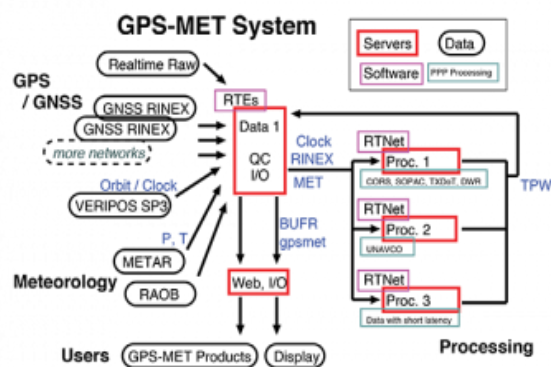
Поради разликата в стойностите  $\gamma'_a$  и  $\gamma_a$  ще се появи чувствителна разлика в температурата на въздуха в подножието на планината от двете страни. На схемата се вижда, че в подножието на подветрения склон температурата е  $28,5^\circ \text{ C}$ , т.е. с  $8,5^\circ \text{ C}$  по-висока от температурата на въздуха, който започва изкачването. Сравнението на тази разлика с височината на планината показва, че термодинамичното състояние на въздуха се е изменяло в съответствие с адиабатните закони. Това е косвено доказателство, че процесите са протичали почти адиабатно.

Задачите на съвременната метеорология обаче не се изчерпват с описанието на атмосферните процеси и явления и с обяснението на тяхната физична същност. Те включват и използването на тези закони за разработване на сигурни методи за предсказване на развитието на атмосферните процеси за определен период от време.

Наблюденията посредством GPS допринасят значително за разбирането и прогнозирането на процесите в земната атмосфера. Наблюденията обикновено се характеризират с „активни“ и „пасивни“ източници на лъчистата енергия. Пасивните техники използват естествени източници. Активните техники са свързани с използване на създадени от човека източници, в това число и GPS.

GNSS приемниците се използват за навигация, но с внимателна модификация също може действат като атмосферен сензор. По принципа GNSS приемникът измерва времето, необходимо на даден сигнал за пътуване от предаващия сателит до приемника, който може да е на земята или в орбита. Това време на пътуване се влияе от плътността на въздуха и количество влага в него – при повече влага или по-висока плътност се удължава времето за предаване. Това позволява изготвянето на точни атмосферни прогнози.

Атмосферата на нашата планета е средата, в която човечеството живее и ще живее, независимо от близки и далечни планове за експанзии в Космоса или под водата. Съвременната метеорология е равноправен член на голямото семейство на



физическите науки. До началото на ХХ век тя е била предимно описателна наука. Развитието на физиката спомага за научното обяснение на процесите и явленията в атмосферата. Целта на проучването е да се покаже, че познанието, което ни дава физиката не остава заключено в старите книги и дебелите учебници, а намира своето приложение в науките за земята.

Използвана литература

- [1] Векилска, Б. Обща климатология. С., университетско издателство,, Св. Климент Охридски”, 2012.
- [2] Панчев, С. Основи на атмосферната физика. С., акад. изд. „проф. Марин Дринов”, 2003.
- [3] Панчев, С. Физика на атмосферата. С., изд. „Народна просвета”, 1988.
- [4] Пенин, Р. Физическа география и ландшафтна екология – терминологичен речник. С.,изд. „Булвест 2000”, 2007.
- [5] Рачев, Г. Климатология: въпроси и отговори. С., изд. „Парадигма”, 2018.
- [6] <https://meteo.alle.bg/атмосфера/влажност> на въздуха/.
- [7] <https://www.hukseflux.com/news>.

\* \* \*

## РАДИОВЪГЛЕРОДНО ДАТИРАНЕ

**Калоян Годоров – 7 кл.,**  
ОУ „Бачо Киро“ – Велико Търново.  
Научен ръководител: *Руска Драганова-Христова*

Със сигурност сте слушали или чели истории за забележителни древни артефакти. Например при археологически разкопки, откриват парче от дървен инструмент, останки от кораби, накити или друга находка и археолозите разбират, че то е на 2000 или 5000 години. Но как могат да знаят това? Какви методи използват учените, за да определят възрастта на древните находки? Всичко това, а също и много други факти, предизвикаха интереса ми да търся отговор на въпроса: Как учените определят възрастта на намерения артефакт?

В работата си представям направените от мен проучвания по темата за радиовъглеродното датиране. Представена е същността на метода, предложен от Уилърд Либи през 1946 г., за който по-късно през 1960 г. му е присъдена Нобелова награда. Разгледани са процесите, при които се формира въглерод-14, неговият период на полуразпад със схеми и обяснения към тях. Обърнато е внимание на начина на определяне на възрастта на намерени предмети. Представено е датирането на фосили в седиментни и вулканични скали. Показана е апаратура за радиовъглеродно датиране и е описан начинът ѝ за работа.

Посочени са и други радиоизотопи, свързвайки факта, че колкото по-голям е периодът на полуразпад на даден изотоп, толкова по-древни геоложки събития могат да се датират с него.

Използвани източници при проучвателската дейност:

<https://epomagalo5.webnode.com/urotsi/radioaktivnost/>

[https://nauka.offnews.bg/news/Nauki-za-Zemiata\\_15/Nauchni-metodi-za-datirane-Radioizotopi\\_41268.html?allr=true&order=DESC](https://nauka.offnews.bg/news/Nauki-za-Zemiata_15/Nauchni-metodi-za-datirane-Radioizotopi_41268.html?allr=true&order=DESC)

<https://bg.khanacademy.org/science/fizika-10-klas/xe85368f1153f10b4:ot-atoma-do-kosmosa/xe85368f1153f10b4:atomi-i-atomni-prehodi/a/atomic-number-atomic-mass-and-isotopes-article>

<https://blogs.egu.eu/network/geojenga/2014/12/04/a-brief-look-at-radiocarbon-dating-of-aquatic-plants/>  
<http://www.palaeochron.org/radiocarbon-dating>

\* \* \*

## КВАНТОВИТЕ КОМПЮТРИ

**Константин Тодоров** – 8 кл.,  
СУ „Николай Катранов“ – Свищов.  
Научен ръководител: **Елена Илиева**

Квантовият компютър е компютър, който използва квантовите състояния на елементарни частици вместо транзистори, както е в класическите компютри.

Фундаменталната единица за съхранение на информация в квантовия компютър е кюбит (от англ. – qubit). Подобно на обикновения бит, кюбитът може да притежава две състояния 0 и 1, но заради квантовия елемент той може да използва феномен в квантовата механика, наречен суперпозиция за да увеличи капацитета на тази фундаментална единица от стойностите 0 и 1 до безкраен брой стойности, намиращи се между тях. Това позволява на квантовата компютация да извършва голям брой процеси по едно и също време за разлика от класическата, чийто битове могат да бъдат само в едно състояние по едно и също време. Времето за извършване на операции при класическия компютър се увеличава експоненциално, докато при квантовите то остава непроменено. Това позволява на квантовия компютър да извършва изчисления трилиони пъти по-бързо от класическия суперкомпютър.

Едно от най-възбуждащите неща в квантовата компютация е квантовият интернет. Свойството на квантите да се вплитат, с което могат да обменят информация със скорост, надхвърляща тази на светлината, ще позволи изпращането на големи размери информация под формата на кюбитове по-бързо от светлината.

Днес компании като Google, IBM и Microsoft разработват проекти за квантови компютри, като най-успешният е този на IBM, който поддържа 65 кюбита. Microsoft има разработен компютърен език за квантови компютри, който е достъпен за всички. Така всеки може да симулира квантов компютър на своята машина.

През 2017 г. беше постигнато квантово превъзходство над класическия компютър, а до 2030 г. се очакват първите изцяло работещи квантови компютри.

Потенциалът на квантовия компютър е огромен. Той би могъл да реши сложни задачи във физиката и науката, които до сега са били непосилни за решаване. Други негови приложения може да се открият в криптографията, изкуствения интелект и симулациите на квантови системи.

\* \* \*

## ПРИРОДНИТЕ НАУКИ В ИЗОБРЕТЕНИЯТА НА 21. ВЕК

**Николета Стойнова** – 8 кл.,  
Американски колеж в София

Инженерството е използването на научни принципи за създаване на механизми, структури и машини, които подобряват цялостното развитие на света. Благодарение на природните науки инженерството се е развило значително през последните няколко години. Инженерството не е само създаването на индустриални машини; става въпрос и за използването му в помощ на хората, подобряване на тяхното здраве и живот. Този проект разглежда инженерни изобретения, които са създадени на базата на оригами и



използват математика, физика, биология и химия, за да помогнат на хората в различни дейности. Природните науки са ключът към развитието на инженерството и няколко изобретения улесняват и доказват това. Първо, създаден е с медицинска цел базиран на оригами робот, предназначен за поглъщане от хората. След това се премества с магнит в организма ни и може да премахне полепналите по стените на органите (стомах и черва) предмети. При разработването му природните науки са ключовата част, защото ако учените не знаеха, как реагира организъмът ни, как да управляват работа в тялото ни, тогава това би било проблем. Второ, базиран на оригами микроскоп е създаден за хора, които нямат достъп до скъпи микроскопи. Това може да изглежда просто изобретение, но цялата наука, използвана в него, има важна роля. Например, за да се създаде микроскоп, трябва да човек да има познания по математика и физика, за да конструира правилно лещите. И накрая, създадени са механизми, базирани на оригами, които могат да се превърнат в 3D обекти от лист хартия или дори метал. Те намират приложение за хирургически инструменти, космически кораби, самолети и др. Няма съмнение, че природните науки имат съществена роля за създаването на тези изобретения, защото математиката и физиката никога няма да спрат да бъдат сериозна част от правенето на точни прогнози за това как нещо ще работи. В заключение, природните науки подобряват технологичния свят, и по-специално инженерството, така че те създават място, което никога няма да спре да ни изумява поради безкрайните си възможности за развитие.

#### Литература

- [1] Chen, Y., Peng, R. and You, Z. Origami of thick panels. *Science*, vol. 349, no. 6246, 24 Jul 2015, pp. 396 – 400, <https://science.sciencemag.org/content/349/6246/396/tab-article-info> (Accessed 2021-01-03).
- [2] Clemets, J., Cybulski, J. and Prakash, M. Foldscope: origami-based paper microscope. *PloS one*, vol. 9, no. 6, 18 Jun 2014, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0098781> (Accessed 2021-01-03)
- [3] Damian, D., Miyashita, S. and Rus, D. Origami robots, systems, and methods of treatment. *Google Patents*, 2017, <https://patents.google.com/patent/US10470799B2/en> (Accessed 2021-01-03).
- [4] Howell, L., Lang, R., Magleby, S., Nelson, T. and Zimmerman, T. Developable mechanisms on developable surfaces. *Science Robotics*, vol. 4, no. 27, 13 Feb 2019, <https://robotics.sciencemag.org/content/4/27/eaau5171/tab-article-info> (Accessed 2021-01-03).

\* \* \*

### СВЕТЪТ НА ГАЛАКТИКИТЕ

Светлозара Златанова – 9 кл.,  
ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин.  
Научен ръководител: *Гая Митова*

В ясна и безлунна нощ можем да наблюдаваме белезникава ивица, описваща целия небосвод. Това е Млечният път – нашата Галактика. Тя е огромна колекция от газ, прах, милиони звезди и техните слънчеви системи. Държи се заедно от гравитацията, като Млечният път има супермасивна черна дупка по средата, която е най-големият вид от черните дупки и има по-силна гравитация, която привлича всичко наоколо. Галактиките обикновено са разделени една от друга с огромни разстояния, измерени в

милиони светлинни години. Понякога се казва, че са градивните елементи на нашата Вселена.

Космическият телескоп „Хъбъл“, който разгледал малък участък от Космоса в продължение на 12 дни, открил 10 000 галактики с всякакви размери, форми и цветове.

Според формата американският астроном Едуин Хъбъл разделя галактиките на три класа: елиптични, спирални и неправилни. Елиптичните галактики имат сплесната форма на елипсоид и извити ръце, които я правят да изглежда като въртящо се колело. На спиралните галактики като нашата ръкавите не започват от ядрото, а от пресичаща я ивица. В ръкавите на спиралните галактики преобладават горещите звезди, докато в ядрата са съсредоточени звезди, намиращи се в по-късните етапи от еволюцията си. Галактиките с неправилни форми приличат на петна, имат междузвездна материя, а голяма част от звездите са млади. Светлината, която виждаме от всяка от тези галактики, идва от звездите вътре в нея.

Понякога галактиките се приближават твърде много и се разбиват една в друга. Според някои учени нашата галактика Млечен път някой ден ще се натъкне на Андромеда, най-близкия ни галактически съсед. Но няма повод за притеснение, защото това няма да се случи в близките пет милиарда години. Дори и да се случи утре, може да не се забележи, защото галактиките са толкова големи и се разпростират в краищата си и въпреки че се блъскат една в друга, планетите и слънчевите системи често не се доближават до сблъсъка.

Някои галактики се срещат сами или по двойки, но те са по-често части от по-големи асоциации, известни като групи, клъстери и суперклъстери. Галактиките в клъстери често си взаимодействат и дори се сливат в динамичен космически танц на взаимодействаща гравитация. Когато две галактики се сблъскат и смесят, газовете могат да текат към галактическия център, което може да предизвика явления като бързо образуване на звезди.

Какъв е произход на галактиката? Това е експлозивният момент преди 13,8 млрд. години, който бележи произхода на Вселената, каквато я познаваме. Сега астрономите смятат, че почти всички галактики – с възможни изключения, са вградени в огромни ореоли от тъмна материя, но все още има отворени въпроси за това, как се образуват галактиките. Някои вярват, че галактиките са се образували от по-малки клъстери с около един милион звезди, известни като кълбовидни клъстери, докато други смятат, че галактиките са се образували първо, а по-късно са родени кълбовидни клъстери.

Първите звезди на Вселената се възпламенили около 180 млн. години след Големия взрив. Гравитацията е изваяла първите галактики във форма, когато Вселената навършила 400 млн. години, или по-малко от 3% от сегашната си възраст.

При взаимодействащите галактики се наблюдават твърде разнообразни деформации, които не винаги се обясняват с гравитационни сили: опашки, свързващи ги ивици и дъги и др.

Спектърът на галактиката е картина на събраната светлина от всички нейни звезди и газ. През 1929 г. Хъбъл и други астрономи записват много спектри на галактики и забелязват, че повечето изглежда са изместени към червения край на спектъра, увеличавайки дължината на вълната и намалявайки честотата на тяхната светлина.

\* \* \*

## ТЕЛЕСКОПЪТ „ХЪБЪЛ“

Силвия Йончева и Мартин Стефанов – 10 кл.,  
ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин.  
Научен ръководител: *Гая Митова*



Телескопът „Хъбъл“ е създаден като съвместен проект на НАСА и Европейската космическа агенция. Тежи около 11 хиляди кг и е дълъг около 13 м. А скоростта, с която „Хъбъл“ се движи в околоземна орбита, е наистина впечатляваща – 28 000 км/ч.

След като проектът „Космически телескоп“ получава одобрение, работата по него е разпределена между много институции. Някои, от които са: „Маршал“, „Годрад космически полет“, „Perkin-Elmer“ и „Локхийд“.

Космическият телескоп „Хъбъл“ има три вида инструменти, които анализират светлината от Вселената: камери, спектрографи и интерферометри.

Мисиите на „Хъбъл“ са шест: STS-31, STS-61, STS-82, STS-103, STS-109, STS-125.

„Хъбъл“ може „да гледа“ надълбоко във Вселената и да улавя и най-бледите космически тела. За 15 години работа на околоземна орбита „Хъбъл“ е направил: 700 хил. изображения на 22 хил. небесни обекта – звезди, мъглявини, галактики, планети. Потокът от данни, който генерира ежедневно в процеса на наблюдения, е от порядъка на 15 GB. Общият обем информация, натрупан за цялото време на работа на телескопа, надхвърля 20 TB.

Снимките, които „Хъбъл“ изпраща до Земята, са черно-бели, а цветовете се постигат чрез налагането на няколко снимки една върху друга и преработването им през специален снимков процесор.

„Хъбъл“ е главният „виновник“ за заснемането на екзопланети извън Слънчевата система, което никак не е лесно, тъй като размерите им са миниатюрни на фона на пространствата във Вселената.

Предвидено е да функционира до юни 2021 г., когато НАСА се надява да изведе в орбита наследника му – космическият телескоп „Джеймс Уеб“.

„Хъбъл“ е едно от доказателствата за липсата на граници пред човешките способности. Докато го има желанието за разкриване на всички тайни на Вселената, ще има и начини, по които да се действа в тази посока.

\* \* \*

## STEM ПРАКТИКА И ТЕОРИЯ В ЕДНО

София Николова – 10 кл.,  
ПГПЗЕ „Захарий Стоянов“ – Сливен  
Научен ръководител: *Пенка Василева*

Откакто вирусът Ковид-19 се настани в нашия живот, тревогите и страхът стават наше ежедневие, ескалират.

Натоварената ни психика ни кара да чувстваме несъществуващи признаци. Непрекъснато се следим за признаци, следим и всички около нас. Не смееш да кихнеш, да кашляш или пък да кажеш, че не се чувстваш добре. Често мерим температурата си, проверяваме обонянието си, поемаме дълбоко въздух, за да проверим дали дишаме спокойно. Тогава на помощ ни идва пулсовият оксиметър, който ни показва, дали имаме проблем или сме жертва на паниката.

Оксиметрията се извършва посредством лъч инфрачервена светлина, която преминава през върха на пръста с помощта на устройство, наречено пулсоксиметър. Нивото на кислород в кръвта ( $SpO_2$ ) се определя чрез измерване на количество светлина, която се поглъща от кожата при преминаване на инфрачервени вълни през кожата на пръста.

Резултатите се показват на екрана на устройството, измерващо сатурацията.



Пулсовата оксиметрия е метод, който измерва процента на хемоглобин в кръвта, пренасящ кислород.

Нивото на кислород в кръвта показва какво количество кислород пренасят червените кръвни клетки. Тялото постоянно регулира нивото на кислород. Поддържането на точен баланс на сатурацията (нивото на кислород в кръвта) е от ключово значение за здравето.

Нормалната дейност на всички органи в човешкото тяло зависи от правилното функциониране на сърдечно-съдовата. Честотата на пулса и стойностите на артериалното налягане дават информация за работата на сърцето и за състоянието на периферните кръвоносни съдове.

Измерване на честотата на пулса – колебанията на стената на голямата артерия, предизвикани от съкращенията на сърцето.

Пулсът се напипва на повърхностната артерия, под която има твърда тъкан (кост). Честота на пулса се нарича броят на колебанията (ударите) за една минута. При спокойно състояние пулсовата честота у възрастен човек в норма е около 70 удара в минута.

Високото кръвно налягане е една от най-честите причини за влошаване на общото здравословно състояние. В действителност данните сочат, че почти 40% от смъртните случаи на хора под 60-годишна възраст са свързани с хипертония, а 20% от населението под 50-годишна възраст страда от високо кръвно налягане

Апаратите за кръвно налягане са неинвазивни и безболезнени.

В изследванията ни участваха ученици от 8<sup>д</sup>, 10<sup>а</sup> и 10<sup>в</sup> клас от нашата гимназия.

В продължение на две седмици правихме нашите измервания. Тъй като броят им беше твърде голям, ние използвахме само част от тях при построяването на диаграмите. Всички данни и диаграми представихме на конференцията. С това изследване намерихме пресечната точка между много науки – химия, физика, биология, математика и информационни технологии.

Припомним си много понятия и явления – дифузия, осмоза, температура (°C), налягане (mm Hg стълб), честота, светлина, инфрачервени лъчи, химични елементи и съединения. Направихме измервания, анализирахме резултатите, построихме графики и направихме изводи.

Приложихме на практика своите знания. Това бе поредното доказателство, че всички природни науки, математиката и информационните технологии са взаимно свързани. Или STEM обучението обединява науките, а най-вече интегрира теорията в практиката.

#### Източници на информация:

1. <https://www.rzibl.org/?cat=41>
2. <http://www.fluditec.bg/patients/aboutcough/aboutcough1.html>
3. <https://www.google.com/search?q=%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF&tbm=isch&ved=2ahUKewj2oWZ5f3wAhUH4aQKHd8RCiUQ2>
4. <https://aptekamedea.bg/puls-oksimetr-jn-v1>
5. <https://pomagalo1.com/art/syrdechno-sydova-sistema-3/13068/p2>

\* \* \*

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА МАГНИТНИТЕ ПОЛЕТА В ЖИЛИЩНИ СГРАДИ

**Тереза Стефанова** – 12 кл.,  
СУ „Иван Вазов“ – Вършец.  
Научен ръководител: **Радка Костадинова**

*Ние сме родени на Земята и организмът ни е изцяло зависим от условията на живот, които има на нашата планета.*

С развитието на цивилизацията се оказва, че хората все по-често са подложени на колебания на земното магнитно поле, на което въздействат със своите дейности. В населените места и жилища далекопроводите и електрическите проводници със своето променливо електромагнитно поле силно смущават и деформират земното магнитно поле.

Възможно ли е намаляването на магнитните полета в сгради да доведе до заболявания и дискомфорт у хората? Възможно ли е хората живеещи в тях да страдат от „болести на новото време“, които обикновено ги свързваме с лоша храна, замърсен въздух, напрегнат начин на живот, но да се окаже, че хронични неразположение и заболявания се дължат на силно намаленото и продължаващо да намалява и изменящо се магнитно поле в населените места.

Целта на проекта е:

1. Измерване на магнитните полета в различни по своята конструкция и височина жилищни сгради в града ни и извън населеното място.
2. Установяване дали имат отношение промяната на магнитното поле и евентуалните магнитни аномалии върху здравното състояние на хората.

### Използвани източници:

1. Д. Мърваков и колектив. Физика и астрономия за 9-ти клас. Изд. Труд, Прозорец и Просвета.
2. М. Максимов. Физика и астрономия за 10 клас. Изд. Булвест 2000.
3. <http://astrosite.org/index.php?topic=4492.0>
4. [https://nauka.offnews.bg/news/Novini\\_1/Magnitniiat-model-na-sveta-za-2020-Severniiat-magniten-poliu-se-dviz\\_141610.html](https://nauka.offnews.bg/news/Novini_1/Magnitniiat-model-na-sveta-za-2020-Severniiat-magniten-poliu-se-dviz_141610.html)
5. <https://www.magnetic-declination.com/>
6. <https://www.gpz.bg/copy-of-geopatogenni-zoni>
7. <https://www.ngdc.noaa.gov/ngdc.htm>
8. [www.geophys.bas.bg/news\\_bg.htm](http://www.geophys.bas.bg/news_bg.htm)

\* \* \*

## CERN – НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

**Симеон Петков** – 6 кл.,  
СМГ „Паисий Хилендарски“.  
Научен ръководител: **проф. Леандър Литов** – ЦЕРН

Презентацията показва развитието на Европейската организация за ядрени изследвания, нейните цели, научните изследвания и технологичните постижения. CERN е представена не само като лаборатория за научни експерименти, но и като образователен и иновативен център, който дава на света World Wide Web и най-голямата изчислителна мощ – Световна изчислителна мрежа (Grid технологията).

Кадри от Ускорителния комплекс на CERN го представят и като впечатляващо технологично постижение, което позволява да се правят експерименти без аналог, и като желано работно място за хиляди учени и специалисти от цял свят.

България става член на организацията през 1999 г. Почти половината от бюджета, който страната ни внася като членски внос, се връща у нас под формата на поръчки за индустрията. Българи работят по над 10 проекта в CERN. Около 30 български учени са част от екипа, открил Хигс бозона.

Визуализирана е представа за Стандартния модел, който дава засега най-точен отговор на въпросите от какво е съставена Вселената. Професор Хигс, на чието име е кръстена известната частица, в едно свое интервю казва, „откритието в CERN пасва така добре към най-простата версия на теорията на Стандартния модел, че не предоставя никакви насоки за това, което би могло да последва оттук нататък“. А от тук нататък постиженията във физиката се превръщат в технологии. CERN е показан като ускорител за иновации в различни области, включително в медицината.

В момента Големият адронен колайдер е главният герой като най-голям и най-мощен ускорител на частици в света, който създава най-ниската температура във Вселената от  $-271,3^{\circ}\text{C}$ !

Повечето от тези „най“, с които се определя работата на CERN, са включени в презентацията.

## **2. НАЦИОНАЛЕН КОНКУРС ЗА ЕСЕ НА ТЕМА: „ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК“**

В поредния Национален конкурс за есе над **100 участници – ученици от 44 основни и средни училища** от цялата страна и **1 – от чужбина**, както и **студенти от 3 университета (2 – от България и 1 – от чужбина)** направиха своята „класация“ на откритията във физиката през миналия век и влиянието, което чрез базираните на тях приложения са оказали на живота ни. Впечатления направиха задълбочените проучвания, които повечето от участниците – от ученици от 6 клас до студенти във висши училища, бяха подхождали към темата, както и техните коментари на влиянието на откритията във физиката във всички области на живота ни. Поради големия брой есета, които си заслужаваха да бъдат отличени, журито в състав: председател – проф. д.фз.н. Никола Балабанов и членове: доц. д-р Мариана Кънева и Пенка Лазарова решиха за първо, второ, трето място и поощрения във всяка възрастова група да бъдат класирани по няколко есета. Класацията на журито в трите възрастови групи: ученици (6 – 8 кл.), (9 – 12 кл.) и студенти, можете да видите на сайта на СФБ: <http://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/48NK.html>.

На вниманието на читателите на сп. „Светът на физиката“ предоставяме подбрани извадки от есетата на участниците в конкурса.

## КЛАСИРАНЕ

6 – 8 кл.

### ПЪРВО МЯСТО

АЛЕКСАНДРА ПЕТКОВА – 8 кл.; НПМГ „Акад. Любомир Чакалов“; „Големите открития във физиката на XX век“.

СИМЕОН ПЕТКОВ – 6 кл.; СМГ „Паисий Хилендарски“ – София; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: проф. Леандър Литов.

ЦВЕТОМИР ПЕТРОВ – 8 кл.; 18 СУ „Уилям Гладстон“ – София; „Нанотехнологиите: различни гледни точки за едно постижение на границата между XX и XXI век или още по-назад във времето“; научен ръководител: д-р инж. Стефан Петров.

### ВТОРО МЯСТО

БИЛЯНА БОЖИДАРОВА – 7 кл.; СУ „Д-р Петър Берон“ – Костинброд; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Анна Меликсетян.

ИВАН СТЕФАНОВ – 8 кл.; СУ „Христо Проданов“ – Карлово; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Донка Дончева.

КОНСТАНТИН ТОДОРОВ – 8 кл.; СУ „Николай Катранов“ – Свищов; „Антиматерия“; научен ръководител: Елена Илиева.

НЕВЕНА ГЕОРГИЕВА – 7 кл.; ОУ „Гео Милев“ – Садово; „Антиматерия и ядрени реакции от мълниците“; научен ръководител: Стефка Кръстева.

### ТРЕТО МЯСТО

АЛИНА БОРИСЛАВОВА – 7 кл.; СУ „Д-р Петър Берон“ – Костинброд; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Анна Меликсетян.

ВИКТОР ЦЕРКОВ – 7 кл.; ОУ „П. Р. Славейков“ – Варна; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Станимира Савова.

РАЯ СТЕФАНОВА – 6 кл.; ОУ „Св. Св. Кирил и Методий“ – Габрово; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Пенка Йотева.

### ПООЩРЕНИЯ

АЛЕКСАНДРА ПАВЛОВА – 7 кл.; СУ „Николай Катранов“ – Свищов; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Елена Илиева.

ВЕРОНИКА ТОНЕВА – 7 кл.; Второ ОУ „П. Р. Славейков“ – Стара Загора; „Големият позитрон-електронен ускорител (LEP) в ЦЕРН“; научен ръководител: Анка Мурлиева.

ДАЛИЯ ПОПХРИСТОВА – 7 кл.; ПГАСГ „Арх. К. Петков“ – Пловдив; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Красимир Витларов .

ИЛИЯ ВЪЛКАНОВ – 6 кл.; ПГАСГ „Арх. К. Петков“ – Пловдив; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Красимир Витларов.

РАДОСТ ВАСИЛЕВА – 8 кл.; ПГ по Компютърни науки и Математически анализи – Стара Загора; „Големите открития във физиката на XX век“.

РАДОСТИНА ТРИФОНОВА – 6 кл.; СУ „Екзарх Антим I“ – Казанлък; „Велики открития във физиката на 20-ти век“; научен ръководител: Александрина Шомова.

СИМОНА СМИЛЕНОВА – 6 кл.; ОУ „Васил Левски“ – Пловдив; „Големите открития във физиката на XX век“; научен ръководител: Красимир Витларов.

**9 – 12 кл.**

### **ПЪРВО МЯСТО**

БЕАТРИС БАЛЕВА – 9 кл.; ГПЗЕ „Захари Стоянов“ – Сливен; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Гинка Велева.

ГЕОРГИ ГЪЛЪБОВ – 10 кл.; Национална търговско-банкова гимназия – София; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Силвия Михайлова.

ДИМО ДЕСПОВ – 10 кл.; СУ „Любен Каравелов“ – Димитровград; „Транзистори“; научен ръководител: Таня Ганева.

### **ВТОРО МЯСТО**

АНАСТАСИЯ ГЛАВЧЕВА – 10 кл.; ППМГ „Васил Левски“ – Смолян; „Закон на Планк за абсолютно черно тяло“; научен ръководител: Милка Хаджиева.

АНАТОЛИ НАНОВ – 9 кл.; ПГ по Ядрена енергетика „Игор Василиевич Курчатов“ – Козлодуй; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Надежда Ранделова.

ВИКТОРИЯ БОРИСОВА – 9 кл.; СУ „Цар Симеон Велики“ – Видин; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Полина Градомирова.

РАЛИЦА ДИМИТРОВА – 12 кл.; МГ „Баба Тонка“ – Русе; „Нека си припомним за живота, делото и постиженията на дядото на ксерокса, патриарха на родната физика – акад. Георги Наджакон“; научен ръководител: Диана Йорданова.

СВЕТЛОЗАРА ЗЛАТАНОВА – 9 кл.; ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин; „Лазерът“; научен ръководител: Галя Митова.

### **ТРЕТО МЯСТО**

ДЖОВАННА ИГНАЦИО КОЛУ – 9 кл.; ГПЗЕ „Захари Стоянов“ – Сливен; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Гинка Велева.

ИВЕТА ИВАНОВА – 11 кл.; СУ „Цар Симеон Велики“ – Видин; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Полина Градомирова.

МИШЕЛ ПЕТРОВА – 11 кл.; НПГВМ „Проф. Д-р Димитър Димов“ – Ловеч; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Камелия Калчева.

СЛАВЕНА МЕДОВА – 11 кл.; ЕГ „Пловдив“; „Големите открития във физиката през XX век“.

ТИНКА АНДРЕЕВА – 10 кл.; ППМГ „Васил Левски“ – Смолян; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Милка Хаджиева.

### **ПООЩРЕНИЯ**

АЛЕКСАНДРА ПОПОВА – 11 кл.; ПГ по Телекомуникации – София; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Валентина Стоева.

АНА ИВАНОВА – 10 кл.; АЕГ „Гео Милев“ – Русе; „Мазери“; научен ръководител: Павлинка Ангелова.

АНГЕЛ ИЛИЕВ; Berufliche Schule 5, Nürnberg, Германия; „Квантова теория“; научен ръководител: Frau Genner.

ВЕРОНИКА БОНЕВА – 10 кл.; ПГСС „Ангел Кънчев“ – Русе; *„Няма голямо откритие, което да не е предшествано от смела догадка“* (Исак Нютон); научен ръководител: Диана Костадинова.

ГАБРИЕЛ МАРИНОВ – 9 кл.; ПГСАГ „Ангел Попов“ – Велико Търново; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Тодор Тодоров.

ГЕРГАНА БОРИСОВА – 10 кл.; СУ „Николай Катранов“ – Свищов; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Елена Илиева.

ДАРИЯ САРАНДЕВА – 10 кл.; АЕГ „Гео Милев“ – Русе; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Павлинка Ангелова.

ЕЛИС БЕХНУР КЕЗИМ – 10 кл.; ЕГ „Христо Ботев“ – Кърджали; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Катя Славова.

ИВАЙЛА АНТОНОВА – 10 кл.; АЕГ „Гео Милев“ – Русе; „Когато взех прототипа в ръцете си, наистина имах усещането, че пред мен стои бъдещето“ (Мартин Купър); научен ръководител: Павлинка Ангелова.

ИВАН СПАСОВ – 11 кл.; 125 СУ „Боян Пенев“ – София; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Фабиен Кунис.

ИВАННА ИВАНОВА – 10 кл.; ППМГ „Екзарх Антим I“ – Видин; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Валентина Велева-Велкова.

ЛОРА ПРОКОПИЕВА – 9 кл.; СУ „Цар Симеон Велики“ – Видин; „Големите открития във физиката през XX век“; научен ръководител: Полина Градомирова.

МАРИНЕЛА МАНОВА – 9 кл.; Гимназия по туризъм „Алеко Константинов“ – Банско; „Фотоелектричен ефект“; научен ръководител: Тодор Атанасов.

## СТУДЕНТИ

### ПЪРВО МЯСТО

ДЕЛЯН БАЛЕВ – IV курс; Санктпетербургски Държавен Университет, Русия; *„Откритията, които промениха света“*.

ИВАЙЛО ПЕТРОВ ИВАНОВ – IV курс, Технически Факултет на УХТ – Пловдив; *„Алберт Айнщайн – от Специалната до Общата теория на относителността“*; научен ръководител: доц. д-р Иванка Влаева.

### ВТОРО МЯСТО

ЙОРДАН МИНОВСКИ – IV курс, Специалност „Регионално развитие и геоикономика“; ВТУ „Св. Св. Кирил и Методий“ – Велико Търново; *„Компютърът“*; научен ръководител: гл. ас. д-р Тамара Драганова.

