

СЪЗДАТЕЛЯТ НА БЕЛЯЗАНИТЕ АТОМИ: 130 ГОДИНИ ОТ РОЖДЕНИЕТО НА ГЕОРГЕ ДЕ ХЕВЕШИ

Ивелин Кулев

Резюме. Чрез тази статия е направен опит да бъдат отбелязани 130 години от рождението на Георге де Хевеши – изключителен учен, допринесъл с дейността си толкова много за развитието на химията, на радиохимията, на биологията и клиничните изследвания.

Keywords: George de Hevesy, radiochemistry, tracers

В Будапеща в семейството на Лайош Бишиц Хевеши и баронеса Еужени, която по баща е Шосбергер де Торня, на 1 август 1885 г. се ражда Георге Карлс. Това е петото поред дете в семейството, където освен това се раждат още три. Баща му е бил вицепрезидент на Унгарския металургичен завод, а неговият дядо Давид Бишиц получава през 1895 наследственото унгарско благородническо положение с представката „де“ – Де Хевеши. Следователно Георге се превръща в Георге Карлс де Хевеши, или както е прието в немскоезичната литература „фон“, Георг Карл фон Хевеши. Неговата баба Йохана, която по баща е Фишер, е една от най-значимите еврейски филантропи на XIX век. Чрез това като че ли се изчерпват описанията на неговия произход, което е твърде важно за всеки човек, и следващите действия до получаване на Нобеловата награда по химия за 1943 г., а и след това, са плод на неговото трудолюбие, способности и необикновен късмет.

Георге де Хевеши завършва гимназиалното си образование през 1903 г. и започва да следва химия в Университета в Будапеща. След една година се премества в Техническият университет в Берлин, където обаче остава само един семестър. Продължава следването си по химия в Университета във Фрайбург. Първоначално Де Хевеши смята да се дипломира като инженер-химик и да започне работа в някой от многото химически заводи, които работят на територията на Германия и Австро-Унгария. Постепенно обаче научните изследвания го увличат и променят неговите намерения. Инженер-химикът се превръща в учен. Така през 1906 г. под ръководството на проф. Георг Майер (*Georg Franz Julius Meyer*, 1857 – 1950) Де Хевеши започва работа върху своята докторска дисертация. През 1908 г. получава докторска степен по физика в Университета във Фрайбург. Докторската му дисер-

тация е работа, в която се изследва реакцията между натрий и натриева основа при висока температура, т.е. натриевата основа и натрият са стопилки, които взаимодействат. Високите температури и химическите реакции при тях се превръщат в хоби за Де Хевеши. Същата година получава място в Техническия университет на Швейцария в Цюрих – известния ЕТН (Eidgenössische Technische Hochschule), където е работил и Айнщайн. Там в Института по физикохимия при проф. Р. Лоренц – водещ специалист по високотемпературните реакции, Де Хевеши, като асистент на Лоренц, се надява да продължи своите изследвания. Съвсем скоро обаче проф. Лоренц напуска Цюрих. Останал сам и след разговор с Фриц Хабер (*Fritz Haber*, 1868 – 1934), който като физикохимик разработва теоретично проблема за синтеза на амонак от азота във въздуха, решава да се включи в екипа на Хабер и Росиньола. Така след известно време Де Хевеши се отправя за Карлсруе, където се провеждат опитите за синтез на амонака. Хабер му поставя за задача да създаде стопен метал, поглъщащ газове и излъчващ електрони, когато се окислява. Такава една дейност би имала отношение към създаването на катализатор за работите на Хабер за синтеза на амонака. Такава работа обаче изисква допълнителни познания по физика и Де Хевеши напуска Карлсруе в началото на 1911 г., отправяйки се за Англия, за да научи повече за измерванията на електрическата проводимост на газовете, с която ще се изследва поглъщането на газове от стопения метал. След това той планира да се завърне в Карлсруе и да работи за синтеза на амонака. В Манчестър обаче се среща с проф. Ърнст Радърфорд – водача на изследванията на радиоактивността в света, който за Де Хевеши се превръща и във водач на неговата съдба. Така той започва работа в областта на радиоактивността. Първата задача, която му поставя Радърфорд, е да се изследва разтворимостта на актинона¹⁾ – радиоактивен газ с период на полуразпадане от 4 секунди! Де Хевеши, въпреки че комбинира в тези свои изследвания цялата си изобретателност, няма големи успехи, когато Радърфорд му поставя друга задача. Това според спомените, предадени от една от по-късните сътруднички на Де Хевеши – Хилда Леви²⁾, е разговор, който се провежда в една от лабораториите. Радърфорд, прегърнал през раменете младия Де Хевеши, казва: „*Мойто момче, ако цениш своята сол, ще разделиш радий-D от досадното олово!*“ (Levi, 1985). Радий-D, който се намира в радиоактивното семейство на уран-238, се поражда чрез алфа-разпадане на полоний-214 (радий-C'). Радий-D представлява радиоактивен изотоп на оловото (²¹⁰Pb) с период на полуразпадане от 22 години и с помощта на химични методи не може да бъде отделен от нерадиоактивното олово. Сместа от радий-D и присъстващото нерадиоактивно олово представлява проблем, който проф. Радърфорд не е в състояние да разреши. Надява се, че неговият млад химик ще е в състояние да разреши този съвсем не толкова лек въпрос. В онези години понятието изотоп все още не е известно и редица радиоактивни елементи,



