

Математичка гимназија у Београду

Матурски рад из хемије

**Случајна хемијска открића која су
променила свет**

Ментор:
Ивана Вуковић,
професор хемије

Ученик:
Милица Мијаиловић 4а

Мај 2025.

САДРЖАЈ

1	УВОД	2
2	ПЕНИЦИЛИН	
	2.1 Кратка аутобиографија	3
	2.2 Ток открића и развој пеницилина	3
	2.3 Хемијска структура и физичка својства.	4
	2.4 Значај пеницилина и мере опреза.	6
3	ЛСД	
	3.1 Кратка аутобиографија	7
	3.2 Ергот.	7
	3.3 Ток открића ЛСД-а и “бициклически дан”	8
	3.4 Хемијска структура и синтеза ЛСД-а	9
	3.5 Злоупотреба ЛСД-а и друштвени контекст.	10
4	ТЕФЛОН	
	4.1 Кратка аутобиографија	12
	4.2 Ток открића и развој тefлона.	12
	4.3 Хемијска структура и физичка својства	13
	4.4 Значај и примена	13
5	САХАРИН	
	5.1 Кратка аутобиографија.	14
	5.2 Ток открића	14
	5.3 Хемијска структура и физичка својства.	15
	5.4 Значај и употреба сахарина.	15
6	АНИЛИН БОЈЕ (Маувеин)	
	6.1 Кратка аутобиографија.	16
	6.2 Ток открића	16
	6.3 Хемијска структура и физичка својства.	17
	6.4 Улога и значај	17
7	ЗАКЉУЧАК	18
8	ЛИТЕРАТУРА.....	19
9	РЕФЕРЕНЦЕ	20

1 УВОД

Током часова хемије веома су ме заинтересовала открића супстанци. Фасцинира ме чињеница да иза сваке супстанце стоји прича о открићу, генијалној идеји или грешци која је довела до потпуно нове супстанце. Хемија пружа могућности за разна истраживања, експерименте и откривање света на микроскопском нивоу, где се најмање промене у саставу или у условима могу претворити у велика открића. Посебно ме инспирише идеја да и случајна открића могу имати велики утицај на човечанство – као што се много пута у историји и догодило.

У овом раду сам желела да истакнем и детаљније истражим случајно откривене супстанце за које сам ја сматрала да су најзначајније или најинтересантније. Сваку од њих прати посебна прича њеног открића и даљег развоја те супстанце. Хемијска својства и структура нам помажу да разумемо њен значај и употребу. Желела сам, такође, да детаљније приближим њихову каснију примену.

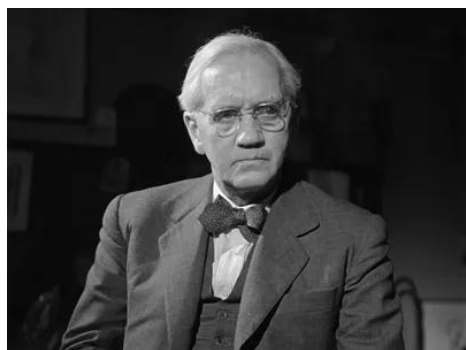
2 ПЕНИЦИЛИН

Пеницилин је први откривени антибиотик. Његово откриће је помогло лечењу многих бактеријских инфекција и спасило је безброј живота широм света. Открио га је шведски бактериолог Александар Флеминг 1928. године.

2.1 Кратка аутобиографија

Александар Флеминг је рођен 1881. године, на фарми у Шкотској, као седмо од осморо деце у породици. Основно образовање је стекао у школама Лаудон Мур и Дарвел. Након тога је похађао Академију у Килмарноку. Потом се 1895. сели у Лондон са својим братом Томасом, где неколико година проводи у трговачкој фирми. На подстицај свог старијег брата, Флеминг уписује **Медицинску школу болнице Свете Марије**, која је била део Универзитета у Лондону. Студије је завршио 1906. као један од најбољих у генерацији. Након тога започиње истраживачку каријеру под вођством бактериолога Алмрота Рајта. Флеминг је служио у Краљевском медицинском корпусу британске војске, током Првог светског рата, где је истраживао инфекције рана и ефикасност антисептика. Потом је 1921. године открио ензим лизозим, који се налази у људским телесним течностима. Његов најзначајнији допринос је откриће пеницилина 1928. године. Био је добитник бројних награда и почасних звања, добио је велики број домаћих и међународних признања. Написао је велики број научних радова, чланака и стручних текстова. Заједно са још два научника је 1945. добио **Нобелову награду** за медицину. Нобелов комитет је навео да је награда додељена „за откриће пеницилина и његовог терапијског ефекта код различитих инфективних болести“.