### ТРЕТО МЯСТО

ДЕСИСЛАВА ЗДРАВКОВА – II курс, Специалност „Културен туризъм“; ВТУ „Св. Св. Кирил и Методий“ – Велико Търново; *„Ричард Файнман и квантова електродинамика“*; научен ръководител: гл. ас. д-р Тамара Драганова.



## ПООЩРЕНИЕ

МАРИНА ВАСИЛЕВА – II курс, СПЕЦИАЛНОСТ „КУЛТУРЕН ТУРИЗЪМ“; ВТУ „Св. Св. Кирил и Методий“ – Велико Търново; „Големите открития във физиката на XX век“.

### КЛАСИРАНИТЕ ЕСЕТА В ПЪЛЕН ТЕКСТ

6 – 8 кл.

#### ПЪРВО МЯСТО

#### ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА XX ВЕК

**Александра Петкова** – 8 кл.,  
НПМГ „Акад. Любомир Чакалов“ – София

От векове хората търсят същността на своята природа – през различните епохи изпъкват многообразните черти на силните и слабите характери. Въпреки че отделните прояви на идеите са коренно различни, все пак ми се струва, че във всички тях се наблюдава един общ мотив, който е в състояние да отговори на първоначалния въпрос – какъв е човек. Този мотив е любопитството, жаждата за знание и разбиране на света около нас, желанието да променяме и контролираме природните закони в наша полза. Така се ражда науката, която ще разкрива тайните на природата за хората, превърнали своето желание да разберат и опишат същността на реалността в делото на живота си. По този път са тръгнали редица велики личности, на които в най-голяма степен дължим развитието на цивилизацията. Но не всяка наука притежава онази фундаменталност, простор и свобода на мисълта, която да е в състояние да обясни природните явления; не всяка притежава и точността на това описание. Единствената природна наука, която съчетава и двете достойнства е физиката. Бях привлечена точно към нея, при това особено ме интересуваше онази част, която е невидима за човешкото око, толкова различна от всекидневието, абстрактна, а именно квантовата физика. Другото ми любимо направление се оказа Теорията на относителността на Алберт Айнщайн – бях възхитена от идеята, че пространството и времето са свързани и същевременно не бяха абсолютни. Впоследствие разбрах, че темите, които толкова ме вълнуваха, бяха станали част от големите открития във физиката през изминалото столетие, като са отговорили на стари въпроси, но са повдигнали нови, с които тепърва трябва да се справим.

Ако има някоя наистина необятна наука, това трябва да е физиката – за благодарност за решаването на един проблем, тя ни засипва с хиляди други. Точно това се е случило през изминалия век и ние още дълго има да търпим последствията от откриването на относителния характер на пространство-времето, квантовата теория и стандартния модел. Въпреки това мисля, че всеки ще се съгласи, че колкото по-труден е въпросът, толкова по-вълнуващо е намирането на отговора. От тази гледна точка вече направените открития ни дават както свободно поле на действие за създаване на по-всеобхватна теория, така и много полезни ориентири, към които да се придържаме. Без

съмнение през двадесети век са направени сериозни пробиви във физиката, с които човек на всяка цена трябва да се запознае, ако иска да навлезе в дебрите на науката.

В зората на XX в. известният английски физик лорд Келвин казва, че във физиката вече не е останало нищо за откриване. Но съвсем скоро става ясно, колко е грешал ученият – на бял свят се появява първата брънка във веригата. През 1905 г. в най-известното научно списание в Германия са отпечатани три статии с името на Алберт Айнщайн. В първата геният доказва, че атомите действително съществуват, във втората поставя основите на квантовата физика, а в третата е изложена Специалната теория на относителността, в която се заявява, че физичните закони действат еднакво за всички тела без значение от движението на обектите във Вселената. От това следва, че скоростта на светлината е константа, времето е относително, а мистериозният етер не съществува. Освен със Специалната теория на относителността Айнщайн е известен с уравнението, което постулира еквивалентност между масата и енергията:  $E = m \cdot c^2$ . Макар то да е изключително важно и най-популярното уравнение в света, често бива интерпретирано погрешно. Енергията и масата в уравнението са съответно енергията и масата на тялото в покой. Затова не е вярно, че фотоните, които са безмасови частици (бозони) не притежават никаква енергия. Безспорно това са революционни открития, които са посрещнати възторжено. Въпреки големия си успех обаче младия учен вижда, че Специалната теория на относителността противоречи на разбирането за гравитацията, поне така, както е описана от Нютон. Според неговия модел телата се привличат със сила – но как си взаимодействат, като не са свързани? Този въпрос измъчва Айнщайн, той решава да се посвети на решаването му и накрая успява – след 10 години трескава работа е публикувана Общата теория на относителността. Ученият си представя, че по подобие на електромагнитното поле съществува гравитационно такова. Но къде е то? Тук идва истинското прозрение: гравитационното поле не се намира в пространството, защото то самото е пространството. Там, където има материя, има маса, значи пространството ще се изкривява. Освен пространството, се „огъва“ и времето. Нещо повече – уравненията, описващи пространство-времето, предполагат непрекъснато му движение, трептене. По-късно е открито, че Вселената непрекъснато се разширява, следователно първоначално е била безкрайно свита – така се появява теорията за Големия взрив.

Пет години преди Айнщайн да публикува Специалната теория на относителността един немски учен работи по проблема за спектъра на излъчване на абсолютно черно тяло, като използва метод, на който младият Алберт се позовава в трудовете си. Става въпрос за идеята на Макс Планк, че енергията се предава и поглъща на „пакети“ – кванти. Ученият стига до това откритие като изчислява електрическото поле в равновесие във вътрешността на нагрятата кутия, като използва идеята за квантите. Този модел идеално отразява измереното, което означава, че по някакъв начин предположението му е вярно. Но това противоречи на всичко известно дотогава – смята се, че енергията варира непрекъснато и не е нужно да се допуска, че се разпространява на краен брой порции. Самият Планк използва идеята си за да улесни изчисленията си, но не разбира защо този странен метод работи. По-късно Айнщайн доказва, че квантите на Планк са не само реални, но и светлината се разпространява на такива „пакети“, които сега наричаме фотони. По този начин може да се обясни и фотоелектричният ефект – при облъчване на метал със светлина (по-специално ултравиолетови вълни) някои електрони напускат металната повърхност. Това явление се наблюдава, когато светлината има висока честота, но не и при ниска. Ученият разглежда светлината като поток от фотони, всеки с точно определено количество дискретна енергия. От всички тези данни Айнщайн се убеждава, че Макс Планк не е сгрешил и публикува своя научен труд, за който получава Нобелова награда по физика през 1921 г.

След като става ясно, че интерпретацията на Планк за квантуваните стойности на енергията е правилна, един учен, занимаващ се с радиоактивния разпад, прави следния известен експеримент: насочва поток алфа лъчи (хелиеви ядра) към много тънко златно фолио. Противно на очакванията те да преминат безпрепятствено (по това време се е

смятало, че положителните и отрицателните заряди са разпределени равномерно в атома), част от алфа-лъчите биват отклонени. Ръдърфорд открива атомното ядро. Моделът му се нарича още планетарен, защото електроните обикалят около ядрото, както планетите около слънцето. Въпреки че новото описание на атома е по-точно, то повдига нов въпрос: от класическата механика се знае, че ако електроните се движат около атома, те би трябвало да излъчват фотони, като така губят от енергията си, докато не се сблъскат с положително зареденото ядро и в такъв случай материята би била изключително нетрайна, но не е така. Датският физик Нилс Бор предлага решение: според него енергията на електроните в атомите може да заема само определени квантувани стойности и фотони се поглъщат или излъчват само, когато електроните правят квантов скок от една орбита в друга. Най-общо казано, с това откритие приключва частта от физиката, която сега се нарича стара квантова механика.

Почвата за новата квантова механика е подготвяна още от времето на Нютон – става дума за неговият спор с Кристиан Хюйгенс относно природата на светлината. Първият твърди, че тя се разпространява на частици, които английският физик нарича корпускули. Противникът му обаче смята светлината за вълна. И двамата имат своите доводи, както ще видим по-късно. Например при опитът с двата процепа светлината се държи като вълна (наблюдава се интерференчна картина), но при фотоелектричния ефект имаме всички основания да я приемем за поток от частици. Така през двадесетия век Нилс Бор, Луи дьо Бройл и техните колеги се досещат, че светлината е едновременно както вълна, така и частица и се държи различно в зависимост от обстоятелствата (корпускуларно-вълнов дуализъм). Но не се стига само дотам – дьо Бройл изказва предположението, че всички квантови обекти притежават свойствата и на вълни, и на частици. Така добре познатият ни електрон при определени условия има претенции да се държи като вълна. Не виждате нищо нередно, нали? Но има един голям проблем – в такъв случай има точно изчислена вероятност някой електрон в атомите, които изграждат книгата ви например да се намира на няколко милиарда светлинни години, дори по-лошо – той е навсякъде едновременно, преди да бъде измерен (така и атомният модел на Бор се разпада; на негово място се приема, че около ядрото електроните са разположени в т.нар. „електронен облак“). Този феномен се нарича квантова суперпозиция и поставя на преден план няколко нови загадки. Една от тях, останала неразрешена и до днес, е така нареченият проблем на измерването: нека вземем отново експериментът с двата процепа, но ще използваме електрони вместо светлина. Опитът показва, че когато не бъде измерен, електронът ще се държи като вълна, в противен случай обаче ще има поведение на частица.

Тук се намесва още един гениален ум – Ервин Шрьодингер, който в своето вълново уравнение описва поведението на частица, когато се разглежда като вълна. Уравнението има много важно значение – то обяснява произхода на квантовите състояния, освен това позволява да се прогнозира еволюирането на вълната, описваща частицата. От него можем да научим какъв ще е резултатът от взаимодействието на два квантови обекта. Когато влязат в контакт, те вече не се държат като две различни частици, а са свързани. Това е така, защото вълните, описващи квантовите им състояния са интерферирали помежду си. Следователно частиците вече се описват не от две различни, а от една обща вълна. На явлениято е дадено името квантово „преплитане“, но Айнщайн го нарича „мистериозно взаимодействие от разстояние“. Единственият проблем е, че никой не знае какво точно е вълновата функция – дали частиците наистина са вълни или това е просто математически инструмент?! Шрьодингер и Алберт Айнщайн се надяват, че тук вече става въпрос за нещо реално; Нилс Бор пък твърди, че квантовият обект не е нито вълна, нито частица, преди да бъде измерен. Макс Борн показва математически, че решенията на уравнението не ни дават „действителната“ информация, а само вероятности за това, което можем да научим след измерването. Създателят на уравнението е разочарован. От всичко известно дотук излиза, че резултатът дали един радиоактивен атом ще се разпадне, зависи от акта на наблюдението, а дотогава той е

едновременно и в двете възможни състояния – поне така ни казва квантовата механика. За да илюстрира това „противоречие“ през 1935 г. Шрьодингер публикува мисловен експеримент: в кутия поставяме малко уран и измервателен прибор, който ще задейства изпускането на отровен газ, ако в определен момент ядрото се разпадне. Затваряме плътно кутията, така че да не можем да получим никаква информация преди отварянето на капака. Въпросът е прост – какво е състоянието на котката преди да погледнем вътре? Според квантовата теория котката в кутията е едновременно и жива, и мъртва. И може би трябва да приемем този резултат. Има обаче и още една възможност – когато затворим кутията, вселената създава по една реалност за всички възможни изходи, т.е. в едната вселена котката оживява, а в другата – не. Тази теория е наречена интерпретация на многото светове и с нея се цели да се избегне парадоксът за състоянието на горката котка.

Откритието на вълновото уравнение бележи голям напредък в науката, но младият Вернер Хайзенберг смята, че нещата могат да отидат още по-далеч: той допуска, че електроните винаги съществуват, а само когато влязат в взаимодействие с нещо друго, за по-просто – когато бъдат наблюдавани. С прочутия си принцип на неопределеността той доказва, че е невъзможно да знаем едновременно позицията и импулса на дадена квантова частица – колкото по-голяма сигурност имаме за позицията ѝ, толкова по-неопределен е импулса. Същото важи за енергията и времето. Още едно от следствията на този принцип е, че нищо не може да има нулева енергия – дори вакуума. В привидно празното пространство има „виртуални“ частици, което са всъщност вибрации на пространство-времето, имащи дискретни стойности енергия, а от уравнението на Айнщайн, че масата може да се преобразува в енергия и обратно, следва, че във вакуума непрекъснато се появяват и изчезват такива „частици“ (някои учени смятат, че тъмната енергия и тъмната материя са резултат от такива квантови обекти). Ако мислите, че всичко звучи наистина абсурдно, споделяте мнението на Айнщайн: веднъж той се обръща към младия физик Абрахам Пайс с думите: „Смяташ ли, че Луната съществува, само докато я гледаш?“. Башата на Теорията на относителността, а и на квантовата механика, се оказва по-консервативно настроен към „нелепите“ квантови явления и търси обяснение, в което да се чувства „здравия разум“. Но това изолира гения и макар да води оживени научни спорове с членовете на Копенхагенския научен институт, и по-специално с Нилс Бор, се оказва, че този път Айнщайн греши – в квантовата механика няма противоречие, но тя наистина се ръководи от много по-странни и различни закони в сравнение с тези, управляващи познатия ни свят.

Струва си да споменем за уравнението на английския физик Пол Дирак, което обединява специалната относителност и квантовата теория, като предсказва съществуването на античастици – те имат същата маса като оригиналните, но зарядът им (при кварките ще говорим за цветен заряд) е противоположен. Така електронът си има позитрон. Резултатът от сблъскване на частица и античастица е аниhilация и отделяне на огромно количество енергия. Освен откриването на античастиците, други важни постижения са изобретяването на лазера, полупроводниците, свръхпроводниците, суперфлуидите (например на течния хелий), електронния микроскоп, контролираната верижна реакция. И това са само някои от откритията, които са оформили нашето съвремие.

Най-добрата теория, която имаме понастоящем за описването на квантовите явления, е QED (част е от квантова теория на полето). Тя е изработена от Ричард Файнман и неговите колеги на базата на уравненията на Дирак и тези на Максвел. Голям принос за теорията има именно Дирак – той разбира, че ако се разглеждат промените в поведението на всяка една квантова частица поотделно (каквото бил методът на Шрьодингер), полученият отговор не отразява измереното е. Затова той подхванал задачата по друг начин – вместо отделните частици, той квантува самото електромагнитно поле и успява да получи експериментално потвърждение. След като основите били вече поставени, новата теория успяла да отговори на един важен въпрос:

от класическия електромагнетизъм следва, че електроните се отблъскват, без да влизат в пряк контакт. Но как е възможно? Квантовата електродинамика ни казва, че когато отрицателно заредените частици са близко една до друга, те обменят виртуален фотон и отблъскването е резултат от силата, с която са си обменили въпросния фотон. За по-просто си представете двама души, които седят в две лодки и си подхвърлят топка. Тогава когато първият подаде на втория, той самия се отблъсква назад. Аналогичен е случая и от другата гледна точка. Но има един проблем – уравненията, които описват такъв прост процес, са ужасно сложни. Затова Файнман решава да представи процеса схематично – това са прочутите Файнманови диаграми. Чрез тази толкова успешна теория е разрешен и проблемът със създаването и разрушаването на частици – нещо, което моделът на Шрьодингер не позволява. И досега, квантовата електродинамика си остава най-точното описание на взаимодействието на радиация с материя.

Последното голямо научно откритие, което ще разгледаме, е създаването на т.нар. стандартен модел. След откриването на протона и неутрона, учените смятали тези частици за елементарни (т.е. не са изградени от по-малки от тях). Но физикът Мъри Гел-Ман бил на друго мнение. Той смятал, че протоните и неутроните са изградени от по-малки частици, които нарекъл кварки. Те имат дробен електричен заряд и практически са единствените с това свойство. Досега познаваме шест вида кварки: горни, долни, странни, очарователни, дънни и топ. Освен електричен, те притежават и цветен заряд. Например, протонът е изграден от два горни и един долен кварк. Кварките са свързани помежду си с глюони, които са калибровъчни бозони, пренасящи силното ядрено взаимодействие. В стандартния модел са включени шестте кварка, семейството на лептоните (като електрона, мюона, тау-лептона, неутриното и други) и бозоните (на всички изброени съответстват античастици). Известни са ни четири фундаментални сили – силно и слабо ядрено взаимодействие, електромагнетизъм и гравитация. На всички, освен гравитацията, са открити съответстващи бозони – глюони, W и Z бозони, фотони. Всички те са векторни бозони. Единственият скаларен бозон е наскоро откритият (но предсказан през XX в.) Хигс бозон, който „дава маса“ на частиците, когато преминават през хигсовото поле. Въпреки това, масата на телата, получена по този път е незначителна – например, един възрастен човек ще дължи около 22 грама от масата си на Питър Хигс. Останалата част всъщност е преобразувана енергия, необходима за поддържане на връзките между кварките от глюоните. Все пак откритието на Хигс поставя още една част от пъзела на нейното място, но за сметка на това повдига още нови въпроси.

Дали човечеството ще съумее да разбере всички тайни на Вселената? Близко ли сме до създаване на „теория на всичко“, като обединим относителността, квантовата физика и стандартния модел? Никой не знае, но дори да не е така, нямаме причина да се отчайваме, напротив – можем само да се радваме, че пред нас има още вълнуващи феномени и закони, които тепърва предстоят да бъдат открити.

\* \* \*

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА XX ВЕК

Симеон Петков – 6 кл.,  
СМГ „Паисий Хилендарски“  
Научен ръководител: проф. Леандър Литов – ЦЕРН

Във всеки един от нас има атоми, произведени в звезди, избухнали преди милиарди години. Съставките на тези атоми са се формирали в първите минути от раждането на Вселената... 96% от Вселената все още е научна загадка...

Когато си на 10 – 11 години и научиш това, няма как да не поискаш да се впуснеш в откривателство. Поне за мен тези „новини“ бяха нещо като покана веднага да се захвана да разбере, как е възможно в XXI век да знаем толкова много и то всъщност да е толкова малко! Все още ми се иска да има „кратки отговори на големите въпроси“, но самото им търсене прави живота, Вселената и всичко останало толкова интересни.

Поредицата „Космос“ с Карл Сейгън и продължението ѝ с Нийл деГрас Тайсън, книгите на Стивън Хокинг, включително детските, писани с дъщеря му Луси, „Полето“ на Лин Мактагарт, няколко издания за черните дупки, няколко лекции на проф. Леандър Литов от Софийския университет и ЦЕРН, презентация на проф. Димитър Съселов от Харвард – това са може би най-важните събития, които ме увлякоха още преди в училище да започна да уча физика. Така научих много интересни неща за частиците от създаването на Вселената, за опитите ни да ги подредим и разберем, за откритията, довели до обяснението на взаимодействията и търсенето на теория на всичко.

Големите открития във физиката на XX в. прииждат като вълни едно след друго. Всяка вълна носи ново познание и се разпилява като пяна на много въпроси.

Първото голямо откритие прави в първата година на XX в. германският физик Макс Планк. Той извежда закона за излъчване на абсолютно черно тяло и въвежда константа, която днес наричаме „константата на Планк“. За онова време е било наистина поразително твърдението, че телата излъчват енергия на отделни малки порции – кванти. За заслуги в развитието на физиката и откриване на квантуването на енергията получава Нобелова награда през 1918 г.

Големите открития във физиката на XX в. могат да бъдат проследени по нобеловите лауреати и тяхната научна работа. По тях се вижда как физиката започва да изследва света на едно различно фундаментално ниво, за да разреши ключовия проблем – съществуващите тогава закони не са валидни за най-малките познати частици. Самата дума квант идва от латинското quantum и означава „колко“ или „какво количество“.

След първото голямо откритие и благодарение на него Алберт Айнщайн прави второто голямо откритие в началото на столетието, отличено с Нобелова награда. Обяснява фотоелектричния ефект като отделяне на електрони от повърхността на дадено вещество при облъчването му със светлина. Айнщайн допуска, че светлината не само се излъчва, но и поглъща на порции. Така отива още по-далече и дава квантовото разбиране, което учим днес, че светлината има двойствена природа – проявява се като електромагнитна вълна (с определена дължина и честота) и като поток от светлинни частици – фотони, носители на квантите енергия.

Следващата голяма вълна отново е свързана с тези две имена и оставя на брега една от най-значимите теории – тази за пространство-времето. Планк въвежда термина „теория на относителността“, а Айнщайн публикува Специалната теория на относителността, която обяснява физични явления при постоянни скорости, близки до скоростта на светлината във вакуум, за която се предполага, че е постоянна. Човечеството се опитва да приеме идеите за универсалните пространствено-времени свойства на физичните процеси. Теорията на относителността е ново разбиране, което надгражда 200-годишната класическа механика на Нютон.

Основната теза на Айнщайн, че времето и трите пространствени измерения са равноправни координати в едно четиримерно пространство-време е преобърнала представата ни за това, че живеем в тримерно пространство, а времето е параметър, от който зависят пространствените координати.

В Специалната теория на относителността Айнщайн прави извод, че масата на тялото е мярка на съдържащата се в него енергия според уравнението  $E=mc^2$ , където  $E$  е енергията,  $m$  – масата, а  $c$  – скоростта на светлината във вакуум. Според тази формула

масата може да се превръща в енергия и обратно. По-късно гениалният физик публикува Общата теория на относителността, която е по-цялостна визия и най-известната научна теория. Едва ли има човек, който не знае кой е авторът ѝ и дори го разпознава на снимка.

Общата теория на относителността (1915) поставя гравитацията като крива на координатната система на пространство-времето. И противно на общоприетата дефиниция, тя не е сила, а изкривяване на континуума пространство-време. Според Айнщайн колкото по-голяма маса има един обект, толкова повече изкривява пространството около себе си и привлича по-малките обекти, които попадат в зоната на изкривяването. „Всичко трябва да бъде направено възможно най-опростено, но не и по-просто“, казва самият Айнщайн.

Един такъв блестящ пример за просто обяснение на нещо много сложно е следващото голямо откритие на ХХ в., появило се между Специалната и Общата теория на относителността – структурата на атома. През 1911 г. британският физик Ърнест Ръдърфорд показва експериментално, че атомът се състои от положително заредено ядро с много малки размери, в което е съсредоточена почти цялата маса на атома и електрони, които обикалят около ядрото – планетарен модел. Две години по-късно Нилс Бор предлага квантов модел на атома, съгласно който електроните се намират на стационарни орбити около ядрото и при преходи от една орбита на друга излъчват или поглъщат фотони с фиксирана енергия. Атомът вече не е най-малката частица! Учените започват да изследват взаимодействията и частиците вътре в него.

Следващото голямо откритие е свързано с поведението на електроните. Волфганг Паули през 1925 г. открива, че в дадено квантово състояние в атома може да има само един електрон. Това означава, че в един атом не може да съществуват едновременно повече от един електрон с еднакви стойности на четирите квантови числа. Това е Принципът на Паули – един от най-важните във физиката. Същата година Енрико Ферми заедно с Пол Дирак разработва статистиката на частиците, които се подчиняват на принципа на Паули. По-късно тези частици са наречени на неговото име – фермиони. Открива забавянето на неутроните и така прави следващото голямо откритие на ХХ век – взаимодействието на Ферми, което днес наричаме „слабо взаимодействие“ – едно от четирите фундаментални взаимодействия в природата. Чрез експерименти, индуциращи радиоактивност, с наскоро открития неутрон Ферми открива, че бавните неутрони се улавят по-лесно от атомните ядра, отколкото бързите. След бомбардиране на торий и уран с бавни неутрони той решава, че е създал нови елементи, а всъщност е постигнал ядрено делене и това му отрежда място на архитект на ядрената епоха. Тези открития обаче ще бележат не само физиката, но и човешката история. След 1939 г. изучаването на ядреното делене и ядреният синтез бързо се насочва към разработване на атомната бомба през Втората световна война. Един от примерите как науката може да бъде деструктивно използвана в политиката.

В хронологията на значимите открития се появява името на австрийския физик Ервин Шрьодингер, който предлага математически метод, за да опише енергийните нива в атома. През 1926 г. той публикува статията „*Quantisierung als Eigenwertproblem*“, в която извежда прочутото си уравнение, което описва движението на електроните, като ги третира като частици и вълни. Това позволява на учените да изчисляват енергийните нива на електроните в по-сложни атоми от този на водорода. Статията предизвиква революция в квантовата механика и се разглежда като едно от най-големите постижения на физиката и химията на ХХ в.

Не по-малко значимо откритие идва веднага след него. През 1927 г. немският учен Вернер Хайзенберг формулира своя знаменит принцип на неопределеността в квантовата механика. Той доказва, че е невъзможно да се определи едновременно положението и скоростта на един електрон. Поради намесата на наблюдателя и непредвидимото поведение на отделните кванти, винаги остава известна неопределеност за скоростта или за положението, а в някои случаи и за двете.



Това е повратен момент за начина, по който физиците трябва да гледат на света. Хайзенберг, Шрьодингер и Дирак преформулират механиката в една нова теория, наречена квантова механика, основана върху принципа на неопределеността. Частиците вече нямат отделни, точно дефинирани положения и скорости, които да могат да се наблюдават. Вместо това те имат вълнова функция, която представлява вероятността да открием дадена частица на определено място и с определена енергия (импулс/скорост).

През 1932 г. Хайзенберг получава Нобелова награда, а през следващата – Шрьодингер заедно с Дирак за „откриването на нови продуктивни форми на атомната теория“.

Следващата голяма вълна на откритията е през 1932 г. Светът научава за позитрона и антиматерията. Експериментално открит от Карл Андерсън, но предсказан с уравнението на Дирак, позитронът е елементарна частица, античастица на електрона – двете са с еднакви маса и спин, но с противоположен електричен заряд.

И ако Ръдърфорд открива протона още през 1918 г., през 1932 г. Джеймс Чадуик открива нова елементарна частица с нулев заряд – неутрона. Това е нова голяма крачка в ядрената физика, която дописва в учебниците, че повечето атоми се състоят от протони и неутрони.

Същата година на големи открития експериментално е потвърдена Теорията на относителността (с експеримента Кенеди-Торндайк), създадени са електростатичен ускорител и първият циклотрон. Физиците вече целенасочено използват заредени частици и магнитни или електрически полета, за да ускоряват, сблъскват и изследват елементарните частици, както се наричат най-малките градивни елементи във Вселената. Създателят на първия циклотрон, Ърнест Лорънс, е удостоен с Нобелова награда. Ускорителите са едно от знаменитите изобретения на XX век, ускоряват неимоверно развитието на един нов дял – физиката на елементарните частици.

*„Ние, физиците, сме сред най-щастливите хора; ние сме привилегировани да се включим в това най-голямо приключение за открития в момент, когато технологията ни позволи да изтласкаме границите на знанието с безпрецедентни темпове. По този начин ние също подобриме живота на хората навсякъде. Физиката, като най-фундаменталната от науките, винаги ще остане жизненоважна част от това голямо приключение“.* С тези думи на канадско-американския физик Дейвид Алън Бромли може би най-добре може да се опише значението на тези открития за развитието на физиката. Границите на познанието са изтласкани невъобразимо.

През 50-те и 60-те години вълните на откритията във физиката „изхвърлят“ като песъчинки объркващо голям брой елементарни частици, а някои от предсказаните са наблюдавани експериментално. Въпросите, които се ускоряват с всяка новорегистрирана частица, постепенно водят до обединение на физиката на елементарните частици и космологията.

За да обясни свойствата на елементарните частици, през 1963 г. американският физик Мъри Гел-Ман предлага нов теоретичен модел – кварков модел. Според него всички бариони и мезони са изградени от по-малки частици, наречени кварки. Думата „кварк“ е взета от роман на Джеймс Джойс, чийто герой в съня си чува странната фраза „Три кварка за мистър Марк“. Първоначално са включени три кварка, които се означават със символите  $u$ ,  $d$  и  $s$ . Това са първите букви от названията на кварките на английски език:  $u$ р (горен),  $d$ own (долен) и  $s$ trange (странен). Кварките са единствените частици с дробен електричен заряд ( $\pm 1/3$  и  $\pm 2/3$ ).

Този модел обаче не може да обясни откритите през следващите години нови частици, с различни свойства и структура. От друга страна, не са изолирани отделни кварки, въпреки че има убедителни косвени експериментални доказателства за съществуването им. Освен това, на всеки кварк съответства антикварк със същата маса, но с противоположен електричен заряд.

През следващата 1964 г. Робърт Браут, Франсоа Енглер и Питър Хигс предлагат независимо един от друг идеята за поле, което взаимодейства с всички останали частици,

като по този начин поражда тяхната маса (поле на Браут, Енглер, Хигс). Питър Хигс показва, че ако тази хипотеза е вярна, то трябва да съществува частица със спин нула, която днес наричаме бозон на Хигс.

Не е ли това най-интересната част? Най-значимото постижение – да подредим и опишем частиците и силите, които изграждат Вселената! Да ги обясним и да ги установим експериментално. Физиката на ХХ век създава разбирането за Квантовата Вселена и успява да я опише със Стандартния модел. Всички вълни на откритията оставят на брега доказателства и отговори, предсказания за нови частици и още много въпроси.

Зашеметяващо е това усещане – да седиш на морския бряг, да се взираш във всичко, разпиляно от вълните и да изучаваш всяка песъчинка. Въпросите или отговорите са повече? Толкава е нестандартно това изучаване на Стандартния модел! И заради него, вероятно едни от най-щастливите хора са учените в ЦЕРН. „Тези, които нямат търпение да се събудят сутрин, за да се върнат към това, което са правили предишния ден“. Това са думи на нобеловия лауреат Джеймс Кронин, отличен за откритието на асиметрия в поведението на неутралния каон и неговата античастица. ЦЕРН става мястото, където учените се връщат секунди след Големия взрив и залагат капани за научни открития. Сега, през ХХI век, тези открития са големите вълни, които пренареждат песъчинките и поставят нови въпроси.

Европейската организация за ядрени изследвания ЦЕРН (CERN) се намира Женева, Швейцария. Това е най-голямата в света лаборатория по физика на елементарните частици. Аз открих това невероятно място с една от лекциите на проф. Леандър Литов в Столична библиотека. Бях най-малкият в залата, която беше препълнена и нямаше къде да седнем. Много бързо забравих това неудобство, когато започна разказът за тухличките на Вселената, хоросанът, който ги държи, и материята, която не познаваме.

### **Как Стандартният модел описва Вселената?**

Всичко е изградено от 12 елементарни частици. Това са най-малките частици, познати днес. Те са два основни типа – кварки и лептони. Всяка група се състои от шест частици, които са свързани по двойки или „поколения“. Най-леките и стабилни частици са първото поколение. По-тежките и по-малко стабилни са от второто и третото поколение.

Лептоните са електрон, мюон, тау-лептон и три вида неутрино. Кварките са наречени с букви, които обозначават донякъде забавни имена – горен (**u**), долен (**d**), чаровен (**c**), странен (**s**), топ (**t**) и красив (**b**). Всички те се обединяват в три поколения фермиони.

Кварките участват в силното, слабото и електромагнитното взаимодействия; заредените лептони (електрон, мюон, тау-лептон) – в слабото и електромагнитното; неутриното – само в слабото. Гравитацията като взаимодействие не се включва в Стандартния модел.

Трите типа взаимодействия се описват като следствие от постулата, че нашият свят е симетричен по отношение на три типа калибровъчни преобразования. Носители на взаимодействията са калибровъчните бозони: 8 глюона за силното взаимодействие, 3 тежки калибровъчни бозона ( $W^+$ ,  $W^-$ ,  $Z^0$ ) за слабото взаимодействие и фотона за електромагнитното взаимодействие.

За човек, който не е изучавал физика до момента, звучи впечатляващо – една малка табличка с 12 частици описва... цялата Вселена. Някъде бяха нарекли тази добре подредена картинка Нова периодична таблица на фундаменталните елементи. Айнщайн не харесвал неопределеността. Дали би харесал това подреждане? Просто изглежда, но дали не е опростено? Прочутата фраза: „Бог не играе на зарове“ как би звучала?

Цялата позната материя, изградена от тези частици! Това невъобразимо многообразие от жива и нежива природа! И всички в едно безкрайно движение, което на макро ниво изглежда подозрително стабилно. Какви са силите, които ги задържат?

Физиката на XX век отговаря ясно: във Вселената действат четири основни взаимодействия: силно, слабо, електромагнитно и гравитационно. Гравитацията е най-слабото, но има безкраен обхват. Електромагнетизмът също има безкраен обхват, но е в пъти по-силен от гравитацията. Слабите и силните взаимодействия се проявяват само на нивото на субатомните частици.

През 1983 г. Карло Рубия, впоследствие носител на Нобелова награда и директор на ЦЕРН, открива калибровъчните бозони  $W^\pm$  и  $Z^0$  – носители на електрослабото взаимодействие. И трите бозона са предсказани от Стандартния модел.

Учените се опитват да обяснят взаимодействията в природата още от древността. Айнщайн ги обяснява с гравитация и енергия. Квантовата механика слиза на ниво елементарни частици и ги обяснява именно като обмен на частици, наречи бозони.

Ако следваме тази логика, нашето поколение физици трябва да докаже експериментално гравитона. През 2015 г. бяха наблюдавани за първи път гравитационни вълни.

Стандартният модел включва електромагнитните, силните и слабите взаимодействия и техните частици-преносители и обяснява как тези сили действат върху всички материални частици. Гравитацията засега не може да бъде включена в Стандартния модел. Той не може да бъде обединен с Общата теория на относителността, използвана за описание на Космоса.

Въпреки това работи добре и доказателство за това е, че предсказани нови частици бяха открити в началото на нашето столетие. Учените в ЦЕРН успяха да докажат съществуването на Хигс бозона, предсказан от Питър Хигс, а той и Франсоа Енглер получиха Нобелова награда.

