



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО – МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ



Историјски осврт на допринос Марије Кири науци

- мастер рад –

Ментор:

Стеван Јанков

Кандидат:

Милена Митић

Нови Сад, 2024.

Овај мастер рад рађен је на Департману за физику Природно-математичког факултета у Новом Саду.

Најискреније се захваљујем ментору свог рада Доцент др Стевану Јанкову на избору теме, корисним саветима током дискусије, као и на бескрајној моралној подршци и разумевању током студија. Хвала на стрпљењу и несебичној помоћи.

Такође, захваљујем се члановима комисије и свим професорима на пренесеном знању.

Неизмерну захвалност дугујем својој породици и колегама из школе за подршку и разумевање током студија.

Нови Сад, август 2024.

Милена Митић

„Човечанству су потребни практични људи, који узимају што је могуће више од свог рада, не заборављајући опште добро, раде у своме интересу. Али човечанству такође требају сањари, код којих је незаинтересованост за развој сопствене предузимљивости толико снажна да за њих постаје немогуће да посвете своју пажњу својој материјалној користи. Без сумње, ови сањари не заслужују богатство, јер га и не желе. Па ипак, добро организовано друштво би требало да осигура таквим радницима ефикасна средства за извршавање њихових задатака, и живот ослобођен материјалних брига како би могли да се слободно посвете истраживању.“

Марија Склодовска Кири

Садржај:

1.	Увод	1
2.	Марија Саломеа Склодовска Кири	6
2.1.	Биографија	6
2.2.	Марија и Пјер	7
3.	Радиоактивност	10
4.	Четири године у шупи	14
4.1.	Пехбленда	15
5.	Откриће полонијума	16
5.1.	Својства	17
5.2.	Физичка својства	17
5.3.	Хемијска својства	18
5.4.	Налажење	18
5.5.	Употреба	19
6.	Радијум	20
6.1.	Својства	21
6.2.	Физичка својства	21
6.3.	Хемијска својства	23
6.4.	Налажење и употреба	23
7.	Награде и признања	25
7.1.	Нобелова награда за физику	26
7.2.	Успеси и искушења	28
8.	Нобелова награда за хемију	30
8.1.	Маријин слом	31
9.	Институт за радијум	32
9.1.	Нобеловци Института Кири	33
10.	Рат	34
11.	Послератни период	36
12.	Посета Америци	38
13.	Институт за радијум у Варшави	40
14.	У пуном замаху	41
15.	Маријина наследница - Ирена Кири	43

16.	Маријини последњи дани.....	45
17.	Најзначајније награде	46
18.	Медаље и титуле додељене Марији Кири.....	47
19.	Закључак	48
20.	Литература:	50

1. Увод

Основне природне науке су физика, хемија и биологија. Ова подела је проширена и разграната тако да се у природне науке убрајају и астрономија, биохемија, екологија, физичка хемија, геологија итд. Физика и хемија као такве имају важну улогу у образовању сваког појединца.

Основни задатак наставе је, пре свега, у помагању ученицима да у наставним садржајима открију оно што чини њихову суштину, оно што је у њима опште и нужно, оно што представља законитост унутар појединих области знања. Откривањем односа између општег, посебног и појединачног развија се и апстрактно мишљење као средство сазнања суштине предмета и појава.

У циљу бољег савладавања и разумевања градива, развила се дисциплина методике наставе уско усмерена баш на проучавање наставе физике и наставе хемије. Образовни и васпитни задаци се у процесу наставе узајамно преплићу и допуњују.

- Најважнији циљ наставе физике јесте да ученици упознају природне законе и да разумеју физичке појаве које се свакодневно дешавају у свету који нас окружује.
- Најважнији циљ наставе хемије јесте да сви ученици развију хемијску писменост и да разумеју промене и појаве у природи на основу знања хемијских појмова, теорија, модела и закона.

Потребно је нагласити да усвајање знања није једини циљ и задатак наставе. Од великог значаја је оспособљавање ученика за самостално решавање задатака и за самосталан рад. Стицање знања и развијање интелектуалних способности код ученика су неодвојиви процеси.

- Задатак физике је да проучава физичке појаве, да открива законе по којима се оне дешавају и да на тај начин помогне човеку да стечено знање примени у свакодневном животу, техници и технологији.
- Задатак хемије је да проучава структуру, својства и промене супстанци, као и законе по којима се те промене дешавају.

Експерименти играју кључну улогу у настави физике и хемије.

Они омогућавају ученицима да стекну практично искуство и дубље разумевање физичких и хемијских појава и промена. Метода експеримената је искуствено учење при којем ученици износе своје претпоставке, изводе експеримент, посматрају, бележе запажања и доносе закључке.

Експерименти треба да буду једноставни, а услови при којима се изводе лако објашњиви ученицима. Употребом експеримента у настави оба предмета постижу се бројни резултати, као што су:

- боље разумевање природе и појава у њој;
- подстиче се, стимулише и буди интелектуална радозналост ученика;
- подстиче се принцип развоја од простог ка сложеном;
- знања добијена путем експеримента су трајнија од осталих знања;
- ученик учи деловањем;
- ученик уочава јединство материје;
- боље се уочавају и схватају природне узрочно-последичне везе;
- подстиче се трансформисање стечених знања у вештине и навике;
- ученик боље разуме свет око себе;
- развијају се естетске навике и машта ученика;
- развијају се способности запажања важних момената;
- развијају се способности вршења графичке анализе;
- развија се ученичка одговорност према животној средини;
- ученици лакше усвајају језик науке.

Као будући професор физике и хемије, желим да истакнем значај физичара и хемичара који су допринели развоју науке. Неки су често, неки ретко помињани, али нажалост сви лако заборављани и/или површно и погрешно схваћени и упамћени.

Један од најпознатијих наших физичара је **Никола Тесла**, а његова револуционарна открића у области електротехнике и бежичне комуникације имала су огроман утицај на свет. Затим, **Михајло Пупин** био је физичар који је оставио трајан утицај на светску науку. Такође, **Милица Љубински**, прва жена физичар у Србији, имала је значајан допринос у области термодинамике. **Милутин Миланковић** који је дао кључне доприносе у области астрономије и телекомуникација.

Најзначајнији хемичари српског порекла су Сима Лозанић и Павле Савић.

Сима Лозанић је био универзитетски професор, политичар, дипломата и академик, али и председник Српске краљевске академије, први ректор Београдског универзитета, министар иностраних дела, министар привреде и српски краљевски посланик у Лондону. Објавио је преко 200 научних радова и стручних публикација.

Павле Савић (1909 - 1994) је радио са Иреном Жолио Кири у Паризу, и учествовао у открићу изотопа атома урана бомбардовањем спорим неутронима. Предложен је за Нобелову награду. Павле Савић се као први директор сматра оснивачем Института „Винча“, који је тада зван Институт „Борис Кидрич“. Био је дугогодишњи шеф Катедре за физичку хемију Природно-математичког факултета у Београду и председник Српске академије наука и уметност. Наглашавање ових српских физичара и хемичара у настави може инспирисати ученике да истражују и размишљају о доприносима својих сународника у свету науке.

Поред ових великих научника треба споменути и друге најпознатије научнике света као што су **Исак Њутн** (*Isaac Newton*, 1643 – 1727) енглески физичар, математичар, астроном, алхемичар и филозоф природе. Његова студија „*Математички принципи природне филозофије*“ која описује универзалну гравитацију и три закона кретања, поставила је темеље класичне (Њутнове) механике и послужила као пример за настанак и развој других модерних физичких теорија.

Антоан Лавоазје (*Antoine Laurent de Lavoisier*, 1743 - 1794) био је француски хемичар и сматра се оцем хемије. Први је доказао да се вода састоји од водоника и кисеоника, формулисао закон о одржању маса и први именовао кисеоник као хемијски елемент.

Алфред Нобел (*Alfred Bernhard Nobel*, 1833 - 1896) био је шведски хемичар, иноватор, драмски писац и донатор који је синтетисао и патентирао динамит. У Периодном систему елемената елемент са редним бројем 102 добио је по њему име нобелијум.

Дмитриј Иванович Менделјејев (*Дми́трий Ива́нович Менделеев*, 1834 - 1907) био је руски хемичар који је осмислио Периодни систем елемената. Открио је да хемијски

елементи показују особину периодичности када се поређају по растућим атомским тежинама и тако сродне елементе сврстао у исту колону, један испод другог. Такође је предвидео на ком се месту у ПСЕ налазе још неоткривени елементи, у каквим се једињењима могу тражити и наћи, и какве су им физичке и хемијске особине.

Вилијам Ремзи (*William Ramsay*, 1852-1916) био је шкотски хемичар и добитник Нобелове награде за хемију за откриће племенитих гасова. Први је открио гас аргон (Ar) и изоловао хелијум (He), који је био примећен у спектру Сунца, али није био нађен на Земљи. Касније је открио племените гасове неон (Ne), криптон (Kr) и ксенон (Xe).

Алберт Ајнштајн (*Albert Einstein*, 1879-1955) био је теоријски физичар. Формулисао је општу теорију релативности којом је направио револуцију модерној физици. Поред тога, допринео је напретку напредне квантне теорије и статистичке механике. Иако је најпознатији по теорији релативности, Нобелова награда за физику му је додељена 1921. године за објашњење фотоелектричног ефекта. За Марију Кири је рекао „*Од свих славних личности Марија Кири је једина коју слава није искварила*“.

Нилс Хенрик Дејвид Бор (*Niels Henrik David Bohr*, 1885-1962) био је дански физичар. Један је од најистакнутијих научника XX века. Зачетник је савремене атомистике (науке о атомима). Завршио је универзитет и докторирао у Копенхагену, а затим је 1911. године прешао у Манчестер где је са Ернестом Радерфордом изучавао структуру атома. После пет година рада у Енглеској, враћа се у Копенхаген и постаје директор данског Института за теоријску физику. Године 1922. добио је Нобелову награду за физику. Потом је низ година изучавао нуклеарну физику, а од 1939. године посебно је проучавао уранијум.

Пјер Кири (*Pierre Curie*, 1859-1906), француски физичар и хемичар. Проучавао је магнетне појаве. Са братом Жаком открио је пиезоелектрицитет, а са супругом Маријом Кири открио је радиоактивне елементе полонијум (Po) и радијум (Ra). Заједно са Маријом и Антоаном Бекерелом добио је Нобелову награду за физику 1903. године за научна достигнућа у испитивању радиоактивности.