Студентът Георге де Хевеши

представляващи изотопи на вече известни елементи, не могат да бъдат отделени от присъстващите други изотопи в сместа с помощта на химични методи. Така Де Хевеши започва серията от несполучливите си опити да раздели радий-D от оловото, което присъства в разтвора от оловен хлорид, предоставен му от проф. Радърфорд. След години Де Хевеши, спомняйки си за тези свои изследвания, казва: „Бидейки млад човек, бях оптимист и имах чувството, че ще успея в своите опити“ (Hevesy, 1962). След години на упорит труд Де Хевеши достига до извода, че радий-D не може да бъде разделен химически от оловото. Така се ражда и идеята за белязване на оловото с радиоактивния радий-D.

Междувременно Де Хевеши се сприятелява с един от докторантите на проф. Радърфорд – Хенри Мозли³⁾, който става известен в химията, а вероятно и във физиката, с това, че в своята докторска работа, изработена под ръководството на проф. Радърфорд, установява връзката между честотата на спектралните линии и електрическия заряд на атомното ядро на химическите елементи, т.е. на поредния номер на елементите в Периодичната система на Дмитрий Менделеев (Moseley, 1913; 1914). Същата година Нилс Бор предлага модел на атома, в който поредният номер на елемента в периодичната система е равен на броя на протоните в ядрото.

В началото на 1913 г. Де Хевеши напуска Англия, отправяйки се за Австро-Унгария. Там, във Виена, в Института по изследване на радия работи Фридрих Панет⁴⁾. Той има подобен опит с радий-D. Дватама – Георге де Хевеши и Фридрих Панет, започват първите експерименти, в които се създава *„методът на радиоактивните индикатори“*. Резултатът от тези експерименти значително по-късно е наречен *„метод на белязаните атоми“*, тъй като белязането е възможно да се осъществи не само с радиоактивен изотоп.

През април 1913 г. Де Хевеши пише на Радърфорд следното: *„Радий-D е неразделим от оловото и е ясно, че можем да използваме RaD като индикатор на оловото и да се изследва неговото поведение в ниски концентрации, например разтворимостта на неразтворимите соли на оловото. Приготвихме оловен сулфид + сулфид на Ra-D и използвахме тази утайка, за да определим разтворимостта на PbS чрез измерване активността на 8 наситени и изпарени разтвора“* (Palló, 2009).