Физиката на XX век с помощта на Стандартния модел обяснява само онези няколко процента материя, която познаваме. Вълните на откритията оставят поредица интересни въпроси за нашето поколение физици. Ние ще трябва да изтласкаме границите на знанието и да създадем квантова теория на гравитацията например. Или да обясним какво е тъмна материя. Какво е станало с антиматерията след Големия взрив? Как възниква масата? Защо се намираме в материална вселена? Кварките и лептоните наистина ли са елементарни? Защо...

Когато през 1995 г. в ЦЕРН е получен първият атом антиматерия (антиводород), изглежда, че сме намерили пътя, по който да вървим, за да даваме повече отговори, отколкото въпроси си задаваме на база това, което откриваме.

Стандартният модел не е нито съвършен, нито завършен, но е най-цялостното засега обяснение за Вселената. Достатъчно опростено е, но не е просто. Една от най-значимите теории на XX в.

След нея прииждат нови вълни с нови идеи, които се опитват да заменят елементарните частици със струни. Идеята на всички струнни теории е, че основните градивни частици са струни със свръхмикроскопични размери, които трептят със специфични резонансни честоти. Засега експериментално не може да бъде доказано това.

Експериментите в ЦЕРН освен отговори поставят и нови въпроси, особено през последните години и дори месеци. Някои регистрирани отклонения от очакваните стойности според Стандартния, модел може да означават съществуване на нови частици или нови взаимодействия. Дали тези нови загадки не дават посока за обяснение тъмната материя и антиматерията? Засега обаче това са само научни съобщения, които ще бъдат потвърждавани или отхвърляни. Подобни явления, които не може да се обяснят със Стандартния модел, повдигат въпроси за „нова физика“, но все още няма вълни от открития, които да пренаредят знанията ни.

Големите открития на XX в. направиха възможно развитието на квантови компютри, които използват квантова суперпозиция и квантово заплитане. А един българин може да вземе Нобелова награда, защото предложи решение на спора между Бор, Шрьодингер и Айнщайн. MIT го включи в класацията 35 Global Innovators Under 35, сп. *Discover* избра разработката му сред 50-те топ научни открития за 2019 г., а пробивът

му беше наречен „научно земетресение“. Златко Минев, доктор по приложна физика в университета Йейл, САЩ, публикува в сп. *Nature* доказателства, че квантовите скокове не само могат да бъдат предвидени, но и контролирани! Това ще доведе до сериозен пробив в квантовата физика и технологията на квантовите компютри. Българско голямо откритие на XXI в.!

Такива със сигурност ще има и в ЦЕРН, където освен проф. Литов, десетки българи пишат съвременната история на физиката, заедно с колегите си от цял свят. Невероятно, но физиката на XX в. с помощта на квантовата механика успя да отрече нищото. Успя да опише частиците в нищото. Колкото и да изваждаме от пространството, винаги остава нещо в едно неразбираемо непрестанно движение. Частици, които се получават и изчезват.

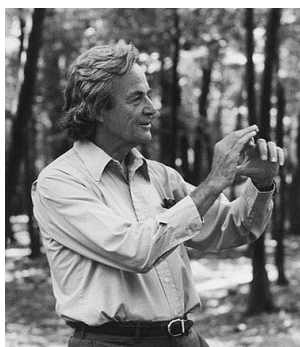
Невероятно, но това толкова нестандартно обяснение за състава на Вселената и нейните сили е наречено Стандартен модел. Сякаш за да подсказе, че следващото обяснение ще е наистина нестандартно за сегашните ни представи.

И най-хубавото е, че ние имаме възможност не просто да седим на брега и да очакваме вълните на откритията, а да ги създаваме.

\* \* \*

## НАНОТЕХНОЛОГИИТЕ: РАЗЛИЧНИ ГЛЕДНИ ТОЧКИ ЗА ЕДНО ПОСТИЖЕНИЕ НА ГРАНИЦАТА МЕЖДУ XX И XXI ВЕК ИЛИ ОЩЕ ПО-НАЗАД ВЪВ ВРЕМЕТО

Цветомир Петров – 8 кл.,  
18 СУ „Уилям Гладстон“ – София.  
Научен ръководител: д-р инж. Стефан Петров – ИМБ – БАН



Ричард Файнман (1918 – 1988)

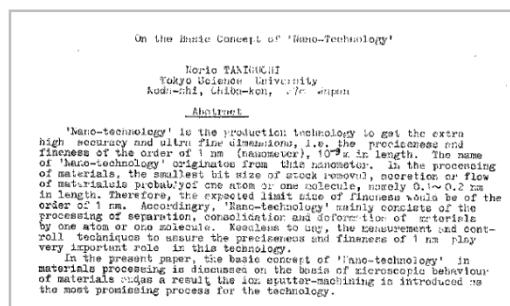
Като самостоятелна дисциплина с практически постижения нанотехнологията възниква в началото на 80-те години на миналия век. Първите стъпки в тази област се свързват с Ричард Файнман, един от най-забележителните физици на XX век, наричан най-великият ум след Айнщайн. През 1959 г. в знаменития си доклад пред Американското физическо дружество той произнася бъдещото мото на нанонауката: **„There is plenty of room at the bottom“**, с което иска да каже *„Там долу, има много свободно пространство – това е покана в нов свят...“*

*Принципите на физиката позволяват нещата да се изграждат атом след атом... Аз искам да построя милиарди нанофабрики, подобни една на друга, които произвеждат едновременно... Няма теоретичен предел, а само практическа трудност, защото сме твърде големи“.*



Норио Танигучи

Петнадесет години по-късно, през 1974 г. японският учен Норио Танигучи въвежда термина „нанотехнологии“ в своя труд *„Върху основното понятие за нанотехнология“*.



(1912 – 1999)

Няколко са откритията от миналия век, които се оказват ключови за развитието на нанотехнологиите. Ще изброя някои от тях, с които далеч не се изчерпват постиженията на отминалото столетие: рентгеновите лъчи и приложението им за рентгеноструктурен анализ; откриването на фотона и обяснението на външния фотоелектричен ефект; откриването на вълновата природа на електроните; квантовата механика, даваща съвършено нов поглед върху микросвета; изобретяването на електронния микроскоп; изобретяването на транзистора; разгадаването на молекулярната структура на ДНК; откриването на лазера; нелинейните оптични явления и спектроскопията; постиженията в областта на полимерите.

Големи са очакванията към нанотехнологиите. Надеждите са били и все още са, че те ще окажат огромно въздействие в сфери като добив на енергия от възобновяеми източници, здраве и медицина, информатика и електроника, екология и дори всекидневния живот на хората. Например енергията за пейсмейкър от наногенератор на базата на нанокристали от материал, който едновременно представлява полупроводник и пиезоелектрик. Този наногенератор черпи енергия от движенията на човешкото тяло. Нанотехнологиите могат да се използват дори срещу опитите за фалшифициране на различни продукти. Например в зехтин могат да се вкарат минимално количество безвредни молекули, чието предназначение може да се оприличи на това на холограмата на банкнотите, защото въпросните молекули помагат да се различи истинския от подправения продукт. Учени от университета в Yale са създали пластмасови наносфери, които съдържат цитокини, имащи способността да стимулират Т-клетките на имунната система. Могат да бъдат изброени още много постижения, но за това трябва да напиша обзорна статия. Ще опитам да се вмества в една фигура, която няма претенции да изчерпва всички съвременни приложения в нанонауката.



Повечето хора вярват, че нанотехнологиите са основа за нов технологичен цикъл в световния технически прогрес. С две думи, неизвестната допреди Файнман и Танигучи „нанотехнология“ сякаш днес се е превърнала в най-разпространената и значима дума в научни програми, планове и проекти, дори и в политиката...

До известна степен, съвременният човек е устроен така, че когато обърне поглед назад към последните времена от развитието на човечеството, той би могъл да разбере най-добре онова, което се е проявило в най-близкото минало и това, което скоро предстои.



Тук възниква въпросът дали нанотехнологиите в действителност са изобретение на нашето време? Преди повече от 4500 г. азбестови нишки са били използвани за укрепване на глинени съдове. Днес въглеродни нанотръбички се използват за подобряване на механични свойства на полимери. Нещо повече, оптичните свойства на наночастици са известни от векове – чашата на Ликург изглежда различно в зависимост от това дали е осветена отзад или отпред. Причината е, че в нея има вградени златни частици. Тя също е пример за нанотехнологии, но и за това, че те не са изобретение на нашето време, както човек би могъл да си помисли, само произнасяйки думата „нанотехнологии“.

Като всяко „ново“ откритие прави впечатление, че нанотехнологиите са посрещнати с резерв от страна на някои общности. Например, през 2004 г. Съветът по научна политика при Агенцията по околна среда на САЩ създава работна група от експерти, натоварени със задачата да разработят т.нар. Бяла книга, посветена на дискусиите върху опасностите от нанотехнологиите. Една година по-късно дори се прокрадва идеята, че „Най-мощните технологии – роботиката, генното инженерство и нанотехнологиите – заплашват да направят от човечеството застрашен вид“. Опасенията варират от това, че чрез нанотехнологии могат да се създават нови обекти в природата, за които не са налични методи или средства за разпознаване до създаването на обекти, които внесени в организма могат да се задействат след програмиран период от време. Още по-назад във времето през 1992 г. Александър де Маренш, началник на Френското бюро за разследвания, повдига въпроса за Световна война от ново поколение и вписването на нанотехнологиите в една такава война.

Днес човечеството е в пандемия. Появиха се редица слухове и теории за произхода и разпространението на SARS-CoV-2. Страхове съществуват по отношение на нанотехнологиите, но както стана ясно те не са от днес... Но ето, че „заподозрените“ нанотехнологии сега идват на помощ в качеството си на имуни инженер в борбата с пандемията, въоръжен с липидни наночастици, които служат като носители на вирусна мРНК, която впоследствие се разгражда в организма.

В заключение, както всички технологии, нанотехнологиите са проекция на нашия разум. До голяма степен от нас самите зависи в чий ръце ще попаднат и какво би станало, ако се престъпят границите на човешкия контрол!

#### **Използвана литература:**

1. Цветан Велинов. Защо наноауката е специална?  
[http://www.prirodninauki.bg/wp-content/uploads/2016/07/uvodna\\_lekcia.pdf](http://www.prirodninauki.bg/wp-content/uploads/2016/07/uvodna_lekcia.pdf)
2. А. Близнаков, М. Илиева-Обретенова. (2012) Нанотехнологиите в екологията. Сп. Екологизация, НБУ. <http://ebox.nbu.bg/eko13/pdf1/1.pdf>
3. М. Янкова. (2014) Наука и етика. Научни трудове на Русенския университет, том 53, серия 6.2, с. 38 – 42. <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp14/6.2/6.2-6.pdf>
4. Александър Трифонов. Опасни ли са нанотехнологиите. Сп. „Сигурност, бр. 6, юни 2012. <http://eirc-foundation.eu/Publications/Nanotechnology.pdf>
5. L. Schoenmaker, D. Witzigmann, JA. Kulkarni et al. (2021) mRNA-lipid nanoparticle COVID-19 vaccines: Structure and stability. International Journal of Pharmaceutics 601, 120586. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378517321003914>

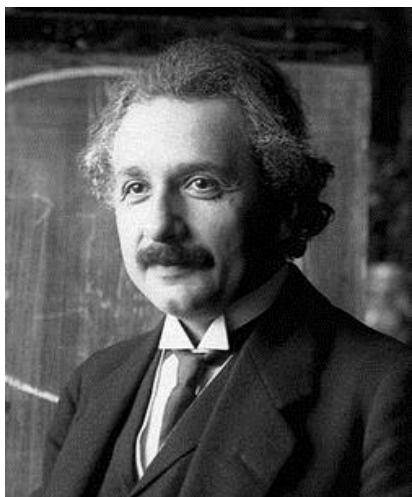
\*\*\*

#### ВТОРО МЯСТО

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК

Биляна Божидарова – 7 кл.,  
СУ „Д-р Петър Берон“ – Костинброд.  
Научен ръководител: Анна Юри Меликсетян

Първите стъпки в познанията за някои физични явления възникват още в древността, доразвиват се от Аристотел, Архимед и др., но появата на физиката като самостоятелна наука се свързва с началото на 17 в. и Галилео Галилей, а основоположник на класическата физика е Исак Нютон. Интензивно развитие се наблюдава в периода 18 – 19 в., което довежда до откриването от Майкъл Фарадей наличие на връзка между електрическите, магнитните и оптичните явления и до създаването от Джеймс Максуел на класическата електродинамика. В края на 19 и началото на 20 в. на основата на нови открития (рентгенови лъчи, радиоактивност, закон на Планк за квантовия характер на излъчването) започва изграждането на съвременната физика: Алберт Айнщайн формулира Теорията на относителността, създава се квантовата механика, атомната физика, ядрената физика, квантовата теория на полето, физиката на елементарните частици, физиката на полупроводниците, квантовата електроника. Айнщайн често е определян като най-значимия физик на миналия век. Неговата Обща теория на относителността променя завинаги начина, по който учените гледат на заобикалящия ни свят. Революционните трудове на Айнщайн служат като трамплин, който отвежда физиката на Вселената до нови висини. **Алберт Айнщайн** е немски физик–теоретик, философ и писател от еврейски произход, работил през голяма част от живота си в Швейцария и Съединените щати. Неговото лице е едно от най-разпознаваните във всички части на земното кълбо, а често е определян и като бащата на съвременната физика.



Преди 104 години немският физик изпраща своя завършен труд, подготвян в продължение на няколко години, който днес познаваме като Обща теория на относителността или ОТО, до научното списание „**Annalen der Physik**“. Макар и днес да е смятана за една от най-революционните идеи в света на науката, в началото теорията на Айнщайн е подложена на редица критики. Минава време, докато консервативните членове на научни организации из целия свят признаят приноса на ОТО към теоретичната и експериментална физика. Общата теория на относителността със сигурност е най-популярният научен труд на Айнщайн, но е важно да споменем неговата предистория.

Преди разработването на ОТО немският физик публикува своята Специална теория на относителността. Това се случва през 1905 г. Чрез нея Айнщайн формулира и описва поведението на инерциални отправни системи, при които скоростта на светлината е постоянна и непроменяща се, независимо от състоянието на движение на нейния източник. Разработвайки Специалната теория на относителността, Айнщайн въвежда нови разбирания за измеренията време и пространство, като ги обединява в единен математически модел – пространство-време.

От Специалната теория на относителността разбираме, че времето не е константа, а относително измерение. Заедно с публикуването на Специалната теория на относителността Айнщайн излага редица следствия като скъсяването на дължините,



забавянето на времето и относителността на едновременността, които доказват, че времето е относително и различно в зависимост от състоянието на наблюдателя.

Има неща обаче, които остават неизяснени при Специалната теория на относителността. Тъй като при нея се описват следствията и връзките единствено при константната скорост на светлината, научното общество започва да се чуди какви биха били закономерностите, когато скоростта е променлива. На този въпрос Айнщайн отговаря с Общата теория на относителността.

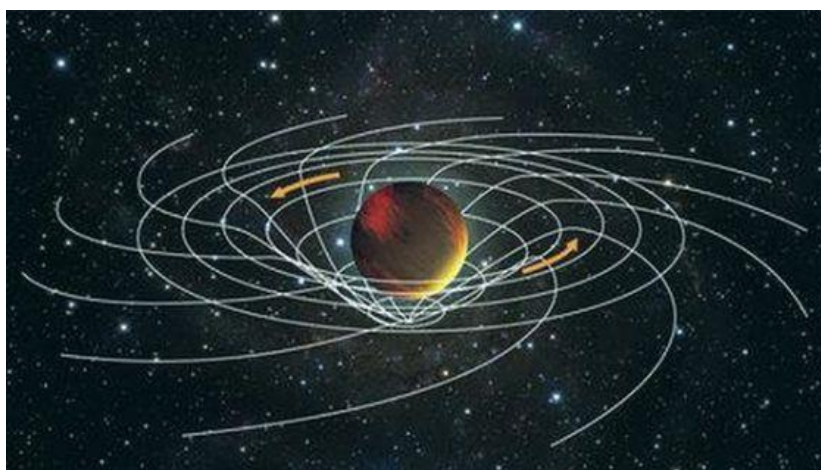
### **Защо Общата теория на относителността е толкова важна?**

Общата теория на относителността обединява характеристиките на Специалната теория на относителността и Закона за всеобщото привличане на Нютон. Законът за всеобщото привличане на Исаак Нютон, който е част от областта на класическата механика, описва гравитационното взаимодействие между две масивни тела. Той е част от класическата механика и е формулиран за пръв път във фундаменталния труд на Нютон *Математически начала на натурофилософията*, публикуван за пръв път на 5 юли 1687 г. В съвременната си формулировка законът гласи следното: Всяка материална точка привлича всяка друга материална точка със сила, насочена по правата, пресичаща двете точки. Тази сила е пропорционална на произведението от двете маси и обратно пропорционално на квадрата на разстоянието между материалните точки, или казано по друг начин: „Всички тела във Вселената се привличат със сила  $F$ , която е правопрпорционална на произведението от масите на телата ( $m_1$  и  $m_2$ ), и обратнопропорционална на квадрата от разстоянието ( $r$ ) между тях“:

където:

- $F$  е величината на силата на привличане между двете материални точки,
- $G$  е гравитационната константа,
- $m_1$  е масата на първата материална точка,
- $m_2$  е масата на втората материална точка,
- $r$  е разстоянието между двете материални точки.

Съгласно Общата теория на относителността геометричните свойства на пространство-времето са неразривно свързани с разпределението на материята в него. Те в известен смисъл „предопределят“ движението на телата и това именно се разглежда като действие на гравитационните сили. По такъв начин гравитацията се свежда до геометрия и разбирането на гравитационните взаимодействия се свързват с изучаването на геометричните свойства на пространство-времето.



Едно от най-удивителните следствия на Общата теория на относителността е, че ако плътността на материята е достатъчно голяма, изкривяването на пространството може да стане толкова значително, че то да се затвори в себе си. По такъв начин Вселената би могла да представлява едно

безгранично, но все пак крайно пространство, извън което не съществува нищо друго.

Теорията на относителността и създадената от нея представа за гравитационните взаимодействия са основата за разбирането на структурата и еволюцията на Вселената като цяло, тъй като връзката между геометричните свойства на пространство-времето и на разпределението на веществото във Вселената се установява именно чрез уравненията на тази теория. Първоначално теоретиците – в т.ч. и Айнщайн, търсели статичните

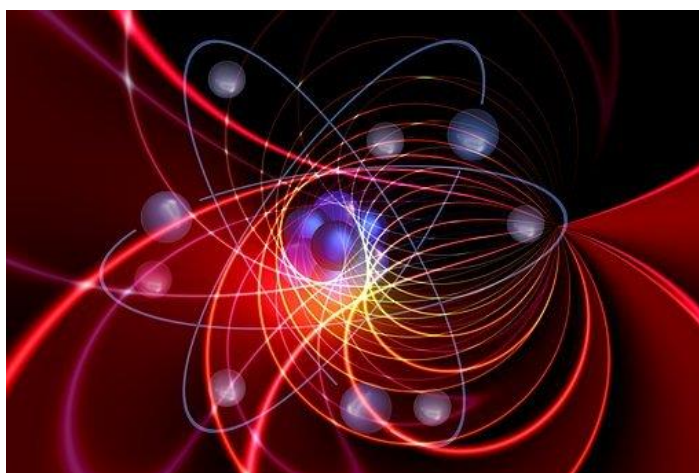
(независими от времето) решения на уравненията на Общата теория на относителността, тъй като ако Вселената се подчинява на подобни решения, би могла да има особени пространствено-временни свойства, но би останала неизменна във времето.

Оказва се, че статичните решения на уравненията на Общата теория на относителността не съществуват. Това е доказано от теоретика Фридман (1923), който намерил така наречените нестационарни уравнения на Общата теория на относителността, от които следва, че Вселената трябва да се разширява или да се свива, но не и да остава неизменна във времето. При това става въпрос не само за увеличаване или намаляване на разстоянията между космическите обекти, а за разширяване и свиване на „деформираното“ пространство.

Съществуват два типа нестационарни решения на уравненията на Общата теория на относителността в зависимост от средната плътност на веществото във Вселената. В първия вид уравнения, получени от Фридман, плътността на веществото е по-малка от една критична стойност (равна приблизително на три протона на кубичен метър), пространство-времето на Вселената е „закривено, но нейният обем е безкраен“. При това Вселената трябва непрекъснато да се разширява.

Във втория случай, когато плътността на веществото е над критичната, закривяването на пространство-времето става толкова голямо, че Вселената се „затваря“ в себе си, образувайки едно безгранично пространство с краен обем. Образно казано, един светлинен лъч, изпратен в определена посока, би трябвало след достатъчно дълго време да се върне в същата точка, но идвайки вече от обратна посока. В този случай гравитационните сили рано или късно ще спрат разширението на Вселената и то трябва да се замени със свиване.

Математиците използват термина „кривина“ за да обозначат всяка повърхност, чиято геометрия е неевклидова. Обикновено, пространствената кривина се представя чрез изображение на повърхнина, изкривена от тежък предмет, овален предмет, който „потъва“ в нея. Това е т.нар. „двуизмерно“ представяне на време-пространственото изкривяване. В него време-пространството е плоска повърхност, която е „огъната“ от



„тежък“ предмет. Предметът представлява тяло с много голяма маса (планета), което е източник на гравитация и е способно да изменя траекториите на преминаващи в близост тела. В случая можем да си представим, че по тази повърхнина се търкаля много по-малък обект, който ако попадне в кривината около масивното тяло ще промени траекторията си. Ако скоростта му не е достатъчно голяма – по-малкото тяло ще се завърти спираловидно надолу в кривината около масивния обект и в крайна сметка ще се удари в него. Ако скоростта му е достатъчно голяма – то по-малкият предмет ще влезе в кривината и ще излезе от другата страна с леко променена траектория. По подобен начин може да се илюстрира и действието на гравитацията, създадена от масивни тела (планети, слънца) на преминаващите в близост обекти.

Все пак, трябва да се знае, че подобно представяне е изключително опростено, като време-пространството се изкривява от големи сгрупвания на маса, а не самото пространство. Също така пространството е триизмерно, а не двуизмерно.

За целите на опростеното обяснение на Специалната теория на относителността бихме могли да проведем следният мисловен експеримент: Нека си представим, че се намираме на перона на железопътна гара, когато някакъв влак навлиза отляво надясно.

Точно в момента, когато пред нас преминава някакво лице от влака, в средата на един от вагоните светва лампа. От наша гледна точка – наблюдател от перона, вагонът вече се е придвижил напред в момента, в който светлинният лъч достига края на въпросния вагон. С други думи, за нас светлината е изминала по-късо разстояние от половината дължина на вагона. Но за наблюдателя във вагона не е така – той ще види, че светлината достига задната страна на вагона в същия момент, в който достига и предната част на вагона. С други думи, за наблюдателя във вагона светлината изминава равни разстояния и в двете посоки – разстояния, равни на половината дължина на вагона.

По този начин времето, необходимо на светлината да достигне задната част на вагона, е различно за двамата наблюдатели. Но и в двата случая става дума за един и същ лъч светлина, който пътува с една и съща скорост. Според Айнщайн това несъответствие може да бъде обяснено, само ако приемем, че възприятието зависи от самия наблюдаващ – или с други думи, то е относително, а тъй като скоростта на светлината е константа, то следва, че ходът на времето е относителен. Биографите на Айнщайн Майкъл Уайт и Джон Грибин предлагат втори мисловен експеримент. Представяме си един молив и източник на светлина над него, която хвърля сянка върху повърхността на масата. Моливът, който съществува в три измерения, хвърля сянка, която съществува в две. Ако завъртим молива под светлината или ако завъртим източника около молива, то сянката или се уголемява или се свива. Айнщайн твърди, че предметите всъщност съществуват в четири измерения, а не само в трите с които всички сме запознати – те заемат пространство-времето в смисъл, че този предмет продължава да съществува във времето. Следователно, ако манипулираме по подходящ начин триизмерната материя, както постъпихме с молива, то може да скъсяваме или разтегляме времето по същия начин, по който сянката на молива се свива или удължава. В теорията на Айнщайн обаче споменатите времеви ефекти биха могли да се наблюдават само и ако материята се движи със скорости, близки или равни на скоростта на светлината.

Повече от 90 години Общата теория на относителността издържа всякакви експериментални проверки. Новооткритата двойна система пулсари например се дължи на допускания съгласно предвижданията, направени в Общата теория на относителността, като някои от тях са излъчването на гравитационни вълни и страничните ефекти, свързани със забавянето на времето около масивни обекти.

Общата теория на относителността предполага, че две звезди, толкова близко една до друга, трябва да излъчват мощни гравитационни вълни. Излъчвайки ги, те трябва да губят енергия и да се приближават една към друга. Радионаблюдения от Австралия, Великобритания и Съединените щати показват, че това се случва в съответствие с Общата теория на относителността.

Екипът, провеждащ наблюденията, е отчел и друг ефект – следствие от Общата теория на относителността – часовниците там би трябвало да вървят по-бавно. Когато единият пулсар се доближи до другия, периодът му на околоосно въртене намалява с 0,38 милисекунди.

Според Айнщайн масивните обекти изкривяват време-пространството. Когато единият пулсар премине зад другия и сигналът от задната звезда трябва да премине през изкривеното време-пространство, той пристига със закъснение от 90 микросекунди.

### **Използвана литература**

Айнщайн А. Специална и обща теория на относителността. Популярно изложение.

Прометей, С., 2005.

Захариев Б., Маринова Н. История на жизнената среда. НБУ – ЦДО, С., 2006.

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

\* \* \*

## **ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК**

**Иван Стефанов – 8 кл.,**  
СУ „Христо Проданов“ – Карлово.  
Научен ръководител: **Донка Дончева**

*С какво бихме запомнили ХХ век за науката? Какви нововъведения ни е дала физиката през това столетие? Какво преобладава – научните катаклизми или възходи? Кои значими, бележити личности играят важна роля в развитието на физиката? Кога научното познание навлиза в различни области, в различни форми?*

Ще удостоим с отговор най-съществените въпроси, като започнем от началото – навечерието на ХХ в.

С настъпването на ХХ век физиката представлява силна наука със своите неоспорими резултати, с проблеми и с перспективи. Тя има неизменната задача да отговори на интелектуалните потребности на хората от една страна, а от друга – да промени живота им. Защото в тях е заложено вечно любопитство към света и вечен интерес към неговите закони.

Физиката на ХХ в. се ражда в деня, когато Макс Планк в Берлинската академия изнася лекция, посветена на закона за излъчването на абсолютно черно тяло. Това е рожденият ден и на квантовата физика, която е вратата, водеща към микросвета – атома, атомното ядро, елементарните частици. Без нея би било немислимо изучаването и разбирането на атомното ядро, полупроводниците, лазерите, компактните звезди (бели джуджета) и ранната Вселена.

***Кой ще въведе новите открития във физиката?*** Основите на физиката през това столетие са положени от бележити учени, отдали живота си, младостта си за преследване на една съществена цел - да изградят нова, по-сложна картина на света. Най-открояващите се, даващи своя принос на науката, сред тях са: *Макс Планк, Нилс Бор, Вернер Хайзенберг, Луи дьо Бройл, Комптън, Алберт Айнщайн, Ервин Шрьодингер, Макс Борн, Джон фон Нойман, Пол Дирак, Енрико Ферми, Волфганг Паули, Давид Хилберт, Вилхелм Вин, Сатиендра Нат Бозе, Арнолд Зомерфелд.*

***Как научното познание навлиза в различни форми, усъвършенства ли се?*** Учените от века дават нова перспектива, като заместват класическата механика на Нютон и теорията на електромагнетизма, за да обясняват адекватно наблюдаваните явления на атомно и субатомно ниво. Те успешно описват основните свойства и поведение на атоми, молекули, йони и кондензирани среди и дори на електрони и фотони. Квантовата физика променя начина, по който учените са гледали до този момент на субатомните процеси и на Вселената като цяло.

Ражда се и Теорията на относителността, която възниква като резултат от усилията на цяло поколение учени: Лоренц, Фитцджералд, Поанкаре, но нейната най-адекватна формулировка е дадена от Айнщайн и съдържа радикална промяна на нашите схващания за пространството и времето. Тя играе фундаментална роля в цялата физика, като ѝ придава единен характер. Изхожда от твърдо установени класически понятия, от една страна, но от друга – внася революционни представи за пространството и времето. Открива нови пътища за осмисляне на природните явления. Представлява най-значимият подвиг на Айнщайн, който коренно отличава неговата работа от труда на неговите предшественици, а съвременната наука се различава радикално от класическата. Теорията на относителността е общоприетият в съвременната физика възглед за характера на гравитацията.

Подобно на физика Планк, основната работа на Айнщайн също е квантовата теория, чрез която той се превръща в един от първите изследователи на квантовата физика. Вярно е, че Айнщайн е известен най-вече с теорията си за относителността, но чрез упорития си труд печели и Нобелова награда по физика за фотоелектрическия ефект през 1921 г.

Друго голямо откритие на века е разцепването на атомното ядро и откриването на верижното делене на урана, съпроводено с отделяне на значителна енергия, която човекът се научи да използва. Приносите на Енрико Ферми са многобройни, но най-значимият е за създаването на първата самоподдържаща се ядрена верижна реакция. Заради своето откритие той е наречен *бащата на ядрената енергия*.

Откриването на позитрона, неутрона, неутриното, мезоните и други елементарни частици през този век поставят на дневен ред въпроса за класификацията и структурата на следващите градивни елементи на материята след атома, електроните, атомните ядра. Физиката на елементарните частици е една от най-актуалните и перспективни области на съвременната физика. Откриването им представлява колосална крачка напред в сравнение с откритието на химичните елементи през миналия век.

***Кои са най-значимите научни открития и събития за човека и Вселената през половината на XX век?*** Вероятно най-важното събитие за човечеството през този век е стъпването с малки крачки на Луната през 1969 г., но отвеждайки космологията на по-високо равнище, към други върхове с това епохално постижение на цялата човешка наука и техника.

Изграждат се научни тези по въпроси, касаещи Вселената от времето на Големия взрив до нейното бъдеще. Откритието на фоновото излъчване е безспорно огромен успех на съвременната физика. Това лъчение ни дава информация за състоянието на младата Вселена, а самото му съществуване се счита за доказателство на теорията за Големия взрив.

В оптиката най-революционната стъпка е създаването на източници на кохерентно лъчение – лазерите. Те са основата на всички технологии в лазерната оптика. Без преувеличение можем да кажем, че лазерите, появили се в средата на века, са играли същата роля в живота на човека, както електричеството и радиото са били половин век по-рано.

Създаването на транзистора се превръща в отличителен белег на цялото наше електронно оборудване. Без него и без другите полупроводникови компоненти и тяхната миниатюризация в големи интегрални схеми, нито компютърната технология, нито модерните телекомуникации биха могли да съществуват.

През този период изключително интензивно се развива физиката на плазмата, която се превръща в една от основните области на физиката не само поради широкото разпространение на плазмата в звездните недра и в междузвездното пространство.

***Ако трябва да обобщим***, двадесети век ще остане в историята завинаги като век на модерната физика. Именно тогава на нейна основа се извършва мощният скок на техниката и технологиите, свидетели на което сме всички ние. Осъзнаването на факта, че въпреки строгите природни закони много от съществените за нашия свят явления не могат да бъдат предсказани, представлява едно от големите съвременни открития на физиката. Тя обхваща от най-малкото до най-голямото, от най-лекото до най-тежкото, от най-бавното до най-бързото, от най-студеното до най-горещото, от най-яркото до най-тъмното, от най-разреденото до най-плътното и от началото на Вселената до днес.

***Как ще се развива физиката през следващите години и десетилетия? Как ще изглежда тя в началото на следващия век?*** Тези и още много други въпроси са безспорно крайно интересни, но при разглеждането им неизбежно трябва да се ограничим предимно с догадки относно бъдещите възможности.

*Благодарности за съдействието при реализирането на есето към г-жа Донка Дончева.*

\* \* \*

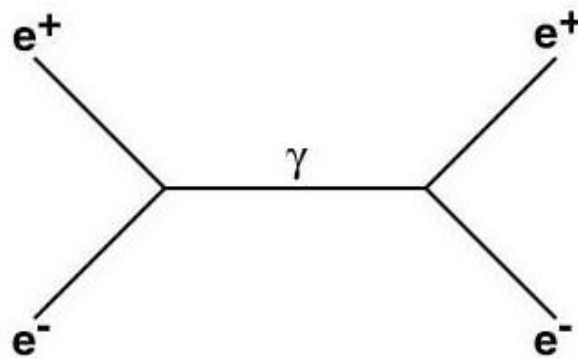
## АНТИМАТЕРИЯ

Константин Годоров – 8 кл.,

Безспорен факт е, че ХХ век е изпълнен с научни открития. Този век бележи значително разделение на теоретична и експерименталната физика. Това се дължи на по-задълбочените открития и хипотези във физиката, които затрудняват и дори правят невъзможно провеждането на научни експерименти. И все пак, дори и все още да нямаме възможност за провеждането им, експерименталните физици са успели да реализират проекти, с помощта на които успяват да докажат съществуването на Хигс бозона и дори успяват да произведат в много малки количества от материята, за която ще говорим по-долу.

Пол Дирак пръв предсказва съществуването на антиматерия, когато разработва теория, която да обедини Специалната теория на относителността с квантовата механика, която сама по себе си е много успешна. Освен обединението на двете теории тя също предсказва нещо напълно ново във физиката, а именно съществуването на частици, които биват огледален образ на всички фундаментални частици, притежаващи заряд с почти сходни характеристики, като тяхната основна разлика е заряда. Тези частици могат по същия начин да образуват протони, неутрони, атоми (материя) подобно на своите обикновени партньори.