Марија Склодовска Кири (*Maria Skłodowska-Curie*, 1867-1934) остала је једина жена која је Нобелову награду добила два пута и чији ћу рад и допринос науци описати у овом раду.

Сви поменути, као и многи други, научници и њихова открића, покретачи и прекретнице научно-технолошког развоја цивилизације морају представљати мотивацију како ученицима и студентима, тако и широј популацији, и бити стални подсетник на научну, али и опште друштвену баштину. Учење о њима може да нам помогне да развијемо интересовање за науку и да нам покаже како су научници допринели светском научном напретку.

2. Марија Саломеа Склодовска Кири



Марија Саломеа Склодовска Кири

Жижа интересовања овог рада биће прва добитница две Нобелове награде, и то за две различите области, физику и хемију. Повучена, достојанствена и скромна, стекла је немерљиво поштовање научне заједнице, а дивљење целог света.

2.1. Биографија

Марија Саломеа Склодовска Кири рођена у Варшави 7. новембра 1867. године била је француска физичарка и хемичарка пољског порекла. Имала је двојно држављанство, француско и пољско. Детињство је провела у Пољској, а већи део живота у Француској где је и започела научну каријеру.

Била је пето дете у просветарској породици. Њен деда Јозеф Склодовски је био педагог, као и њена мајка која је преминула од туберкулозе када је Марија имала 12 година. Отац Владислав био је наставник математике и физике, као и директор гимназије.

Завршила је гимназију и након тога неколико година радила као васпитачица и држала приватне часове. Радила је пар година и као гувернанта у Кракову да би финансијски

помогла сестри Бранислави или како је Марија звала Броњи, током студија медицине. После сестрине удаје, Марија одлази у Француску.

Почетком 1881. године у Паризу, на Сорбони Марија уписује студије и прати предавања из физике, хемије и математике. Она систематски, стрпљиво, постиже свој циљ и као прва у класи полаже дипломски испит из физичких наука 1893. године, а као друга дипломски испит из математичких наука, 1894. године. Уз све то, Марија учи француски језик који јој је био неопходан током школовања.

Затим, уз помоћ старе пријатељице госпођице Дидински, код које је Марија један период живела у Сорбони, а која је била убеђена да Марију чека велика будућност, Марија добија стипендију Александровића, намењену студентима који студирају у иностранству. Тако Марија, настављајући школовање обузета својим сновима, преморена непрестаним радом, поносна и привржена домовини, упознаје свог будућег супруга.

2.2. Марија и Пјер

Пјер Кири је рођен у Паризу, 15. маја 1859. године. Био је други син доктора Еугена Кирија који је и сам био лекарски син. Његова породица је била пореклом из Алзаса, и протестантска. Киријеви су генерацијама били интелектуалци и научници. Еуген Кири је био и страсни научни истраживач, лабораторијски препаратор у музеју и писац дела о вакцини против туберкулозе. Његова два сина, Жака и Пјера, су већ од детињства привлачиле природне науке. Пјер је у шеснаестој години положио матуру, а са осамнаест година стекао диплому из природних наука. Годину дана касније је именован за препаратора код професора Дезена на Факултету природних наука и тај положај ће задржати пет година. Са братом Жаком, такође препаратором на Сорбони, вршио је научна испитивања. Млади физичари су 1880. године објавили откриће важне појаве *пиезоелектрицитета* и њихов експериментални рад их је навео на проналазак новог апарата: *пиезоелектричног кварца* који служи за прецизна мерења малих количина наелектрисања.

Пиезоелектрични ефекат је појава стварања електричног напона на крајевима пиезоелектричног кристала при механичком притиску на њега. Типични представник пиезоелектричних кристала је кварц. Пиезоелектрични кристали имају широку употребу у

многим гранама технике, посебно у електротехници при изради прецизних осцилатора високо стабилних фреквенција, затим у електроакустици за израду микрофона, слушалица, детектора ултразвука, итд.

После тога, Жак је именован за професора у Монпељеу, а Пјер је постао шеф лабораторије у Школи за физику и хемију у Паризу.

Пјер се у Паризу највише бавио практичним радовима, али је део времена посветио и теоријским истраживањима у области физике кристала. Ти радови га доводе до дефинисања принципа о симетрији који ће постати један од темеља модерне науке. Настављајући своја експериментална проучавања, Пјер Кири осмишљава и конструише ултра-осетљиву научну вагу, „Киријеву вагу“, а затим предузима истраживања у области магнетизма и открива закон о повезаности јачине магнетизације и температуре, који носи његово име.

На састанцима Физичког друштва неколико пута среће Марију која слуша реферате научника о новим истраживањима. Временом му се Марија свидела, али се није усуђивао да јој приђе, него јој је након неког времена послао своје објављене студије *О симетрији у физичким појавама – Симетрија једног електричног и магнетног поља*, написавши посвету на првој страни „Госпођици Склодовској, у знак пишчевог поштовања и пријатељства, П.Кири”.

Одмереном упорношћу Пјера Кирија, 26. јуна Марија постаје госпођа Кири. Марија једноставно и помало стидљиво овим једноставним речима описује њихов први сусрет почетком 1894.године:

„Кад сам ушла, Пјер Кири је стајао у вратима која су гледала на балкон. Учинио ми се врло млад, иако му је тада било тридесет и пет година. Израз његовог бистрог погледа и привидна лака погуреност његовог високог стаса учинили су на мене снажан утисак. Његова реч, помало спора и промишљена, његова једноставност, његов осмех у исто време озбиљан и младалачки, уливали су поверење. Између нас се разви разговор о научним питањима, који убрзо поста пријатељски. Била сам срећна што сам могла чути његово мишљење.“

Пјер Кири, док је у доколици прелиставао свој давно занемарени дневник и читао своје некадашње белешке, поглед би заустављао на четири кратке речи:

„.....генијалне жене су ретке.“

Пјер са Маријом добија ћерке Еву и Ирену.

Након пар година Марија је уписала докторске студије код француског нобеловца Антоана Бекерела који јој предлаже да испита зашто је радиоактивност неких врста руде уранијума знатно већа него радиоактивност чистог уранијума.

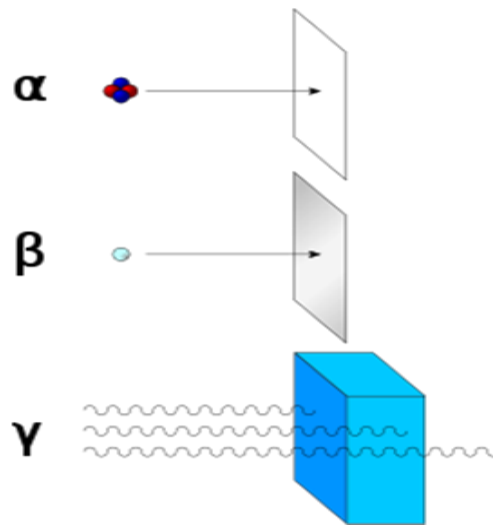
Током брака, Пјер и Марија Кири су, у сарадњи са Бекерелом, добили Нобелову награду за физику, 1903. године.



Марија и Пјер Кири у лабораторији.

3. Радиоактивност

Радиоактивност или радиоактивни распад је процес при коме нестабилно језгро атома прелази у стабилније, емитујући при томе релативно велику енергију у виду зрачења. Радиоактивност је открио француски научник Анри Бекерел тако што је приметио да руда уранијума оставља траг на фотографском папиру када је заштићен од светлости. Постоје три врсте радиоактивног зрачења: алфа, бета и гама зраци.



Алфа, бета и гама зраци

Важно откриће у вези са радиоактивношћу различитих природних елемената јесте да се они не распадају истом брзином. Различитом брзином се распадају и изотопи истог елемента. Да би се описала брзина распадања атома уведена је величина која је названа период полураспада. Период полураспада је време за које се почетни број атома неког радиоактивног елемента смањи за половину. То време је различито за различите елементе и креће се од неколико делова секунде до неколико милиона година.

Закон радиоактивног распада:

Број нераспаднутих језгара експоненцијално се смањује у току времена.

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Где су N_0 – почетни број радиоактивних језгара; T - период полураспада; N – број нераспаднутих језгара по истеку времена t и λ – константа радиоактивног распада.

Помоћу закона радиоактивног распада је коначно решен један од великих проблема у науци, а то је колико је стара Земља, тј. колика је старост Сунчевог система.

Уведена је мера брзине радиоактивног распада, тј. представља број распада у јединици времена и назива се *активност радиоактивног извора*. Мерна јединица за активност је бекерел [**Bq**]. Активност од 1 Bq има радиоактивни извор у коме се одигра један распад у секунди. У пракси се најчешће користе њени умношци kBq, MBq, GBq.

После проналаска рендгенских X-зрака, Анри Бекерел је испитивао соли „ретког метала“ уранијума. Он открива да соли спонтано, без дејства светлости, емитују зраке непознате природе. Једињења уранијума стављена на фотографску плочу, обавијену црном хартијом, остављају траг на плочи, тј. пенетрирају кроз хартију. Као и рендгенски, и ови зраци су празнили електроскоп, пошто је ваздух постао електропроводан. То је француског научника навело на закључак да својства једињења уранијума не зависе од претходног излагања светлости, и манифестују се и када је једињење дуго у мраку.



Марија, Пјер Кири и Анри Бекерел у лабораторији.

Све то је веома заинтересовало Марију Кири и она себи поставља следећа питања: Одакле може да потиче енергија? У којој количини? Каква је природа зрачења?

Да би добила одговоре на та питања, започиње испитивања. Прва њена идеја је била да мери *моћ јонизације* уранијумових зрака, односно њихову способност да ваздух учине проводним и испразне електроскоп. Методу којом се служила осмислили су Пјер и Жак Кири, а уређај који Марија употребљава састоји се из коморе за јонизацију, електрометра и узорка пиезоелектричног кварца. После неколико недеља Марија је дошла до првих резултата. Марија закључује да је јачина зрачења сразмерна количини уранијума, садржаној у испитиваним примерима, и да на зрачење које се може тачно измерити не утичу ни хемијски састав уранијума, ни спољашње околности као што су осветљење или температура.

Марија даље врши испитивања и пита се да ли постоји још неки елемент који је у стању да изазове ову појаву?