Флеминг се 1915. године оженио Саром Мекелрој, са којом је имао сина Роберта. Након њене смрти, други пут се оженио. Преминуо је од срчаног удара 1955. године у Лондону, а његови посмртни остаци положени су у катедрали Светог Павла.



Слика 2.1: Александар Флеминг

2.2 Ток открића и развој пеницилина

Када се 3. септембра 1928. године Флеминг вратио са одмора, почео је да прегледа плоче са културама бактерије *Staphylococcus*, која изазива чиреве, гнојне инфекције и болове у грлу. Приметио је промену на једној плочи, бактерије су се расуле свуда осим око једне мрље. Тај

део је био потпуно чист, као да је плесан излучила супстанцу која је зауставила раст бактерија. У почетку, Флеминг је назвао ту супстанцу коју је плесан излучила „**соком од буђи**“, а касније јој је дао име **пеницилин**, према самом роду плесни. Открио је да тај „сок од буђи“ може да убије многе штетне бактерије као што су *streptococcus*, *meningococcus* и бактерију која изазива дифтерију, болест која најчешће погађа дисајне путеве. Помислио је да је открио ензим јачи од лизозима, који је раније проучавао. Касније ће схватити да је у питању био антибиотик. Покушао је да, са својим сарадницима Стјуартом Кредоком и Фредериком Ридлијем, изолује чист пеницилин, али су се сусрели са великим проблемом – супстанца је била веома нестабилна и успели су да добију само груби раствор. Своје налазе је објавио у једном британском часопису 1929. године, али је само успут споменуо могућу медицинску примену. Сматрао је да ће пеницилин служити за разликовање бактерија које су на њега осетљиве од оних које нису.

Тек ће Хауард Флори и Ернст Чејн са њиховим сарадницима успети да од тог открића створе лек који ће се употребљавати у медицини. Њихов рад је почео баш у време када је избио Други светски рат и када су услови за истраживање били веома тешки.

Кључни експерименти су изведи 1941. када је Флори открио да пеницилин може да заштити мишеве од смртоносних инфекција изазваних бактеријом стрептококом. Први човек који је примио пеницилин био је полицајац Алберт Александер, који је добио тешку инфекцију која се проширила. После примене пеницилина, брзо се опоравио, али су залихе лека нестале и убрзо је преминуо. У наредним случајевима, резултати су били бољи, па су убрзо почели планови за производњу пеницилина за британске војнике на фронту.

Иако су Хауард Флори, Ернст Чејн и Александар Флеминг заједно добили Нобелову награду, Флемингова улога је била најистакнутија у јавности великим делом због интересантне приче о случајном открићу, као и због његове спремности да говори са новинарима.



Слика 2.2: *Penicillium notatum*, плесан из које је пеницилин први пут добијен

2.3 Хемијска структура и физичка својства

Молекулска формула: $C_{16}H_{18}N_2O_4S$

Моларна маса: 334.4 g/mol

Тачка топљења: 82-83 °C

Растворљивост у води: 210 mg/L

Пеницилини су обично беле кристалне супстанце без мириса.

Нестабилан на високим температурама и осетљив на киселине.

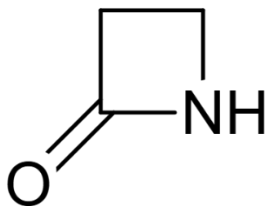
Раствори пеницилина су благо кисели ка неутралном, обично им је рН између 5 и 7.