Антиматерията по дефиниция означава материя, направена от античастици, които, от своя страна, са частици с противоположен електрически заряд. Обикновено те се наричат с имената на обикновените частици, като се добавя представката „анти“. Когато дадена частица се срещне със своята античастица протича процес, наречен аниhilация, при който се отделя чиста енергия (фотони), равна на масата им по квадрата на скоростта на светлината<sup>1</sup>. Обратният на този процес е създаването на виртуални частици, отново от фотон, който отделя електрон и позитрон. Тези частици се наричат виртуални, защото просъществуват за много кратко преди отново да се сблъскат и отделят своята енергия под формата на фотон. Първоначално за единствената разлика между тях и обикновената материя се е смятал само техният заряд, но впоследствие започват да се търсят допълнителни разлики.



Фигура 1. Фейнманова диаграма, показваща процеса на аниhilация и процеса на създаване на виртуална частица от фотон

В началото на Вселената (Големия взрив) тези елементи е трябвало да бъдат създадени поравно, което би довело до тяхната взаимна аниhilация. От факта, че днес сме тук става ясно, че събитията не са протекли така и в онези времена нещо е накарало т.нар. обикновена материя да надделее с малко над антиматерията, което довежда до това пак по-голямата част от материята да анихилира, но също да се запази една малка част<sup>2</sup>

<sup>1</sup> по уравнението на Айнщайн.

<sup>2</sup> под малка се разбира малка в космологични мащаби.

от материята, която познаваме, и да създаде познатата ни вселена. Поради това се смята, че зарядът им не е тяхната единствена разлика.

Днес по света дори и в тегло стотици хиляди пъти по-малки от грама учени от центрове като ELENA в CERN успяват да произведат антиматерия. Тази материя бива произведена, като с ядра в метален цилиндър наречен „target“ се сблъскват протони с енергия около 30 пъти по-голяма от масата им в покой (26 GeV). Така във всяка милионна експлозия биват произведени 4 протонни-антипротонни двойки. Те биват разделени с помощта на магнитни полета и насочени към антипротонен забавител, където са забавени от 96% до 10% от скоростта на светлината, след което се насочват към т.нар. „Penning“ капани, които чрез магнитни полета подобно на малки ускорители не позволяват антиматерията да докосне стените от обикновена материя.

Важността им за теоретичната физика е безспорна, но идва въпросът – имат ли те някакво практическо приложение? Отговорът е – не просто имат, а дори вече се използват. Основното им приложение днес е в медицината при правенето на медицински изображения (томографии). С тяхна помощ работи един от най-успешните скенери, а именно PET скенерът. PET (Positron Emission Tomography) скенерите, както става ясно от името, използват антиелектрони (позитрони) излъчени от бета разпад, в който протонът се превръща в неутрон. Друго приложение в медицината е използването им за лечение на някои видове рак подобно на прилаганата в момента йонна потонна терапия.

Друго приложение намираме в сферата на енергетиката, горивата и оръжията. Както знаем, природата на човека е първо да създава оръжия, а после да ги използва за по-благоприятни цели, и така един от първите експерименти свързани с приложенията на антиматерията е в Студената война, когато военно-въздушните сили на САЩ финансират проучване в тази сфера. Тогава е имало планове тя да се използва за спусъчен механизъм в ядрените оръжия, но по-късно започват да обмислят възможността да бъде използвана и като оръжие. Поради същата причина, тя ще бъде много полезна в енергетиката, а един ден може би и като гориво за космически кораби. Енергията, която отделя, бива 10 пъти по-ефикасна от химическата, 3 пъти от ядрената и 2 пъти от ядрения синтез. Един килограм антиматерия и един нормална материя, с която да анихилира, биха довели до експлозия равна на „Цар бомба“: най-мощното ядрено оръжие създавано някога.

Проблемът в последните три примера е, че за тяхното реализиране ще бъдат необходими много големи количества антиматерия. Както посочихме по-рано, антиматерията в момента се произвежда в много малки количества, равни на една милионна от грама, а ако вземем предвид цялата антиматерия, произведена някога, ще стигнем до число равно на 10 нанограма. В момента е необходимо влагането на 1 милиард повече енергия, отколкото накрая ще се съдържа в нейната маса. Това прави този процес с изключително нисък коефициент на полезно действие. Ако искаме да произведем 1 грам антиматерия ще са ни необходими 62,5 трилиона долара, за да покрият енергийната ни консумация от 180 трилиона джаула енергия.

В заключение може да се каже, че антиматерията е едно от най-важните открития на богатия с физични открития ХХ век, без което физиката сега не би могла да бъде разбрана и един огромен енергиен потенциал, който за съжаление все още не можем да пренесем в ефективно производство.

\* \* \*

## АНТИМАТЕРИЯ И ЯДРЕНИ РЕАКЦИИ ОТ МЪЛНИИТЕ

Невена Георгиева – 7 кл.;  
ОУ „Гео Милев“ – Садово.

Научен ръководител: Стефка Кръстева



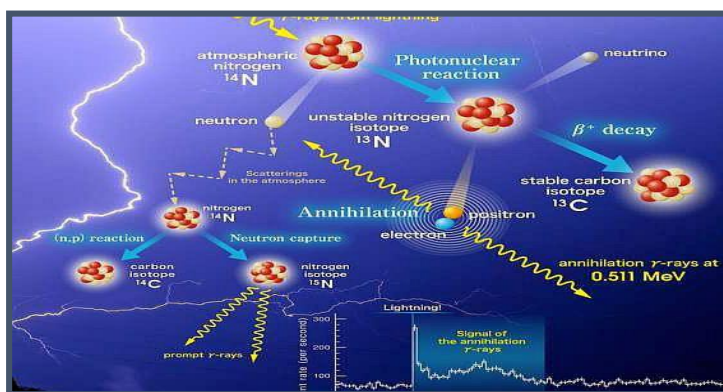
„Имаме тази идея, че антиматерията е нещо, което съществува само в научната фантастика“, казва Еното. „Кой знаеше, че може да минава точно над главите ни в бурен ден?“.

В еволюцията на човека научните открития първоначално винаги са били предназначени да улеснят бита и живота на хората. Още в древността учени са спорели и търсели отговори на въпроси, свързани със заобикалящия ни свят. В основата на всичко е Вселената вкупом със своите явления и процесите в пространството. Човекът е най-умното и мислещо същество на Земята, което не само се приспособява към околната среда, но и подобрява живота си непрекъснато. Доказателство за това е постоянният стремеж на учените да намерят обяснение на процесите и явленията във Вселената.

Още през 1925 г. учените предполагат, че електронните каскади на мълниите могат да предизвикат атомни реакции. За първи път обаче през 2017 г. японски изследователи доказват, че мълниите са огромна фабрика за *антиматерия*. Интензивният електрически разряд произвежда гама лъчи – най-мощните в електромагнитния спектър, които реагират с въздуха. Реакцията произвежда радиоизотопи и дори позитрони, антиматериалният аналог на електроните. Тези открития бяха докладвани от екип на университета в Киото, ръководен от Терауки Еното.

Японските изследователи дават убедителни доказателства, че бурите могат да индуцират ядрени реакции в атмосферата. Съществуват два вида ядрени реакции според вида на частиците, с които се бомбардират ядрата, и резултатите, получени вследствие на това. Обстрелът може да е със заредени или незаредени частици, а получените ядра могат да са стабилни или нестабилни.

За мен най-интересен е фактът, който учените откриват, че една гръмотевична буря може да генерира високоенергийните  $\gamma$ -лъчи, които избиват неутрон от ядрото на азот-14, което създава нестабилен изотоп азот-13. Вторичното излъчване се получава от взаимодействието на мълнията с азота от атмосферата. Гама-лъчите, отделяни от мълнията, имат достатъчно енергия, за да избият неутрон от атмосферния азот и кислород, превръщайки ги в нестабилните изотопи азот-13 и кислород-15. Когато неутронът се погълне от частици в атмосферата се произвежда вторичното гама-излъчване. Последното продължително излъчване е резултат от разпада на нестабилните азотни и кислородни атоми, от които са избити неутрони. В реакцията на разпад се отделя неутрино, позитрон (античастицата на електрона) и стабилно ядро въглерод-13, съответно от кислород-15 – до стабилния азот-15. Накрая позитронът се анихилира (унищожава) с електрон от атмосферните молекули и се отделят двойка гама-лъчи, всяка от които има характерна енергия (0,511 мегаелектронволта).



Случва се среща на материя и антиматерия, които се унищожават взаимно и се отделя много енергия. Интересът ми бе възбуден и от факта, че всеки ден около четири милиона мълнии удрят повърхността на нашата планета. Но когато се формира мълнията, малко след това се формира и гръмотевицата, и това не е напълно изяснено на

физическо ниво. Това, което знаем със сигурност е, че идва от облаците (прах, вода и лед). Ледените частици вътре в облака се трият една в друга и стават електрически поляризирани и заредени. По-леките ледени частици се придвижват нагоре, докато по-тежките остават долу и се разделят на отрицателни и положителни заряди.

Мълнията представлява огромно освобождаване на електричество, придружено от блестяща светкавица и силен гръм. Светкавицата може да достигне повече от 8 km



дължина, повишавайки температурата на въздуха с около  $27\ 700^{\circ}\text{C}$ , както и енергия по-голяма от около 10 MeV (мегаелектронволта). Мълниите могат да бъдат смъртоносни, но могат да носят и живот. Огромната температура и енергия на мълниите, падащи в първичния океан по време на ранната Земя, може да са превърнали елементите в съединения, които се намират в живите организми. Така мълниите може да са дали начален тласък на живота – като своеобразен дефибрилатор.

Японските учени са открили, че светкавицата предизвиква фотоядрени реакции в атмосферата, създаващи антиматерия. С детектори за гама-лъчи, разположени по протежението на японското крайбрежие, изследователите събират много данни за този феномен. Азотните атоми, които са загубили своите неутрони, стават нестабилни и се разпадат, като освобождават позитрони във въздуха. Позитроните са еквивалент на антиматерията на електроните и когато се доближат, те се унищожават. Тези анихилиращи събития предизвикват удължени изблици на гама-лъчите.

Учените от екипа на Терауки Еното, открили три отделни избухвания на гама-лъчи, когато анализирали данните от поставените детектори. Първото избухване било с продължителност по-малка от една милисекунда, второто – се разпаднало след няколко десетки милисекунди, а накрая – имало продължително излъчване, което траело около минута. Изследователите докладват за наземни наблюдения на неутринни и позитронни сигнали след мълния.

По време на гръмотевична буря в Япония Еното обяснява: „Бихме могли да кажем, че първият взрив беше от мълния. Чрез нашите анализи и изчисления, в крайна сметка определихме и произхода на второто и третото излъчване“. Второто например се дължало на реакцията на мълнията с азота в атмосферата. Гама-лъчите, излъчени от светкавиците, имат достатъчно енергия да изхвърлят неутрон от атмосферния азот и това наблюдение било причинено именно от реабсорбцията на този неутрон от частиците в атмосферата. Последното продължително излъчване било от разпадането на отслабения сега неутрон и нестабилните азотни атоми. Тези освободени позитрони, които впоследствие се сблъскват с неутроните в анихилиращо взаимодействие, излъчват гама-лъчите.

*„Ние си представяме, че антиматерията е нещо, което съществува само в научната фантастика. Кой можеше да знае какво ще се случи над главите ни в един бурен ден?“*, казва Еното.

Екипът все още поддържа над десет детектора по крайбрежието на Япония и непрекъснато събира данни. Учените гледат напред към новите открития, които може би ги очакват, а Еното се надява да продължи да вижда участието на обикновените граждани в научни изследвания, разширявайки границите на научното откритие.

В този век на интензивни комуникации, нови технологии и технологични процеси има явления, които човек иска да си ги обясни и именно тук учените ни представят информация и доказателства за непознати и необясними природни явления. Бързото развитие във физиката и астрономията, другите науки и всички велики открития водят до нашите постижения.

#### **Използвана литература:**

1. Изследване, публикувано в *Nature*.
2. Център за напреднали изследвания и Отдел по астрономия Хакуби, Университет Киото, Япония

\* \* \*

### ТРЕТО МЯСТО

## **ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК**

**Алина Бориславова – 7 кл.,**

Всяка една година се появяват нови и нови неща във физиката, но кой и как ги открива? Откриват ги физици, които започват да се съмняват в нещо и да се чудят дали няма логична причина, поради която някое явление да се случва и започват да правят експерименти, с които да докажат логичната причина за даденото явление.

През годините на ХХ в. има много физици, които откриват много различни неща, които дори и днес използваме без може би да знаем кой и как ги е открил, и как ги е направил.

През 1895 г. Вилхелм Ръонтген открива високоенергийно и проникващо лъчение, първоначално наречено Х-лъчи, а по-късно – рентгенови. Заинтересован от откритието му, през 1896 г. Бекерел решава да провери дали флуоресцентни вещества, облъчени със силна светлина, ще излъчват рентгенови лъчи. Той завива в дебела черна хартия уранова сол, която е флуоресцентен материал, за да я подготви за експеримент, при който ще я изложи на слънчева светлина. При това материалът се оказва в съседство с фотографската плака, приготвена за експеримента. Преди да пристъпи към опита обаче Бекерел установява, че плаката е вече осветена, т.е. урановата сол има лъчение, което преминава през черната хартия и въздейства върху плаката.

Бекерел стига до извода, че е наблюдавал нов тип проникващо лъчение, което се проявява без външно въздействие върху източника. През следващите няколко месеца Бекерел повтаря експеримента си с други фосфоресциращи материали и установява, че спонтанното лъчение се наблюдава само при урановите соли. Нещо повече, нефосфоресциращи уранови соли произвеждат същия ефект, следователно новооткритото лъчение не е свързано с фосфоресценцията. През май 1896 г. Бекерел експериментира с чист уран и констатира от 3 до 5 пъти по-интензивно излъчване, отколкото от урановата сол. Това лъчение, явно свързано с вътрешните свойства на урана е наречено лъчение на Бекерел. По-нататъшните изследвания на Бекерел и на негови колеги показват, че интензитетът на лъчението не намалява с времето.

През 1900 г. Мария Кюри открива, че торият също излъчва откритото от Бекерел лъчение и го нарича радиоактивност.

Друг виден представител, който е направил важно откритие през ХХ в. през 1905 г., е Алберт Айнщайн, който открива Специалната теория на относителността, което е теория във физиката, описваща измерванията в инерциални отправни системи при еднаква стойност на скоростта на светлината ( $c$ ) във всяка от тях, независимо от състоянието на движение на нейния източник и превръща скоростта на светлината от свойство на определено явление във фундаментална характеристика на пространство-времето. Тя обобщава „Принципа на относителност“ на Галилей от областта на механиката до всички физични закони, включително тези на електродинамиката като тази теория е изложена през 1905 г. от Алберт Айнщайн в „Електродинамика на движещите се тела“ и се основава на по-ранните приноси на Хендрик Лоренц, Анри Поанкаре и други. Тази теория се нарича специална, защото прилага принципа на относителността само до частния случай на инерциални отправни системи – отправни системи, които се движат с постоянна скорост една спрямо друга, а по-късно Алберт Айнщайн развива и Обща теория на относителността – през 1915 г., за да приложи принципа и към по-общия случай на ускоряващи се отправни системи и да отчете въздействието на гравитацията. Общата теория на относителността допуска локалната приложимост на специалната теория, както и в релативистични ситуации, в които гравитацията не е значим фактор.

През 1913 г. Нилс Бор създава модела, носещ неговото име, в основата на който е планетарният модел на атома, съчетан с квантови представи и предложените от него постулати.

Моделът на атома на Бор представлява първата квантова теория за строежа на водородния атом, която успява да обясни дискретността на енергетичните нива и да изведе формула за честотите на спектралните линии, но както може би всичко моделът има предимства и недостатъци. Предимствата са, че обяснява експериментално наблюдаваната дискретност на енергийните състояния на водородоподобните атоми, обяснява процесите, протичащи вътре в атома, от принципно нови позиции и става първата полуквантова теория на атома и евристичното му значение е в смелото предположение за съществуване на стационарни състояния и за скокообразни преходи между тях, като тези положения по-късно се пренасят и към теориите за други микроскопични системи.

Неговите недостатъци обаче са, че не успява да обясни интензитета на спектралните линии, работи само за водородоподобни атоми и не работи за следващите по номер атоми в Менделеевата таблица и теорията на Бор е логически противоречива – тя не е нито класическа, нито квантова. В системата от две уравнения, лежащи в основата ѝ, едното е класическо уравнение за движение на електрона, а другото – квантово уравнение за квантуване на орбитите.

Впоследствие теорията на Бор се оказва недостатъчно последователна и обща. Затова впоследствие бива заменена със съвременната квантова механика, основана на по-обща и непротиворечиви изходни положения. Днес е известно, че постулатите на Бор са следствия на по-обща квантови закони, но правилата за квантуване се използват широко и днес като приближени съотношения: често тяхната точност е много висока. През 1919 – 1920 г. Ърнест Ръдърфорд установява, че азотът и другите леки елементи при сблъсък с  $\alpha$  (алфа) частици излъчват протон, който той нарича „водороден атом“. Този резултат показва, че водородните ядра са част от азотните ядра (и по тази логика, вероятно и от други ядра). Подобна конструкция се предполага в продължение на много години въз основа на атомните тегла, които са цели числа, кратни на тази на водорода (виж хипотезата на Праут). Известно е, че водородът е най-лекият елемент, а неговите ядра вероятно са най-леките ядра. Поради всички тези съображения, Ръдърфорд решава, че водородното ядро е може би основен градивен елемент на всички ядра, а също така вероятно и нова фундаментална частица. По този начин, потвърждавайки и разширявайки изследванията на Вилхелм Вин, който през 1898 г. открива протона в потоци йонизиран газ, Ръдърфорд постулира, че водородното ядро е нова частица през 1920 г., която той нарича протон, а през 1921 г., докато работи с Нилс Бор (който от своя страна постулира, че електроните се движат по специфични орбити), Ръдърфорд изказва предположение за съществуването на неутрони в своята Бейкървска лекция от 1920 г., които по някакъв начин компенсират отблъскващия ефект между положително заредените протони, като причиняват привлекателна ядрена сила и по този начин ядрата не се разлитат вследствие на отблъскването между протоните. Единствената алтернатива на неутроните е наличието на „ядрени електрони“, които биха противодействали на някои от протонните заряди в ядрото, тъй като тогава вече е известно, че ядрата имат около два пъти по-голяма маса. Но как тези ядрени електрони могат да бъдат прихванати в ядрото остава загадка. Теорията на Ръдърфорд за неутроните е доказана през 1932 г. от неговия сътрудник Джеймс Чадуик, който разпознава неутроните веднага, когато са наблюдавани от други учени, а по-късно и от самия него, при бомбардиране на берилий с алфа частици.

Изводът от тези физици е, че нещата дори да изглеждат перфектни това не означава, че те нямат недостатъци, и че не винаги всичко е открито и изследвано докрай, т.е. те са намерили някакво явление, някакво свойство или пък някакъв феномен дори и те смятат, че са открили всичко за него, а се оказва, че след време някой друг решава да види дали нещата наистина стоят така и надграждат изследването и откритието на предшественика си, което разбира се може да се случва, защото в миналото уменията, технологиите и много други неща не са били развити достатъчно до такава степен, че да са открити

напълно, въпреки че според мен дори и до днес не са открити и изследвани докрай нещата и в бъдеще те ще се надградят както е било и тогава.

\* \* \*

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК

**Виктор Церков** – 7 кл.,  
ОУ „П. Р. Славейков“ – Варна.  
Научен ръководител: **Станимира Савова**

Отдавна ме вълнуват въпросите, свързани с ядрените лъчения. Още не сме учили в часовете, но аз чета за тях и ми са любопитни и интересни.

От зората на човешкия род нашият вид се е стремил да подобри средата си на живот, като придобива и използва нови умения и познания. От овладяването на огъня, през изобретяването на колелото, чак до наши дни, човешкото любопитство и гений непрекъснато откриват и подчиняват нови светове. Чрез науката ние се стремим да моделираме заобикалящия ни свят, да го направим по-добър, понякога плащайки висока цена за комфорта на съвременните постижения.

През XIX и XX век познанията за света, в който живеем, бележат голям растеж, а индустриалната революция и Първата световна война допълнително ускоряват и усложняват тези процеси. Нуждата от все повече и по-достъпна енергия е в основата на множество открития от света на физиката. Осъзнава се силата на атома и започва неговото овладяване, белязано с едни от най-значимите, но и най-страшни моменти в човешката история. Ядрените реакции, предизвикващи ядрено деление на урана са в основата на две от най-важните открития на атомната епоха – атомната бомба и ядрения реактор.

Опитите на Ото Хан и Фриц Щрасман да бомбардират с неутрони уран 235 и показаните резултати (барий и криптон), карат тяхна колега Лиза Майтнер да допусне, че са открили процес, който тя нарича атомно делене. Тяхното откритие не остава незабелязано, неговата значимост веднага е осъзната, тъй като процесът на ядрено делене е съпроводен с отделянето на огромно количество енергия, а това в зората на Втората световна война означава само едно – създаването на едно чудовищно оръжие: атомната бомба.

Бомбардираното ядро поглъща един неутрон и преминава във възбудено нестабилно състояние. След това бързо се разпада на две по-леки ядра, като в процеса на ядрен разпад се отделят два или три неутрона. Ако те се сблъскат с друго ядро на уран 235 процесът се повтаря и така до изчерпване на последния атом уран. Цялата тази последователност от ядрени разпади се нарича верижна реакция. С това откритие се дава началото на изобретяването на атомната бомба – идеята е в стоманен кожух да се постави уран, който да се доведе до постоянна верижна реакция, която, от своя страна, е източник на неконтролирано отделяне на енергия под формата на взрив.

За добро или зло този процес не е толкова лесен за изпълнение, тъй като необходимия уран 235 е оскъден и труден за получаване. Така физиците осъзнават, че създаването на плутоний е по-лесно, а той също е подходящ за изработването на бомбата. Така на 16 юли 1945 г. с кодовото име Тринити е извършен първият опит с плутониева атомна бомба в САЩ, а с уранова атомна бомба е извършен директно над град Хирошима, Япония на 6 август 1945 г., като само 3 дена по-късно е хвърлена и втората атомна бомба над Нагасаки.

Общо убитите в Япония са над 220 000 души.

От 1945 г. до наши дни са извършени повече от 2000 ядрени експеримента, наземни и подземни, разрушени са цели острови, обезлюдени са десетки хиляди декари земя,

тонове радиоактивни ядрени отпадъци са отделени в природата, замърсяващи въздуха, земята и водите, причиняващи хиляди знайни и незнайни болести.

За щастие човешката природа не е само разрушителна. Наличието на такъв голям източник енергия като ядреното деление, става причина за изследвания, свързани с неговата употреба за мирни цели. Главният стремеж е да се осъществи контролирана верижна реакция, при която енергията ще бъде насочена в контролирана посока. Устройствата, в които протичат тези ядрени реакции, се наричат ядени реактори. Първият ядрен реактор е създаден от Енрико Ферми през 1942 г. в Чикагския университет. Отделената топлина при реакцията се поглъща от топлинен буфер, обикновено студена вода, която напуска реактора гореща, под формата на пара и така задвижва турбини, произвеждащи електроенергия. Атомните електроцентрали позволяват добиването на евтина енергия, но тяхната експлоатация е сложен и много отговорен процес, като грешките костват хиляди човешки животи. Най-известните инциденти са Три Майл Айлънд (САЩ, 1979), Чернобил (СССР, 1986), Фукушима (Япония, 2012). Рискове крие и съхраняването на отработеното ядрено гориво, като 34-те ядрени държави в света полагат неимоверни усилия за справяне с това предизвикателство.

Дала много на човечеството, ядрената енергия може да бъде и изключително опасана в грешните ръце. Използването ѝ като оръжие все още е сериозен проблем за света, който все още не може да бъде решен категорично. Надеждите на всички нас е усилията да не спират а силата на атома да бъде използвана само за мирни цели в името на светло бъдеще на човечеството.

Разбирам, че всяко откритие във физиката може да се използва за полезни цели, в помощ на медицината, техниката и др., но може и да се използва за унищожаване на хора, животни, природа. Трябва да бъдем разумни и да използваме откритията в науката само за полезни цели.

\*\*\*

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК

**Рая Стефанова** – 6 кл.,  
ОУ „Св.Св. Кирил и Методий“ – Габрово.  
Научен ръководител: **Пенка Йотева**

Виждали ли сте някога атом? Чудите ли се от какво точно са направени всички неща около вас? Всичко, което виждаме, докосваме, ядем, пием, всичко от Слънцето до песъчинката, се получават от струпването на много атоми на дадено място. Ако се вгледате по-внимателно и отблизо ще разберете, че във всяко нещо се крие един малък неподозиран свят. Свойствата на веществата се определят от характера на атомите.

Въпросът за обяснение на разнообразието, което ни обкръжава, е вълнувало човека още от най-стари времена. Думичката „атом“ означава „неделим“. Названието идва от гръцката дума *tomos* – разделям, и представката „а“, която означава „не“, т.е. отрицание. Демокрит (460 – 370 година преди новата ера) обяснявал разнообразието на света чрез атомите – малки, неделими, непроницаеми, вечно движещи се, еднакви по вещество, но безкрайно различни по форма и големина частички. От различното пространствено съчетание на атомите се изгражда разнообразието на света. Интересното е, че за разлика от днешните изследователи, Демокрит достига до прозрението за атома по мисловен път.

Джон Далтон (1803 – 1808), като използвал атомното учение на Демокрит, така го е „видоизменил“, че е могъл най-успешно за времето си да разясни натрупания вече „химичен материал“, обединен в тези закони. Той приел от Демокрит, че атомите са малки и невидими, неделими и вечнодвижещи се. По отношение на непроницаемостта,

формата и големината не взел никакво особено становище. Приел, че формата им е сферична. Новото за атомите е, че са разновидности, съществуват толкова видове атоми, колкото са видовете химични елементи, притежават маса (тегло), която е различна за различните елементи, могат да им се припишат знаци, съединяват се в определени „соединителни маси“ помежду си, като се получават химични съединения.

Чрез дейността на Ломоносов и Далтон се поставили основите на химичната атомистика.

Атомът се състои от атомно ядро и атомна обвивка. В атомното ядро освен протони има и неутрони. Неутронът има почти същата маса и размери като протона, но няма заряд. Протонът има положителен електричен заряд. Положителният заряд на атомното ядро се определя от съдържащите се в него протони. В атомната обвивка има електрони. Електроните имат изключително малка маса и отрицателен електричен заряд.

Електронът е открит опитно през 1897 г. от английския физик Джоузеф Томсън чрез експериментите си с наречаните тогава катодни лъчи и стига до извода, че те са съставна част на всички атоми. Това откритие е първата стъпка към създаването на съвременния модел на атома.

През 1919 г. Ърнест Ръдърфорд открива опитно, че най-простото атомно ядро (това на водорода) е изградено само от една частица с положителен електричен заряд. Ръдърфорд нарича тази частица протон, което означава пръв (основен). Тази представа получава името модел на Ръдърфорд. Ръдърфорд предлага модел, според който атомът се състои от положително наелектризирано ядро с много малки размери, което заема централната част на атома. Около ядрото обикалят по орбити отрицателно наелектризираните електрони, общото число на които е равно на положителния заряд на ядрото.

Ърнест Ръдърфорд (30.08.1871 – 18.10.1937) е британски физик от новозеландски произход, известен като баща на ядрената физика. Считан е за най-добрия експериментатор след Майкъл Фарадей. Доказва, че атомите са делими. Достига до заключението, че най-силната част от атома трябва да е много малка, тежка и разположена в центъра му. Един вид централен електрически заряд, концентриран в една точка – положително заредено ядро. Това нещо според него е заобиколено от облак от електрони с противоположен, отрицателен електрически заряд. Също както планетите в Космоса, електроните орбитират около централно ядро, подобно на Слънцето. Това е концепцията на Ръдърфорд.

Моделът на атома, подобен на Слънчевата система, е най-революционната идея в кариерата му. Така Ръдърфорд става единственият Нобелов лауреат, който прави най-голямото си откритие, след като вече е получил наградата.

Ръдърфорд постига първата изкуствена ядрена реакция, макар и много слаба. По този начин той заличава приетите дотогава модели на стабилния атом и става основоположник на ядрената физика.

През 1913 г. датският физик Нилс Бор предлага нов модел на атома, който взема за основа модела на Ръдърфорд, но с една съществена разлика: електроните обикалят около ядрото само по точно определени кръгови орбити с дискретни (квантувани) стойности на характеризиращите ги момент на импулса и енергия.

Нилс Борн е роден на 7 октомври 1885 г. в Копенхаген, Дания. Работи в Кеймбридж с Джоузеф Джон Томсън и в Манчестър с Ърнест Ръдърфорд. През 1914 – 1916 г. чете курс по математическа физика в Манчестър. Става ръководител на Катедрата по теоретична физика в Копенхаген през 1916 г. Основател е на Института по теоретична физика в Копенхаген и създава там световна научна школа. Негов директор е от 1920 до 1962 г. През периода 1943 – 1945 г. работи в САЩ.

Чрез атомната теория намира своето обяснение и химичната връзка между атомите – това прави американецът Гилбърт Люис през 1916 г., като я свързва с електронно взаимодействие между атомите.

През 1932 г. с откриването на неутрона, частица без електричен заряд и с маса, подобна на тази на протона, от англичанина Джеймс Чадуик. Масата на атома е съсредоточена в протоните и неутроните и общият им брой в даден атом се нарича негово масово число. Сър Джеймс Чадуик (20.10.1892 – 24.07.1974) е английски физик, носител на Нобелова награда за физика за 1935 г. Научните трудове и изследвания на Джеймс Чадуик са в областта на физиката на атомното ядро. През 1920 г. той експериментално потвърждава равенството между заряда на ядрото и поредния номер на химичния елемент.

С развитието на човешкото общество потреблението на енергия непрекъснато се увеличава. И така, ако преди милион години това е било на глава от населението около 0,1 kW годишно, а преди 100 хиляди години – 0,3 kW, през XV в. – 1.4 kW, в началото на XX в. – 3,9 kW, а до края на XX в. – вече 10 kW. Въпреки че изкопаемите горива вече се използват почти наполовина, ясно е, че доставките им скоро ще бъдат изчерпани. Нужни са и други източници, а един от най-истинските е ядреното гориво. Ядрената енергия е технологично поле, основано на използването на реакцията на делене на атомните ядра за генериране на топлина и генериране на електричество. През 1990 г. атомните централи (АЕЦ) в света произвеждат 16% от електроенергията. Към април 2018 г. в света работят общо 450 ядрени реактора в 192 електроцентрали от 31 държави.

Учените предполагат, че във Вселената има  $10^{80}$  атома. Очевидно не можем да излизаме и да броим всяка частица, така че броят на атомите във Вселената е прогноза. Тъй че, като погледна към нощното небе и знам, че да, ние сме част от Вселената, ние сме във Вселената, но може би по-важното от тези два факта е, че тя е вътре в нас.

Средностатистическият човек е създаден от 7 октилина атома и повечето от тях са водород – най-често срещаният елемент във Вселената, произведен от Големият взрив преди 13,8 милиарда години. Останалите атоми били създадени от древни звезди, съединили се или експлодирали милиарди години след създаването на Вселената.

9 – 12 кл.

ПЪРВО МЯСТО

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА XX ВЕК

**Беатрис Балева** – 9 кл.,  
ПГПЗЕ „Захари Стоянов“ – Сливен.  
Научен ръководител: **Гинка Велева**

Физиката е изследване на природата, която ни заобикаля, или по-точно на света, в който живеем. Точно това означава думата физика в гръцки и латински: „естествена наука“. Светът около нас варира от атомите и елементарните частици, които ги съставят, до цялата Вселена. Великият физик д-р Ричард Файнман дава страхотно описание на това, което е „разбиране на природата“. Да кажем, че не знаем правилата на шаха, но имаме възможността да наблюдаваме движенията на играчите. Ако гледаме играта достатъчно дълго време, ще можем да разберем някои от правилата. Със познаването на тези правила можем да се опитаме да разберем, защо даден играч е изиграл определен ход. Това обаче може да е много трудна задача. Дори да знаем всички правила на шаха, не е толкова лесно да разберем цялата сложност на играта в дадена ситуация и да

предскажем правилния ход. Знаем обаче, че единствената ни цел е постигане на някакъв напредък. Човек може да отгатне грешно правило, като частично гледа играта. А играчът с опит може да се възползва от дадено правило и да използва ход, който досега не е използвал и наблюдателят на играта може да се изненада. Поради новите ходове някои от правилата могат да се окажат грешни и наблюдателят ще трябва да преустанови своите разсъждения. Физиката функционира на същия принцип. Всичко около нас е като голяма игра на шах, изиграна от природата. Събитията в природата са като ходовете на великата игра. Разрешено ни е да наблюдаваме събитията в природата и да познаем основните правила, според които се случват събитията. Може да се натъкнем на ново събитие, което не следва правилата, познати по-рано, и може да се наложи да обявим старите закони за неприложими или грешни и да открием нови такива. Физиката е всичко това, което между реалността и недействителността. Тя е като Вселената – крайна, но неограничена. Така че накратко – физиката е онова неописуемо приключение, което се стреми към пълно разбиране на връзките на цялото ни познато и все още непознато преживяване. Физиката обхваща изучаването на Вселената от най-големите галактики до най-малките субатомни частици. Нещо повече, ние използваме физиката всеки ден. Когато се погледнем в огледало или сложим чифт очила, ние използваме физиката на оптиката. Когато настройваме будилниците си, когато следваме карта, ние се ориентираме в геометрично пространство. Нашите мобилни телефони ни свързват чрез невидими електромагнитни нишки към сателити, орбитиращи над главата. Но физиката не е свързана само с технологиите. Дори кръвта, която тече през артериите ни, следва законите на физиката.