Едва ли има друг случай в историята, в който методът на радиоактивните индикатори да е постигнал по-голям ефект от следния случай: Де Хевеши подозира, че хазайката му в Англия предлага храна, в която тя смесва храна, останала от предишния ден. За да провери това, той поставя радиоактивно вещество в храната, която съзнателно не дояжда. На другия ден донесеният от лабораторията електроскоп регистрира радиоактивност в храната, която неговата хазайка му поднася със следобедния чай. Наред с всичко останало този епизод показва, че идеята за радиоактивните индикатори се е родила доста преди Де Хевеши да се отправи към Виена.

През 1914 г. Де Хевеши напуска Виена, за да се върне в Англия. Започва обаче Първата световна война. Началото на войната го сварва в Холандия, преди да пресече Ламанша. Така в началото на 1915 г. той е мобилизиран в австроунгарската армия. По същото време неговият приятел Мозли се записва доброволец в Кралските инженерни войски в Англия. Така той е от другата страна на фронта. Мозли воюва за Съюзниците, а Де Хевеши – на страната на Германия, Австрия... Скоро обаче след това Мозли е убит в битката за Галиполи при Дарданелите, с което си отива един млад живот с големи възможности в науката.

След края на войната Де Хевеши преподава известно време в Университета в Будапеща, а през пролетта на 1919 г. заминава за Копенхаген в Института на Нилс Бор, където обсъжда своята бъдеща работа. Там известно време се занимава с разделяне на изотопи и постига успехи чрез дестилиране на живак, хлор и калий. Впоследствие, през 1922 г., заедно с Дърк Костер (*Dirk Coster*, 1889 – 1950), използвайки рентгенофлуоресцентния метод, изследва циркониев минерал, при което откриват 6 непознати рентгенови линии в неговия спектър. Въз основа на атомния модел на Нилс Бор Де Хевеши достига до заключението, че това следва да



Ученият Георге де Хевеши

е нов химичен елемент. Така бива открит 72-рият елемент в Периодичната система (Coster & Havesy, 1923; Havesy, 1923). Наричат го хафний по латинското име на Копенхаген – „Хафния“. Така Де Хевеши, използвайки рентгенофлуоресцентния метод, открива и един нов химичен елемент.

От следващата година Де Хевеши започва целенасочено изследване на абсорбцията на оловото чрез откритите от него белязани атоми. Инжектира радий-D в бобови растения, а през 1924 г. изследва елиминирането на бисмута след инжектиране на радий-D в зайци. Това всъщност са първите биологични експерименти с помощта на белязаните атоми.

През 1926 г. Де Хевеши става професор в Университета във Фрайбург, Германия, и оглавява Катедрата по физикохимия. Там работи по усавършенстване на рентгенофлуоресцентния метод и продължава с опитите си по метаболитните процеси в растения и животни. Същевременно продължава и работата си в областта на радиохимията, като открива алфа-лъчението на самария, т.е. $^{147}\text{Sm} (\alpha) \rightarrow ^{143}\text{Nd}$.

Идването на власт на Хитлер слага край на работата на Де Хевеши във Фрайбург. Тъй като е от еврейски произход, той е принуден да напусне Германия, за да не попадне в концентрационен лагер. Така през 1934 г. той е отново в Дания, в Копенхаген, в института на Нилс Бор. Междувременно съпрузите Ирен и Фредерик