Због тога напушта проучавање уранијума и започиње испитивање свих познатих хемијских елемената. Убрзо је дошла до резултата да једињења торијума такође спонтано емитују зраке сличне уранијумовим и сличне јачине. Ову појаву је назвала *радиоактивност*. Елементе попут уранијума и торијума, код којих се наилази на ово нарочито зрачење, назваће *радио-елементима*.

Радозналост и смелост којом Марија располаже, буди у њој потребу да користећи се збирком минерала која припада Школи за физику и хемију, различите узорке испита електрометром. У том тренутку је већ знала да ће минерали који садрже уранијум или торијум бити радиоактивни, док ће они који их не садрже бити неактивни. Одбацујући неактивне, пуну пажњу поклања радиоактивним минералима и мери њихову радиоактивност.

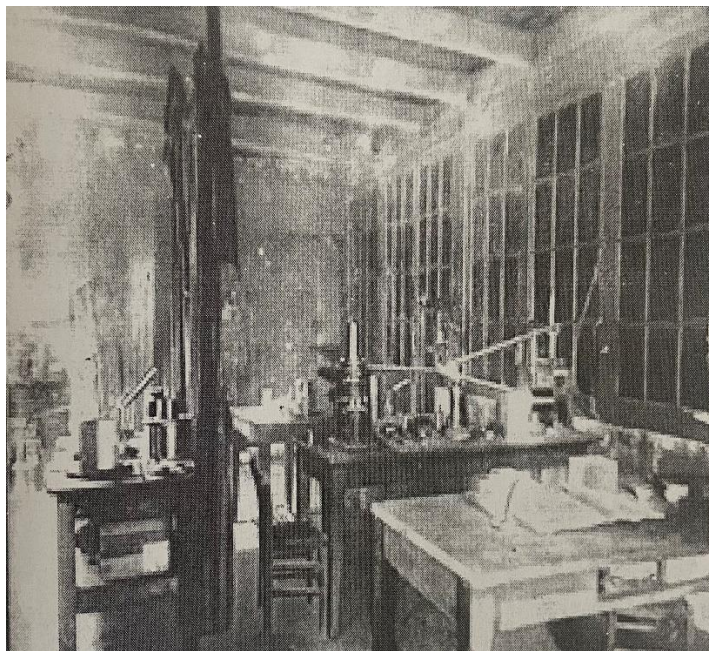


Марија Кири, електрометар, руда уранинит.

Одједном, долази до обрта и радиоактивност испитиваних узорака се показује много јачом од оне која би се могла очекивати према количинама присутног уранијума или торијума. Марија долази до закључка да постоји још један хемијски елемент који би требало пронаћи.

4. Четири године у шупи

Након тога, Марија и Пјер одлучују да се посвете проналаску хемијских елемената који се налазе у руди познатој под именом *пехбленди*. На почетку наилазе на огроман проблем, а то је недостатак адекватно опремљене лабораторије у којој би радили. После пар неуспешних покушаја проналаска таквог простора, директор Школе за физику и хемију у којој је Пјер држао предавања им уступа просторију у приземљу школске зграде. То је била једна пренатрпана соба која је служила као магацин или, једноставно речено - шупа. Услови за експерименте су били веома лоши. На прецизност уређаја утицала је влага, промена температуре, осветљеност.



Ентеријер прве скромне лабораторије Марије и Пјера Кирија.

Када су обезбедили просторију, потребно је било обезбедити и руду. То је била драгоцену руду која се експлоатисала у рудницама на Рудној гори код града Јоакимштала на граници Немачке и Чешке како би се из ње извукле уранијумове соли које су се користиле у индустрији стакла. Руда је била веома скупа и млади пар је одлучио да затражи остатке руде. Захваљујући интервенцији Академије наука у Бечу, аустријска влада, која је била власник тог државног рудника, ставља бесплатно на располагање тону отпадака.

4.1. Пехбленда

Пехбленда или уранинит, радиоактивни је минерал и руда богата уранијумом са хемијским саставом који је углавном UO_2 , али због оксидације обично садржи променљиве пропорције урана и кисеоника.

Уранинит такође увек садржи мале количине изотопа олова ^{206}Pb и ^{207}Pb , крајњих производа серије распада изотопа уранијума ^{238}U и ^{235}U . Мале количине хелијума су такође присутне у ураниниту као резултат алфа распада. Хелијум је први пут пронађен на Земљи у минералу клевиту, нечистој радиоактивној врсти уранинита, након што је спектроскопски откривен у атмосфери Сунца.

Изузетно ретки елементи технецијум и прометијум могу се наћи у ураниниту у веома малим количинама (око 200 pg/kg и 4 fg/kg), настали спонтаном фисијом уранијума U-238 . Францијум се такође може наћи у ураниниту, 1 атом францијума на сваких 10^{18} атома уранијума у руди као резултат распада актинијума.

Пехбленда је челично црне боје и пресијава се, по чему је и добила име, а на Мосовој скали показује тврдоћу између 5 и 6 степени, што је сврстава у средње тврде минерале.

Радиоактивност је од 70 Bq/g до 150 kBq/g . Позната је од 15. века из рудника сребра на Рудној гори. Типични локалитет је историјски, рударски и бањски град познат као Јоакимштал, данашњи Јахимов, на чешкој страни планина, где је Ф. Е. Брукман (*енг. F. E. Brückmann*) описао минерал 1772. године. Пехбленде из налазишта Јохангеоргенштат у Немачкој користио је хемичар М. Клапрот (*енг. Martin Heinrich Klaproth*) 1789. Године приликом открића уранијума.



Пехбленда.

5. Откриће полонијума

У почетку Маријиног истраживања Пјер Кири је само пратио рад своје жене и помагао саветима и примедбама. С обзиром на запањујуће резултате који су постигнути, Пјер је одлучио да привремено напусти своја проучавања кристала и да своје напоре удружи са Маријиним, како би се заједнички докопали нове супстанце. Тако су 1898. године започели заједничко научно истраживање.

Киријеви су тражили активну супстанцу у пехбленди - уранијумовој руди. Та руда након издвајања радиоактивних елемената уранијума и торијума, показала се четири пута радиоактивнијом од чистог уранијумовог оксида који садржи. Та појава навела је Марију и Пјера у потрагу за другим радиоактивним елементима садржаним у руди. Стрпљиво су започели своја испитивања обичним поступком хемијске анализе раздвајајући супстанце од којих је састављен узорак. Затим су мерили радиоактивност сваке од њих. Узастопним елиминисањима приметили су да се радиоактивност повлачи у извесне делове руде. Долазе до закључка да постоје два различита радиоактивна елемента, јер се радиоактивност углавном испољава у два хемијска састојка.

Већ јула 1898, они су били у стању да открију једну од ове две супстанце.

У извештајима Академије од јула 1898. године може се прочитати:

„Верујемо да супстанца коју смо одвојили из пехбленде садржи досад још непознати метал по својим аналитичким својствима сродан бизмуту. Ако се постојање овог новог метала потврди, предлагемо да се назове полонијум, по имену родне земље једнога од нас.“

Касније, у извештајима намењеним Академији наука, и објављеним у Извештајима са седнице од 26. децембра 1898. године, Марија објављује постојање и другог радиоактивног хемијског елемента у руди:

„...Разни разлози које смо набројали доводе нас на мисао да нова радиоактивна супстанца садржи један нови елемент за који предлагемо име радијум. Нова радиоактивна

супстанца садржи свакако у великој мери и баријум, и поред тога њена радиоактивност је знатна. Радиоактивност радијума мора, дакле, да је огромна...“

5.1. Својства

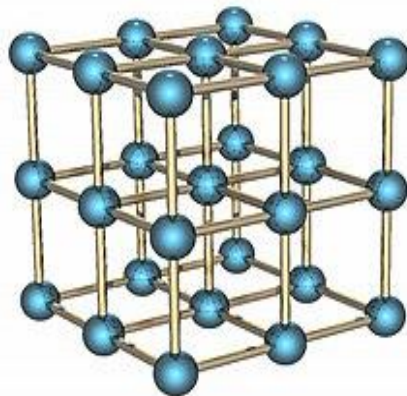
Полонијум се налази у 16. групи и VI периоди Периодног система елемената. Класификован је као метал јер се проводљивост полонијума смањује повећањем температуре. Веома је редак радиоактивни метал. Пре открића полонијума, једино су уранијум и торијум били познати радиоактивни елементи.

5.2. Физичка својства

Полонијум постоји у две металне алотропске модификације: алфа и бета. Алфа модификација има просту кубну кристалну решетку, чија је ивица дужине 335,2 pm, док је бета модификација ромбодарске структуре.

Атомски број:	84
Атомски симбол:	Po
Латински назив:	polonium
Атомска маса:	208,9824308
Агрегатно стање:	чврст
Боја:	сребрносив метал
Температура топљења:	527 K (254 °C, 489 °F)
Температура кључања:	1235 K (962 °C, 1764 °F)
Густина при собној температури:	алфа 9,196g/cm ³ ; бета: 9,398g/cm ³
Електронегативност:	2,0
Оксидациона стања:	+4, +2
Распоред електрона по нивоима:	2, 8, 18, 32, 18, 6
Електронска конфигурација:	[Xe]6s ² 5d ¹⁰ 4f ¹⁴ 6p ⁴
Атомски полупречник:	190 pm

Општа својства полонијума.



Алфа облик чврстог полонијума.

5.3. Хемијска својства

Полонијум се лако раствара у разблаженим киселинама. Раствори полонијума су ружичасте боје због јона Po^{2+} да би због алфа радијације постали жути и Po^{2+} се јонизовао у Po^{4+} . Овај поступак је праћен настанком мехурића гаса и емисијом топлоте и светлости из стакленог посуђа, јер оно апсорбује алфа зраке. Као резултат тога раствори полонијума врло лако испаравају.

5.4. Налажење

Полонијум се у Земљиној кори налази у траговима и то само у рудама уранијума. Има 33 изотопа чије се атомске масе налазе између 194 и 218. Сви су нестабилни. Најпостојанији је изотоп Po-209 чије је време полураспада 105 година, али он се не јавља у природи, него је добијен бомбардовањем бизмута неутронима. Најпостојанији изотоп који се јавља у природи је изотоп 210, који има време полураспада 138 дана.

Трагови Po-210 могу се наћи у земљишту и у ваздуху. Настаје разградњом гаса радона 222 који је резултат распада радијума, који је продукт распада уранијума, а који је присутан у свим стенама. Иако је присутан у руди уранијума, није економичан јер у 100 тона има само 1 микрограм полонијума.