Нищо от това обаче не би могло да бъде реалност без заслугите на физиците през ХХ век. Нова ера във физиката, обикновено наричана съвременна физика, започва към края на ХІХ в. Съвременната физика се развива главно поради откритието, че много физически явления не могат да бъдат обяснени от класическата физика. Двете най-важни разработки в съвременната физика са теориите на относителността и квантовата механика. Теорията на относителността обикновено включва две взаимосвързани теории на Алберт Айнщайн: Специална относителност и Обща теория на относителността. Специалната теория на относителността се отнася за всички физически явления при липса на гравитация. Общата теория на относителността обяснява закона на гравитацията и връзката му с други природни сили. Теорията на относителността на Айнщайн революционизира традиционните концепции за пространство, време и енергия, а способността на Айнщайн се откроява с ролята му за преодоляване на редуционизма и въвеждането на нова физическа методология. Алберт Айнщайн излага своята Специална теория на относителността през 1905 г., но той напълно формулира своята обща теория десет години по-късно, през 1915 г., публикувайки я през 1916 г. Тази теория представя изключителен и революционен възглед за физическия свят, предоставящ дълбоки и нови прозрения. Въпреки това, смятам, че са малко онези, които разбират истинската същност, смисъл и роля на специфичните понятия, въведени от Айнщайн, и най-вече дълбочината на методологичните промени, които той е насърчил. Не само това, но мнозинството дори не са наясно с факта, че през 1900 г. е имало не само един, но два документа на Планк за радиацията на черните тела или че Айнщайн в ранните си документи между 1902 и 1904 г. е поставил основите на статистическа механика, които обикновено се приписват на Гибс. Най-важният резултат от общ характер, до който е довела Специалната теория на относителността, е свързан с концепцията за масата. Преди появата на относителността, физиката е признавала два закона за запазване, а именно – законът за запазване на енергията и законът за запазване на масата; тези два основни закона изглеждаха доста независими един от друг. Посредством Теорията на относителността те са обединени в един закон. Освен това Теорията за относителността води до нова теория за гравитационните явления, която отвежда физиката много по-далеч от тази на Нютон. Пространство, време



и гравитацията играят във физиката на Айнщайн част, коренно различна от тази, която им е възложена от Нютон.

Когато говорим за значими и големи открития, няма как да не отбележим квантовата физика. Класическата физика, макар и все още доста добра, не може да се припокрие с някои сегашни теории и представи за света. Когато физиците насочват вниманието си към микроскопичните съставки на материята – атоми и молекули, те откриват нови явления, които не могат да обяснят с физиката, която познават. Изглеждаше, че законите и уравненията, които използват, вече не се прилагат. Физиката беше на път да претърпи промяна в сеизмичната парадигма. Първият голям теоретичен пробив – концепцията за кванта – е направен от германския физик Макс Планк. В лекция през декември 1900 г. той предлага революционната идея, че топлинната енергия, излъчвана от топло тяло, е свързана с честотата, при която атомите му вибрират, и следователно тази излъчвана топлина е „бучка“, а не непрекъснатата, излъчвана като дискретни пакети енергия, които станаха известни като кванти. В рамките на няколко години Айнщайн предполага, че не само излъчването на Планк се излъчва в „бучки“, но че цялото електромагнитно излъчване, включително светлината, идва в дискретни кванти. Сега ние наричаме един квант светлина – частица светлинна енергия – фотон. В продължение на четвърт век физиците се мъчели да осмислят тези квантови явления, които в крайна сметка включват радиоактивност, спектроскопия и атомна физика. Когато Планк намира решение на чисто физически проблем, никой не предвижда глобалните последици от новите му идеи. Започвайки с Планк, човечеството започва да преодолява класическата система на мислене. Можем да кажем, че той е станал баща на ново, неklasическо мислене в естествената наука, чиято основна черта е признаването на стохастичната природа на явленията като неразделен фактор за съществуването на природата. С течение на времето обаче се оказва, че радикалните мисли на Планк отварят напълно нови посоки, за развитието на които ще се заемат представители на много науки. Последиците от работата на Планк за физиката се отразяват в ново разбиране за поведението на материята. Альтернативните модели на частица и поле са заменени от двуединен модел вълна-частица, който до голяма степен съответства на сложността на реалната природа. Именно тази част от откритието на Планк има универсално човешко измерение. Некласическото мислене формира образа на света не под формата на адитивна съвкупност от обекти, явления и видове култури, а под формата на сложна система на взаимодействие между частите и цялото. Благодарение на него се изгражда цялостна картина на света, която по принцип не се дели на отделни фрагменти. В квантовата физика обаче е невъзможно да се спомене броя на всички участващи учени и идеите, с които са се справили, и концепциите, които са въвели, да не говорим за техните наблюдения и експерименти. Мога само да кажа, че решаващ момент в историята на квантовата физика настъпва през 1925 г., когато млад немски физик на име Вернер Хайзенберг разработва първата последователна формулировка на квантовата механика. Скоро след това австриецът Ервин Шрьодингер открива нова версия (те скоро се оказват идентични): квантова механика на вълните. Квантовата физика на Хайзенберг и Шрьодингер отваря нов свят както в научно, така и в технологично отношение. Въпреки това, физиците са склонни да използват термини като „странен“ или „контраинтуитивен“, за да опишат квантовия свят. Защото, въпреки че теорията е силно точна и математически логична, нейните числа, символи и предсказваща сила са фасада, криеща реалността, която трудно можем да примирим с нашия възглед за ежедневието свят. Има обаче изход от тази прогноза. Тъй като квантовата механика описва субатомния свят толкова забележително добре и тъй като е изградена върху такава пълна и мощна математическа рамка, се оказва, че можем да я управляваме, като се научим как да използваме нейните правила, за да правим прогнози за света и да я използваме, за да разработим технологии, които разчитат на тези правила, оставяйки извиването на ръцете и разклащането на главата на философите. В крайна сметка този лаптоп, на който пиша, нямаше да съществува, ако не беше развитието на

квантовата механика, която ни позволи да създадем модерна електроника. Квантовата механика промени не само начина, по който гледаме на света, а по-скоро нашата позиция в света. Тя ни даде почти всички съвременни технологии и рестартира нашето разбиране за природата. Това беше ново начало за човешката раса да гледа на света от различен ъгъл.

Квантовата механика и относителността са толкова красиви и постоянно объркващи парадигми, които упорито отказват да се съобразят с ежедневната ни интуиция за същността на времето, пространството и как се държат обектите в нашия свят. В известен смисъл, какво би могло да бъде по-удовлетворяващо от това да имате толкова често възпрепятстван мироглед и с толкова странни намеци за неразбираемо величие. Тези открития са бижута в короната на човешките интелектуални постижения.

Четенето на великите трудове на няколко учени може да създаде впечатлението, че науката се извършва главно от малък брой физици. Това впечатление обаче е невярно. Докато учените, които се разглеждат тук, със сигурност са необикновени личности, научното начинание всъщност е резултат от усилията на много хора, всички имощи своя принос. Но за съжаление има много важни за историята на физиката хора, които остават в сянката на други.

Едно от най-важните и базови открития на ХХ в. е откриването на атомното ядро. През 1911 г. Ръдърфорд, Марсдън и Гейгер откриват плътното атомно ядро, като бомбардират тънък златен лист с алфа частици, излъчвани от радий. След това Ръдърфорд и неговите ученици преброяват броя на искрите, произведени от тези алфа частици на екран с цинков сулфат. От това наблюдение те стигат до извода, че почти цялата атомна материя е концентрирана в малък обем, разположен в центъра на атома, атомното ядро. Откриването на ядрото кара Нилс Бор да направи първото теоретично представяне на атома. „Квантовомеханичната“ революция, завършила с по-късните разработки, направени от Ервин Шрьодингер, постави основите на нашето разбиране за безкрайно малкото. Планетарният модел на атом на Ръдърфорд е от решаващо значение за разбирането на характеристиките на атомите и техните взаимодействия и енергии. Също така, това беше индикация за това колко различна е природата от познатия класически свят в малкия, квантово-механичен мащаб. Откриването на подструктура на цялата материя под формата на атоми и молекули се предприема още една стъпка напред, за да се разкрие подструктура на атомите, която е по-проста от 92-те елемента, известни тогава.

Друго откритие бива направено през 1911 и 1912 г., когато австрийският физик Виктор Хес прави серия от изкачвания във водороден балон, за да направи измервания на радиацията в атмосферата. Той търси източника на йонизиращо лъчение, регистрирано на електроскоп. По това време се смятало, че въздухът е изолатор, а не електрически проводник. С повече работа обаче учените открили, че въздухът може да провежда електричество, ако молекулите му се зареждат или йонизират. Това най-често се случва, когато молекулите взаимодействат със заредени частици или рентгенови лъчи. Но откъде идват тези заредени частици е загадка. На 7 август 1912 г. физикът Виктор Хес прелетя балон с височина до 17 400 фута (5300 метра). Той открива три пъти повече йонизиращо лъчение там, отколкото на Земята, което означава, че радиацията трябва да идва от Космоса. Всъщност Хес е открил естествен източник на високоенергийни частици: космически лъчи. Това доказва, че съпадащите енергийни сигнатури показват, че протоните могат да се движат с достатъчно бързи скорости в рамките на свръхновите, за да създадат космически лъчи.

Важна роля в квантовата физика има Луи дьо Бройл, който постулира вълновата природа на електрона. Формулата на Комптън установява, че електромагнитната вълна може да се държи като частица светлина при взаимодействие с материя. Но през 1924 г. Луи дьо Бройл предлага нова спекулативна хипотеза, че електроните и другите частици на материята могат да се държат като вълни. Днес тази идея е известна като хипотезата на де Бройл за материалните вълни. През 1926 г. хипотезата на Де Бройл, заедно с

ранната квантова теория на Бор, водят до разработването на нова теория на квантовата механика на вълните, която описва физиката на атомите и субатомните частици. По този начин квантовата механика проправя пътя за нови инженерни изобретения и технологии, като лазерно и магнитно резонансно изображение. Тези нови технологии водят до открития в други науки като биологията и химията.

Радиоастрономията също се ражда в началото на ХХ в. През 1932 г. млад инженер на име Карл Г. Янски се справя с озадачаващ проблем: шумната статика пречи на радиовълновите трансатлантически гласови комуникации с къси вълни. След месеци на проследяване на източника той забеляза, че той се премества бавно по небето. По-късно той се консултира с астроном и стигна до изумително заключение. Янски открива нещо в сърцето на галактиката Млечен път. Неговата работа довежда до една от най-важните статии в историята на астрономията през ХХв., наречена „Радиовълни извън слънчевата система“, публикувана през 1933 г. Неговата работа полага основите на науката за радиоастрономията.

Освен радиоастрономията благодарение на Стивън Хокинг космологията също претърпява голямо развитие. През 1970 г. д-р Хокинг започва работа по характеристиките на черните дупки. В резултат на неговите изследвания е предсказано, че черните дупки излъчват лъчение в рентгеновия диапазон до гама-лъчевия диапазон на спектъра. През 80-те години той се връща към по-ранен интерес към произхода на Вселената и как квантовата механика може да повлияе на нейната съдба. През 1970 г. Хокинг работи над сингулярностите. Теорията на гравитацията на Айнщайн също разказва за сингулярности, където пространството-времето изглежда е безкрайно извито. Но по това време не е ясно дали особеностите са реални или не. Тогава Роджър Пенроуз доказва, че сингулярностите наистина се образуват в черни дупки. По-късно Стивън Хокинг прави новаторска работа върху сингулярностите и я прилага за цялата Вселена и казва, че гравитацията поражда сингулярности. Той също така казва, че теорията на Айнщайн предсказва сингулярност, която е теорията за Големия взрив. Освен това Стивън Хокинг открива законите на механиката на черните дупки. Първият му закон гласи, че общата повърхност на черната дупка никога няма да намалее. Друг закон гласи, че черните дупки са горещи. Но противоречието на класическата физика гласи, че черните дупки не излъчват топлина. Друг закон е, че черните дупки излъчват лъчение, което може да продължи, докато изчерпят енергията си и се изпарят. Той също се е интересувал от установяването на квантова теория на гравитацията, а с Джеймс Хартъл публикува модел на състоянието на Хартъл-Хокинг през 1983 г. Тази теория гласи, че времето не е съществувало преди експлозията на Големия взрив и следователно концепцията за началото на Вселената е безсмислено. Вселената няма никакви първоначални граници във времето или пространството. Откритията на Хокинг свързват три преди това различни области от физиката, а именно Общата теория за относителността, квантовата теория и термодинамиката.

Това са едни от най-значимите открития във физиката през ХХ век. Физиката играе критична роля в интелектуалния и техническия прогрес на човешката раса. Независимо дали става въпрос за изобретението на колелото или големия адронен ускорител, вроденото познание за това, как физичните обекти се движат и взаимодействат помежду си, е било важна част от всяка иновация и дизайн.

\* \* \*

## **ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК**

**Георги Гълъбов** – 10 кл.,  
Национална търговско-банкова гимназия – София.  
Научен ръководител: **Силвия Михайлова**

Да видиш невидимото, да чуеш беззвучното, да докоснеш несъществуващото – това е същността на големите открития във физиката на XX век.

Вникнеш ли в науката физика – осъзнаваш, че тя е нещо велико. Наука, с която в близко бъдеще ще може да променяме хода на времето и човечеството ще прониква все по-дълбоко в материята и все по-навътре във Вселената.

Тази моя сигурност, се породи след изучаване постиженията на двама велики учени – Алберт Айнщайн и Стивън Хокинг.

С какво ме впечатли техния научен принос?

Живяли и творили в различни етапи от развитието на физиката: Алберт Айнщайн – в зараждането на квантовата физика, а Стивън Хокинг – в по-късен период. И двамата устремени към опознаване на безкрая и неговото начало.

Без да спазвам историческата последователност, първо се спирам на Стивън Уилям Хокинг – астрофизик, автор на книги и статии за Вселената и нейното зараждане, който е и наш съвременник. Той се занимава основно с космология, квантова механика и е отличен с награди за научноизследователската си дейност.

Едно от най-великите открития на Стивън Хокинг и Роджър Пенроуз е доказателството, което подкрепя теорията на Големия взрив. Те приемат верността на Теорията на относителността и доказват съществуването на една сингулярна точка във Вселенското пространство-време. Тази точка има откритите от Стивън Хокинг характеристики на черна дупка. През 2020 г. Роджър Пенроуз е удостоен с Нобелова награда за физика. Той стига до гениални математически методи за изследване на Общата теория на относителността – на Алберт Айнщайн, като показва, че следствие на теорията е образуването на черните дупки.

Стивън Хокинг открива лъчението, наречено „Лъчение на Хокинг“, което ще разберем като изясним понятията: гравитационна сингулярност, черна дупка и елементарни частици.

Гравитационна сингулярност е точка с нулев обем и с безкрайна плътност. Според теорията – гравитационна сингулярност се проявява във вътрешността на черните дупки или в началния момент на Големия взрив.

Черната дупка 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.

Във физиката на елементарните частици се е предполагало, че те са най-малките неделими късчета материя, които нямат вътрешна структура, т.е. не са изградени от други, по-малки частици. След създаването на мощни ускорители на заредени частици, става възможно да се предизвикат удари между частици с огромна кинетична енергия, при което се създават нови частици.

Лъчението на Хокинг е процес, при който черни дупки излъчват елементарни частици. Определението за черни дупки ги представя като област, която не може да бъде напусната от нищо, а лъчението на Хокинг е поток от елементарни частици, излъчвани от същите тези черни дупки.

Поражда се въпросът – съществува ли лъчението и как се обяснява то?

Приносът на Хокинг е, че теоретично доказва, че черните дупки изпускат лъчение, представляващо поток от елементарни частици. Той използва квантовата теория, която описва флукуациите във вакуум. Според тази теория, непрекъснато се образуват двойки виртуални частици, които след кратък интервал от време анихилират. Ако такава двойка виртуални частици се зароди близо до хоризонта на черна дупка, тя може да бъде разкъсана от приливните сили на черната дупка и една от двете частици да бъде погълната. Непогълнатата частица изглежда като излъчена от черна дупка и от виртуална става реална. За далечен наблюдател – погълнатата частица е като частица с отрицателна енергия, т.е. нейното поглъщане би намалило масата на черната дупка.

Според закона за запазване на енергията, при този процес масата на черната дупка намалява, т.е. черната дупка се „изпарява“.

Лъчението, което се образува от непогълнатите частици е с температура, която се определя по формула, в която се използват универсални константи и масата на черната дупка:

$$T = hc^3/8\pi kGM$$

където:

**h** – константа на Планк ( $6,62607015 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ );

**c** – скорост на светлината във вакуум ( $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$ );

**k** – константа на Болцман ( $1,3806505 \cdot 10^{-23} \text{ J K}$ );

**G** – гравитационната константа ( $(6,67428 \pm 0,00067) \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ );

**M** – масата на черната дупка.

Периода на изпарение, на черната дупка зависи от масата ѝ. Може да се изчисли по формула, в която има константи и една променлива:

$$t_{ev} = 5120 \pi G^2 M_0^3 / hc^4$$

Теорията на Хокинг-Пенроуз показва, че от уравненията на общата относителност следва, че такава точка, даваща начало на пространството и времето, трябва да е съществувала. Следствие е от това, че в миналото Вселената е имала много високи плътност и температура. Големият взрив поставил началото на съвременната Вселена. Начало, от което започва разширението както на материята, така и на самото пространство.

В много книги и научни статии Стивън Хокинг обяснява своите открития, които имат за начална точка Теорията на относителността на Алберт Айнщайн. В Специалната теория на относителността скоростта на светлината се признава за универсална константа, а другите величини – относителни към движението на наблюдателя.

Алберт Айнщайн доказва тезата на Робърт Браун и брауновото движение, с научни изследвания, които провежда през 1905 г. По този начин предлага аргумент в полза на съществуването на атомите.

Важен е приносът на Алберт Айнщайн и фотонната теория, която обяснява експериментално установените закономерности при фотоелектричния ефект или фотоелектричен ефект, за което получава и Нобелова награда.

Откритията на великия учен имат световно признание и му определят място сред най-гениалните представители на човечеството. Алберт Айнщайн създава Специалната теория, а по-късно развива и Общата теория на относителността. Тази физична теория е за пространство-времето. Специалната теория на относителността се отнася до процесите, при които може да се пренебрегне гравитацията. Общата теория на относителността е теория на гравитацията, която обобщава Нютоновата теория и формира съвременния възглед за характера на гравитацията.

Според Специалната теория на относителността времето е различно за два обекта, които се движат един спрямо друг. Пояснението се запомня с „парадокса на близнаците“ от следния въображаем опит: единият от близнаците остава на Земята, а другият е астронавт и се отправя на междузвездно пътешествие в Космоса. Космическият кораб напуска планетата и се ускорява до скорост, сравнима със скоростта на светлината. Една година по-късно корабът и астронавта се завръщат в точката, от която са тръгнали. При завръщането се установява, че братът – близък, останал на Земята е остарял значително повече от астронавта.

Днес е лесно, учените да го приемат и обяснят. Общата теория на относителността постановява: всяка маса изкривява пространството също както билиардна топка върху опъната покривка. Едно от следствията на общата теория на относителността е откриването на черните дупки – небесни тела с огромна маса в малък обем, създаващи безкрайно голямо гравитационно поле, от което дори светлината не може да избяга.

Алберт Айнщайн доказва, че всяко неподвижно тяло е с маса  $m_0$  и притежава енергия  $E_0$ , наречена енергия на покой. Неразривната връзка между масата и енергията се изразява със знаменитата формула на Айнщайн:

$$E_0 = m_0 \cdot c^2$$

където:

$c^2$  – скоростта на светлината във вакуум ( $c = 299\,792\,458$  m/s);

$E_0$  – енергия на покой;

$m_0$  – маса.

Уравнението е следствие от Специалната теория на относителността и отразява становището за равнопоставеност на енергия и маса. Еквивалентността на маса и енергия означава, че всяко тяло, което има маса, има и съответна енергия, отговаряща на тази маса.

Научни потвърждения за верността на формулата:

- Ърнест Ръдърфорд е първият, който „осъзнава“, че ядрото на един атом може да се раздели на по-малки части. Ядрото на урана се разделя на две леки ядра (например: барий и криптон), при което се отделят няколко неутрона и огромно количество енергия.
- Лиза Майтнер е първата, която изчислява и обяснява „загубата“ на маса при този процес, използвайки уравнението на Айнщайн.
- Позитронът е първата експериментално доказана античастица на електрона.
- Теоретичното превръщане на масата в покой, изцяло в енергия (във формата на светлина и топлина) е възможно при процеса на анихилация или когато материя и антиматерия влизат в контакт.
- Топлинното излъчване на черни дупки, за което говори Стивън Хокинг, показва, че теоретично е възможно да се хвърли маса в една малка черна дупка и да се използва излъчването ѝ за хранене на електрическа централа. Това са хипотези, които учените може да реализират.

Наблегнах на изследванията, на Стивън Хокинг и Алберт Айнщайн, но са много великите физици и техните открития:

- Ханс Гайгер открива Гайгеровия брояч през 1908 г.
- Първият транзистор, създаден през 1948 г. от физиците Бардийн, Братейн и Шокли, което позволява намаляване размерите на електронните устройства.
- През 1979 г. е създаден първият преносим клетъчен телефон в Швеция. Телефоните са имали големи размери, докато днес познаваме съвременните устройства и възможностите им.

Откритията, на които се спрях, са направени през ХХ в. и са основа за цялостния ни съвременен начин на живот. Започнали с догадки, развили се като теории, бързо навлезли в институти и лаборатории, а след това и в живота на хората. Те, поставят началото на нови научни постижения в изследователските центрове.

През 2017 г. аз имах възможността да посетя и наблюдавам научните изследвания в Европейската организация за ядрени изследвания – ЦЕРН, най-голямата в света лаборатория по физика на елементарните частици. Големият адронен ускорител, мощен колайдер за ускоряване на насрещни снопове протони и тежки йони е създаден с цел да бъде открит Хигс бозонът – теоретично предсказаната елементарна частица. Това, което видях, силно ме впечатли и започнах да се интересувам повече от науката физика. Завладя ме желанието да изследвам и откривам. За моята възраст и знания, аз не осъзнавах какво очакват учените, но почувствах вълнението обхванало всички. Това посещение в една от базите на съвременната наука, остави трайни впечатления и засили интереса ми към физиката и научните открития.

Физиката, като наука промени и ще променя света. Тя е наука, с която човек може да постигне много. Тя заслужава голям поклон – от признателното човечество.

## ТРАНЗИСТОРИ

Димо Деспов – 10 кл.,  
СУ „Любен Каравелов“ – Димитровград.  
Научен ръководител: **Таня Ганева**

Физиката е естествена наука, изучаваща общите и фундаментални закономерности, определящи структурата и еволюцията на материалния свят. Тя е точна наука, което означава, че се занимава с намирането на количествено описание на природните явления. Физиката се основава на теории, които дават ясни, измерими предвиждания. За физични се приемат само експериментални резултати, които могат да бъдат независимо възпроизведени. Такива резултати могат да потвърдят или отхвърлят дадена физична теория.

XX в. е столетие на множество открития и бележити личности, които играят значима роля в развитието на науката, изкуствата и технологиите.

Постиженията на физиката в този период промениха живота на човечеството и живота на всеки отделен човек. Нека за момент си представим началото на века, показано на старите филмови ленти, и като го сравним със сегашното, да потърсим влиянието на физиката върху развитието на техниката и бита. От изучаването на електромагнетизма в началото на века се е родила електротехниката, но вече следват радиотехниката, изследванията на рентгеновите лъчи и тяхното приложение в диагностиката, разцепването на атомното ядро и приложенията на атомната физика.

Големите открития във физиката разтърсват основите на науката с такава сила, с каквато социалните революции разтърсват човешкото общество. Революциите във физиката са не само кулминационни моменти в нейното развитие, но са и жалони в цялата духовна история на човечеството. Трудно е да си представим развитието на науката, техниката и културата на XX в. без двете революции във физиката в началото на столетието – квантовата и релативистичната. Те отхвърлиха старите представи за материята, пространството и времето и поставиха началото на невидан научно-технически прогрес.

Великите физици са толкова много и всяко от техните открития и изобретения е съществена част от съвременния свят. Да се определя кое е най-важното и най-ценното е невъзможно – всяко следващо откритие във физиката е направено благодарение на някакво предходно и е свързано поне с още едно.

Транзисторът е само едно от многото велики открития на физиката през XX в. Изобретен е през 1947 г. от сътрудниците на Bell Labs Джон Бар-дин, Уилям Бредфорд Шокли и Уолтър Хаузер Бретен. За това изобретение те са удостоени с Нобелова награда за физика през 1956 г. 23 декември 1947 г. може да се смята за революционна за човечеството дата. На този ден се ражда полупроводниковият прибор, наречен транзистор, без който днес технологичният прогрес нямаше да се състои.

Този прибор е влиятелно малко изобретение, което промени хода на историята по голям начин за компютрите и цялата електроника. Транзисторите са причината за дигиталната революция. Без транзисторите технологичните чудеса, които всеки от нас използва всеки ден, като мобилни телефони, компютри, автомобили, щяха да бъдат много различни.

Някои от тях дори нямаше да съществуват.

Корените на транзистора като електронен елемент могат да се проследят до 1833 г., когато известният английски физик Майкъл Фарадей забелязал, че електропроводимостта на сребърна сулфид се увеличава при загряване. Около век след това, през 1925 г. в Канада, физикът Джулиъс Едгар Лилиънфелд подава първата заявка за патент на транзистор, описвайки устройство, подобно на полеви транзистор.

Лилиънфелд не публикува своите изследвания в тази област, нито в патента му се споменават действително конструирани устройства. Получил патент за изобретение на име „Метод за управление на електрически ток“, като с него той на практика предвидил, но все пак не изобретил транзистора.

През 1934 г. германският инженер Оскар Хайл патентова подобно електронно устройство.

През 1942 г. германецът Херберт Матаре започва да експериментира с т.нар. „дуодиоди“, докато работи върху детектор за доплерова радиолокаторна система. Дуодиодите, конструирани от него, имат два отделни, но много близки, метални контакти върху полупроводниковата подложка. Той открива ефекти, които не могат да бъдат обяснени с работата на два независими диода, и достига до основната идея на по-късните точкови транзистори. Истинската работа по изследването на свойствата на полупроводниците започва през 1936 г. в лабораториите на Bell Labs.

Тогава ученият Уилям Шокли получава финансиране и екип, за да проучи възможността за създаване на „твърдотелни превключватели, способни да заменят електромеханичните релета в телефонните централи“.

До края на 1939 г. проучванията на Шокли довеждат до формулирането на принципа на работа на полевите транзистори – електронни устройства, в които протичащият между двата електрода ток се управлява от външно поле, създавано посредством трети (управляващ) електрод, изнесен извън канала, по който протича основният ток.

По това време все още експерименталните образци се разработват на база полупроводниковите свойства на медния прекис. Тъй като те не дават нужните резултати, започва търсене на материал, който да ги замени. Но избухването на Втората световна война временно прекратява изследванията в областта на полупроводниковите прибори. Уилям Шокли е мобилизиран и през годините на войната се занимава с решаването на практически задачи в областта на радиолокационните устройства.

През юни 1945 г. Bell Labs създават група по физика на твърдото тяло в лабораторията, начело на която отново застава Уилям Шокли. Съвместно с теоретикът Джон Бардийн, Уолтър Братейн, експериментаторът Джералд Пирсън, физикът Робърт Джибни и електроинженерът Хилбърт Мур се фокусират по работа върху полупроводников прибор, базиран на германий или силиций. Първите опити не дават очаквания резултат – теоретично предвидените стойности на полупроводниковия ефект се оказват три пъти по-слаби от получаваните в процеса на реализиране на реални устройства.

През цялата 1947 г. екипът търси решение на проблемите, с които се сблъскват при реализация на проектното устройство. Все повече се отдалечават от концепцията на полевия транзистор и се завръщат към идеята за точков прибор. Първият успех идва на 10 декември 1947 г. В разработката на база на германиева пластина екипът заменя еднородния полупроводник с двуслойна структура и постига желаният ефект на усилване. Но все още има проблем – устройството се оказва неприемливо бавно, дори при усилване на звукови честоти. Извършват още едно подобрене. Заменят електролита между двата полюса с тънък слой германиев окис.

На 23 декември 1947 г. Уолтър Братейн демонстрира пред колегите си и ръководството на Bell Labs транзисторен усилвател на звукови честоти с 15-кратно усилване по напрежение. При честота на входния сигнал от 10 mhz усилването е 20 db, при изходна мощност от 25 mW. На практика това е рожденият ден на полупроводниковия транзистор.

На следващия ден Братейн демонстрира и първият генератор, работещ с транзистор.

Bell Labs се нуждаят от име на новото устройство. Предлагани са „полупроводников триод“ (semiconductor triode), „Solid Triode“, „Surface States Triode“, „crystal triode“ и „Iotatron“, но в крайна сметка е избрана думата „транзистор“.



предложена от Джон Пирс. Транзистор е образувана от думите transfer – пренасяне, и resist – съпротивление. На практика транзисторите може да се представят като регулируемо съпротивление на тока, който протича между емитер и колектор, посредством подаването на различно напрежение между базата и емитера.

В Bell Labs са наясно, че откритието им е революционно, затова за известно време е засекретено. Представянето му пред широка публика се състои през месец юни на следващата, 1948 г. Веднага започват разработки на методи за масово производство на новия полупроводников прибор. С течение на годините са открити и нови типове транзистори, които заради своята миниатюрност успешно изместват използваните до тогава в електронните устройства вакуумни лампи.

Първият силициев транзистор е създаден от Тексас Инструмънтс през 1954 г. в резултат на работата на Гордън Тийл, специалист по нарастване на кристали с висока чистота, който преди това също работи в Лабораториите Бел. Първият работещ МОП (униполярен) транзистор е конструиран в Лабораториите Бел през 1960 г.

Днес транзисторите са навсякъде около нас. Дори в процесорите на най-обикновените електронни устройства вече има милиони от тях.

Транзисторът е полупроводников активен електронен компонент, който осъществява усилване, комутация и преобразуване на електрически сигнали.

Транзисторите са в основата на всички съвременни електронни устройства и се използват практически във всички съвременни битови уреди – от компютъра, базиран на милиони транзистори до усложненото съвременно електронно управление на климатика, хладилника, автомобила и прахосмукачката без което те все пак са работели и преди „полупроводниковата“ ера. В наше време повечето транзистори се използват не самостоятелно, а в състава на интегралните схеми, като технологията на производството им позволява едновременното производство на милиони от тях на един полупроводников чип.

Транзисторът се изработва от германиева (по-старите) или силициева плочка с 3 зони с различно легиране които формират p-n преход (среща се и като електронно-дупчест преход/и), PNP или NPN. Изводите на транзистора имат следните наименования: емитер (E), база (B) и колектор (C) – за биполярните, и съответно – сорс (S), гейт (G) и дрейн (D) – при полевите транзистори (среща се и като униполярни транзистори, обозначават се и с FET или MOSFET). При биполярните транзистори преходното съпротивлението на всяка двойка от трите извода на транзистора може да се определи с омметър (поставен на позиция обозначена с диод), като практическо значение за проверка здрав/изгорял има измерването на BE и BC като диоди и EC за прекъснал/пробил. Изводът, който участва и в двата PN прехода, е базата (B). Транзисторите се използват предимно като усилватели, превключватели и генератори. От гледна точка на популярна представа транзисторът може да се разглежда като управляемо съпротивление или управляем кран за течност.

Транзисторът е основният активен компонент в практически всички съвременни електронни устройства и често е определян като едно от най-значимите изобретения на XX век. Широкото му значение днес се дължи на възможността за серийно производство с помощта на високо автоматизирани технологии, с които се постига изключително ниска себестойност на отделното устройство.

Макар че няколко компании произвеждат годишно по повече от 1 млрд. самостоятелни транзистори, основната част от тях днес се произвеждат като част от интегрални схеми (чипове), които включват също диоди, резистори, кондензатори и други компоненти, обединени в сложна електронна схема. Например, логическите елементи обикновено включват до 20 транзистора, а към 2009 г. модерните микропроцесори могат да съдържат до 3 млрд. транзистора. През 2002 г. един коментатор пише: „Около 60 милиона транзистора бяха конструирани тази година само за вас, по 60 милиона за всеки от приятелите ви, ... по 60 милиона за [всеки] мъж, жена и дете на Земята“.

Ниската стойност, гъвкавостта и надеждността превръщат транзистора в повсеместно използвано устройство. Транзисторните мехатронни схеми изместват електромеханичните устройства, използвани за управление на машини и други уреди. Често в тези случаи по-простото и евтино решение е да се използва стандартен микроконтролер със специфичен за съответната функция софтуер, отколкото да се проектира еквивалентна система за механичен контрол.

Научните постижения на физиката помагат за създаването на света, които познаваме днес. Транзисторите несъмнено са едно от най-значимите изобретения на ХХ в. Те се появяват в живота на човек, за да заменят електронните лампи. Дълго време лампите бяха единственият активен компонент на всички електронни устройства, въпреки че имаха много недостатъци. На първо място, това са голямата консумация на енергия, големият размер, краткият живот и ниската механична якост. Тези недостатъци се усещаха все по-рязко с подобряването и усъвършенстването на електронното оборудване. Истинската революция в радиотехниката настъпва, когато остарелите лампи биват заменени от полупроводниковите усилващи устройства – транзистори, лишени от всички споменати недостатъци. Днес от дистанцията на времето ние може да кажем, че без това удивително изобретение никога не би могла да настъпи информационната епоха. Миниатюрното цилиндърче, което беше изобретено преди половин век от Бардийн, Братейн и Шокли, напълно и завинаги промениха обкръжаващият ни свят.