Жолио-Кюри откриват изкуствената радиоактивност (Curie & Joliot, 1934). Италианецът Ферми (*Enrico Fermi*, 1901 – 1954) разбира, че лишеният от електричен заряд неутрон ще прониква значително по-лесно от електрически заредените алфа-частици в атомното ядро, и облъчва редица елементи с неутрони. При това регистрира генерираната радиоактивност и получава първите радиоактивни изотопи на голям брой елементи. Де Хевеши се досеща, че използвайки този начин, би могъл да създаде нов аналитичен метод и през есента на същата година той отправя искане към фирмата „Ауер“ във Велсбах (Германия). Получава проби от редкоземни елементи, които неговата сътрудничка в Дания – Хилда Леви, облъчва с неутрони в изотопния източник. Първият редкоземен елемент е диспросий. Въпреки че плътността на неутронния поток не е висока (10^6 неутрона/секунда), то високото напречно сечение на взаимодействие на диспросия с неутрони (950 барна), а и на другите редкоземни елементи, позволява да бъде регистрирана висока индуцирана радиоактивност. Като резултат от това облъчване Де Хевеши успява да изведе основния принцип на неутронноактивационния анализ – по периода на полуразпадане се идентифицира генерираният радиоактивен изотоп, а неговото количество – по интензитета налъчението. По такъв начин Де Хевеши е човекът, който открива и въвежда в аналитичната практика неутронноактивационния анализ (Hevesy & Levi, 1936; Kuleff, 2006).

След като нацистите окупира Дания, Де Хевеши е принуден отново на бяга. Така през 1943 г. той пристига в университетския колеж в Стокхолм, където остава до 1961 г. Там работи главно по въпроси, свързани с приложението на радиоактивните индикатори при изследване на метаболизма на различни елементи в биологични системи – растения и животни. Заедно с Ханс фон Ойлер⁵⁾ работи върху ефекта на рентгеновите лъчи при образуването на тумори в нормални органи, както и върху транспорта на желязо в здрави организми и организми с тумори.

След като през 1936 г. Карл фон Осиецки⁶⁾ – изтъкнат противник на националсоциализма, бива отличен с Нобелова награда за мир, немското провितелство забранява получаването и носенето на медалите на Нобеловия комитет. Тогава Макс фон Лауе⁷⁾ и Джеймс Франк⁸⁾ предават своите медали от Нобеловите си награди на Нилс Бор, за да ги съхранява в Копенхаген и да не бъдат конфискувани. Интересен е епизодът, когато през Втората световна война Дания е окупирана от нацистите. Тогава Де Хевеши, за да предпази златните медали от конфискация, ги разтваря в царска вода ($\text{HNO}_3 : \text{HCl}$; 3 : 1). След края на войната той се връща в лабораторията и редуцира златото от разтвора. Обръща се с молба към Нобеловия комитет да изработят отново медалите, след като им предостави златото за тях. По такъв начин Фон Лауе и Франк отново притежават златните си медали, връчени им при получаване на Нобеловите награди.