5.5. Употреба

Због велике радиоактивности и високе токсичности полонијум има веома малу комерцијалну употребу. Употребљава се за уклањање статичког електрицитета са машина и уклањање прашине са ролни филма. Због брзог распада ослобађа велику количину енергије у облику топлоте. Користи се и као фототермални извор топлоте у сателитима и другим свемирским летелицама. Користио се у нуклеарном оружју као детонатор. Прва особа која је умрла од тровања полонијумом била је старија ћерка Марије и Пјера, Ирена Жолио Кири.

6. Радијум

Вест о Маријином и Пјеровом успеху се полако ширио светом и будио радозналост других научника. Али, нису сви људи веровали у постојање новог елемента, а најмање хемичари. Став хемичара био је другачији. По једној дефиницији хемичар верује у постојање новог елемента само ако га је видео, додирнуо, измерио, испитао, испитао реакције са киселинама, ставио у бочицу и одредио његову атомску масу.

Међутим, до тада нико није видео радијум, како га је назвала Марија. Она и Пјер су били одлучни да докажу постојаност чистог радијума и полонијума, те наредне четири године проводе у својој лабораторији-шупи.

Задатак им је био да се дође до чистог радијума и полонијума из руде пехбленде. У току прве године Пјер је покушавао да тачно утврди својства радијума, а Марија се бавила поступцима добијања соли чистог радијума. У дневнику Марија пише:

„Каткад сам прерађивала одједном и по 20 килограма материје због чега је цела шупа била испуњена великим судовима талоба и течности. Био је то заморан посао преносити судове, преручивати течности и сатима мешати материју која кључа у казану од ливеног гвожђа.“

Док је обрађивала пехбленду, приметила је да је њена радиоактивност неколико пута већа, иако је већ открила и изоловала полонијум. Уз помоћ Пјера и асистента Г. Бемонта, Марија концентрише радиоактивну супстанцу баријум, али пошто је њен хлорид био нерастворљив, успева да га исталожи фракционом кристализацијом. Одвајање је праћено повећањем интензитета нових линија ултраљубичастог спектра и сталним порастом атомске масе, док се није добила приближна вредност 225,2 која је изузетно близу данашњој вредности од 226,03.

Године 1902, четрдесет и пет месеци после почетка, Киријеви су објавили могућност постојања радијума, а 1910. године Марија и Пјер изоловали су сам метал.

6.1. Својства

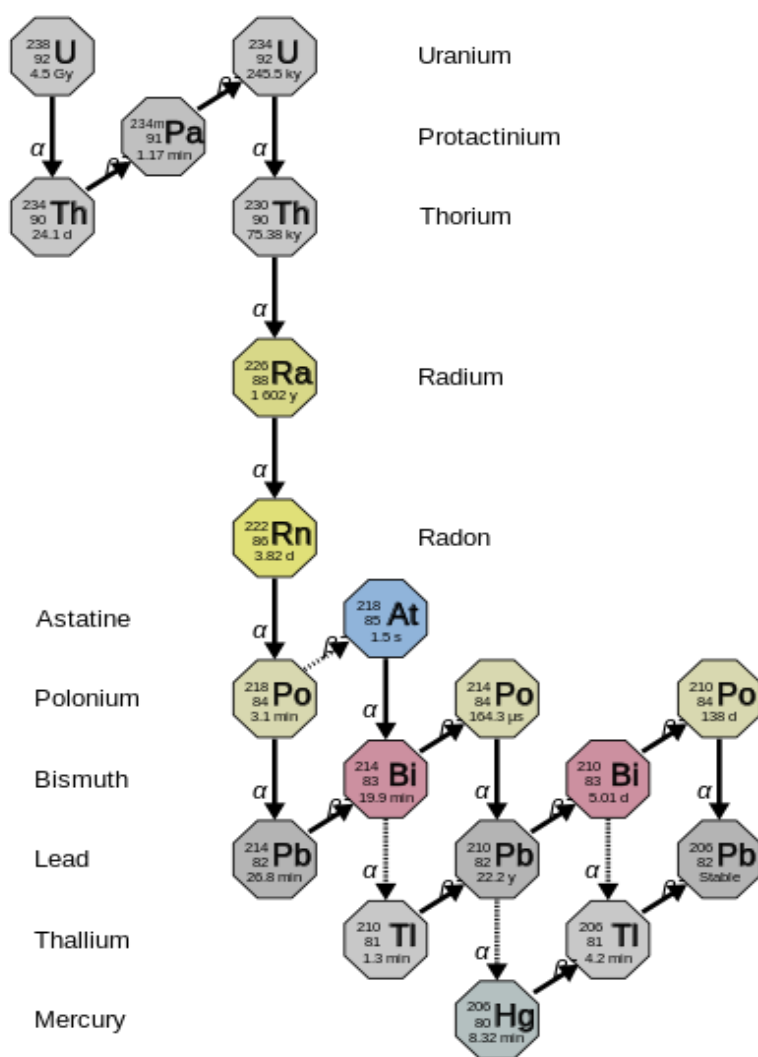
Радијум (**Ra**, латински *radium*), налази се у IIА групи и 7. периоди у Периодном систему елемената. Он је најтежи познати земноалкални метал и једини радиоактивни члан ове групе хемијских елемената. Његове физичке и хемијске особине у многим аспектима сличне су баријуму.

6.2. Физичка својства

Име потиче од латинске речи *radius* што значи зрак или зрачење. Атомски број је 88, и има 34 нестабилна изотопа чије се атомске масе налазе између 202 и 234. Сви његови изотопи су радиоактивни. Најстабилнији изотоп Ra је 226, који има време полураспада 1600 година. При распадању радијума, долази до радиолуминисценције. Заступљен је у Земљиној кори у количини од 6×10^{-7} ppm (*parts per million*).

Атомски број:	88
Атомски симбол:	Ra
Латински назив:	<i>radium</i>
Атомска маса:	226 u
Агрегатно стање:	чврсто
Боја:	сребрнобела
Температура топљења:	973 K (700 °C)
Температура кључања:	2010 K (1737 °C)
Густина:	5000 kg/m ³ ,
Електронегативност:	0,89
Оксидациона стања:	2
Распоред електрона по нивоима:	2, 8, 18, 32, 18, 8, 2
Електронска конфигурација:	[Rn] 7s ²
Атомски полупречник:	215 pm

Опишта својства радијума.



Ланац распадања уранијума и настанак радијума.

Будући да су сви изотопи радијума радиоактивни и краткотрајни на геолошкој временској скали, сваки првобитни радијум би одавно нестао. Стога се радијум природно јавља само као продукт распадања у три природне серије радиоактивног распада (торијум, уранијум и актинијум). Радијум-226 је члан серије распада уранијума. Његов родитељ је торијум - 230, а ћерка радон -222. Неки од изотопа радијума названи су радијум-А, радијум-В, радијум -С, радијум-С', радијум-С'', радијум-Д и тако даље.

6.3. Хемијска својства

Радијум је изузетно реактиван метал и увек се јавља у оксидационом стању +2. Гради јонска једињења, јер се у воденим растворима катјони Ra^{2+} понашају базно.

Његова једињења показују тамноплавичаст сјај у мраку, резултат њихове радиоактивности при којој емитоване алфа честице побуђују електроне у осталим елементима у једињењима, а побуђени електрони ослобађају своју енергију у виду светлости.

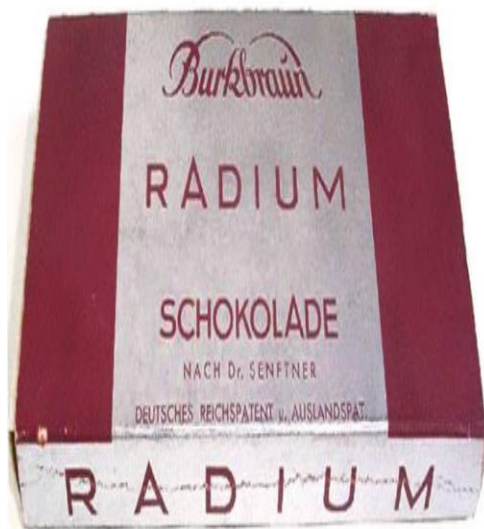
Активност једног грама радијума-226 је $3,7 \times 10^{10}$ распада у секунди. Практично ослобађање енергије чак је и веће од овог (за четири до пет пута) због производње великог броја краткотрајних производа радиоактивног распада. Због тога се алфа честице које емитује радијум могу користити за покретање нуклеарних реакција.

6.4. Налажење и употреба

Радијум се у природи јавља међу рудама уранијума, у облику оксида RaO и хидроксида Ra(OH)_2 , и у рудама торијума у траговима. Раније се користио као радиоактивни извор у радиолуминисцентним уређајима, а због својих наводних лековитих особина користили су га надрилекари за лечење својих пацијената. Данас радијум нема никакве комерцијалне употребе осим у нуклеарној медицини и употреба радијума је забрањена и не спроводи се, јер је свест о токсичности радијума много већа, а за радиолуминисцентне уређаје користе се мање опасни изотопи.

Пре него што су се истражили и открили ефекти радијације, радијум се користио скоро свуда. Приче које су се шириле о његовим особинама, а које су биле непроверене и недовољно испитане су довеле до тога да се радијум налазио у чоколадама или пастама за зубе. Произвођачи хране, козметике и лекова су се утркивали да га уврсте у састојке својих производа. Поред чоколаде и пасте, продавала се и вода под називом *Ревигатор* која се препоручивала за лечење артритиса, импотенције и против бора. Затим, у козметици за прављење пудера и крема за које се тврдило да подмлађују кожу. Америчка *Радијум* корпорација правила је боју од воде, лепка и радијума и лакирала сатове који су светлели у

мраку. Поред тога, радијум се користио и за прављење атомске бомбе која је бачена на Хирошиму.



Употреба радијума.

7. Награде и признања

Марија и Пјер су добили многобројна признања за свој рад. Марија је 1900. године била именована за предавача у Школи за девојке у Севру. Тада је први пут увела метод предавања заснован на едукативним експериментима.

Од 1899. до 1904. године Киријеви су објавили, што заједно, што засебно, или у сарадњи са колегама 32 научна саопштења. Наслови тих бележака су били збуњујући, са графиконима и формулама од којих су се лаици ужасавали.