Основу молекула пеницилина чини пенам структура. Она се састоји од:

- **β-лактамског прстена**

β-лактам је **четворочлани** прстен који се састоји од три угљеникова атома и једног атома азота. Формално, то је **амидни** прстен, односно дериват лактама (цикличних амида). Зове се β јер је азот повезан за β-угљеник у односу на карбонилну групу (C=O). Његов формални назив је 2-азетидинон.

У идеалним условима, тетраедарски угао између атома у молекулима износи 109,5°. Међутим, код β-лактамског прстена, због мале величине прстена, атоми су присиљени да формирају углове од приближно 90°, што представља велико одступање од нормалног тетраедарског угла. Управо то напрезање чини овај прстен веома **реактивним**. Због тога је и амидна веза у овој структури подложна хемијском нападу, нарочито од стране ензима бактерија. То омогућава да се прстен лако отвори и да се трајно веже за ензим транспептидазе, који је кључан за синтезу ћелијског зида бактерија. На тај начин се тај ензим инхибира и онемогућава се изградња ћелијског зида, што доводи до пуцања бактерија услед осмотског притиска. Због тога је β-лактамски прстен кључан за антибактеријско дејство пеницилина.



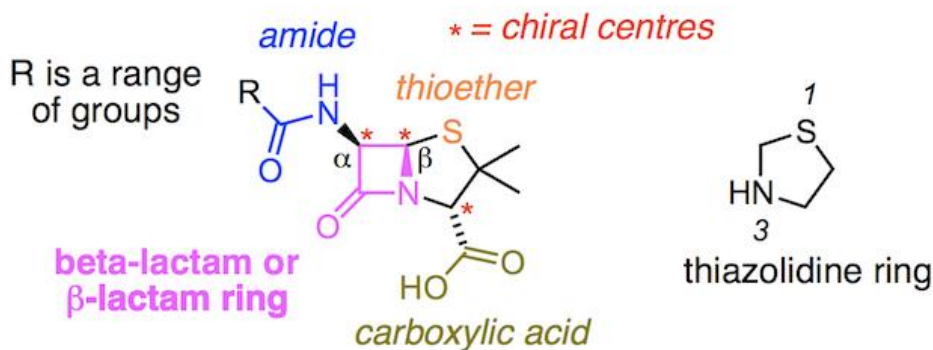
Слика 2.3: β-лактамски прстен

- **Тиазолидинског прстена**

Представља петочлани хетероциклични прстен и његова формула је C₃H₇NS. Тиазолидински прстен је ковалентно повезан са β-лактамским прстеном. Због тога је пеницилин бициклично једињење (два прстена која деле заједничке атоме). Та два прстена формирају чврсту и напету структуру. Напетост омогућава лакше отварање β-лактамског прстена при нападу ензима. На тиазолидинском прстену се налазе две метил групе (-CH₃), које доприносе хидрофобности и једна карбоксилна група (-COOH), која омогућава растворљивост у води.

- **Бочне R-групе**

Представља варијабилну бочну групу која одређује специфичне особине сваког пеницилина.



Слика 2.4: Структура пеницилина

2.4 Значај пеницилина и мере опреза

Откриће пеницилина представља једну од највећих револуција у медицини. Од када је почео масовно да се производи током Другог светског рата, спасао је милионе живота и послужио је као прототип за развој многих других антибиотика.

Бактерије могу да синтетишу ензиме β -лактамазе, који препознају β -лактамски прстен и разграђују га. Самим тим, антибиотик губи дејство. Зато се антибиотици често комбинују са инхибиторима β -лактамазе.

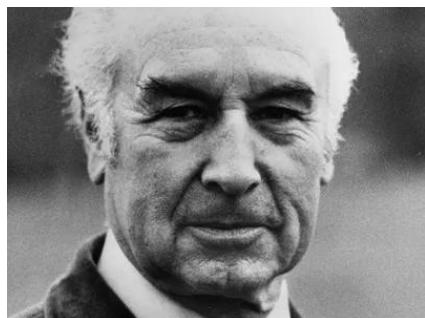
Неправилна употреба антибиотика (прекид терапије, прекомерно коришћење) доводи до селекције најотпорнијих бактерија и појаве „супербактерија“, које су отпорне на више антибиотика. Због тога је рационална и контролисана употреба кључна за очување ефикасности.