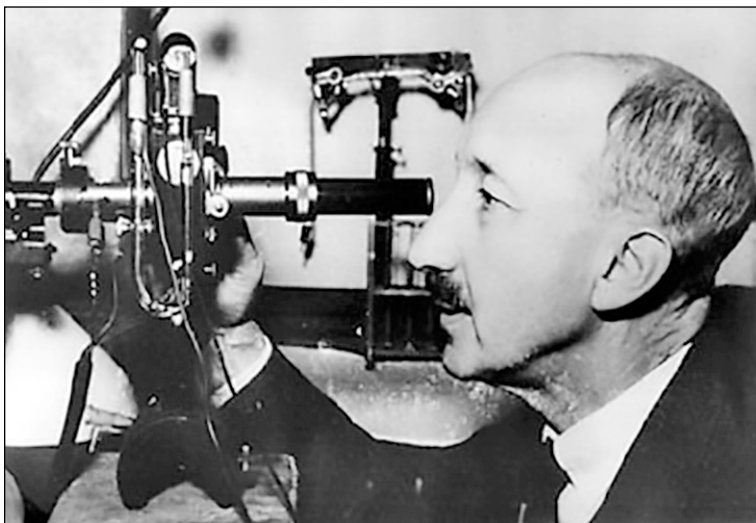


Хилда Леви – сътрудничката на Де Хевеши в Копенхаген

През 1933 г. Де Хевеши получава от откривателя на тежкия водород (деутерия) Харолд Ури⁹⁾ няколко литра вода, обогатена до 0,6 % на деутерий. (В природната вода деутерият представлява само 0,0154 %). С тази вода Де Хевеши приготвя чай, който заедно със своя приятел Е. Хофер изпиват на порции от по 150 и 250 ml. Всеки изпива по 2000 ml от чая, съдържащ по-големи количества деутерий. След това биват анализирани проби от урина и други течности, освобождавани от човешкото тяло. Така след анализиране на 55 проби те откриват, че половината от течността, съдържаща се в тялото, се освобождава до деветия ден (времето, за което половината от попадналия в организма елемент се изхвърля, е т.нар. *период на биологично полуизвеждане*.) Същевременно успяват да оценят количеството на водата, съдържаща се в човешкия организъм, и показват, че тя възлиза на 43 литра. Това е първото приложение на изотопните маркери в клиничните изследвания.

През 1943 г. Нобеловият комитет присъжда наградата по химия на Георге де Хевеши – професор в Университета в Стокхолм, „за неговите работи върху приложението на изотопите като индикатори при изследване на химическите процеси”. Той обаче получава наградата си през следващата, 1944 година.

През 1924 г. Де Хевеши се жени за Пиа Риис. Двамата имат един син и 3 дъщери. (Едната от тях се омъжва за най-големия син на проф. Сванте Арениус¹⁰⁾).



Георге де Хевеши на работа

Освен Нобеловата награда Де Хевеши получава множество други награди и членства в различни научни дружества и общества. Сред наградите, които получава, самият той цени най-много получения през 1949 г. от Кралското общество в Лондон медал на Копли (Corpley). За този медал Де Хевеши дори казва: *„Хората си мислят, че Нобеловата награда е най-високото отличие, което може да получи един учен. А то не е така. Хората, удостоени с Нобелова награда по химия, са 40 или 50, докато чуждестранните членове на Кралското общество са 10, а чуждестранните носители на медала Копли са само двама – Бор и Де Хевеши“*.

От 1968 г. от един международен комитет се присъжда и една награда *„за изключителни постижения в областта на радиохимията и ядрената химия“*, която носи името на Георге де Хевеши. Досега носители на тази награда са 36 учени от различни страни, като сред тях са такива като Алберт Смайлс, Иван Алимарин, Джулиан Хосте, Роберт Джървис, Винсент Гуин, Едуард Сейър, Гарман Харботъл и много други.

Немското общество за нуклеарна медицина също връчва наградата *„Георг фон Хевеши“* на млади учени от областта на клиничната или експерименталната нуклеарна медицина.

Във Фрайбург, където Де Хевеши се завръща след пенсионирането си, на къщата на „Розацресе“ 21, в която живее с жена си, през юли 2014 г. е поставена възпеме-

нателна плоча. Същото е направено и на Химическия институт на „Албертштрасе“, където Де Хевеши следва, а в периода 1926 – 1934 г. преподава химия.

Името Де Хевеши носи и един кратер на Луната, а астероидът под номер 10 444 също е наречен на негово име. Неговото име носи и Техническият университет на Дания.

Чрез тази статия е направен скромен опит да бъдат отбелязани 130 години от рождението на този изключителен учен, допринесъл с дейността си толкова много за развитието на химията, радиохимията, биологията и клиничните изследвания.

БЕЛЕЖКИ

1. Актинон – Актинонът е изотоп на радона – ^{219}Rn . Поражда се от ^{223}Ra , или което е едно и също, от актиний-Х след излъчване на алфа-частица с период на полуразпадане 11,4 дни. ^{223}Ra е член на радиоактивното семейство на уран-235.