Ипак, за њих је свако саопштење представљало победу. Неки од чланака су:

- „О хемијском дејству радијумских зрака“ (Марија Кири и Пјер Кири, 1899);
- „О атомској тежини радиферног баријума“ (Марија Кири, 1900);
- „Нове радиоактивне супстанце и зраци које испуштају“ (Марија и Пјер Кири, 1900);
- „О изведеној радиоактивности изазваној радијумским солима“ (Пјер Кири и Андре Дебрејн, 1901);
- „Физиолошко дејство радијумских зракова“ (Пјер Кири и Анри Бекерел, 1901)
- „О радиоактивним телима“ (Марија и Пјер Кири, 1901);
- „О атомској тежини радијума“ (Марија Кири, 1902);
- „О топлоти коју спонтано зраче радијумске соли“ (Пјер Кири и А. Лаборд, 1903);
- „Истраживање о радиоактивним супстанцама“ (Марија Кири, 1903);
- „О радиоактивности гасова које испушта вода топлих извора“ (Пјер Кири и А. Лаборд, 1904);
- Марија брани своју докторску тезу 25. јуна 1903. године под називом *„Истраживања радиоактивних супстанци од Марије Склодовске Кири“* и постаје прва жена у Француској која је достигла тај академски степен.

Награде и признања су добијали са свих страна. Швајцарска је била прва земља која је Киријевима понудила позицију на Женевском универзитету, а из Енглеске су им дошле прве почасте.

Прво велико одликовање је било јуна 1903. године када је чувена Royal Institution позвала Пјера да одржи предавање о радијуму. Тада их је дочекао лорд Келвин, коме су на

поклон донели честицу радијума у стакленој ампули. Током предавања, лорд Келвин је седео поред Марије која је била прва и једина жена која је била примљена на седнице Royal Institution-a. У препуној сали, на француском, тихим гласом Пјер описује својства радијума. Затим тражи да се сала замрачи и изводи неколико огледа. Сутрадан су новине писале: *„Чаролија радијума празни на даљину електроскоп са златним листићем, изазива фосфоресценцију заклона од цинковог сулфата, дејствује на фотографске плоче увијене у црну хартију, доказује спонтано лучење топлоте из чудесне супстанце...“*

Иако су добили похвале и признања, Пјера су одбили на Катедри физичке хемије на Сорбони, а касније и на Катедри минерологије, иако је он као творац пресудних теорија о физичким својствима кристала очекивао да добије заслужено место. Чак и када се кандидовао за члана Академије наука, ту битку је такође изгубио. Остао је да ради у скромној Школи за физику и хемију у Паризу.

7.1. Нобелова награда за физику

На генералној скупштини Академије наука у Штокхолму 10. децембра 1903. године званично је објављено да је Нобелова награда за физику додељена једним делом Анри Бекерелу, а другим Марији и Пјеру Кирију за њихова открића о радиоактивности. Због Маријине болести и исцрпљености, повељу и златну медаљу уместо њих примио је француски посланик у Шведској.

Перл Олоф Кристофер Ауривилиус, генерални секретар Шведске академије наука писао је Марији и Пјеру 14. новембра 1903:

„Као што сам већ имао част да вам телеграфски саопштим, Шведска академија наука, на своме заседању од 12 новембра, решила је да вам додели половину Нобелове награде за физику, за ову годину, као доказ о томе колико цени ваше заједнички изведене радове о Бекереловим зрацима.

На дан 10. децембра, на генералној свечаној скупштини биће објављене одлуке – које дотле морају остати у строгој тајности – разних тела чија је дужност да додељују награде, и том приликом биће такође уручене повеље и златне медаље.

У име Академије наука позивам вас стога да изволите присуствовати овом састанку како бисте лично примили своју награду. “

Добили су чек од 70 000 златних франака 2. јануара 1904. године, колико је тада износила Нобелова награда. Један део новца су послали Пјеровом брату, други део Маријиним сестрама, пољским студенткињама, једној сиромашној ученици из Севра, потрошили су на чланарине у научним друштвима, обвезнице града Варшаве и државне папире.

Иако су добили награду и новац, Марија је задржала своју катедру на Севру, јер је волела своје студенте и ти часови су јој обезбеђивали сталну плату. Као жена, мајка, научник и професор, Марија није имала ниједног слободног тренутка на располагању да игра улогу славне жене. Пјер се присећао свих положаја који су му били ускраћени и сматрао да је питање части да ода признање јединој установи која је подстицала и подржавала његове напоре-Школи за физику и хемију. Одржао је јавно предавање на Сорбони и рекао:

„ Желим овде да подсетим да смо сва наша истраживања вршили у Школи за физику и хемију града Париза. ... Има више од двадесет година од како радим у Физичкој школи. Први директор ове школе био је истакнути научник... Сећам се са захвалношћу да ми је прибавио средства за рад онда када сам био само препаратор. Касније је допустио и госпођи Кири да ради са мном, а ова дозвола, с обзиром на време када је била дата, представљала је необичну новину... “

Недуго затим, 19. априла 1906. године, Пјер је доживео несрећу у којој је погинуо. То је био велики ударац за Марију, али и за сав научни свет. Остала је сама са два детета, али није одустајала од истраживања. Напротив, наставља истраживања која су заједно започели и поставља себи задатак да *„подигне лабораторијум који би одговарао Пјеровим неоствареним сновима, у којем би младим истраживачима било омогућено да разрађују нову науку о радиоактивности“*.



Нобелова награда Марији и Пјеру Кирију за физику.

7.2. Успеси и искушења

Марија, после Пјерове смрти, добија катедру за коју је Пјер два пута конкурисао. Затим је на Сорбони 1908. године постављена за „титуларног професора“и тада је одржала предавање о радиоактивности. Она је до тада била прва и једина жена која је то урадила. Након годину дана објавила је „Уџбеник о радиоактивности “.

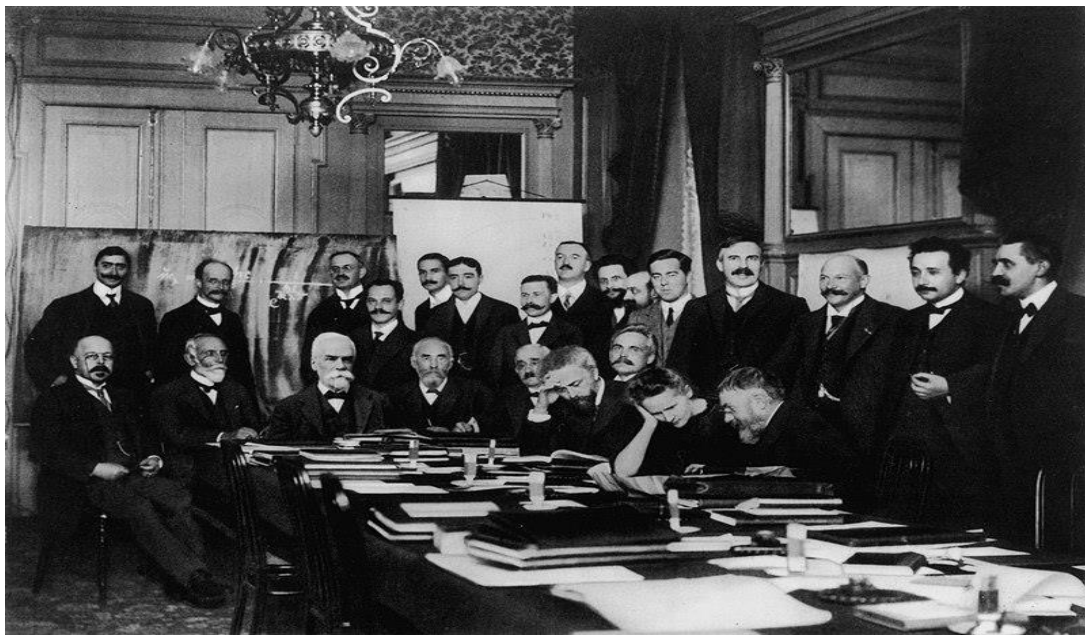
Број њених студената је нагло порастао. Али, због тадашње кризе у земљи, није било могуће финансирати студенте. Тада је амерички добротвор доделио Марији серију стипендија које су омогућиле да се у лабораторију прими још студената. Један од њих је био и Морис Кири, син Пјеровог брата, али и Андре Дебрејн.

Марија наставља своје проучавање радијума и пречишћавањем дециграма хлорних једињења радијума и други пут одређује атомску тежину. Заједно са Андрејом Дебрејем успева да изолује сам метал. Затим, проналази методу за одређивање количине радијума путем мерења његове активности. Да би измерила масу радијума, била јој је потребна вага која мери хиљадите делове милиграма. Пошто је није имала, долази на идеју да мери радиоактивне супстанце зрацима које оне испуштају. Ту технику је назвала „сервис за мерење “ (Ева Кири, „*Марија Кири*“, Народна књига Београд 1957. стр 285) и касније су га користили и други научници, лекари па чак и обични појединци који су желели да провере „активне“ производе руде или минерала.

У исто време када објављује Класификацију радиоелемената и Табелу радиоактивних супстанци, она израђује прву међународну основну меру за радијум. Та цевчица је садржала 21 милиграм чистог радијума и служила је као мера за количину радијума.

У том периоду Марија се кандидовала за пријем на Институт за науку чији су чланови до тада били само мушкарци. И поред тога што су се њени успеси низали, имала је и противнике. Један од њих био је француски физичар Едуар Бранли који је конструисао детектор за радио таласе. Он се противио уласку жена у Институт. Иако је Марија на својој страни имала чувене научнике као што су Анри Поенкаре, Пјер Пол Емил Ру, Емил Пикар, Ернест Радерфорд, Алберт Ајнштајн, ипак је изгубила ту битку.

Али, иако је нису примили у Институт за науку, у децембру 1911. године Академија наука у Штокхолму јој одаје признање за сјајне радове које је Марија објавила после Пјерове смрти и додељује јој Нобелову награду за хемију.



Конференција Солвеј 1911: Марија Кири разговара са Анријем Поенкареом. Стоје Ернест Радерфорд (четврти десно), Алберт Ајнштајн (други десно) и Пол Ланжевин (скроз десно).