3 ЛСД

ЛСД је једна од најмоћнијих психоактивних супстанци у свету. Чак и веома мале дозе ове супстанце могу изазвати промене у перцепцији, размишљању и свести. Открио га је шведски хемичар Алберт Хофман 1938. године.

3.1 Кратка аутобиографија

Алберт Хофман је рођен у близини Бадена 1906. године. Студирао је на Универзитету у Цириху, где је 1929. докторирао медицинску хемију. Након одбране докторског рада, др. Хофман се придружио компанији Сандоз где је пронашао посао који је идеално пристајао хемичару истраживачу. Радио је на изолацији активних чинилаца познатих лековитих биљака не би ли се произвели чисти узорци тих супстанци. Његов највећи професионални успех везује се за откриће ЛСД-а. Веровао је да та супстанца може имати вредност у психијатријском и духовном контексту, иако је био против рекреативне употребе исте. Своје ставове је изложио у књизи *LSD: My Problem Child* 1980. године. Поред ЛСД-а, изоловао је и неке друге супстанце као на пример метергин, лек за постпорођајна крварења. Постао је директор за природне производе у лабораторији Сандоз 1956. године, а пензионисао се 1971. године. У његову част основана је 1988. године Фондација Алберт Хофман, која се залаже за одговорну употребу халуциногена. Сарађивао је на више књига, а самостално је написао књигу *Insind/Outlook* о природи перцепције стварности. Преминуо је у 102. години живота 2008. године. Након његове смрти објављена је књига *Hofmann's Elixir: LSD and the New Eleusis*



Слика 3.1: Алберт Хофман

3.2 Ергот

Гљива *Claviceps purpurea* напада разне житарице и дивље траве, посено раж. Та паразитска гљива инфицира те житарице стварајући *склероцијум*, токсичну творевину уместо зрна коју називамо **ергот**. Има карактеристичан изглед - црно-љубичаст, благо закривљен и често издужен.

Хемијски састав ергота зависи од врсте траве-домаћина, станишта и климе, али готово увек садржи деривате **лизергинске киселине** - групу веома активних алкалоида. Из ових једињења је касније синтетисан ЛСД.

Ергот је током раног средњег века био узрок масовног тровања људи. Брашно направљено од заражене ражи доводило је до епидемија познатих као Огањ Светог Антонија или ерготизам. Симптоми тих болести укључивали су халуцинације, конвулзије, побачаје. Истовремено било је познато и лековито дејство ергота за изазивање порођајних контракција.



Слика 3.2: *Ергот*

3.3 Ток открића ЛСД-а и “бициклистички дан”

Амерички хемичари су успели 1934. године да одреде хемијску структуру **лизергинске киселине**, основне компоненте многих ергот алкалоида. Међутим, ова супстанца је показивала велику хемијску нестабилност. Тек 1938. године је Алберт Хофман применио **Курцијусову синтезу** како би стабилизовао и модификовао лизергинску киселину додавањем азотних група. Та синтеза је омогућила и продукцију те супстанце, као и одређивање њене молекулске структуре. Управо кроз овај процес, Хофман ће доћи до 25. деривата, који ће касније постати познат као ЛСД-25 (лизергинска киселина диетиламид). Иако је тада ЛСД-25 одбачен као неодговарајући, Алберт је веровао да се иза те супстанце крије нешто више.

Након поновне синтезе, 16. априла 1943., Хофман је искусио необично стање, испуњено немирима и вртоглавицом, као и изузетно подстакнутом маштом. Првобитно, није знао да његово стање има икакве везе са експериментом, јер је своје радно место одржавао чистим и био је свестан токсичности деривата ергота. Међутим, сутрадан је помислио да је део раствора ЛСД-а доспео на његове прсте током рекристализације и да се траг супстанце апсорбовао у кожу. Схватио је да ако се његова претпоставка испостави као тачна ово једињење има веома јака својства ако само траг може изазвати приметне ефекте.