2. Хилда Леви (Hilde Levy, 1909 – 2003). Родена е във Франкфурт. През 1929 г. започва да следва физика в Университета в Мюнхен, а своята докторска степен получава в Кайзер-Вилхелмовия институт по физикохимия и електрохимия в Берлин-Далем под ръководството на Петер Прингсхайм (Peter Pringsheim, 1881 – 1963) и Фриц Хабер (Fritz Haber, 1868 – 1934). Докторската ѝ работа представлява изследване върху спектрите на алкалните халогениди. С идването на власт на Хитлер, поради еврейския си произход, тя е принудена да напусне Германия. Така през 1934 г. намира подслон в Института на Нилс Бор по теоретична физика в Университета в Копенхаген. Когато нацистите през 1940 г. окупират Дания, тя е принудена отново на бяга, като през 1943 г. се озовава в Швеция. Там работи в Института по експериментална биология „Венер-Грен“ в Стокхолм. След края на войната се завръща в Дания в Зоофизиологическата лаборатория в Копенхаген.

3. Хенри Мозли (Henry Gwyn Jeffreys Moseley, 1887 – 1915). Роден е в Уеймът, Англия. През 1906 г. започва да следва физика в Тринити колидж на Университета в Оксфорд. След това работи при Ърнст Радърфорд в Университета в Манчестър. Един от основоположниците на рентгенофлуоресцентния анализ. Установява връзката между честотата на спектралните линии в рентгеновия спектър и поредния номер на елемента в Периодичната система на Менделеев. През 1914 г. напуска Манчестър, за да продължи изследванията си в Университета в Оксфорд. Загива в битката за Галиполи в Първата световна война.

4. Фридрих Панет (Friedrich Adolf (Fritz) Paneth, 1887 – 1958). Роден е във Виена в семейството на физиолога Йозеф Панет. Следва химия в университетите във Виена и Мюнхен в периода 1906 – 1910 г. Заедно с Георге де Хевеши разработва метода на радиоактивните индикатори. След хабилитирането си е асистент в Прага, а след това е професор в университетите в Хамбург, Берлин и Кьонигсберг. След

идването на власт на Хитлер е принуден да емигрира в Англия, където от 1939 до 1953 г. е професор в Университета в Дърам. След възстановяването на Западна Германия приема поканата и става директор на „Макс Планк“ института по химия в Майнц. Основните му работи са в областта на радиохимията.

5. Ханс фон Ойлер-Хелпин (Hans Karl August Simon von Euler-Chelpin, 1873 – 1964). Роден е в Аугсбург (Германия). Започва да следва история на изкуството, но през 1893 г. се прехвърля във физика и химия. Следва в университетите в Мюнхен, Вюрцбург и Улм при професорите Емил Фишер (1852 – 1919), Емил Варбург (1846 – 1931), Макс Планк (1858 – 1947), Валтер Нернст (1864 – 1941), Арениус (1859 – 1927). Става асистент и частен доцент в Университета в Стокхолм, а от 1904 г. започва биохимични работи върху действието на ензимите и изследвания върху катализата. От 1906 г. е редовен професор по обща и органична химия в Университета в Стокхолм. Съществената част от неговите изследвания са свързани с ензимите захараза и каталаза, както и с фосфорилирането и първите етапи на ферментацията. През времето на своите изследвания той винаги остава на линията на физикохимията, за което говори и следното негово изречение: *„че всяко живо същество може да запази своята индивидуалност само чрез съвместно въздействие на химичните и физичните фактори и преди всичко като запазва принципа на неразрушимост на материята и енергията“*. През 1929 г. получава Нобелова награда по химия, като другата половина получава А. Харден (Sir Arthur Harden, 1865 – 1940) *„за техните изследвания върху ферментацията на захарта с участието на ензими“*.