8. Нобелова награда за хемију

На позив Академије Марија у Шведску одлази са ћеркама Евом и Иреном. Ирена је присуствовала свечаној седници, не знајући да ће у истој дворани 24 године касније и она добити исту награду. У свом говору Марија је нагласила допринос Пјера Кирија њеном личном успеху:

„Пре него што приступим самој теми предавања, стало ми је до тога да подсетим да је до открића и радијума и полонијума дошао заједно са мном Пјер Кири. Пјеру Кирију исто тако дугујемо, у области радиоактивности, основне студије које је извршио или сам, заједно са мном, или у сарадњи са својим ученицима.

Хемијски рад чија је сврха била да издвоји радијум у стање чисте соли и да га окарактерише као нови елемент извршила сам сама, али је тај рад тесно везан за заједничко дело. Верујем, дакле, да ћу верно протумачити замисао Академије наука ако претпоставим да је високо одликовање које ми је додељено мотивисано тим заједничким делом и да претпоставља пошту која се на тај начин одаје успоми на Пјера Кирија “.

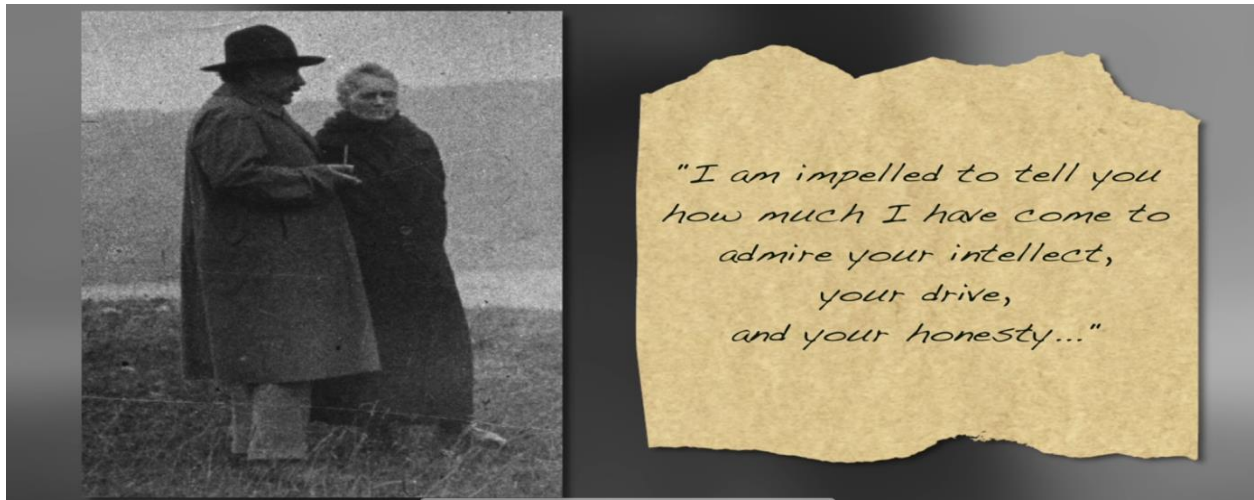


Нобелова награда Марији Кири за хемију.

8.1. Маријин слом

Велики успех, светска слава, две Нобелове награде, побуђивали су дивљење многих, али и нетрпељивост и завист многих других. Скандал који се појавио, обзнанио је везу између Марије и Пола Ланжевина који је био млађи од Марије и ожењен. Новинари су осуђивали Марију да је растурила Полову породицу. Поред тога, писали су да је Јеврејка, или Рускиња, Немица или Пољакиња. За њих је увек била странкиња која је дошла у Париз да заузме неки високи положај. Кад год су могли да је унизе или ускрате неко звање или почаст, као на пример чланство у Академији, противници су то урадили. Све то је њу довело до слома и на руб самоубиства.

Марија је имала и пријатеље који су је подржавали. Писма подршке која су стизала са свих страна од Андреа Дебјерна, Жана Перена, математичара Емила Борела, Алберта Ајнштајна, Маријиних сестара и других чланова, породице су пружала потпору Марији у најтежим тренуцима њеног живота.



Нобеловни Марија Кири и Алберт Ајнштајн (1933).

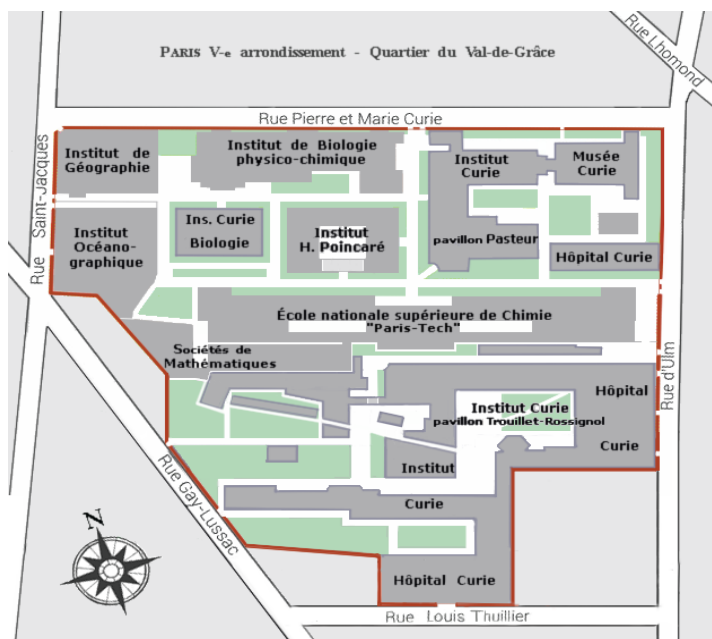
9. Институт за радијум

Када су све буре стишале, и у Француској је научница доживела заслужену славу. Још после Пјерове смрти, француске власти су предложили Марији да спроведе акцију којом би се у целој земљи прикупљао добротворни прилог за изградњу лабораторије. Међутим, Марија је то одбила, да би пар година касније Пјер Пол Емил Ру и проректор Универзитета заједничким средствима, са по 400 000 златних франака сваки - Пастеров завод и Универзитет - основали Радијумски институт који је имао: лабораторију за радиоактивност под управом Марије Кири и лабораторију за биолошка истраживања и кинетерапију, у коме ће научник и чувени лекар Клод Реге организовати проучавање рака и лечење болесника.

У недељу, 28. јуна 1914. године Марија Кири отишла је у зграду Института за радијум да провери како теку завршни столарски радови. Годинама је са нестрпљењем учествовала у договорима око изградње Института и опремању лабораторије. Институт се налазио између улице Ломон, улице Кивије и улице Пјера Кирија. Нажалост, у повратку је прочитала у новинама вест да је један српски студент у Сарајеву убио аустроугарског престолонаследника и његову супругу. Тиме је отпочео Први светски рат.



Лого Института Кири



Мапа кампуса Кири

9.1. Нобеловци Института Кири

Институт је отворен после рата. Од научника који су ту радили, њих четворо је добило Нобелову награду:

- 1903. Марија и Пјер Кири, за физику, за научна достигнућа у испитивању радиоактивности.
- 1911. Марија Кири, за хемију, за издвајање елементарног радијум.
- 1935. Фредерик Жолио и Ирена Жолио Кири, за хемију, за откриће вештачке радиоактивности и научне радове из ове области.
- 1991. Пјер-Жил де Жен, из физике, за откриће примене метода проучавања феномена уређености у комплексније сврхе, посебно код течних кристала и полимера.

Данас институт има три мисије: истраживање, подучавање и лечење рака. У оригиналној згради лабораторије Кири из 1914. године сада се налази Музеј Кири.

Све активности које Институту Кири омогућавају да испуњава своју мисију, спроводе се у оквиру три организационе целине — најсавременије онколошко-болничке комплексе који се налазе на три локације (Париз, Орсеј и Сент Клу).

У овим међународно признатим истраживачким центрима запослени раде подељени у 88 истраживачких тимова на три локације и у седишту фондације у Паризу.



Ирена и Фредерик Жолио Кири у лабораторији Института за радијум.

10. Рат

Пре почетка рата, Марија је послала ћерке Ирену и Еву на летовање у Бретању са намером да им се придружи. Међутим, план јој се променио. Уместо на одмор, Марија се задржава у Паризу и има само један циљ, а то је да послужи својој другој отаџбини.

Упознавши се са организацијом санитетске службе, Марија је открила да се Рендгенови апарати са X-зрацима веома мало или лоше користе, иако нема бољег уређаја за лоцирање метака или распреле гранете у телу рањеника. Због тога, Марија одлучује да оснује мобилне радиолошке станице. Прво прикупља све апарате који су постојали у париским научним лабораторијама. Затим, о трошку Савеза жена Француске ствара прва радиолошка кола у која смешта Рендгенов апарат и динамо који даје потребну струју. Креће од једне до друге болнице и прегледа француске рањенике.

Током рата основала је око 200 радиолошких сала и опремила 20 покретних радиолошких станица. Број рањеника којима је на тај начин указана помоћ је прелазео милион. Док је рат трајао, Марија је из Париза у Бордо пренела своје највеће благо - радијум. То је урадила у возу, у кишном капуту, са кофером у којем се налазио оловни омотач тежак око 20 килограма, унутар кога су се налазиле мале епрувете са једним грамом радијума, јединим којег је Француска поседовала. Тај сандук је вредео око милион франака и Марија га је сместила у сефу банке у Бордоу, а затим се вратила у Париз.

Недостатак специјалиста за рад у радиолошким станицама је забрињавао Марију, па је предложила Влади Француске да се обезбеди настава из области радиологије. Убрзо је започела први курс у Институту за радијум, који је обухватао теоријска предавања о електрицитету и X-зрацима, практичне вежбе и часове анатомије. Професори су поред ње били и њена ћерка Ирена и Марта Клајн. У периоду од 1916. до 1918. године едуковано је 150 болничара – радиолога, који су потицали из свих друштвених слојева.

Када је рат завршен, Маријине ћерке се враћају код ње, а 1915. године враћа свој грам радијума, стављајући га у службу домовине. Иако је крај рата, она сваких осам дана из радијума издваја еманације које шаље болницама и здравственим центрима за лечење рана и других повреда коже.



*Ирена и Марија Кири као болничарке
у Првом светском рату.*



*Марија Кири – Мобилни рендген апарат из
Првог светског рата (1915).*

Својом стручношћу Марија је помагала и савезничким санитетским службама. Крајем 1914. године посетила је више белгијских болница. Године 1918. боравила је у северној Италији проучавајући налазишта радиоактивних материја.