Великите открития на физиката през ХХ век отварят нови хоризонти за развитието на човечеството. Някои от тях са довели до незабавни иновации, а други са само частица, върху която се надгражда и чрез която се стига до големите постижения. Те са дело на човешкият ум и изобретателност.

\* \* \*

## ВТОРО МЯСТО

### **ЗАКОН НА ПЛАНК ЗА АБСОЛЮТНО ЧЕРНО ТЯЛО**

**Анастасия Главчева – 10 кл.,**  
ППМГ „Васил Левски“ – Смолян.  
Научен ръководител: **Милка Хаджиева**

ХХ век е времето на новите открития във физиката. Във сфери, в които се е смятало, че вече всичко е познато и няма нищо за откриване, настъпват такива промени, които ни удивляват и до днес. *Радиоактивният разпад, Теорията на относителността, деленето на атомното ядро* са само част от откритията, които за някои не говорят нищо, но без тях животът нямаше да е такъв, какъвто го познаваме. Всичко щеше да е немислимо различно – от всекидневния ни живот чак до представите ни как функционира светът. Но в изброените по-горе не съм споменала едно откритие, върху което лежат основите на физиката такава, каквата я познаваме, а именно – *законът на Планк за абсолютно черно тяло.*

Това е първото по-голямо откритие, направено през ХХ век, защото хипотезата за него е представена точно през 1900 г. Но преди да кажа точно какво представлява тя, бих искала да разкажа малко за нейния откривател – германски физик теоретик, считан за баща на квантовата механика и един от най-видните физици на ХХ век – *Макс Карл Ернст Лудвиг Планк.*

Макс Планк е роден през 1858 г. в Кил, от малък се занимава с музика, но не задълбава в нея, защото не е така добър, както би искал. Литературата и философията му се удават също, но все пак става физик заради огромния интерес към същността на света. Или заради желанието да се докосне до Бог, защото Планк е силно религиозен човек.

„Вярата в Бога е необходима и за религията, и за науката. В религията Бог стои в началото на всяко размишление, а в науката – в края. За религията Бог е основата, а за науката е короната на всяко размишление, насочено към мирогледните философски въпроси“, пише Планк.

Животът му изглежда скучен, но не е. Той преживява и двете Световни войни. В Първата синът му Карл загива при Вердюн, а малкият, Ервин, е пленен. През 1917 г. дъщеря му Грете умира при раждане. Близначката ѝ Ема се грижи за детето и се жени за мъжа на сестра си. Но и тя умира при раждане, а Планк отглежда внуци. През 1945 г. пък Ервин е екзекутиран за участие в „Операция Валкирия“, неуспешния атентат срещу Хитлер. Но нищо от това не помрачава отношенията на Макс Планк с Бога и желанието му да докосне божиите чудеса чрез фундаменталната наука. През 1947 г., почти на 90, той си отива от инсулт – квантов процес в човешкия мозък, за който не е ясно дали се съобразява с константата на Планк или изобщо няма нищо общо с нея.

Толкова за личния живот на Планк. Но не се ли питате как този човек, който е имал труден живот, същите проблеми и съмнения, които всеки от нас би имал, е станал един от най-великите физици в човешката история? – започнал е да се труди и не е спрял, докато не защити и не докаже труда си, защото е чувствал, че нещо ще се промени след откритията му, че те си струва да бъдат доказани.

През 1874 г. Макс Планк иска да учи физика в Мюнхен. „Не искам да правя открития, а само да разбера фундаментите на полето“ – отвърща той, когато един професор му казва, че в това поле почти всичко е открито. Макар и юноша, той вече има идеята, че светът вътре и светът вън се базират на еднакви принципи и мисълта може да опознае невидимото. Неслучайно Планк е баща на теоретичната физика, но това е най-малката му заслуга. Голямата е точно поставянето на фундамента за развитие на квантовата механика.

През 1894 г. Планк започва да работи над проблема за излъчване на абсолютно черно тяло. Над този проблем работи още Кирхоф през 1859 г. – каква е зависимостта на интензитета на излъчването на абсолютно черно тяло от честотата на вълната и температурата тялото. Оказва се, че експерименталните данни не съвпадат с теориите, предложени преди това, но хипотезата на Планк ги описва отлично. За първи път Планк предлага нов закон през 1899 г., но се оказва, че той не се потвърждава от експеримента, както и другите закони преди него. Той ревизира пресмятанията и само година по-късно, на 19 октомври 1900 г., публикува *Закона на Планк за излъчването на абсолютно черно тяло*. То поглъща електромагнитното излъчване във всички диапазони, и напук на името си излъчва на всички честоти и има спектрален цвят. Абсолютно черно тяло е Слънцето, а Планк дава формулата на излъчване, с идеята, че това става на най-малките възможни енергийни порции – „кванти“, и се изчислява по проста формула – енергията на кванта е равна на честотата, умножена по константа от 6,626068, умножено по 10 на степен минус 34 джаула в секунда. Самият Планк признава, че не е напълно разбираемо, защо тази константа има именно такава стойност. Не знам дали си представяте, колко малка е планковата константа. А квантът е най-малкото енергийно нещо, което си струва да се определи като „нещо“, способно да се превърне в действие, като доведе до необратим процес.

Идеята се ражда, докато Планк се занимава с ентропията и постулира, че всеки необратим процес води до нейното нарастване. И тук е връзката – щом енергията стане равна на планковата константа, умножена по импулса, това вече е квант, той се излъчва и увеличава световния хаос.

И да се върна на темата – планковата константа е толкова малка, че открива пред човечеството света на атомно и субатомно ниво. Така Планк отива отвъд познатия свят на Нютон, описван с Нютонова физика. Или слиза в подземията му. Прозренията на Планк обаче не дават плод веднага. Той ги смята просто за математически инструменти, които работят, но са твърде абстрактни. А и противоречат на Нютоновата физика, затова иска да ги съгласува. Без успех. „*Опитите да вкарам кванта на действието в*

*класическата теория продължиха пет години и струваха немалко усилия. Колеги виждаха в това трагедия – но ползата, която извлякох, беше много по-значителна“, пише той.*

Днес публикуването на Закона на Планк за абсолютно черно тяло се разглежда като рождена дата на квантовата механика и е най-голямото постижение в неговата научна кариера.

Така започва големият поход на човечеството в *квантовата страна на чудесата*, а през 1918 г. Планк получава Нобел „за услугите, които оказа на физиката с откритието на квантовата енергия“.

\* \* \*

## ГОЛЕМИ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА ПРЕЗ ХХ ВЕК

**Анатоли Нанов** – 9 кл.,  
ПГ по ядрена енергетика „Игор Василиевич Курчатов“ – Козлодуй.  
Научен ръководител: **инж. Надежда Ранделова**

Определянето на най-голямото откритие във физиката през ХХ век не е лесно, но безспорна е посоката, в която физиката се развива през този период. Можем да наречем ХХ-ото столетие век на ядрената физика, както например ХVІІ век е столетието на класическата механика.

Факт е, че от всички Нобелови награди по физика през ХХ век повечето са свързани с открития в областта на физиката на частиците, от които е изграден атомът.

В навечерието на ХХІ в. са публикувани много статии и доклади, в които се разглеждат откритията във физиката през изминалото столетие. Моят избор за представяне на експертно мнение по този въпрос е докладът на проф. Иван Лалов от Софийския университет. Той разделя столетието на четири части, като описва значимите открития във физиката през всяка една от тях.

През първата четвърт на ХХ в. своя следа в големите открития във физиката оставят Макс Планк и Алберт Айнщайн. Първият формулира хипотеза за излъчването на фотони, която обяснява експериментални факти, свързани със закона за излъчване на абсолютно черно тяло и така слага началото на квантовата физика. Вторият създава Общата теория на относителността, с която се съгласува всяка съвременна теория за микросвета. Тази теория получава своето потвърждение по време на наблюденията на слънчевото затъмнение през 1919 г., а Айнщайн става световна знаменитост.

Най-важният резултат от изследванията през следващите 25 години е разцепването на атомното ядро и верижното делене на урана с отделяне на голямо количество енергия. Развитието на ядрената физика в този период води до откриването и на редица елементарни частици като позитрона, неутрона, неутриното и мезоните.

През третата четвърт на ХХ в. построяването на огромни ускорители разширява познанията за елементарните частици, което води до създаване на кварковия модел. Развива се физиката на плазмата в стремеж да се реализира управляем термоядрен синтез.

Последната четвърт на века е триумф на нелинейната физика, която се проявява в изследването на турбулентността, хаоса и самоорганизацията на сложни системи.

Изброените успехи на физиката през ХХ в. са само една малка част от действително създаденото от науката през тези сто години (само Нобеловите награди през века са 96 на брой), но от описаните открития може да се видят насоките, в които се развива физиката. А какви ще бъдат научните търсения на физиците през следващия век? Според световноизвестния астрофизик с трудна съдба Стивън Хокинг предстои да бъде създадена пълна теория на свръхобединението – т.нар. „теория на всичко“, която следва

да включи в единен модел Общата теория на относителността и квантовата физика, като обхване всички известни взаимодействия.

Пред новите поколения физици се открива огромно поле за изследователска дейност. Има обаче един проблем, свързан с намаляване на броя на учащите се, които виждат във физиката своята кариера.

Търсенето на решение е в начинът на преподаване на физика. На Европейски семинар на физическите дружества, проведен в Англия през 1999 г., се поставя въпросът дали може да се разчита да се привлече вниманието на младите хора сега чрез механика от XVII век и електродинамика от XIX век? Как в днешно време да се покаже разбираемото и привлекателно лице на физиката при положение, че съвременната физика става все по-малко нагледна?

Решението може би е в създаване на интерес към съвременната физика у младите хора чрез включването им в изследователски проекти като този, който организира Европейския център за ядрени изследвания (ЦЕРН) в Швейцария. Ето за какво става дума.

През 2021 г. български ученици (на възраст от 15 до 19 години) са поканени за пореден път да участват в майсторски клас на ЦЕРН в България. Събитието се организира съвместно с ЦЕРН от Физическия факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика на Българската академия на науките, Народната астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“, Физико-технологичния факултет на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ и с подкрепата на проект „Отворени училища за отворено общество“ по Европейската програма „Хоризонт за научни изследвания и иновации“. Майсторският клас на ЦЕРН се провежда в рамките на Международна група за популяризиране на физиката на частиците.

Тъй като избраната от мен специалност в професионалната гимназия е „Ядрена енергетика“, за мен са най-интересни периодите през втората и третата четвърт на XX в., свързани с научни пробиви в областта на ядреното делене и термоядрения синтез. Този интерес ме накара да участвам в дистанционния Майсторски клас през 2021 г.



Участвайки в събитието, аз и другите ученици успяхме да разберем как и какво изследват физиците на елементарните частици. Извършихме измервания по данни на експеримента CMS. След уводни лекции по теория на елементарните частици, описание на детектора на CMS и обяснения за методиката на изследванията сами направихме оценка на данните от експеримента CMS на Големия адронен ускорител на частици LHC в ЦЕРН, Женева, а получените резултати обсъдихме на видеоконференция с учени от ЦЕРН и с други международни участници в истинска научна

колаборация.

Ключът към сърцето на младите хора е да стане интересно заниманието, което им се предлага. У тях е заложено вечно любопитство към света и неговите закони, а физиката отговаря на тази потребност, като същевременно притежава потенциала да промени техния живот.

\* \* \*

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА XX ВЕК

Виктория Борисова – 9 кл.,

Двадесети век е златният век на научните открития. Формулират се нови закони и теории, а някои се доразработват. Предполагам няма човек, който да не знае кой е Алберт Айнщайн, но какво представлява неговата Теория на относителността? Как той променя досегашните възгледи на хората? Разширява ли се или се свива Вселената? Това са интересни въпроси, които са любопитни на хората и нека разберем малко повече за тях и техните отговори.

Да започнем от далечното минало. Още през древността се заражда терминът „гравитация“ и какво всъщност е тя? Учените започват да излагат свои хипотези. Всички знаем известният опит на Галилео Галилей, който прави опита си в началото на XVII в., като се качва на Наклонената кула в Пиза и пуска топки с различна маса и доказва, че времето, за което падат, не зависи от тяхната маса. Години по-късно Нютон разработва своя теория на базата на опитите на Галилей. Неговата теория гласи, че гравитацията е сила на привличане между обекти с маса. Чрез неговата теория може да се изчисли гравитационното привличане между телата в Космоса. Нютон е ученият, който полага нови основи на физиката, има огромен принос в развитието на математиката и заедно с Лайбниц си оспорват откриването на висшата математика. Нютоновата физика е класическа физика, която Айнщайн по-късно доразработва, която използваме и до ден днешен. В един момент обаче учените стигат до проблем, който не могат да разрешат с изчисленията на Нютон. Оказва се, че те не могат да изчислят каква е орбитата на планетата Меркурий и къде ще се намира след определено време. Стигнаха до хипотеза, че в орбитата на Меркурий, има планета, която нарекли „Вулкан“ и тя била грешка в изчисленията им. Имало един проблем обаче, че никой не можел да види каквото и да е от планетата около орбитата на Меркурий, за която учените говорели. Започва да се търси отговор на този проблем, като дори и за момент не подлагат теорията на Нютон под съмнение.

Отговорът на този проблем дава великият учен Алберт Айнщайн със своята Теория на относителността. Той започва да си задава въпроси като: „Какво ще стане, ако човек се движи със скорост близка до тази на светлината?“, „Какво кара Меркурий да се отклонява?“. Едва 26-годишен той обединява теорията на Нютон за гравитацията и своята Теория на относителността, която е наречена Специална теория на относителността. На великият учен му отнема десет години да доразвие своята теория, която нарича Обща теория на относителността. Според нея пространство-времето е изкривено поради масата на обектите в него. Изводът, който прави Айнщайн е, че гравитацията е следствие от това изкривяване, а не сила, както дотогава всички са мислели. Естествено всички учени го критикуват. Съществува мит, в който се казва, че докато Айнщайн е гледал, как човек мие прозорци и си представя какво ще стане, ако миячът падне. Тъй като при падането той ще ускори с  $9,8 \text{ m/s}^2$ , той ще усети ускорението, а ако това се случи в Космоса, където имаме нулева гравитация и той ускорявайки нагоре със същата скорост, се оказва, че миячът няма да усети нищо. Той прави извод, че гравитацията и ускорението се различават. Това Айнщайн нарича „Принцип на еквивалентността“. Твърдяло се, че светлината изминава най-прекия път, който е права линия. Великият учен обаче доказва, че най-прекия път на светлината не винаги е права линия, защото предполага, че масата изкривява пространството. Нека сега да си представим един изпънат еластичен чаршаф, на който в средата е поставен един портокал. Чаршафът хлътва надолу и се образува нещо подобно на фуния. А сега пускаме малко топче, което започва да се върти около портокала. Оказва се, че ако портокалът го нямаше, пътят на топчето щеше да бъде в права линия. Абсолютно същото се случва и в открития Космос, където например нашата планета Земя изкривява пространство-времето и нашият естествен спътник Луната навлиза в орбитата на планета ни, но Луната, от своя страна, също изкривява пространство-времето, както и всички тела в Космоса.



Тук на Земята колите или дори ние самите го изкривяваме, но то просто е пренебрежимо малко. С това Айнщайн променя възгледите на хората – дори може да се каже, че разбива законите във физиката. Спомнете ли си, че по-рано ви разказах за отклонението на Меркурий, което учените не могат да изчислят? Чрез Общата теория на относителността се изчислява с голяма точност в кой момент къде ще се намира, което доказва, че теорията на Айнщайн е вярна. Прави се още едно доказателство за достоверността на теорията му. През 1962 г. учени поставят по един атомен часовник на върха и на основата на висока водна кула. Да не забравяме, че тези часовници изчисляват с голяма точност. Изминават няколко часа и сравняват времената на двата часовника. Този, който е бил в основата на кулата дава отклонение тоест е изминал времето за по-бавно време.

Някога чудили ли сте се дали Вселената се разширява? Нека първо започнем с това как всъщност е създадена? На този въпрос религиозните хора биха отговорили „Бог я е създал“, но хората, които не вярват в Бог, започват да си задават редица въпроси и да търсят отговори. През ХХ в. и по-конкретно в началото, всички смятали, че Вселената е статична, т.е. колкото и време да измине, няма да се промени. Дори великият учен Айнщайн е бил твърдо убеден в тази теория. След като разработил Общата теория на относителността, измислил космологична константа, за да може уравненията му да стигнат до някакво решение. Оказва се, че без тези изчисления Вселената щяла да се свие в една точка заради наличието на гравитационните сили. Учените подкрепяли тази теория, дори някои от тях били убедени, докато не се появява първият проблем – законите на термодинамиката. Заради Втория закон на термодинамиката и Теорията за статичната Вселена се завързва конфликт между учените. Въвежда се терминът ентропия, който гласи, че по-топло тяло предава топлина към по-студено, но никога обратно! Тези закони за термодинамика подтиква учените да мислят, че Вселената се стреми към хаос. Изводите са следните – Вселената започва да старее, което означава, че трябва да е имало момент, когато във Вселената е царял ред. Вторият конфликт се завързва около руският математик и физик Александър Фридман през 1922 г., когато се запитва дали където и да застанеш в открития Космос, накъдето и да се обърнеш, Вселената ще е еднаква. Отговорът естествено е „Не!“ , но тъй като няма изчисления, с които да се докаже, Теорията за статичната Вселена все още е на дневен ред, докато през 1924 г. се завързва третия и фатален конфликт, който всъщност дава отговор с доказателство. Едуин Хъбъл измисля начин, но може би не чак толкова ефективен, чрез който да докаже теорията си. Той изчислява разстоянията между звездите на базата на техните отблясъци. Може да не е бил чак толкова ефективен, но със сигурност дава резултат – открива цели 9 галактики, една от които е Андромеда. Хъбъл продължава своите наблюдения. Той открива нещо много интересно – галактиките се отдалечават от нас, а още по-вълнуващото му откритие е, че колкото по-далече са тези галактики, толкова по-бързо се отдалечават от нас. Всеки един от нас знае за електромагнитния спектър, като някои от лъчите не могат да се видят с човешкото око. Нашата най-голяма звезда Слънцето има много важни свойства – енергията, която носи, чрез лъчите си. Оказва се, че колкото по-малка е дължината на вълната, толкова по-силна е енергията ѝ и обратното, ако дължината на вълната е по-голяма, толкова по-слаба е енергията ѝ. Чували ли сте за Доплеров ефект? Нека разгледаме един пример, за да се изясни понятието. Вървите пеша и отдалече чувате тунингована кола, когато колата е далеч от вас се чува по един начин, когато е точно до вас по друг начин и когато ви подмине по друг начин. Звукът всъщност не се променя, той постоянно е един и същ, но това, че колата ви приближава или се отдалечава, се променя заради „събирането“ и „отдалечаването“ на звуковите вълни. Доказва се, че същият този пример важи и за светлината. Хъбъл не спира да наблюдава галактиките. Открива нещо доста интересно – всичките галактики имат червеникав нюанс, той използва един термин, който всъщност е по-точен да се каже – червено отместени, което означава, че галактиките се отместват от нас. Сега си мислите: хубаво, доказано е, че галактиките се отместват, но кой не споменава дали скоростта на отместването се увеличава или намалява. Ето го и



отговорът на този въпрос – през 1998 г. учените вярват напълно в твърденията за Големия взрив и в това, което Хъбъл доказва, и смятат, че заради гравитацията се забавя разширяването на Вселената. Но дали наистина е така? Започват да правят опити, както Айнщайн е казал: „Всяко постижение в науката започва с опит и завършва с него“. Откритията, които учените правят, може да се каже, че са стряскащи. Оказва се, че вместо Вселената да забавя своето разширяване, тя всъщност го ускорява. През 1929 г. Едуин Хъбл прави още по-озадачаващи открития, че разстоянието до галактиката и скоростта, с която се отдалечава са правопропорционални. Това също е едно от големите открития на ХХ в. във физиката. Това е финалното доказателство, че Вселената не е статична, не спира да се разширява с все по-бързи темпове и галактиките се отдалечават една от друга. Това разширяване на Вселената, което се наблюдава, кара учените да мислят, че в един далечен момент от миналото всички тела в Космоса са били на едно място. Учените започват да се питат: „Как са били събрани на едно място?“, „Какво ги е държало събрани на едно място?“ и „Какво ги е разделило?“. Пред тази загадка учените размишляват доста време и тогава се ражда идеята за Големият взрив.

Със сигурност откритията, направени от физиците през ХХ век, са доста значителни, но тепърва предстои да се направят много нови открития, да се разгадаят мистериите на Вселената. Може би един ден човечеството ще има отговори на всичко, но ако това се случи, дали животът ще бъде толкова интересен и мистериозен, колкото е сега?

\* \* \*

**НЕКА СИ ПРИПОМНИМ ЗА ЖИВОТА, ДЕЛОТО И ПОСТИЖЕНИЯТА НА  
ДЯДОТО НА КСЕРОКСА, ПАТРИАРХА НА РОДНАТА ФИЗИКА –  
АКАД. ГЕОРГИ НАДЖАКОВ**

**Ралица Димитрова – 12 кл.,  
МГ „Баба Тонка“ – Русе.**

Научен ръководител: **Диана Йорданова**

*Физиката е не само мъдрост, в нея има и поезия.*

*Физиката е област на изящната словесност.*

Теодосий Теодосиев – Тео

Пролет е. Слушам приятния ромон на дъждовните капки по стъклото на запотения прозорец. Поглеждам навън. Нежните бели и розови цветове по дърветата потъват в безкрайна нежност. Врълхлетя ме вдъхновение! На фона на тракащите дъждовни капчици чувам монотонния звук на принтера. Онзи шумния, старичък е, не му завиждам, 12 години беше с мен в добро и зло... Поредното домашно. Доклад по история, любимата ми българска история... Деликатно провокирана от мързел, пардон, пролетна умора, реших, че няма да го пиша на ръка. Няма смисъл, моето любимо принтерче ще ми свърши работата. Лист след лист, след лист. Във въздуха се носи ароматът на току-що сварения ми чай... от онзи с многото билки. Лист след лист. Престарах се отново, някак обемът винаги е бил враг за вдъхновената ми личност, тук липсваше такъв и така се случи... И този учебник ... Трябваше да го купя! Сега най-добрият ми приятел бе жертвата, упорито сканирам неговия, нали си казах, че надали ще ми потрябва. Поредната грешка. Стъвам, прелиствам, сканирам, запазвам, отлиствам. Лист подир лист. Сканирам, запазвам, отлиствам... Вие някога замисляли ли сте се изобщо какво стои зад тази машина, стояща на бюрото във всеки дом и всеки офис, упорито помагаща ни в безброй дейности? Замисляли ли сте се колко опити, труд, време стоят зад изобретението ѝ? В консуматорското общество, от което сме част, рядко в главите ни изникват мисли за онези значими открития, променили живота ни изцяло, дали тласък към развитието ни... Нека ви разкажа! Дъждът спря. От време на време от дърветата се процеждаше по някоя

капка, небето имаше цвят на барут. Тук-там облаците се разкъсваха и проникваха слънчеви лъчи. Така до следващия дъжд... Нека сега се върнем в ХХ век, тогава се развива моята история – век на контрастите – войни, световни войни и в същото време на безброй научно-технически постижения.

Надали е лесно в години на жертви, кръв, оръжия, размирици да твориш... Да твориш красота. Наука! Да търсиш, да намираш! Да си вдъхновен и да вдъхновяваш! Тъй както Гео Милев нарича гениалния народен поет и писател Иван Вазов „Патриархът на българската литература“, смятам, че има един човек, една незабравима личност в нашата история, която можем да наречем „Патриарх на българската физика“. Физикът акад. Георги Наджаков – човекът, чието откритие е залегнало в основата на копирните машини и лазерните принтери, които днес са навсякъде около нас. Преди да стигнем до така важното му откритие, считам за редно да се запознаем подробно с нелекия житейски път на г-н Наджаков. Път, изпълнен с трудности, възходи и падения, път, който е изминал сам, изминал го е, защото не се е отказал, въпреки всичко и всички!

Първата трудност среща още изключително млад. На 16 години остава сирак. Докато в днешно време хората на тази възраст се радват на живота и се опитват да грабят с пълни шепи от него, той е бил принуден за поеме отговорността за 5-членното си семейство. През 1915 г., завършил с пълно отличие Трета софийска мъжка гимназия, той постъпва във Физико-математическия факултет на Софийския университет. През октомври 1915 г. България взема участие в Първата световна война. Тежко и мъчно е времето по време на война, а още по-тежко е в подобни времена да правиш наука. Минал е едва един семестър, когато Георги Наджаков е мобилизиран и изпратен в Школа за запасни офицери в Княжево. Завършва като отличник на випуска, но категорично отказва кариерата на кадрови офицер. На церемонията по завършването му предлагат да стане действащ офицер, чест, която би зарадвала мнозина... но той отказва. Ядосан, командирът му го връща на опашката в строя и не попада на Югозападния фронт, както е предвидено за отличниците, а в разградския пехотен полк. Впоследствие се оказва, че вероятно това спасява живота му, тъй като мнозина от неговите съвипусници загиват именно в сраженията на югозапад. Съдбата сякаш го е опазила за голямото откритие, което му предстои... След демобилизацията Наджаков продължава следването си. От университета му признават по един семестър за всяка година, прекарана на фронта, така той завършва висшето си образование, присъствал на лекции само четири семестра. Принуден е сам да попълва пропуските в знанията си. Работи напрегнато, за да догони своите колеги .

През 1920 г. започва работа като стажант-преподавател по математика, а година по-късно свидетелства достатъчно знания за длъжността асистент по експериментална физика във Физико-математическия факултет на Първа мъжка гимназия. Изпъкнал с несъмнен талант, допълнен от стабилни знания, академик Георги Наджаков се насочва към Париж, за да специализира в двете най-любими насоки – външен и вътрешен фотоелектричен ефект. Работейки в добре оборудваната лаборатория на Пол Ланжвен, Наджаков работи по своите изследвания заедно с Мария Кюри, Пиер Бикар и Фредерик Жулио-Кюри. Ровеща се в безбройните книги, статии, спомени за това светило в българската физика, откривам множество думи на Наджаков, които само показват колко земен и в същото време невероятен и вдъхновяващ човек е: „Казах му, че се интересувам и съм запознат с литературата по вътрешен фотоелектричен ефект при твърди тела“, разказва по-късно Наджаков. Ланжвен преценява, че темата е новаторска дори за Франция и три дни след като бъдещият академик се свързва с него, му отделя място в собствената си лаборатория по електричество във Висшето училище по индустриална физика и химия, на което е директор.

„В София аз изобщо не бях виждал електрометър, а там, като отворих шкафа – над двайсет електрометъра от няколко вида“, спомня си Наджаков. Два-три месеца след пристигането си в Париж той е забелязал, че някои от студентите знаят повече от него, въпреки че той е асистент. За младия учен това води до момент на отчаяние. В спомените

си Наджаков разказва как дори е тръгнал към Сена, за да се хвърли във водите ѝ, но точно когато се надвесил над реката, си казал: „Чакай, бе! Имаш време да се хвърляш... Я поработи малко, може пък да стъпиш на краката си!“. Решава да учи и да работи до среднощ, така и прави. Наджаков дори склонява портиера на института, в който е лабораторията, да му осигурява достъп през нощта. Късно вечер младият физик отива, почуква на прозореца му, а портиерът го посреща с думите: „О-о, г-н Наджаков, това сте вие!“, и му отваря вратата. „Ако не беше това прозорче, през което погледнах към голямата наука, едва ли бих станал човек на науката“, казва Наджаков след края на едногодишната си специализация при Ланжвен, който оказва най-голямо влияние върху формирането на младия българин като учен и общественик. Срещата с авангарда на европейската интелигенция завинаги променя живота на младия български учен.

Париж е мястото, където Наджаков извършва първите си значими експерименти върху фотоелектричната проводимост при твърди фотопроводящи диелектрици като кварцово стъкло, сяр и парафин. Диелектриците са вещества с много слаба или никаква проводимост на електрически ток (изолатори) – въздухът, стъклото, химически чистата вода, някои смоли и пластмаси например. Тези негови експерименти залягат в основата на първата му научна публикация в годишника на Софийския университет за 1926 и 1927 г. 1926 е и годината, когато той се завръща в родината след приключване на специализацията си. Няколко месеца по-късно получава титлата „доцент по опитна физика“ и започва да преподава. Пет години след това става извънреден професор, а през 1937 г. оглавява Катедрата по опитна физика вече като редовен професор.

Имах невероятния късмет през всички години на обучение да попадам изцяло на учители – хора, учители – вдъхновители, от тези, които са готови да те подкрепят във всичко, което правиш, готови да ти покажат колко значим си и колко големи сте ти и твоето творение в безкрайно огромния свят на науката. Все пак не мога да си представя как са се чувствали онези хора, които са се докоснали до личността на Георги Наджаков. Предполагам чувството да разговаряш с подобна личност и да се докоснеш до откривателския му дух е незабравимо. Само мога да гадая по думите, изречени за него...

„Лекциите му бяха страшно интересни. Имах щастието да ми преподава и може би бях в последния му курс. Той говореше не само на високо професионално ниво, но и беше човек, преживял общи моменти с най-големите откриватели. Негови лекции идваха да слушат даже от други специалности. Беше много сладкодумен. Като го погледнеш – на пръв поглед не много висок човек, но имаше нещо достолепно в него“, разказва проф. Соня Касчиева от Института по физика на твърдото тяло към БАН. Наджаков винаги идвал около час преди лекцията, за да поговори с хората. Често правел демонстрации, за да онагледява предаденото. Няма нищо по-безценно в света на науката от множеството опити, с които да бъдат затвърдени знанията, това, че то е залагал на тях, го прави наистина преподавател, достоен за уважение!

„Яснота, задълбоченост, темпераментност и богата илюстрация чрез демонстрациите са характерната особеност на тези лекции. Понятието демонстрация доби ново съдържание. На тях бе отделяно изключително внимание, благодарение на което лекциите придобиваха особен колорит, а това спомагаше за трайното запаметяване на материала. За качеството на тези лекции допринасяше неговата голяма обща култура, която му позволяваше да ги разнообрази и освежи с интересни примери от живота и от неговите срещи със знаменитите учени“ (акад. Христо Христов).

Първото име, записано в „Златната книга на откривателите и изобретателите в България“, е на физика Георги Наджаков за забележителното му откритие – новото явление фотоелектретно състояние на веществата. Под едновременното въздействие на електрическото поле и светлина върху фотоелектричното проводими диелектрици и полупроводници възниква постоянна поляризация, която на тъмно се запазва, а при осветяване се разрушава и протича деполяризационен ток. Веществата, при които това явление може да се наблюдава, Наджаков нарича фотоелектрети. Важно е да отбележа, че неговото откритие е в основата не само на класическата електрофотография –

ксерографската и фотокопирната техника, но може да се приложи и в областта на безвакуумната телевизионна техника, при запаметяващите устройства, рентгеновите дозиметри и при извършване на снимки от космически спътници, предавани директно по електромагнитен път на Земята.

**„Фотоелектретното състояние на веществото открих тук, в София, през 1937 г. Разполагам с примитивна апаратура. Но имах собствена идея... А това е най-важното. Защото може да имаш скъпи уреди, най-модерна апаратура нямаш ли собствена идея, откритие няма да направиш“** – колко надежда и упоритост струи от тези думи на Георги Наджаков!

Преминали през наситената със събития линия на времето на тази изключителна личност, време е да пристъпим към същината, а именно в какво се състои неговото откритие, как то променя света и оставя ярка следа в историята на научните открития на ХХ в. и като цяло... Георги Наджаков измерва с квадрантен електрометър заряда на фотоелектрет, поставен между два различни електрода. Образецът се поляризира в същата посока като външното електрично поле чрез осветяване през горния прозрачен воден електрод. След поляризирането образецът се пази на тъмно известно време. Единият от електродите след това се свързва с електрометъра, а другият се зазимява и фотоелектретът се осветява отново. Започва деполяризация, която предизвиква ток в обратна посока. Георги Наджаков предлага диелектриците, поляризирани чрез фотопроводимост, да се наричат фотоелектрети. Той приготвя за пръв път стабилно фотоелектретно състояние като включва електрично поле с големина  $470 \text{ V/cm}$  към серен диск с площ  $10 \text{ кв. см}$  и дебелина  $1,7 \text{ мм}$ , осветен с  $6000 \text{ lx}$  за  $12$  минути след тъмен период от  $3$  минути. Осветяването и електричното поле след това се изключват и фотоелектретът се съхранява на тъмно в продължение на четири минути, при което във веригата се наблюдава деполяризационен ток при повторно осветяване. Токовете на поляризация и деполяризация са равни по големина, но имат различен поляритет.

В годината на раждането на Георги Наджаков английският физик Оливър Хевисайд изучил теоретично свойствата на въображаем постоянно поляризиран диелектрик. И го нарекъл електрет. Електретите са диелектрични материали, които генерират външно или вътрешно електрично поле. Днес познаваме два вида електрети – с реален електрически заряд и диполно ориентирани електрети. Поляризацията чрез фотопроводимост е открита през  $1911$  г. от Голдман и Каландик. Те наблюдават за пръв път деполяризационен ток в поликристална сяра. Фотоелектретите се различават от термоелектретите по това, че са светлинно, а не топлинно обработени в процеса на поляризиране. Термоелектретите са приготвени за пръв път от Егучи през  $1922$  г. Георги Наджаков открива фотоелектретното състояние при изследване на фотоелектричната проводимост на сяра през периода от  $1926$  до  $1937$  г.