6. Карл фон Осиецки (Carl von Ossietzky, 1889 – 1938). Роден е в Хамбург. Обучава се в реномирани гимназии в Хамбург, но поради слабо представяне на зрелостния изпит, на който се явява двукратно, не получава свидетелство. Започва работа като служител в управлението на юристите в Хамбург. През 1911 г. изпраща своята първа публикация в седмичника „Das freie Volk“ („Свободен народ“) – орган на демократичното обединение в Германия. Започва да сътрудничи и в други вестници. По време на Първата световна война заявява своя пацифизъм. След войната постепенно става издател на седмичния вестник „Die Weltbühne“ („Световна сцена“). През 1931 г. започва процесът срещу вестника, като Осиецки е обвинен в шпионаж. (Вестникът разкрива забранено въоръжаване на Германия.) Осиецки е осъден на 18 месеца затвор. За разлика от другия обвиняем, който успява да избяга в чужбина, Фон Осиецки се отказва от тази възможност и през май 1932 г. бива арестуван и до декември 1932 г. е в берлински затвор. Поради амнистия е освободен предсрочно. С идването на власт на националсоциализма обаче, като пацифист и демократ, Фон Осиецки е арестуван още през февруари 1933 г., като е изпратен в затвора Шпандау. През 1934 г. вече е в концентрационен лагер. Пора-

ди изключителното малтретиране и лоши условия на живот Осиецки заболява от туберкулоза и постъпва в лагера на болнично лечение. Впоследствие е прехвърлен в болница в Берлин, където умира през 1938 г. Още през 1934 г. започва кампания за отличаването му с Нобеловата награда за мир. През 1936 г. със задна дата, с усилията на Вили Банд (Willy Brandt, 1913 – 1992), в Осло на Карл фон Осиецки е присъдена Нобеловата награда за мир.

7. Макс фон Лауе (Max von Laue, 1879 – 1960). Роден е в Пфафендорф (днес е част от Кобленц). Завършва гимназия в Страсбург. През 1899 г. започва да следва физика, химия и приложна математика в университетите в Страсбург, Гьотинген и след един семестър в Мюнхен се отправя за Берлин. Завършва докторската си работа през 1903 г. Работи в Университета в Гьотинген до 1905 г., а през 1906 г. се хабилитира в Университета в Мюнхен при проф. Зомерфелд. Същата година получава покана и като частен доцент е асистент на Макс Планк (1858 – 1947). От 1909 до 1912 г. отново като частен доцент е при проф. Зомерфелд в Университета в Мюнхен. През пролетта на 1913 г. проф. Зомерфелд докладва в Гьотинген, че фон Лауе, Книпинг и Фридрих разработили метод за дифракция на рентгенови лъчи. През 1914 г., когато фон Лауе е вече професор в Университета във Франкфурт на Майн, получава Нобелова награда *„за откритото от него пречупване на рентгеновите лъчи при преминаването им през кристали“*.

8. Джеймс Франк (James Franck, 1882 – 1964). Роден е в Хамбург. Баща му е банков служител. През 1902 г. завършва гимназия в родния си град. Следва химия в Университета в Хайделберг, а след това физика в Университета в Берлин. Представя своята докторска работа през 1906 г. През 1911 г. се хабилитира, а до 1918 г. преподава в Университета в Берлин. Директор е на Института по физика в Кайзер-Вилхелмовото общество. През 1920 г. получава мястото на редовен професор в Университета в Гьотинген. През 1925 г. е отличен с Нобелова награда заедно с Густав Херц (1887 – 1975) *„за тяхното откритие на закона, описващ взаимодействието на електрон с атом“*. Когато Хитлер идва на власт, Франк напуска Германия и се отправя за САЩ. Първоначално получава място в Университета „Джон Хопкинс“ в Балтимор, а след това и в Чикаго. По време на Втората световна война е привлечен за участие в проекта „Манхатън“ и работи по проблемите на получаване на плутоний. Заедно с други учени – участници в проекта, се обявява против използването на атомната бомба срещу Япония.

9. Харолд Ури (Harold Clayton Urey, 1893 – 1981). Роден е в Уокъртън, щата Индиана. Следва термодинамика в Университета в Калифорния при Гилберт Люис (1875 – 1946). Там през 1923 г. получава докторската си степен, след което работи в Института на Нилс Бор в Копенхаген, където се среща с редица изследователи, между които и Де Хевеши. След завръщането си от Копенхаген Ури е назначен

за изследовател в Университета „Джон Хопкинс“. През 1931 г. започва работа по разделяне на изотопи. Чрез фракционна дестилация на водород открива деутерия – тежкия природен изотоп на водорода. През 1934 г. получава Нобелова награда „за неговото откритие на тежкия водород“. По време на Втората световна война оглавява групата за разделяне на изотопите и развива метода за газово разделяне на изотопите на урана. След края на войната получава място на професор в Университета в Чикаго. През 1958 г. получава покана и заема поста на професор в Новия университет на Калифорния в Сан Диего.