11. Послератни период

После Првог светског рата, Марија је имала разлога за оптимизам. Њена родна Пољска је независна, Француска је победница, а Институт за радијум је сачуван, њена породица и пријатељи су живи и здрави. Хтела је да настави научна истраживања, али нажалост близу половине студената је погинуло или је било рањено. Плате професора нису пратиле раст цена и трошкова, а Факултет природних наука на Универзитету Сорбона 1920. године није имао средства да исплати своје дугове.

У Институту за радијум Марија је са тешком муком успевала да обезбеди основну опрему за рад. Институт није имао новца ни за писаћу машину. Француски научници безуспешно су покушавали да укажу јавности и властима да је у питању будућност науке и технологије у друштвеном развоју. Кампања пропаганде за науку добија свој прави замах након једног догађаја у којем је главни актер била Марија Кири.

Маја 1920. године у својој канцеларији, Марији је у посету дошао Анри Пјер Роше у пратњи ситне проседе жене, новинарке Мелони Метингли. Она је била славна америчка новинарка и одговорна уредница угледног и вишетиражног женског магазина. Имала је 39 година и одличне политичке везе и познанства у Вашингтону. Колико је била професионална и упорна у свом послу, говори чињеница да је успела да добије интервјуе од Хитлера и Мусолинија. Ево како је описала свој први сусрет са Маријом Кири:

„ ...имала је на себи црну памучну хаљину. Њен јединствен, стрпљив и благ лик имао је израз одсутности и удаљености бића која се одају размишљањима. Изненада добих утисак да сам уљез. “

У разговору са Маријом, Мелони је сазнала да Америка располаже са 50 грама радијума, док Француска има само један. Сазнала је да Марија нема ниједан грам радијума, већ и тај један што је у Француској припада њеној лабораторији. Те недеље новинарка је сазнала да један грам радијума вреди 100 000 долара. Али, сазнала је и да лабораторија научнице нема довољно средстава за рад и да се залиха радијума користи искључиво за прављење цевчица са еманацијом за медицинско лечење.

Два дана касније Марија је поново примила новинарку која јој предлаже заједнички подухват. У Америци новинарка може да прикупи новац за куповину једног грама радијума, али је потребно да Марија лично дође и преузме поклон. Марија пристаје.

Вративши се у Њујорк, млада новинарка одмах ступа у акцију. Оснива фонд за радијум Марије Кири и прикупља средства. Договара са Белом кућом да председник Ворен Хардинг лично преда грам радијума Марији.

Неколико дана касније Марија је са Иреном и Евом кренула на пут прекоокеанским бродом „Олимпик“.

12. Посета Америци

Стигавши у Америку, Марија је почела своју борбу за грам радијума. Ишла је са банкета на банкет, уз звуке химне, заставе и говоре, што је веома умарало. На церемонији у хотелу „Валдорф Америка“ окупило се око 600 представника америчких научних друштава који су желели да одају почаст Марији Кири.

Најодабраније званице окупиле су се у Белој кући у Вашингтону 20. маја 1921. године. Председник Хардинг упутио је Марији речи добродошлице и дивљења:

„Задовољство ми је да се обратим племенитом створењу, оданој супрузи, мајци која воли своју децу и која је, и поред свог огромног научног дела, испунила све дужности жене...“

После тога је предао Марији повељу и ставио јој око врата свилену траку са златим кључићем за ковчег у којем је био смештен грам радијума.



Марија Кири у друштву са америчким председником Вореном Хардингом.

Затим следе путовања у Филаделфију, Бостон, Питсбург, Бафало, Чикаго, посете универзитетима, научним друштвима, фабрикама и лабораторијума. Сва та путовања исцрпела су Марију и лекар јој је наложио да се путовања заврше.

У току те посете Марија је сакупила поред новца за грам радијума, још 52 000 долара и многобројне поклоне за истраживачки рад у физици и хемији. Тако је, најзад, успела да опреми Лабораторију Кири.

Седам година касније, Марија ће поново посетити Америку и срести своју новинарку у Белој кући, где ће примити новац за куповину још једног грама радијума који је амерички народ наменио Пољској.

13. Институт за радијум у Варшави

После Института за радијум у Паризу, Марија је желела да оствари и свој патриотски сан, односно да оснује у Варшави Институт за радијум који би био средиште истраживања у области физике, хемије и медицине. На овом пројекту највећи сарадник је била њена сестра Броња. Али и у Пољској је владала велика финансијска криза што је представљало огроман проблем за њихов план.

Да би сакупиле новац, њих две су организовале кампању ширења плаката по целој Пољској са Маријиним ликом и натписом: „Купите бар једну циглу за грађење Института Марије Склодовске – Кири“.

Године 1925. Марија одлази у Пољску да положи темељ за Институт. Њен боравак у отаџбини је изазвао одушевљење народа. Недуго затим, зграда је подигнута, али је требало још новца за куповину радијума неопходног за истраживање и лечење рака. Тада Марија други пут одлази у Америку и успешно прикупља новац.

Марија је последњи пут посетила Пољску када је заједно са сестром уз помоћ пољског народа и разумевања донатора свечано отворила Институт за радијум у Варшави, 29. маја 1932. године.

14. У пуном замаху

Последњих година свога живота Марија је убирала плодове свог великог талента и рада. Њен углед јој је отварао врата широм света и Марија то користи да послужи науци и човечанству. Са Иреном која је кренула мајчиним стопама, посећује Италију, Енглеску, Холандију, Шпанију и Чехословачку. У току свог живота постала је мит. У једном кинеском храму у древном граду Тај Јуан Фу, конфучијски мудраци ставили су њен портрет између слика кинеских царева и највећих умова човечанства.

Маја 1922. године 35 чланова Медицинске академије у Паризу подноси предлог да Марију изаберу у свој састав, у знак признања за откриће радијума и новог начина лечења – киритерапије.

Марији је посебно значило то што је једногласно изабрана за члана Међународне комисије за интелектуалну сарадњу. Од када је постала позната, стотине друштава су тражили подршку у виду само њеног имена. Она ни један једини пут није дала свој пристанак. Није желела да учествује у одборима у којима није имала времена да ради. Изнад свега у свакој прилици је желела да сачува политичку неутралност. Због тога је и Међународној комисији која је окупљала научнике као што су Анри Бергсон, Џилберт Мајер, Жил Дестреа и многе друге, Маријино присуство било од нарочитог значаја. Изабрали су је за потпредседника Комисије.

Марија је покушавала да направи план са својим колегама у погледу извесног броја тачно дефинисаних питања од којих би зависио напредак науке, као што су: рационално уређење библиографије која би научнику омогућила да у кратком периоду пронађе постигнуте резултате у области коју проучава, затим увођење јединствених симбола и научне терминологије, формата публикација, извода објављених радова по часописима, формирање стандардних табела итд.

Њу је цео живот мучила мисао о интелектуалној обдарености која понекад остаје непозната и неискоришћена. Питала се да ли се можда у неком сељаку крије писац или научник, можда сликар или музичар. Иако је увек одбијала материјалну корист од својих

награда, она се изборила да ауторско право младих научника буде награђивано у научне сврхе.

На предлог задужбине Кири, 26. децембра 1923. године свечано је обележена двадесетпетогодишњица открића радијума. Прослави се прикључила и Влада Француске, додељујући Марији Кири годишњу националну пензију од 40. 000 франака.

Велики амфитеатар у Сорбони су испунили представници научних друштава, грађанске и војне власти, студентских удружења, председник Републике, министар просвете, ректор Париског универзитета Пол Апел, затим професор Конрад Лоренц, Жан Перен, Антоан Бекерел, али и две Маријине сестре Ела и Броња, као и брат Јосиф који су дошли да присуствују Маријином тријумфу. Марија се у свом говору који је испраћен дуготрајним овацијама захвалила свима који су изразили поштовање, споменула је Пјера Кирија и осврнула се на будућност, на Институт за радијум. Говор завршава речима:

„ У науци треба да се бавимо стварима, а не људима “.

Иако је у годинама, Марија је била неуморна. Она наставља своја истраживања и сваког јутра одлази у своју лабораторију где остаје по цео дан. У Институту Марија није сама. Студенти у белим мантилима су вредно радили своје огледе и свако од њих је желео да од ње добије савет или охрабрење од Марије.

Као последица тога у периоду од 1919. до 1934. године физичари и хемичари Института за радијум у Паризу објавили су 483 оригинална научна саопштења, од чега је само Марија аутор тридесет једне публикације. Никада се није открило колики је њен удео у осталим радовима, али Марију то није ни занимало. Она се једнако радовала свим победама које постиже њен колектив.

15. Маријина наследница - Ирена Кири



Марија и Ирена Кири у лабораторији.



Ирена и Фредерик Жолио Кири у лабораторији

У њеној лабораторији радила је и њена ћерка Ирена, поносна, амбициозна, успешна и истинска наследница Марије Кири. Ирена је у 25. години одбранила докторску дисертацију на тему *Алфа честице израчене из полонијума*, након чега се верила са Жолио Фредериком.

Године 1933. њих двоје су након тешког и упорног експеримента Марији Кири донели последњу велику радост. Они су установили хемијски поступак издвајања најчистијих и најрадиоактивнијих узорака полонијума у свету. То су успели захваљујући изузетно прецизној техници за сакупљање остатака полонијума који се задржава на зидовима ампула радона после њихове употребе у медицини.

Бомбардујући алуминијум алфа зрацима које спонтано емитује полонијум, Ирена и Фредерик открили су *вештачку радиоактивност*.

На седмој Солвеј конференцији одржаној 1933. у Бриселу којом је председавао Пол Ланжвен присуствовао је и млади пар Жолио - Кири, а основна тема скупа је била *Структуре*

и својства атомских језгара. Учесници су били и Ернест Радерфорд, Нилс Бор, Волфганг Паули, Вернер Хајзенберг, Џејмс Чедвик, Енрико Ферми, а међу њима само три жене Марија и Ирена Кири, и Лиза Мајтнер са чувеног Института Кајзер Вилхелм у Берлину, чији је директор био Ото Хан, познати радио-хемичар и стари Маријин конкурент.

Ирена и Фредерик су излагали идеје свог експеримента. Наилазе на сумње, али их једино Нилс Бор и Волфганг Паули охрабрују да наставе. Када су се вратили у Париз, нису одустали од свог експеримента са алуминијумом и полонијумом. Успели су да изазову вештачку радиоактивност и да произведу вештачки елемент. Из Института су прво позвали Марију да провери експеримент.