А диелектриктът като понятие е въведен от Майкъл Фарадей ( $1791 - 1867$ ) за вещества с много слаба проводимост – например изолаторите. Ако съвпадението с годината е случайно, съвсем не е случайно, че Фарадей е същински кумир за Георги Наджаков. За знаменития английски физик Майкъл Фарадей доцентът по физика в Софийския университет Георги Наджаков ще каже във встъпителната си лекция пред студентите през октомври  $1927$  г.: „...Фарадей не е вярвал в никакви авторитети! В своите изследвания той се е ръководил единствено от своята дълбока интуиция и е вярвал само на своя опит. Със своите знаменити изследвания по електричеството Фарадей се издигна постепенно до положението да бъде смятан дори и днес за най-голям експериментатор на всички изминали времена“.

Японският учен Мототаро Егучи разтопява смес от восък и колофон и я оставя да се втвърди в силно електрично поле. Изключил полето, за да провери дали с втвърдяването на сместа няма да се запази и нейната поляризация. Станало както очаквал ученият – втвърдената смес не променила диелектричната си поляризация. Така бил създаден първият електрет.

Трябвало да минат още  $17$  години – до  $1936$  г., когато Георги Наджаков поставил

пластинка от сяра между два електрода и приложил електрическо напрежение. Осветил сярата и установил, че тя, диелектриктът, се поляризира. Под въздействието на електрическото поле и светлината положителните и отрицателните електрически заряди се разделили. И както при Егучи, при отстраняването на електрическото поле и на светлината поляризацията се запазва. Докато диелектриктът е на тъмно. Така бил открит нов вид електрети! „Изследвах техните основни закономерности и свойства и ги нарекох фотоелектрети, а на електретите на Егучи дадох наименованието термоелектрети“ – споделя акад. Наджаков. „С тези наименования те се запазиха в световната литература“.

„Искам да съобщя – пише в 1937 г. Георги Наджаков – възможността за получаване на един нов вид електрети от някои диелектрици, формирани при едновременното въздействие на светлина и електрическо поле. Такова перманентно поляризирано състояние от един диелектрик ще наименувам фотоперманентно поляризирано състояние – фотоелектрет“. Фотоелектретите се различават от термоелектретите по това, че са светлинно, а не топлинно обработени в процеса на поляризиране. Фотоелектретното състояние на веществото има различни практически приложения. Най-важното приложение на фотоелектретите е ксерографията. Тя води началото си от електрографията и е развита като електрофотография върху фотоелектрети от Фридкин. Фотоелектретите регистрират интензитети на осветяване с голяма разделителна способност. Фотоелектретът притежава памет, чиято стабилност е сравнима с магнитната лента и се използва при звукозапис и памет в компютри. Фотоелектретите могат да се използват в различни измерителни устройства и като дозиметри за светлинни и рентгенови импулси. На базата на откритието на Наджаков бива създадена първата високоефективна, размножителна техника – ксероксът.

Историята става все по-интересна и завладяваща! Точно след една година и четири месеца в малка стая на нийоркския хотел „Астория“ седи физикът и служител в патентно бюро Честър Карлсон и провежда опит. Работата му налага да прави всеки ден огромен брой копия на важни документи, което се превръща в истинско мъчение за артритно болния човек. Досадата и умората го подтиква да се опита да намери начин да механизира и улесни всекидневния си труд. Започва да експериментира с фотопроводимостта, основавайки се върху откритието, направено преди няколко месеца от Наджаков. За опитите си използва обикновено собствената си кухня. Успехът обаче идва именно в „Астория“. Карлсон наелектризира с триене цинкова пластинка, покрита с поликристална сяра, и я осветява през използвана филмова лента. Тъй като сярата е фотопроводник, при излагане на светлина в нея възникват носители на електричество – електрони. Те разреждат осветените участъци на фотопроводника и вследствие на това на повърхността на сярата се появява скрит образ, оформен от заредените и разредените места. Ако върху такава повърхност се разпръснат заредени пращинки, носещи противоположен заряд, те ще проявят образа. За да постигне това, Карлсон смесва прах от миниум и сяра, които при взаимодействие се зареждат с противоположни заряди, и го изсипва върху сERNATA плочка. И чудото става – от червеникавия миниум изплува ясен образ – надписът „10-22-38 Астория“ (22 октомври 1938 г., „Астория“). Той го покрива с още сяра и го осветява. След като маха пластинката, на нея остава огледален образ на написаното. Тези думи влизат в историята, а датата се отбелязва като рождения ден на ксерографията – технологията, използвана от повечето съвременни копирни машини. И макар Честър Карлсон да е техният баща, определено за дядо на ксерокса трябва да се смята Георги Наджаков, чието откритие прави опитите на американеца възможни.

Според Е. Джаков: „В първите свои фотоелектрични работи с диелектрици академик Георги Наджаков се спира върху методиката на изследването и подробно я разработва. Конструира подходяща апаратура за изследване с различни видове електроди от различни разстояния, пригодена за изследване както на вътрешния, така и на външния фотоелектричен ефект с диелектрици. Даден е един опитен метод за лесно и точно определяне повърхностната електризация на един диелектрик и за промяната ѝ с

времето. Той позволява да се мери повърхностната проводимост на един добър изолатор при различни условия.

Самият Наджаков обаче не бърза да защити авторството си в родната си страна. „Изчаквах – обяснява той – да видя какво приложение ще намери то. Фотоелектретното състояние на веществата открих тук, в София, през 1937 г. Разполагах с примитивна апаратура, но имах собствена идея“. На 22 юни 1937 г. на заседание на Френската академия на науките Пол Ланжвен докладва откритието на Георги Наджаков. Седмица по-късно съобщението излиза в списанието на Френската академия *Comptes rendus de l'Academie des Sciences à Paris*. Научните резултати на Наджаков са признати най-напред в Германия. Гьотингенската академия на науките го избира за дописен член през 1940 г.

В началото на септември 2008 г. Искрен Азманов – доктор на Нюйоркската академия, и Владислава Вангелова, сътрудник по възстановяване на Българо-германския институт за земеделски изследвания, съобщиха, че са успели да получат досието на Георги Наджаков, изготвено от Академията на науките в Гьотинген по повод приемането му като неин член-кореспондент в далечната 1939 г. Сериозен интерес буди документ от 1 декември 1939 г., адресиран до Райхсминистъра по наука, възпитание и народната просвета в Берлин. В него се удостоверява, че на 24 ноември 1939 г. в Академията на науките в Гьотинген единодушно са избрани професорът по физикохимия д-р И. Н. Странски и професорът по физика към Софийския университет Г. Наджаков за член-кореспонденти на Физико-математическия профил. Съобщава се, че на 28 ноември 1939 г. д-р Странски е изнесъл доклад в Гьотинген, а професор Наджаков преди година, през 1938, е изнесъл лекция в Гьотинген пред същия състав на физиците от тази Академия. В писмото на президента на Гьотингенската Академия от 1 декември 1939 г. се обобщава: „Професор Странски и професор Наджаков са представители на близки дисциплини в един и същи университет и са напълно равностойни“. В същият документ се съдържа следната формулировка: „Едновременното признание на двамата би имало проектираното действие на признаване на Германско-българска академия“.

В продължение на 60 години Георги Наджаков работи неуморно за развитието на българската физика, като наред с изследванията на фотоелектричните явления в диелектрици и полупроводници, които го довеждат до откритието на фотоелектретното състояние на материята, той изследва и повърхностните потенциали в металите, развива електрометрията. Неговите забележителни научни постижения получават широко международно признание, създава и Института по физика при БАН. Той е един от основателите на Световното движение за защита на мира, на Пъгуошкото движение на учените за мир, един от основателите и пръв председател на Дружеството за ООН в България. По време на Втората световна война Наджаков е твърд застъпник за мирното използване на атомната енергия. Подробно описва опасностите от прилагането ѝ във военни действия в беседи, посветени на темата. Допълнителен стимул за тази обществена дейност дори след войната е адресираното лично до него обръщение на самия Алберт Айнщайн през 1947 г. В него той призовава учени със световна известност като Наджаков „да започнат организирана широка разяснителна и просветителска работа относно атомната енергия, за да бъде тя поставена в услуга на живота, не на смъртта“.

Дълго време си задавах един въпрос – защо Наджаков забавя толкова години узаконяването на авторството си в България и едва през 1981 г. неговото откритие се вписва в Държавния регистър на откритията и изобретенията под № 1. Сещам се за една мисъл на Декарт: „За да открием истината, е нужно поне веднъж в живота си да подложим всичко на съмнение“. Открих отговори на въпросите си. Георги Наджаков първо се докосва до великата мисъл, до незаменимото откритие, както всеки интелигентен и уважаващ себе си човек – учен, я подлага на съмнение... Реалните причини търся право в неговите думи: „Първо, защото много отдавна го бях направил, независимо, че не се предвижда давност. Минаха се толкова години, през които то намери своето приложение и признание. Втората причина – изчаквах да видя какви признания ще бъдат дадени за по-нови научни постижения. За съжаление обаче през

изтеклия петнадесетгодишен период след приемането на Закона за откритията у нас нито едно научно постижение не получи признание за откритие... Моята диплома номер едно за откритието ми много ме радва, но в същото време този факт буди у мен и сериозна тревога...“.

Относно откритието му... Съмнението му е било толкова излишно, но в същото време някак нужно. Пътят, който извървява Патриархът на българската физика, е вдъхновяващ пример за всички, които вървят с малки кръчки след него в науката. До края на живота си Наджаков работи по изследвания в областта на фотоелектретното състояние на веществата, освен това се занимава с разработване на нови видове електрометри, за някои от които получава авторски свидетелства. Създава уникален вакуумен рентгенов спектрограф съвместно със сина си проф. Емил Наджаков. „Човек, когато видеше Наджаков, не можеше да не стане. Той бе личност, която имаше едно особено излъчване и пораждаше у хората не само уважение, а и почит. Говореше толкова естествено... Винаги подкрепяше хората, които могат да направят нещо. Негово откритие бе и физикът Йордан Касабов, който през 80-те години изведе България на трето място по производство на интегрални схеми в света, малко известен факт. Наджаков умееше да се радва на успехите на своите ученици, на своите колеги. И всичко българско като че ли за него беше много важно да се подчертае“, спомня си проф. Касчиева за своя преподавател и приятел. На 24 февруари 1981 г. завършва жизненият път на този забележителен учен. В Златната книга на българските откриватели и изобретатели досега са вписани 15 български открития, чийто приоритет е потвърден от световната научна общественост. На първо място сред тях все още стои името на акад. Георги Наджаков. Отива си на 24 февруари 1981 г. на почетната 84-годишна възраст, оставил след себе си наследство, с което би се гордял всеки световен учен. Академик Георги Наджаков без съмнение винаги е бил такъв.

С откриването на фотоелектретното състояние на веществото акад. Наджаков вписва своето име и името на България в световната история на физиката и техниката! Дълбок поклон! Никога не трябва да забравяме, че след стъпването на световната сцена, този невероятен човек можеше никога да не се върне в своята страна! Въпреки всичко, той го прави и я прославя с един патриотизъм, характерен за целия му житейски път! Нека си припомним за живота, делото и постиженията на дядото на ксерокса! И нека никога не ги забравяме! Той заслужава тази чест! Патриархът на българската физика! А навън пак заваля...онзи ситен пролетен дъжд... Аз още сканирам... Лист подир лист, подир лист...

### **Използвана литература:**

Г. Камишева. Научните интереси на акад. Георги Наджаков. – Списание на БАН (5) 56 – 62 (2016)

Големите българи - акад. Георги Наджаков. Вселена.бг, 29 октомври 2014.

П. Лазарова. Патриархът на българската физика акад. Георги Наджаков е признат за един от най-големите учени на Европа. Дума, 118, с. 13 – 14 (27 май 2014)

И. Азманов. Георги Наджаков и Гьотингенската академия на наукит. в. Струма, Благоевград, 3 декември 2012.

Г. Димитрова. Наджаков нощ и ден работеше с Мария Кюри. Нощен труд, (април 2004) с. 9.

Елка Наджакова. Спомени на акад. Георги Наджаков на тема „Наука и учени“. Светът на физиката, 2/2014, с. 145 – 146.

Е. Петров. Бащата на копирната машина. Труд (18 март 2004) с. 17.

Iskren Azmanov. (1989) Development, functioning and research program of the Bulgarian-German research institute for agriculture in the period 1940 – 1944. Historical Report – XVIII-th International Congress of History of Science, 1st – 9th August 1989 – Hamburg – Munich.

Искрен Азманов. (1990) Професор Арнолд Шайбе и българската наука. Природа, БАН, 45 – 48.

Вестник Вяра. (2007) бр.17 и 18 юли 2007 г.

Списание „ОСЕМ“. Август, 2017, с. 47 – 53.

Работният кабинет на академик Георги Наджаков. Наука, кн.4/2014, .XXIV. Акад. Георги Наджаков откри ерата на ксерокса. <https://duma.bg/akad-georgi-nadzhakov-otkri-erata-na-kseroksa-n179148->

Георги Наджаков и Гьотингенската академия на науките. [https://www.struma.com/otblizo/georgi-nadjakov-i-giotingenskata-akademiya-na-naukite\\_29375/](https://www.struma.com/otblizo/georgi-nadjakov-i-giotingenskata-akademiya-na-naukite_29375/)

Националният политехнически музей – <http://www.polytechnic-museum.com/>

Акад. Георги Наджаков е дядото на ксерокса. <https://www.obekti.bg/tehnolo/akad-georgi-nadzhakov-e-dyadoto-na-kseroksa->

Българските изобретатели: Георги Наджаков прави откритието, от което се роди ксероксът. <https://mediabricks.bg>

\* \* \*

## ЛАЗЕРЪТ

**Светлозара Златанова – 9 кл.,**  
ГПЧЕ „Йордан Радичков“ – Видин.  
Научен ръководител: **Галя Митова**

Много са откритията през ХХ век, които играят значима роля в развитието на науката, изкуствата и технологиите. Учените не спират да изследват различни области от живота и да правят важни открития, които напълно променят представата за заобикалящия ни свят. Кой са най-значимите открития на ХХ век? Трудно може да се отговори на този въпрос, но разбира се, има открития, които могат да бъдат поставени на първите места, като самолетът, телевизията, компютърът, лазерът, присаждането на органи, интернет, атомната бомба и др.

За мен едно от най-интересните и значими открития на физиката през ХХ в. е лазерът. Едва ли бихме могли да си представим съществуването на определени дялове от науката и практиката без неговото приложение. Широко използван в медицината, енергетиката, военното дело и индустриалното производство, лазерът значително улеснява живота днес.

Всичко започнало с предложение, направено от Алберт Айнщайн в разследване, озаглавено „За квантовата теория на радиацията“ през 1917 г., където той дал основите за получаването на този лъч светлина, който се използва днес от деликатни операции до измерване на разстоянието между Земята и Луната. От този момент нататък различни учени в различни части на света започвали да изследват това, което Айнщайн е очаквал. Но едва през 40-те и 50-те години на миналия век физиците намерили начин да приложат концепцията на практика.

През нощта на 13 ноември 1957 г. на учен на име Гордън Гулд му хрумнала идея, извадил бележник и започна да го изпълва със скици, уравнения и изчисления. След една седмица интензивна работа той взел тетрадката си и отишъл в магазин за сладкиши, където помолил собственика, който бил и нотариус, да подпечата всяка от 9-те страници, на които е записан продуктът на неговата работа. Заглавието, което той бил избрал, било „Някои груби изчисления за жизнеспособността на ЛАЗЕР: Усилване на светлината чрез стимулирано излъчване на радиация“. Той бил измислил думата, която била акроним за усилване на светлината чрез стимулирано излъчване на радиация.

Едновременно с това, също в Ню Йорк, 34-годишният Чарлз Таунс усилено обмислял същото. През същата 1957 г. той обсъждал идеите си със своя колега, приятел и зет Артър Шаулоу, който намерил ключа за това: поставянето на атомите, които иска да стимулира, в дълга, тясна кухня с отразяващи огледала, за да засили процеса на



излъчване на фотони (частици светлина), предизвиквайки верижна реакция. Но се оказало, че тази идея е същата, която Гордън Гулд е измислил.

По време на откриването си лазерът родил най-смелите надежди, вдъхновени от научната фантастика и се представил като магическо решение на много проблеми: използване за топене на опасни айсберги, подмяна на телефонната мрежа с лазерен лъч, транспорт на високи непрекъснати напрежения, по-големи от милион волта. Като оставим настрана тези фантастични приложения, някои виждат още през 1965 г. реалните възможности на лазера като скалпел от светлина за медицински приложения, като потенциален инструмент за получаване на ядрен синтез, като прецизен нож за метали или като средство за съхраняване на информация (CD-та) и получаване на изображения в релеф (холография).

Всички тези приложения обаче били недостъпни в ранните дни на лазера и хората по това време се чудели за какво всъщност може да се използва това устройство. Забавно е да се отбележи, че лазерът не е изобретен в отговор на потребност, изразена от индустрията, научната общност или широката общественост, за разлика от повечето основни изобретения на XX в. Разбира се, някои учени се интересували от предсказването на стимулираната емисия на Айнщайн и се опитвали да наблюдават този ефект експериментално. Но никой не се нуждаел от лазер, никой не чакал изобретението му да го приложи към нещо наистина полезно. Най-добрият пример е даден от Артур Шалоу, един от славните изобретатели на лазера: „Машинките един ден ще бъдат оборудвани с лазер, който ще изтрива печатащите грешки. За части от секунда лъчът изпарява мастилото на буквата, без да оставя и най-малката следа върху хартията“. И така, лазерът бил предназначен само да се превърне в „супер-коректор за разсеяни машинописци“. През първите години след развитието си лазерът бил обект на подигравки за редица индустриалци. Дори най-добрите учени го правели: „Свикнали сме да имаме проблем и да търсим решение. В случая с лазера вече имаме решение и търсим проблеми“, обявил Пиер Айграйн (бивш държавен секретар за научни изследвания, изследовател и член на Академията на науките).

Бъдещето ще докаже, че много проблеми са решени благодарение на лазера и че постиженията са достигнали мечтите от първите времена (телекомуникации, лазерно оръжие, лазерен синтез, лазерен скалпел и др.). Това, което изглеждало само като тровава „играчка“ за изследователите, сега е единодушно цитирано сред основните изобретения от миналия век както по отношение на науката физика, така и по отношение на приложенията му. Лазерът вече е достигнал зрялост, която отваря много разнообразни и все по-широки области: обработка на материали, биомедицински, приборостроене и измерване, лазерно шоу. Безспорно неговото откритие е революционно и то се превърна в безценна част от съвременното общество.

Днес лазерът заменя скалпела на хирурзите, четете барковете по стоките. Използва се за заварки, скенери, помага за преноса на информацията чрез компактдискове и оптични кабели. Технологиите намират приложение в дерматологията, стоматологията, металургията, лазерната локация и навигация, високоскоростната фотография, подводните изследвания, илюминациите, лазерните дисплеи и др. В науката е ценно неговото приложение при разделянето на изотопи на химични елементи.

Думата „лазер“ предизвиква в ума асоциация за това, което може да бъде описано като „модерен“ живот. Не бих могла да го поставя еднолично на първото място по значимост сред другите открития на XX век, тъй като всяко откритие има своето място и принос в съвременния научно-технически свят, но приложението му е действително многофункционално. Развитieto на човечеството никога не е спирало и във всеки век има важни научни открития и изобретения. Човекът е показал през годините, че неговото любопитство и интерес водят до непрекъснати открития, които не само улесняват живота, но го правят по-интересен и по-смислен. А времето ще покаже, че бъдещите постижения на физиката през XXI век ще бъдат създадени от нас – днешните деца.

ТРЕТО МЯСТО**ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК**

**Джованна Игнацио Колу – 9 кл.,**  
ПГПЗЕ „Захарий Стоянов“ – Сливен.  
Научен ръководител: **Гинка Велева**

Физиката е безгранична. Тя е връзката между познатото и непознатото. От микроскопичния свят на субатомни частици до чистилището между великолепието и неизследваната същност на Космоса. Прелиствайки прашните страници на времето, забелязваме еволюцията на науката: от триене на клони за получаване на огън до най-голямата триизмерна карта на Вселената, обхващаща 2 милиона галактики. Физиката е наука, която смело предизвиква и задава най-важния въпрос: „Как?“. Именно дръзкият въпрос „Как?“ е съпровождал всеки учен в миналото, и ще продължава да го прави в бъдещето. Любопитството на учените е неизмерно, а желанието за разкриване на най-големите тайни на света около нас и отвъд него, е музата, спомогнала безброй велики открития!

XX век се счита за ера на великите открития във физиката: от откриването на тайните на атома до решаването на някои от загадките на Космоса. Смятам, че е от съществено значение да отбележим, кое откритие можем да характеризираме като „велико“. Разбира се, всяка стъпка, колкото и да е малка, към опознаването на тайните на Природата и света около нас, е неизмерно постижение. Според мен, великото откритие е нещо, което е съществено за бъдещ прогрес. Добър пример за това са откритията на немския физик теоретик Макс Планк, който е смятан за баща на квантовата механика и един от най-бележитите физици на XX в. Той формулирал втория закон на термодинамиката под формата на увеличение на ентропията. Също така през 1900 г. извежда закона за разпределение на енергията в спектъра на абсолютно черно тяло и обосновава закона чрез въвеждане на концепцията за кванти. Това често се разглежда като начало на развитието на квантовата физика, статистическата механика и други. Тези открития не случайно са велики. Квантовата физика ни обяснява как всичко работи – помага ни да изучаваме поведението на материята и енергията на микроскопични, ядрени и атомни нива.

Друг пример за революция в света на физиката са откритията на Ърнест Ръдърфорд, още познат като бащата на ядрената физика. Негови дела са множество открития през първата четвърт на XX в. Някои от тях са модел на атома, атомното ядро, протона и теоретизирането за съществуване на неутрона, който е по-късно открит от Джеймс Чадуик. Неговият принос е бил от голямо значение за бъдещите изследвания и разработки в областта. И до днес физиците работят усилено за да разшифроват тайните на структурата на атомното ядро и динамиката на частиците, които го съставят. Без грандиозните открития на Ръдърфорд атомната, молекулната и ядрената физика биха били невъзможни. Именно развитието на атомната и ядрената физика е направило реалност построяването на атомна и водородна бомба.

Смята се, че едни от най-важните открития във физиката през XX в. са Общата и Специалната теорията за относителността, изведени от Алберт Айнщайн. Специалната теория обяснява физическите явления при постоянни скорости, близки до скоростта на светлината. В тази теория се предполага, че скоростта на светлината е константна и е независима от скоростта на наблюдателя. Теорията оказва огромно влияние върху областта на физиката, върху изчисляването и разбирането на високоскоростните явления и върху нашия начин на мислене. Нашето разбиране за пространството и времето сега е много по-развито, отколкото е било в началото на XX в.

През 1916 г. Айнщайн публикува „Основи на общата теория на относителността“. Откритието на Общата теория за относителност е революционно, защото отговаря на фундаменталния въпрос: „Защо?“. Исаак Нютон е говорил за сила на гравитация, но теорията му не е разяснила защо гравитацията има способността да привлича. Веднага стана ясно, че в сравнение с Нютоновата теория, новата теория на Айнщайн значително улеснява разбирането на наблюдаваните явления в Слънчевата система. Великият Алберт Айнщайн проявява интелектуалната смелост да приложи теорията към цялата Вселена. Откритието е огромна стъпка към разбирането ни на света около нас. Тя е довела и до множество постижения в приложните науки и технологиите. Именно заради теорията за относителността знаем как функционират черните дупки. Глобалната система за позициониране (GPS) е също резултат на теорията.

Друг прелом в еволюцията на физиката е откритието на квантовата механика. Тя обаче не е дело на една фигура, а е тежкият труд на мнозина учени. Всичко започва от разсъжденията на Макс Планк, които са развити от други учени, като Алберт Айнщайн, Нилс Бор, Луи дьо Бройл, Ервин Шрьодингер и Павел М. Дирак. Квантовата механика описва поведение на атомно и субатомно ниво. Микрочастиците на такова ниво имат различно поведение. Именно затова възникват явления, все още непознати на класическата физика. Откритието на квантовата механика е една от основите на съвременната физика. Не би било възможно да се изобрети транзистор и диод ако физиците не са мислили за движението на електроните по квантово-механичен начин. Квантовата механика е допринесла до разцвета на полупроводникови устройства. Полупроводниковите устройства са част от множество съвременни технологии, като мобилни телефони, телевизори, LED лампи и много други.

Енрико Ферми е италиански физик, още познат като „Архитект на ядрената ера“. През 1942 г. физикът открива, че когато се раздели ядрото на атом, неутроните на атома могат да се използват като снаряди за разделяне на ядрата на друг атом, създавайки ядрена верижна реакция. Разделянето на ядрото води до отделяне на огромно количество енергия. Откритието на ядрената верижна реакция, и по-късно начин за контрол над нея, са довели както до изграждането на атомни бомби, и до ядрената енергия.

Лазерът е още едно откритие на ХХ в., отключило вратата към цяла нова „Лазерна ера“. Първият източник на кохерентно лъчение, или лазер заработва на 16 май 1960 г. и е създаден от Теодор Майман. Оттогава лазерната технология се е развила много и е намерила множество приложения – не само в науката, но и в бита.

Според мен една от най-важните дисциплини във физиката е астрономията, която също е претърпяла скоростно развитие през ХХ в. Понятието за черна дупка е въведено в следствие от Общата теория за относителност на Айнщайн. Черната дупка е област на пространството, в която гравитацията е станала толкова силна, че нищо около нея не може да избяга, дори светлината. Знанията ни за тях се развили бързо, а едно от най-важните открития е на Стивън Хокинг, който заключава, че черните дупки не само поглъщат частици, а могат и да ги излъчват. Излъчването носи енергия и масата на дупката намалява, като дупката става все по-гореща и накрая експлодира, освобождавайки енергия. Откритията на Хокинг представляват огромен напредък, особено към създаване на пълна квантова теория на гравитацията. Също така през 1927 г. от Жорж Льомер за първи път е теоретизирана теорията за Големия Взрив. Оттогава теорията се е развила много, а през 1965 г. с откриването на реликтовото излъчване тя е потвърдена за основна теория за произхода на Космоса.

Една от най-големите сбъднати мечти на човечеството е стъпването на Луната на 20 юли 1969 г. Макар да не е откритие, вярвам, че то е един вид прозрение. Прозрение за това, колко всъщност е могъщ човешкият

интелект и върховете, които можем да изкачим с помощта на науката!

Това са само някои от великите открития на ХХ век, които сформират основата на съвременната физика. Откритие след откритие, успели да променят фундаментално начина, по който гледаме не само на физиката, но и на съществуването си. Щастлива

съм, че живея във време, изпълнено с нови открития – нови парченца за запълване на необятния, непознат и великолепен пъзел – Вселената!

\* \* \*

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА ПРЕЗ ХХ ВЕК

**Ивета Иванова** – 11 кл.,  
СУ „Цар Симеон Велики“ – Видин.  
Научен ръководител: **Полина Градомирова**

*„Желанието да летим е идея, предадена ни от нашите предци, които... гледаха със завист на птиците, реещи се свободно в космоса ... на безкрайната магистрала на въздуха“.*  
*Братята Райт*

Човекът се различава от другите видове по своето любопитство. От дълбока древност той наблюдава света и си задава въпроси. Защо небето е синьо? Как летят птиците? Кога пада мълния? Някои от тези въпроси били наивни и се свързвали с волята на боговете. Други отговори се забавяли с векове. Хората се опитвали да се приспособяват към природата и да направят живота си по-лесен и така човешкият опит се натрупвал. Изучавали света първоначално със своите сетива, после измисляли уреди и пособия, усъвършенствали ги според нуждите си и по този начин променили природата и себе си.

Постиженията на физиката промениха живота на човечеството. Нека за момент си представим началото на века, показано на старите филмови ленти и като го сравним със сегашното, да потърсим влиянието на физиката върху развитието на техниката и бита. Телефоните, компютрите, телевизорите, камерите, автомобилите, корабите, самолетите, прахусмокачката, роботите, двигателите, космическите ракети и други. Това е нашият свят. Но замисляли ли сме се кой и защо е изобретил всеки един предмет? На кого му е било нужно да си посвети целия живот на открития и експерименти? На всички тези въпроси ще ни отговори физиката. Тази наука е точна като математиката, последователна като историята и нищо случайно не е случайно. Физиката, също като историята, помни, хората, които я направиха това, което е днес. Това са Галилео Галилей, Нютон, Айнщайн, Ръдърфорд, Братя Райт и др. Всеки един физик е допринесъл за развитието на физиката и на света. Всички сме чували за Галилео, Нютон, Айнщайн- големите откриватели. Но знаем ли кои са братя Райт?

Орвил и Уилбър Райт са американски пионери в авиацията. През август 1896 г. двамата братя научават за смъртта на немския изобретател Ото Лилиентал, който загива по време на полет с разработения от него планер. Звучи парадоксално, но точно тази новина кара двамата с още по-голям хъс да работят по създаването на собствен летателен апарат, по-тежък от въздуха – летяща машина, която да има двигател и система за управление. Братята Райт разработват система за хоризонтално управление на полета с вертикална опашка, предно управляващо крило за височината и система за деформиране на крилото, която да балансира аеродинамичната устойчивост на полета. След това се концентрират в търсенето на подходящ двигател. Много време им отнема и намирането на точната форма за витлото на машината. В конструирането на машината те използват теорията на Галилей за гравитацията, прилагат трите фундаментални Закона за движение, разработени от Нютон, съчетавайки по един невероятен начин всички теории във физиката, изобретяват самолета.

Утрото на 17 декември 1903 г. е типично за района на пясъчните дюни недалеч от градчето Кити Хоук край брега на Атлантическия океан в Северна Каролина – влажно и

облачно, духа силен вятър. Това са условията, при които братята Райт провеждат първия в историята успешен полет на летателен апарат, по-тежък от въздуха. Всички опити преди това са неуспешни. Братята Райт са всепризнатите „бащи на авиацията“.

На границата на две столетия физиката представлява силна наука със своите неоспорими резултати, с проблеми и с перспективи. Сега физиката си поставя мащабни задачи, които търсят отговор на фундаментални въпроси – свърхобединение, развитие на Вселената като цяло, квантови комуникации, физиката и животът.

Животът ни напомня, че не е нито много хубав, нито много лош. Животът е интересен. В човека е заложено вечно любопитство към света и вечен интерес към неговите закони. Физиката има неизменната задача да отговаря на тези интелектуални нужди на хората и от друга страна, да променя нашия живот.

\* \* \*

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА 20-ТИ ВЕК

Мишел Петрова – 11 кл.,  
НПГВМ „Проф. д-р Димитър Димов“ – Ловеч.  
Научен ръководител: **Камелия Калчева**

Хората, които са оставили своя отпечатък във физиката през ХХ век са много, но Алберт Айнщайн е безспорно най-влиятелния учен и име, което е разпознаваемо навсякъде. Име, за което се говори век по-късно и ще се говори векове напред. Айнщайн е физик-теоретик и е познат като „бащата на съвременната физика“. Той е един от най-големите учени и интелектуалци на всички времена. Получил е много награди, но през 1921 г. получава Нобелова награда за цялостен принос. Теорията на относителността се прилага във физиката и астрономията от ХХ в. до днес. Това е първата теория, която е заменила 200-годишната класическа механика на Нютон. Откритието на „бащата на съвременната физика“ значително разширява разбирането на физиката като цяло и съществено задълбочава знанията в областта на физиката на елементарните частици, като дава мощен импулс и нови теоретични инструменти за развитие на физиката. С нейна помощ космологията и астрофизиката съумяват да предскажат такива необичайни явления като неутронните звезди, черните дупки и гравитационните вълни. Общата теория на относителността е геометрична теория за гравитацията, публикувана от Алберт Айнщайн през 1915 г. Тя е общоприетият в съвременната физика възглед за характера на гравитацията. Теорията обединява Специалната теория на относителността с Нютоновия закон за всеобщото привличане и описва гравитацията като геометрично свойство на пространство-времето. В частност, изкривяването на пространство-времето е пряко свързано с тензора енергия-импулс, който зависи от количествата материя и енергия. Тази зависимост е изразена чрез уравненията на Айнщайн, система от частни диференциални уравнения. Много предвиждания на Общата теория на относителността се различават значително от тези на класическата физика, особено във връзка с хода на времето, геометрията на пространството, движението на телата при свободно падане и разпространението на светлината. Примери за такива разлики са гравитационното забавяне на времето, гравитационното червено отместване на светлината и ефекта на Шапиро. Предвижданията на Общата теория на относителността се потвърждават от всички наблюдения и експерименти. Макар че не е единствената теория за гравитацията, тя е най-простата, която съответства напълно на експерименталните данни. Въпреки това, Общата теория на относителността има и някои непълноти, най-важната, от които е нейното съгласуване с квантовата механика, което би създавало пълна и последователна теория на квантовата гравитация. Общата теория на относителността има важни последиствия за астрофизиката. Тя подсказва, че в края на развитието си масивните звезди могат да се превърнат в черни дупки, области от пространството, в които пространство-

времето е толкова изкривено, че нищо не може да ги напусне. Изкривяването на светлината от гравитацията може да създаде гравитационни лещи, при които се наблюдава повече от един образ на един и същ астрономически обект. Теорията предсказва и наличието на гравитационни вълни, които впоследствие са измерени непряко, а опитите за прякото им наблюдение са основната цел на проекта LIGO. В допълнение към това, Общата теория на относителността е основата на съвременните космологични модели на постоянно разширяващата се Вселена. Алберт Айнщайн носи в себе си не само мъдрост, а и чувство за хумор.

Освен, че е велик учен, физик-теоретик, той е изключено мъдър и неговите цитати се повтарят и днес. Негова мисъл е: „Ако моята Теория за относителността се потвърди, немците ще кажат, че съм немец, а французите — че съм гражданин на света, но ако теорията ми бъде опровергана, французите ще ме обявят за немец, а немците — за евреин“.