10. Сванте Арениус (Svante August Arrhenius, 1859 – 1927). Роден е във Вик близо до Упсала, Швеция. Завършва средното си образование през 1876 г. През 1884 г. представя своята докторска работа. За тази си работа, в която е написано, че нито чистите соли, нито чистата вода са проводници, докато проводници са разтворите на солите във вода, е отличен с Нобелова награда. Като развитие на своята йонна теория Арениус предлага дефиниции за киселини и основи. Получавайки средства от Шведската академия на науките, той продължава своето обучение при Оствалд (Wilhelm Ostwald, 1853 – 1932) в Рига, при Колпрауш (Friedrich Kohlrausch, 1840 – 1910) във Вюрцбург, при Болцман (Ludwig Eduard Boltzmann, 1844 – 1904) в Грац и ван'т Хоф (Jacobus Henricus van't Hoff Jr, 1852 – 1911) в Амстердам. През 1889 г. предлага своето прочуто уравнение за активиращата енергия. От 1891 г. е професор в Университета в Стокхолм. През 1896 г. той е първият учен, който пресмята нивото на въглеродния диоксид в атмосферата и говори за парниковия ефект, предизвикан от този газ. През 1903 г. Арениус е отличен с Нобелова награда „като признание за неговите изключителни заслуги, както и за неговата теория на електролитната дисоциация, която си завоюва признание в химията“.

REFERENCES

- Coster, D. & Hevesy, G. (1923). On the missing element of atomic number 72. *Nature*, 111, 79 – 79.
- Curie, I. & Joliot, F. (1934). Un nouveaux type de radioactivité. *Compt. rend.*, 198, 254 – 256.
- Hevesy, G. (1923). Über die Auffindung des Hafniums und den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse von diesem Element. *Ber. deutschen chemischen Gesellschaft* (A and B Ser.), 56, 1503.
- Hevesy, G. (1962). *Adventures in radioisotope research*. New York: Pergamon.
- Hevesy, G. & Levi, H. (1936). The action of neutrons on rare earth elements. *Matematisk-fysiske Meddelser det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 14, 5 – 34.
- Kuleff, I. (2006). Activation analysis at 70. *Chemistry*, 15, 448 – 468 [In Bulgarian].
- Levi, H. (1985). *George de Hevesy : life and work : a biography*. Bristol: A. Hilger.

- Moseley, H.G.J. (1913). The high-frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.*, 26, 1024 – 1034.
- Moseley, H.G J. (1914). The high-frequency spectra of the elements: part 2. *Phil. Mag.*, 27, 703 – 713.
- Palló, G. (2009). Isotope research before isotopy: George Hevesy's early radioactivity research in the Hungarian context. *Dynamis*, 29, 167 – 189.

ABOUT THE CREATOR OF THE TRACE ATOMS: 130 YEARS FROM THE BIRTH OF GEORGE DE HEVESY

Abstract. In the present paper was given the important facts in the life of George de Hevesy – the creator of radioactive isotopes in studying the metabolic processes of plants and animals. At the same time de Hevesy was discoverer of the hafnium, the neutron activation analyses, and alpha-emission of samarium. One of the lecturers with clear language by tracing chemicals in the body by replacing part of stable isotopes with small quantities of the radioactive isotopes.

✉ **Prof. Ivelin Kuleff, DSc**

Department of Analytical Chemistry
University of Sofia
1, James Bourchier Blvd.
1164 Sofia, Bulgaria
E-mail: Kuleff@chem.uni-sofia.bg