Марија Кири је узела цевчицу са вештачким радиоелементом. Поставила га је испод Гајгеровог бројача и у тренутку када је зачула карактеристично пуцкетање њено лице се озарило од поноса и радости.

Ирена и Жолио су у Стокхолму 1934. године добили Нобелову награду за хемију. Нажалост, то Марија Кири није дочекала.

16. Маријини последњи дани

Године Маријиних највећих успеха и признања су у исто време године у којима она оболева. Још 1920. године у писму сестри Броњи, Марија се жалила на вид и стално зујање у ушима, што јој је ометало концентрацију у раду. Упорно је прикривала своје здравствене проблеме. На прву операцију је ишла под лажним именом. Касније, 1933. године радиографија открива велики камен у жучи због којег је Марија имала страшне болове.

Марија је лебдела између болести и здравља. У данима када се осећала боље, одлазила је у лабораторију. Ипак, било је више дана када су је несвестица и грозница задржавали у кући. Маја 1934. године последњи пут је била у свом Институту за радијум, у својој лабораторији, међу ретортама и физичким и хемијским апаратима које је обожавала.

4. јула око 15 часова из санаторијум је стигла вест:

„Госпођа Пјера Кирија преминула је у Санселмозу 4. јула 1934. године. Болест: нагла, апластична, пернициозна анемија са грозницом. Кичмена мождина није реаговала, вероватно стога што је била претрпела промене услед дугог прикупљања зрачења.“

У подне 6. јула 1934. године Марија је сахрањена у присуству породице, пријатеља и сарадника. На гробљу у Соу није било говора, поворке, политичара, или било ког званичног лица. Њен ковчег је стављен изнад Пјеровог. Броња и Јосиф Склодовски бацају у гроб шаку пољске земље.



Последње године живота Марија Кири.

17. Најзначајније награде

1898. Prix Gegner, Academie des Sciences de Paris;

1900. Prix Gegner, Academie des Sciences de Paris;

1902. Prix Gegner, Academie des Sciences de Paris;

1903. Нобелова награда за физику (са Анри Бекерелом и Пјером Киријем);

1904. Prix Osiris (додељена од стране Синдиката париске штампе, заједно са Едуаром Бранлијем);

1907. Actonian Prize, Royal Institution of Great Britain;

1911. Нобелова награда за хемију;

1921. Prix de Recherche Ellen Richards

1924. Grand Prix маркиза д' Аржантеј за 1923 годину, са бронзаном медаљом Друштва за унапређење националне индустрије;

1931. Cameron Prize Универзитета у Единбургу.

18. Медаље и титуле додељене Марији Кири

- 1903. медаља Бертло (заједно са Пјером Киријем);
- 1903. почасна медаља града Париза (заједно са Пјером Киријем);
- 1903. медаља Davy Societe royale de Londres (заједно са Пјером Киријем);
- 1904. медаља Matteucci, Италијанско научно друштво (заједно са Пјером Киријем);
- 1908. велика златна медаља Kuhlmann, Индустијско друштво града Лила;
- 1909. златна медаља Elliott Cresson, Institut Franklin;
- 1910. медаља Albert, Royal society of Arts, London;
- 1919. декорација Великог крста цивилног реда Алфонса XII од Шпаније;
- 1921. медаља Бенџамин Франклин, American Philosophical Society, Филадельфија;
- 1921. медаља Џон Скот, American Philosophical Society, Филадельфија;
- 1921. златна медаља Националног института социјалних наука, Њујорк;
- 1921. медаља William Gibbs, American Chemical Society, Чикаго;
- 1922. златна медаља „The Radiological Society“ of North America;
- 1924. Medaille du Bon Merite de premiere classe du gouvernement roumain, Brevet et Medaille d'or;
- 1929. медаља New-York City Federation of Women's Club;
- 1931. медаља американског College of Radiology.

Током своје научне каријере, поред награда и медаља, Марији су додељене и бројне титуле. Била је почасни члан разних друштава (Друштва пријатеља природних наука и етнографије у Москви, Филозофског друштва у Лондону, Белгијског хемијског друштва..), инострани члан (Холандског научног друштва, Хемијског друштва у Лондону), дописни члан (Академије наука у Петрограду, Португалске академије наука...), ванредни члан (Краљевске Шветске академије, Чешке академије наука, књижевности и уметности), затим члан-сарадник (Институт за експерименталну медицину у Петрограду).

19. Закључак

Наука је била и остала та која нам пружа увид у нове истине. Она је та која нас ослобађа терета незнања.

Сетимо се парне машине. Она је била покретач материјалног развоја савремене цивилизације. Да није било изума, не би било ни унапређења друштва. Наука је, на пример, излечила неке болести, зближила нас кроз путовања и модерну комуникацијску технологију, и помогла да боље разумемо и одговоримо на разне цивилизацијске изазове.

Нажалост, постоји и друга страна медаље, јер научници се не слушају довољно, научне чињенице се често занемарују и доводе у питање. Све се то погоршава од када друштвом владају мишљења уместо чињеница, али и све већом политизацијом науке. Поред тога често имамо и неуравнотежене извештаје о науци од стране појединих медија при чему се истинска стручност често прескаче. Научна јавност такође сноси део одговорности за дато стање. Научници су ти који се морају изборити за бољу комуникацију при интерпретацији научних достигнућа. Због тога, потребно је науци дати људско лице, фокусирати се на успешне приче појединаца који користе своју интелигенцију и имају потребу да свет учине бољим местом за живот.

Због тога сам у овом раду представила живот славне и чувене научнице Марије Склодовске Кири. Иза ње је остало богато научно наслеђе, а ја сам се трудила да истакнем важност њених открића и изума који су променили свет.

Марија Склодовска Кири је била једна од научница која је мени током студија била инспирација и мотивација. Увек се радујем причи о њеној генијалности и упорности у научним достигнућима и трудим се да ширим свест о њеном наслеђу и нашем дугу према тој јединственој жени.

Као будући професор физике и хемије, имам намеру да ученицима пренесем богатство знања о Марији Склодовској Кири. Желим да укажем на значај Маријиног доприноса и начин на који је она променила свет.

У раду сам описивала и Маријин живот, како би ученици природније усвојили научне чињенице и пожелели да сазнају више о јединој жени која је добила две Нобелове награде.

20. Литература:

- [1] Ева Кири „ *Марија Кири* “, Народна књига, Београд, 1957
- [2] Др Жељко Вучковић „*Марија Кири (њен живот и њено дело)* “, Domla-Publishing, Нови Сад, 2004
- [3] Шетрајчић Јован, Капор Дарко „*Физика, приручник за наставнике за 8. разред основне школе* “, Завод за уџбенике Београд, 2005
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Radioactive_decay
- [5] <https://srednjeskole.edukacija.rs/biografije-poznatih-licnosti/najpoznatiji-naucnici>
- [7] Милорад Млађеновић „*Великани физике 1-2*“, Змај, 2008
- [8] Ричард Фајнман, Роберт Б. Лејтон, Метју Сандс „*The Feynman Lectures on Physics, Volume I* “, 1963
- [9] Ричард Фајнман „*Особености физикалних закона* “, Школска књига Загреб, 2017
- [10] George Gamow „*Thirty Years that Shook Physics THE STORY OF QUANTUM THEORY* “Dover Publications, 1985
- [11] Richard Rhodes „*The Making of the Atomic Bomb* “, Simon & Schuster, 2012
- [12] Вернер Хајзенберг „*Физика и метафизика* “, Полит, Београд 1972

Биографија



Милена Митић је рођена 2. децембра 1988. године у Оџацима. По завршетку основне школе уписује гимназију „Јован Јовановић Змај“ у Оџацима где је спознала своју љубав према природним наукама. По завршетку гимназије уписује студује на Природно – математичком факултету и стиче звање дипломираног хемичара, а затим и мастера хемије. Након тога започиње радни однос у школи, а 2018. године уписује интегрисане студије на Универзитету у Новом Саду, смер – двопредметна настава физика – хемија. Тренутно је запослена као наставник физике и хемије у Основној школи „Бранко Радичевић“ у Оџацима.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

Монографска документација

ТД

Тип записа:

Текстуални штампани материјал

ТЗ

Врста рада:

Мастер рад

ВР

Аутор:

Милена Митић

АУ

Ментор:

др Стеван Јанков

МН

Наслов рада:

Историјски осврт на допринос Марије Кири науци

НР

Језик публикације:

српски (ћирилица)

ЈП

Језик извода:

српски/енглески

ЈИ

Земља публикавања:

Србија

ЗП

Уже географско подручје:

Војводина УГП

Година: 2024

ГО

Издавач:	Ауторски репринт
ИЗ	
Место и адреса:	Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад
МА	
Физички опис рада:	поглавља 20/страна 53/литература 12/ табела 2/слика 26
ФО	
Научна област:	Физика
НО	
Научна дисциплина:	Методика наставе физике
НД	
Предметна одредница/ кључне речи:	Марија Кири, биографија, допринос, настава
ПО УДК	
Чува се:	Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду
ЧУ	
Важна напомена:	Нема
ВН	
Извод:	
ИЗ	
Датум прихватања теме од НН већа:	12.08.2024.
ДП	
Датум одбране:	15.08.2024.
ДО	
Чланови комисије:	Председник: др Саша Хорват
КО	члан: др Ивана Богдановић
	члан: др Стеван Јанков

UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monograph publication

DT

Type of record:

Textual printed material

TR

Content code:

Final paper

CC

Author:

Milena Mitic

AU

Mentor/comentor:

dr Stevan Jankov

MN

Title:

Historical Review of Marie Curie's Contribution to Science

TI

Language of text:

Serbian (Latin)

LT

Language of abstract:

English

LA

Country of publication:

Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2024

PY

Publisher:

Author's reprint

PU

Publication place:

Faculty of Science and Mathematics,
Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

PP

Physical description:

20 chapters/ 53 pages/ 12 references/ 2 tables/ 26 figures

PD

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Methodology of physics teaching

SD

Subject/ Key words:

Marija Kiri, biography, contribution, teaching

SKW

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

none

N

Abstract:

AB

Accepted by the Scientific Board:

12.08.2024.

ASB

Defended on:

15.08.2024.

DE.

Thesis defend board:

President: dr Saša Horvat

DB

Member: dr Ivana Bogdanovic

Member: dr Stevan Jankov