И днес хората грешим точно в това. Приемаме тези, които не грешат, които са свършени, а нима има такива хора. Аз мисля, че всеки прави грешки и всеки заслужава поне един шанс, който да му дадем да се поправи. „Който никога не е грешил, никога не е опитвал нещо ново“.

Живеем във век, в който технологиите са навсякъде, но голям принос за това имат учените на XX век. „За съжаление вече стана очевидно, че нашата технологичност задмина нашата хуманност“ – думите на Айнщайн отекват като пророчество в съвременния свят, в който живеем.

Пазете вашата човечност, защото тя е вашата ценност. Технологиите трябва да ги използваме, за да улесняват нашият живот, а не да заместват хората.

\* \* \*

## ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА 20 ВЕК

Славена Медова – 11 кл.,  
ЕГ „Пловдив“

През двадесети век физиката се развива изключително бурно, като ден след ден се правят нови открития и разработки, допринасящи за експоненциално бързото развитие на технологиите, изграждащи настоящия XXI век. Някои от тези толкова важни и фундаментални открития са Теорията на относителността, откритието на рентгеновите лъчи, формулирането на законите на квантовата механика, изготвянето на модела на атома на Ръдърфорд, а по-късно и този на Бор. Всички тези открития са променили мирогледа ни. Но това не са големите откритие на XX в., които ще разгледам в есето си. Днес искам да обърна внимание на едно откритие, което завинаги промени хода на историята ни и което неведнъж е подлагало човешката ни природа на тест. Откриването на ядреното делене доведе до някои от най-големите трагедии в историята на човечеството. Но и ни даде достъп до една по-чиста енергия, която въпреки че е не възобновяема, не допринася за глобалното затопляне, което само по себе си е много сериозен проблем, пред който сме изправени.

Ядреното делене е екзотермична реакция, при която ядрото на по-тежък елемент се разделя на две (понякога дори три или четири) ядра на по-леки елементи. При този процес се освобождава голяма количество енергия, в частни случаи – дори колосално. Ядреното делене е основен проблем на ядрената физика, която нямаше да съществува като дял от физиката ако през далечната 1789 г. един немски химик на име Мартин Клапрот не бе открил урана. През 1934 г. Ирен и Фредерик Жолио-Кюри откриват изкуствената радиоактивност, а за първи път реакция на ядрено делене е осъществена през същата година от италианския физик Енрико Ферми. От този момент започва

развитието на ядрената физика и през 1942 г. е тестван успешно първият ядрен реактор в Чикагския университет. За жалост, голяма част от ранното развитие на ядрената физика е обхванато от годините на Втората световна война. Именно затова повечето ранни ядрени изследвания имат за цел създаването на оръжия. Този процес, добре известен на всички, ни носи кодовото име „Проектът Манхатън“, който всъщност успява да осъществи целите си като на 6 август 1945 г. е взривена първата атомна бомба над Хирошима – трагично събитие отнело живота на над 80 000 души за броени секунди и бавно убило още десетки хиляди други, излагайки ги на смъртоносното влияние на радиоактивността.

След тази трагедия атомната енергия повече не се използва с цел създаване на оръжия, а за създаването на енергия с промишлена и комерсиална цел. Първата атомна електроцентрала започва да работи през 1954 г. в СССР. Създаването на енергия чрез контролирани ядрени реакции е по-чист начин да доставяме електричество за ежедневните си и промишлените си нужди. Факт е, че историята на атомната енергия е белязана с немалко инциденти, някои имали катастрофални последици. Ще използвам най-добре познатия ни пример – аварията в Чернобил от 1986 г., когато единият от четирите реактора на електроцентралата експлодира. В някои от случаите (включително в Чернобил) причината за катастрофалния резултат най-вероятно е била човешка грешка, в други – природно бедствие. Такъв е последният случай на ядрена катастрофа от 2011 г. във Фукушима, предизвикана от силно земетресение, последвано от цунами. От тогава насам не са се случвали аварии в атомните електроцентрали по света. И въпреки всички катастрофи, през които човечеството е трябвало да премине, ядрената енергия има своите предимства. Първо, тя може да се произвежда във всяка една страна, което означава, че не е необходимо да се водят войни за нея. Второ, както и по-рано споменах, тя е по-чиста и не допринася за създаването и натрупването на парникови газове в атмосферата.

Науката се развива със завидно темпо. Продължаваме да инвестираме в нови разработки и проучвания. Но много често сме опиянени от жаждата си за знания и невинаги успяваме да се замислим дали даден научен пробив ще промени начина ни на живот към по-добро или ще доведе до катастрофален резултат. Истината е, че човекът е изтъкано от противоречия същество и това как използва силата на научното знание, зависи изцяло от целите, които си поставя. Избрах да ви разкажа интересната история на ядреното делене – едно от великите открития във физиката на XX век, което ни показва, че науката може да доведе до катастрофи, ако се използва с цел нанасяне на вреда или ако не сме внимателни. Затова е важно да се отнасяме отговорно и с голяма любов към околните и към научното знание.

\* \* \*

## **ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА XX ВЕК**

**Тинка Андреева** – 10 кл.,  
ППМГ „Васил Левски“ – Смолян.  
Научен ръководител: **Милка Хаджиева**

През двадесети век животът е много динамичен, правят се много открития, които са от изключителна важност за нас хората. Великите физици са толкова много и всяко от техните изобретения са съществена част от съвременния живот. Всяко ново постижение във физиката до голяма степен е обвързано с други предходни такива, затова е трудно да кажем кое е най-ценното или кой от откривателите е най-важен.

Един от най-интересните и разбира се велик учен за мен е Стивън Хокинг – един блестящ ум и отличен физик, който всеки разпознава. Може би той заинтригува и с това, че се интересува от една наистина много магична тема, а именно – през 1974 г. успява да докаже, че т.нар. черни дупки всъщност не са абсолютно черни, а съдържат и излъчват

енергия под формата на елементарни частици. Когато изчерпят тази енергия, те избухват. Той за първи път съчетава няколко закона – термодинамика, квантова механика и гравитация. Въпреки тежкото си заболяване – амиотрофична латерална склероза, Хокинг не спира и за момент активната си научноизследователска дейност, с което допринася за развитието на космологията, квантовата механика и Теорията на струните. Още през 1971 г. съвместно със сър Роджър Пенроуз дават математическо доказателство, подкрепящо Теорията за големия взрив, който дава началото на Вселената, и че той е започнал с безкрайно малка точка, наречена сингулярност. Те дори смятат, че веднага след Големия взрив са се образували първични черни дупки, но може би са се „изпарили“ почти веднага. Стивън Хокинг успява да изчисли максималното количество енергия, което може да се отдели при сблъсък на две черни дупки, както и че една черна дупка не може да се раздели на две по-малки. Доказва още, че те не само увеличават масата си като засмукват всичко, но и постоянно губят маса, като излъчват енергия. По-късно развива и теорията, че частиците, светлината и информацията, попаднали в черна дупка, се унищожават, ако черната дупка се „изпари“.

Самият процес, при който черните дупки излъчват елементарни частици, се нарича „Лъчението на Хокинг“. Това е така, защото той през 1976 г. излага теоретичен аргумент за съществуването му. През 1981 г. изказва предположението, че макар Вселената да няма граница, тя има краен размер в пространството и времето, математическо доказателство за което е дадено през 1983 г. С други думи, според него Вселената е „крайна“, но „неограничена“, така както е крайна и неограничена земната повърхност.

Със своите трудове и книги, които издава, Стивън Хокинг оставя уникално наследство за бъдещите поколения, а без неговите открития Вселената не би означавала почти нищо, ако не беше дом на хората, които обичаме. За съжаление, не получава Нобелова награда, защото работи в сферата на теоретичната наука, а за да има награда трябва друг учен да потвърди откритията му чрез наблюдения и експерименти. Все пак обаче той остава в историята на физиката като един изключителен учен!

Липсата му остава интелектуален вакуум. Но той не е празен. „Мислете за него, като за вид енергия, проникваща в тъканта на пространство-времето, което не се поддава на измерване“ (Нийл Деграйс Тайсън).

\* \* \*

**СТУДЕНТИ**

ПЪРВО МЯСТО

## **ОТКРИТИЯТА, КОИТО ПРОМЕНИХА СВЕТА**

**Делян Балев** – IV курс,  
Санктпетербургски държавен университет – Руска федерация

Всеки ден поставя едно ново начало в нашата история. Човечеството е доказало способността си да се развива, да научава, да преоткрива, да създава... В основата на мисленето стоят времето, в което живеем и моралните норми и закони, които ни ръководят във взимането на решения.

Физиката е наука, която вдъхновява и провокира десетки хиляди изследователи и учени по света – да търсят отговор на вечните екзистенциални въпроси. Тя е и закон –



двигател, съставен от взаимосвързани правила и константи, които не могат да бъдат нарушени, но могат да бъдат открити! Двадесети век е време, в което науката претърпява мащабни промени в начините, по които се тълкува и възприема от обществото. Именно предходното столетие е дало живот на златната ера на теоретичната физика, в която едни от най-великите имена в историята се опитват да достигнат до истината.

Без съмнение, когато говорим за наука и открития, в съзнанието на много хора възниква името на един човек, доктор на философията по физика, завършил своето образование във Висшата техническа школа в Цюрих. Получил професорско звание през 1909 г., а след това утвърден и като академик през 1913 г., той не просто е носител на Нобелова награда по физика, но е бил награждаван с медали на Барнард, Матеучи, Макс Планк и Франклин, а освен това е бил удостоен и с премията на Жул Жансен. Автор на над 300 научни работи и около 150 книги. Може би вече сте се досетили... Алберт Айнщайн. Човекът, който създава Специалната теория на относителността, описваща движението, законите на механиката и пространствено-времевите отношения, които са в основата на изграждането на противоречащи до този момент в класическите възгледи експерименти, доказващи, че времевите интервали не са равни за всички субекти, които са свидетели на едно и също явление. В този ред на мисли, благодарение на следствията от разработените изследвания, се разкрива относителното забавяне на времето, което протича по различен начин във всички физични процеси на движещите се обекти, спрямо онези – в неподвижните. Тук се появява и световноизвестната формула, описваща взаимовръзките между масата и енергията:  $E = mc^2$ .

Други големи проучвания Айнщайн прави и в областите на квантовата физика, като разработва квантовата теория на фотоелектрическия ефект, която разглежда взаимодействието на светлината и всяко едно друго електромагнитно излъчване с вещество, при което енергията на фотоните се предава на субатомно ниво между елементарните частици. Приносът в развитието на науката, който дава великият учен, придобива широка известност още тогава – в първите три десетилетия на ХХ век.

Когато говорим за тези времена, е важно да отбележим и заслугите в утвърждаването на новото подразделение в самата физиката, което напълно променя начина, по който възприемаме света около нас. В продължението на векове хората са гледали нагоре, наблюдавали са звездите и са изследвали техните движение и влияние върху Земята. Интересували са се от Космоса. Всичко това се променя, когато през 1885 г. се ражда едно момче в датската столица Копенхаген, което в последствие ще се превърне в един от най-известните учени в човешката история, променяйки направлението в науката и поставяйки акцент в процесите, които се извършват на атомно ниво. Изучавайки движението на частиците, Нилс Бор създава квантовата теория на атома, която за първи път се превръща в публично достояние през 1913 г. И именно благодарение на големия интерес, който се проявява към тази наука по това време, Джеймс Франк и Густав Херц доказват модела на атома, създаден от Бор, чрез експеримент, който разкрива измененията в издръжливостта на електроните след промяна на скоростта при техните сблъсъци с газообразни вещества.

В същото време, едно друго светило в теорията на физиката открито критикува част от проучванията, свързани с квантовия свят, обосновавайки тяхната непълнота. Същевременно Ервин Шрьодингер се счита и за един от създателите на квантовата механика. Експериментът, който променя всичко, носи благозвучното наименование „Котката на Шрьодингер“. Опитът е простичък, но гениален. В затворена кутия се поставя жив физически субект – котка, а заедно с нея и механизъм, който съдържа радиоактивно ядро и съд с отровен газ. Условието са подбрани по такъв начин, че вероятността ядрото да се разпадне за 1 час е 50%. Според квантовите закони, ако не се провежда наблюдение над затвореното пространство, то би следвало статусът на ядрото да се разглежда едновременно като разпаднало се и неразпаднало се, а котката – като мъртва и немъртва. Проблемът се състои в това, че когато кутията бъде отворена, ядрото или ще се е разпаднало, а котката – ще бъде натровена или то ще е запазило своята цялост

и животинката ще бъде жива. Въпросът е кога смесеното състояние на субектите престава да съществува? Подобен вид размисли доказват на учените от водещите университети и институти по света, че все още има много какво да бъде изучено и изследвано.

Огромн принос и революция в историята прави първата жена – носителка на Нобелова награда, при това – на цели две отличия на Шведската кралска академия на науките – по физика (1903) и по химия (1911). Тя е и първата жена – преподавател в Сорбоната. Мария Кюри създава термина „радиоактивност“ и открива химичните елементи радий и полоний. Макар в началото опасността от работата с тези вещества да не е била напълно известна на учените и обществото, то значимостта на откритията остава неизменна. Отдала живота си в името на природните науки, които и до днес подпомагат развитието на химическата и биологическата промишленост, Кюри, заедно със своя съпруг остават верни на пътя към просвещението.

Западна Европа дарява на света много научни постижения, които променят хода на еволюцията в знанията по физика, биология, химия и други значими дисциплини. Въпреки това, съществуват и други – по-малки субекти в системата на международните отношения, които имат изключителен научен и технически потенциал, оставил своята трайна следа в богатото ни минало.

България е малка страна, но тя е родина на множество личности, които са дали огромен принос за общото благо на човечеството. Такъв е Джон Атанасов, който макар и да живее в Съединените американски щати, има български корени – създател на първия цифров компютър. Румен Антонов – изобретателят на автоматичната скоростна кутия. Асен Йорданов – основоположник на телефонния секретар; част от екипа, разработил въздушната възглавница и касетофона; човек, подпомогнал развитието на цялата американска авиация. Професор доктор Иван Митев – откривателят на шестия сърдечен тон, превърнал се в „българския феномен на ХХ век“. Разбира се, родните научни постижения не отстъпват пред западноевропейските в световен мащаб и в областите на физиката.

Академик Георги Наджакков е член и почетен председател на Световния съвет на мира, един от основателите на Пъгуошкото движение на учените, както и създател на Физическия институт при Българската академия на науките, човекът – откривател на фотоелектрентния ефект. През 1937 г., само две години преди началото на Втората световна война, той открива ново стабилно състояние на веществото, което се получава при взаимодействието на светлината с електричното поле върху някои диелектрици и полупроводници, като по този начин се постига електрическа поляризация. Този научен успех се използва в безвакуумната телевизионна техника, в запаметяващите устройства, и дори в рентгените. Това е началото на машината, която днес се е превърнала в неотменна част от всеки един работен офис – ксероксът.

Други видни български лица в тази сфера, с които България може да се гордее, са физикохимиците Ростислав Каишев и Иван Странски, които разработват молекулно-кинетичната теория, анализираща възникването и растежа на кристалите.

Светът се променя. Образованието винаги е било онзи ключов елемент, който е предвиждал нашата цивилизация напред. Физиката е науката, която е в основата на всичко живо и неживо на нашата планета. Усвояването ѝ ни помага да разбираме същността на природните закони. Историята на ХХ век помни много изявени личности, които чрез своите открития, са способствали това – днес, ние да живеем в един по-добър и по-мирнен свят. Наша е отговорността пред бъдещите поколения – да го съхраним и усъвършенстваме!

\* \* \*

## АЛБЕРТ АЙНЩАЙН – ОТ СПЕЦИАЛНАТА ДО ОБЩАТА ТЕОРИЯ НА ОТНОСИТЕЛНОСТТА“

**Ивайло Иванов** – студент, IV курс,  
Технически факултет на УХТ – Пловдив.  
Научен ръководител: доц. д-р Иванка Влаева

Историята на XX век събира в себе си много различни събития. Това е векът на стремглавото развитие на науката и технологиите. Началото на научните открития поставя Макс Планк, който извежда закона за излъчване на абсолютно черно тяло и поставя основата на квантовата механика. Освен Планк, други велики физици откриватели през този век са Мария Кюри, Алберт Айнщайн, Ърнест Ръдърфорд, Фредерик Соди, Нилс Бор, Вернер Хайзенберг, Карл Мюлер и други. Всеки един от тях е направил голямо откритие във физиката и е допринесал да живеем в този технологичен и модерен живот сега. С действията си, учените коренно променят възприятията на хората за света.

Моят любим и според мен най-голям гений от всички изброени учени е Алберт Айнщайн. Много хора го описват като „чешита с щръкналите коси“, а неговите колеги като „дивия“ учен, но той е един от най-великите умове, които с открития си и научните си разработки са променили света.

През септември 1905 г. в книгата си „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ (на български: „Електродинамика на движещите се тела“), Алберт Айнщайн излага завършената Специална теория на относителността. През същата година физикът създава още две теории – квантова теория на фотоелектричния ефект и теория на бауновото движение, а десет години по-късно – през 1915 – 1916 г. публикува Общата теория на относителността. С тези теории Айнщайн разклаща и преобръща установените към този момент в науката понятия, като полага основите на релативистичната и квантовата революции. По този начин те отхвърлят старите представи за материята, пространството и времето, и поставят началото на научно-техническия прогрес на XX век.

Специална теория на относителността е първата теория на модерната физика на XX век, която развива и усъвършенства електродинамиката на движещите се тела. Теорията на Айнщайн принципно се основава на два постулата. Първият е принципът на относителността, според който всички закони на физиката са еднакви в инерциални отправни системи. Другият постулат се нарича светлинен, според него скоростта на светлината във вакуум е константа (постоянна величина), тоест има една и съща стойност във всички инерциални отправни системи. Специалната теория на относителността обяснява как пространството и времето са взаимосвързани за обекти, които се движат със скорост по-малка от скоростта на светлината, като гравитационните ефекти не са свързани. С тази теория се описва самото поведението на обектите в пространството и времето. Теорията на Айнщайн остава недостатъчно разбрана за времето си, но подбужда интереса и множество въпроси у хората.

Като продължение на специалната теория на относителността, Айнщайн разработва Общата теория на относителността. Тя предсказва и обяснява три явления – аномалното поведение на орбитата на планетата Меркурий, отклонението на светлинните лъчи под действие на гравитационните полета и отместването на спектралните линии на атомите в гравитационното поле към червения край на спектъра. Също така се предполага съществуването на черните дупки като краен етап на еволюцията на масивните звезди. До 1915 г. гравитацията се описва от теорията на Нютон, а с Общата си теория на относителността Айнщайн описва гравитацията като геометрично свойство на пространството и времето. В общата теорията се използва уравнението на Айнщайн, което свързва време-пространството с материята.

Общата теория на относителността става централна тема в областта на физиката и астрономията през 1960 г., поради факта, че са открити множество явления в

астрономията. Самата теория стимулира множество различни изследвания и ускорява развитието на науката. Теорията на относителността намира широко приложение в GPS навигацията и ядрената енергия.

Специалната и Общата теория на относителността, разработени от Айнщайн, са едни от най-забележителните постижения в науката. Неразбран от колегите си, Айнщайн продължава научните си разработки до края на живота си през 1955 г. Въпреки всичко, той остава един от най-великите физици за всички времена и оставя ярки отпечатъци в науката. В списание „Time“ от 31 декември 1999 г. Алберт Айнщайн е обявен за личността на века. Двете теории на относителността носят редица изключителни физически последици и напълно променят представата ни за Вселената. Откритията направени от Айнщайн са символ на гениалността.

\* \* \*

## ВТОРО МЯСТО

### КОМПЮТЪРЪТ

**Йордан Миновски** – IV курс,  
ВТУ „Св. св. Кирил и Методий“ – Велико Търново.  
Научен ръководител: гл. ас. д-р Тамара Драганова

*„... компютърна техника. Колкото бързо тя  
съединява хората, толкова бързо ги и разделя.  
Тук ние със своите емоции сме безсилни...“*  
Даниел Глатауер

От небостъргачи до сателити, откритията на XX век демонстрират безграничната изобретателност на човека. Древният свят може да се похвали със седем чудеса, а съвременният с толкова много, че е трудно да изберем само няколко. За разлика от древните постижения, от които не е останало почти нищо (с изключение на пирамидите), днешните изобретения и технологии вероятно ще оцелеят, докато съществува човечеството.

През Античността строителите разчитали само на ръцете си, животните и естествените материали като камък и дърво. Съвременните чудеса като моста „Голдън Гейт“ и небостъргача „Емапайер Стейт Билдинг“ нямаше да съществуват без високояката стомана – по-здрава и ковка от всеки естествен материал. Римляните открили бетона, но не могли да го произведат в огромните количества, необходими за изграждането на язовира „Гранд Кули“ например.

Индустриалната революция се дължала на навлизането на парната енергия. Днес сме свидетели на втора подобна революция – този път електронна – като последиците от нея са също толкова дълбоки и всеобхватни. Предавани чрез спътници, новините се разпространяват със скоростта на светлината. Компютрите с микрочипове позволяват събиране, обработка и пренос на данни по начини, немислим преди 50 години.

Едно от най-големите и значими открития на XX век е именно компютърът. Компютрите са голям прогрес за човечеството. Използвайки огромния им потенциал, човек може да получава информация, да работи, може да общува с другите, да учи, може да твори и да създава красота, може да се лекува дори. Светът се развива все по-качествено и прогресивно като върви напред. Но, винаги има и друга страна на монетата. Толкова свикнахме с тази супермашина, че вече можем да говорим за компютърна зависимост.

За наша радост, точно ние като българи, можем да се похвалим с това значимо за света откритие. В средата на XX в. Джон Атанасов, физик, математик и

електроинженер от български произход, заедно със своя студент по електротехника Клифорд Бери, изобретява първия електронен цифров компютър и първия електронен цифров двоичен компютър. Това е невероятно, нали? Говорим за компютъра! За този компютър, без който днес ние не можем да си представим нашия живот! И той е изобретен от българин! Макар че идеята за изработването на тази изключителна машина се ражда в едно крайпътно заведение в щата Илинойс, използвайки гърба на коктейлна салфетка за начертаването ѝ, тя съвсем не е маловажна за света.

Факт е, че компютрите са станали толкова важни, че нищо не може да ги замени. Тези супермашини са навсякъде днес. Сега почти всяко семейство разполага с компютър. Заедно с компютъра, върви и интернетът. Сега хората не могат да живеят и ден, без да не проверяват пощата си или да не посетят любимите си уебсайтове. Даже с помощта на интернет хората виртуално могат да пътуват до различни градове, да посещават туристическите места или просто да общуват с хората. Откакто първият компютър се е появил на света, нашият живот се е променил толкова много. Можем да кажем, че живеем в т.нар. „дигитална революция“.

Първите компютри се различавали доста от тези, които са днес. Те са били сравнително бавни и толкова големи, че са заемали цели стаи. Освен това не са били по-бързи от съвременните часовници или калкулатори. Днес са милиони пъти по-бързи и могат да изпълняват много сложни операции. Но трябва да се замислим, че благодарение именно на ранното откриване и впоследствие развитие и актуализиране, хората в момента имат достъп до огромно количество информация. Събирането на данни никога не е било по-лесно от сега. С всеки изминал ден те стават неделима част от ежедневието ни на работното място и у дома. Пример за огромна нужда от компютрите е точно времето, в което живеем сега. От една година сме свидетели на случващото се по света – вирусът, който ни принуди да останем по домовете си, да работим вкъщи и най-вече да сме зависими от компютъра. Чрез интернет можеш да общуваш с хората, които обичаш и с които ви разделят хиляди километри, океани и континенти. Така разстоянието за секунди се стопява и общуването е толкова лесно.

Компютрите не се използват само в науката и промишлеността. Благодарение на тях съвременната медицина може да диагностицира заболявания по-бързо и по-добре. В банките компютрите са се превърнали в незаменим помощник. Те контролират банкоматите. Всички данни се съхраняват на твърди дискове и хартията е все по-малко използвана. Освен това архитекти, дизайнери и инженери не могат да си представят работата без компютри. Дори и в криминологията помагат на полицията за събиране на доказателства и решаване на престъпления. Все повече се разпространяват и в сферата на образованието.

Компютрите са навсякъде и ние сме зависими от тях. Всяко изобретение обаче има и отрицателна страна, а не само положителна. Някои хора използват компютърните технологии само за забавление и губене на време. Има такива от нас, които се ограничават напълно и седят по цял ден вкъщи пред компютъра. Това е единственото лошо при тези машини – откъсването от действителния свят, необщуването с реални хора. Това обаче не е толкова голям проблем, защото е преодолимо. Мисълта и въображението са две неразделни неща. Въображението зависи от мисълта. Светът на компютрите ни кара да мислим за това, колко се е развил човекът, или за нещо друго, но все пак ни кара да мислим и никога не може да ограничи въображението ни.

Чудесата на съвременното повдигат сложни въпроси. По-щастливи ли са хората в света на бързия транспорт и мигновената комуникация? По-голямата продължителност на живота прави ли го по-смислен? Прогресът ни учи на предпазливост, тъй като човешката природа често злоупотребява с изобретенията. Все пак постиженията на съвременния свят са впечатляващи и надхвърлят въображението дори на най-проницателните умове!

## ТРЕТО МЯСТО

### ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК

**Марина Василева** – I курс,  
ВТУ „Св. св. Кирил и Методий“ – Велико Търново.  
Научен ръководител: гл. ас. д-р Тамара Драганова

Един век. Точно преди един век е открит протонът и е предсказвано съществуването на неутрона. Това важно откритие е извършено от британския физик Ърнест Ръдърфорд, известен като бащата на ядрената физика. 1908 г. е знакова за него, защото получава Нобелова награда за химия за своите „изследвания за разпадането на елементите и химията на радиоактивните вещества“.

Броят на протоните, съставляващи атомното ядро отразяват атомния номер на атома. Атомният номер означава поредния номер на елемента в Периодична система на елементите – или единен граждански номер, както е и Периодичната система. Още с раждането си ни дават единен граждански номер, който ни служи за административен идентификатор. Освен по номера, но и по чертите, които носим, всеки човек е различен от останалите. Дори близнаците не са напълно еднакви и те по своему са уникални номера и индификатори. Всеки от нас носи нещо в себе си, което може да даде на света и да го обогати по свой начин.

Например в таблицата на Менделеев в първи период има само два елемента – водород и хелий. Това не са ли майката и бащата в живота на детето? Това не са ли близнаците? А дали това не са приятелите от детската градина? Това не са ли добрите съседи? Това не са ли двете сродни и влюбени души, преоткрили се сред химията на любовта? Това не са ли двата любими учители по география и химия, по физика и музика? Това не са ли двете любими мои хобита – да чета и рисувам? Това не са ли двата свята – горния и долния, белия и черния, злото и доброто, Рая и Ада? Все пак всеки има два „елемента“ така важни за неговото рождение, настояще и следващо развитие – нашето периодично бъдеще.

В Периодичната система химичните елементи са подредени в малки (I, II, III) и големи (IV, V, VI) периоди. „В Периодичната система има VII период, който не се причислява нито към малките, нито към големите периоди и ще бъде попълнен от нови химични елементи, които още не са открити, но е доказано, че съществуват“. Това е наследството на ХХ век или днешните открития имат своята история, своите учители и родители, които ще открият за бъдещите поколения новия път на научните хоризонти. Историята на големите открития на ХХ век във физиката са родените нови научни открития през ХХI век – днес и в настоящето!

Но в Периодичната система има и групи, като химичните елементи във всяка група имат сходни свойства. ХХ век е век на надеждата и ентузиазмът, на вярата в новостите и нововъведенията, в търсенето на отделните елементи и групи, дръзките идеи и доказани открития, които промениха днес света и нашето настояще! Дали Ърнест Ръдърфорд и Дмитрий Менделеев са си представяли колко е тясна връзката между физиката, химията и животът в действителност...

През 1900 г. в Париж е организирано Световно изложение, на което са представени постиженията на различни учени и държави. Показани са на света научните висоти и открития, последните изобретения – дизелов двигател, озвучени филми, ескалатори и други.

Така в периода на това световно научно изложение от 14 април до 12 ноември 1900 г. повече от 50 милиона души посещават НАУКАТА, посещават НАУЧНИТЕ ОТКРИТИЯ и с присъствие заявяват силата на науката и необходимостта ѝ в живота на човечеството, на вярата, че науката променя живота към по-добри и по-светли бъднини!

**Защото научната сила в лицето на учените са нашите будители!**

**УЧИЛИЩАТА, ОТ КОИТО ИМА ОТЛИЧЕНИ УЧАСТНИЦИ В  
КОНКУРСА ЕСЕ И В МЛАДЕЖКАТА НАУЧНА СЕСИЯ, ПОЛУЧАВАТ  
БЕЗПЛАТЕН АБОНАМЕНТ  
ЗА СП. „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“ ЗА 2021 г.**

## **СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“**

е издание на Съюза на физиците в България, което публикува оригинални и обзорни статии във всички области от физиката.

### **ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ**

**[wop.phys.uni-sofia.bg](http://wop.phys.uni-sofia.bg)**



### **АБонирайте се**

Абонамент за 1 година (4 броя) – 20 лв.

За членове на СФБ – 16 лв.

За ученици, студенти и пенсионери – 10 лв.

Ако желаете да се абонирате, пишете на [worldofphysics@abv.bg](mailto:worldofphysics@abv.bg)

Цена за 1 книжка – 5 лв.

### **Станете наши автори**

Може да изпращате статии за публикуване в списанието като прикачени файлове на същия адрес.

Броевете на списанието можете да намерите на сайта ни

**[wop.phys.uni-sofia.bg](http://wop.phys.uni-sofia.bg)**

и на адрес:

Съюз на физиците в България,

Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“

бул. „Джеймс Баучер“ 5, София 1164

Тел. + 359 2 62 76 60, e-mail: [upb@phys.uni-sofia.bg](mailto:upb@phys.uni-sofia.bg)

### 3. НАЦИОНАЛЕН ФОТОКОНКУРС ЗА СТУДЕНТИ „СВЕТЛИНА“

Конкурсът е посветен на Международния ден на светлината – 16 май, и има за цел да провокира участниците да наблюдават, търсят, заснемат и споделят светлината в цялото ѝ многообразие и форми в природата или като резултат на човешката дейност. Да представят своето отношение и чувства към конкретни проявления, а също и художествен прочит на видими събития и прояви, свързани със светлината.

За участие в конкурса бяха представени 26 фотографии, 3 от които от ученици, поради което отпаднаха от класиране. Авторите на останалите 23 творби се обучават в: Софийския университет, Физическия факултет; Великотърновския университет; Националната художествена академия, София; НАТФИЗ; Националния военен университет „Васил Левски“, Велико Търново; Университета по хранителни технологии – Пловдив; Санктпетербургския държавен университет, Русия; Лудвиг Максимилиан университет в Мюнхен, Германия.

Организаторите на конкурса си обясняват малкия брой получени фотографии с изискването да се представи (опише) заснетото физично явление, което е един от критериите за оценка.

Творбите са оценени по два критерия (представяне на съответното физично явление и художествено представяне) от жури в състав:

- Венцислав Петров – експерт по фотография;
- Проф. д.т.н. Сашка Александрова – преподавател по физика в Техническия университет София, Факултет по приложна математика и информатика;
- Доц. д-р Нели Димитрова – преподавател по методика на обучението по физика в Департамента за информация и усъвършенстване на учители, към Софийски университет.

### КЛАСИРАНЕ

#### ПЪРВО МЯСТО

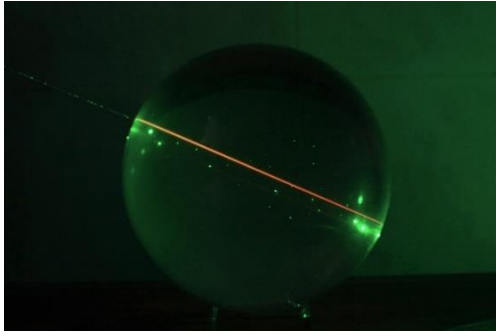


#### *„Огледалният Ермитаж“*

Автор: **Делян Балев**  
Санктпетербургски държавен университет,

IV курс





## *„Разкриване на цветовете в една монохроматична вселена“*

Автор: **Виктория Тодорова**

Софийски университет, Физически факултет,  
III курс

**ВТОРО МЯСТО**

## *„Докосване от небето“*

Автор: **Михаела Колева**

Национален военен университет „Васил  
Левски“ – Велико Търново, IV курс



## *„Градът“*

Автор: **Никола Узунов**

НАТФИЗ, III курс



## ТРЕТО МЯСТО



### *„Огънят рисува“*

Автор: **Марина Василева**  
ВТУ „Св. св. Кирил и Методий“, Велико Търново, магистратура  
Културен туризъм, I курс



### *„Сянка и светлина“*

Автор: **Велизар Тасев**  
НАТФИЗ (специалност: фотография), III курс.

Всички участници в конкурса получиха Сертификат за участие, а фотографиите им участват в изложба, първото представяне на която беше по време на Националната конференция по физика, проведена от 4 до 6 юни в гр. Видин. Авторите на класираните фотографии получиха Дипломи и плакети от името на Съюза на физиците в България и Фондация „Еврика“.

## СЪДЪРЖАНИЕ

№	ЗАГЛАВИЕ	Стр.
1.	Национална младежка научна сесия „Природните науки и технологиите“““	1
	- Участници	2
	- Класиране	
	• (6 – 8) клас	4
	• (9 – 12) клас	4
	- Проекти в резюме	5
2.	Национален конкурс за есе на тема „Големите открития във физиката на XX век“	17
	- Класиране	
	• (6 – 8) клас	18
	• (9 – 12) клас	19
	• студенти	20
	- Класираните есета в пълен текст	
	• (6 – 8) клас	21
	• (9 – 12) клас	49
	• студенти	82
3.	Фотоконкурс „Светлина“	89