Одлучио је да детаљније испита ту супстанцу. Три дана касније, 19. априла, спровео је контролисан експеримент узевши 250 микрограма те супстанце, у том тренутку је то била најмања позната количина за коју се веровало да има приметан ефекат. Према запису у дневнику, у 16.20 је узео ЛСД разблажен у води. Већ око 17 часова је почео да осећа вртоглавицу, анксиозност, поремећен вид, осећај парализе и неконтролисан смех. Како су

ефекти постајали све интензивнији, затражио је помоћ од своје асистенткиње Сузи Рамштајн да га отпрати кући **бициклом**, јер у то време у Швајцарској, само су најбогатији могли себи да приуште аутомобиле. Током вожње задесила га је највећа криза, имао је утисак да се једва крећу, али га је она касније уверила да су се кретали веома брзо. Куће поред пута су му деловале другачијих облика, улица му се чинила таласастом, а људи које су сретали изгледали су му изобличено. Након што је стигао кући, замолио је своју асистенткињу да позове доктора, верујући да је отрован. Уследили су снажни **психофизички ефекти**: осећао је вртоглавицу, слабост и страх од смрти. Најдраматичније је било **унутрашње искуство**: осећај губитка контроле, распадања ега и страха да заувек изгуби разум. Мислио је на породицу и питао се да ли ће их поново видети. Обузела га је мисао да је управо супстанца коју је сам открио можда узрок његове смрти. Упркос Хофмановом уверењу да је можда отрован, лекар није уочио никакве физичке аномалије — притисак, пулс и дисање били су нормални. Ова вест га је умирила, а страхови и халуцинације почели су да се повлаче. Убрзо су их заменили осећаји захвалности и радости. Тада је могао да ужива у догађају, видео је спектакуларан низ боја и облика, звук је доживљавао као слику — сваки шум је попримао боју и форму. До краја вечери се довољно опоравио да исприча све својој жени Ани, а следећег јутра осећао се уморно телесно, али психички освежено. Свет му је изгледао нов и блистав, а чула су била појачана. Хофманова вожња бициклом од фабрике Сандоз до куће, под дејством ЛСД-а, постала је легендарна. Од 1984. године, **19. април** се обележава као "**Bicycle Day**", празник у поп-култури посвећен овом догађају.

Осврћући се касније на своје откриће, Хофман је закључио да су психоделични ефекти ЛСД-а откривени више случајно него намерно. Без тог случајног самотровања, ЛСД би вероватно остао један од многих неупотребљених фармацеутских једињења.

3.4 Хемијска структура и синтеза ЛСД-а

Молекулска формула: $C_{20}H_{25}N_3O$

Моларна маса: 323,4 g/mol

Његова скраћеница ЛСД потиче од његовог немачког назива **LysergSäureDiethylamid**, односно диетиламид лизергичне киселине.

ЛСД је слабо базична супстанца са рН вредношћу од 7,8. Слабо је растворљив у води (око 2,1 mg/l на собној температури).

Ергоински алкалоиди су природни или полусинтетички спојеви који се базирају на ерголинском језгру (сложеном тетрацикличном молекулском оквиру).

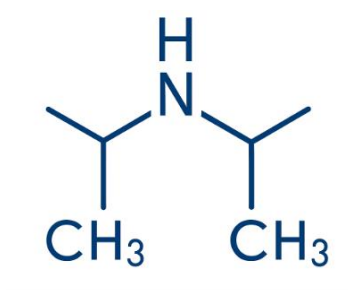
ЛСД припада класи **ерголинских алкалоида**, са основом у **индолском прстену**.

Индолски прстен је хемијска структура састављена од **бензеновог прстена** спојеног са **пиролним прстеном** (петочлани прстен са азотом). Такав прстен се налази и у серотонину (неуротрансмитеру). То објашњава зашто ЛСД делује на серотонинске рецепторе у мозгу.

Молекул ЛСД-а садржи два **стереоцентра**, који се налазе на угљениковим атомима C-5 и C-8 у његовој ерголинској структури. Стереоцентри су атоми угљеника повезани са четири различите групе, што омогућава појаву више стереоизомера (молекула исте молекулске формуле, али различите просторне конфигурације). Постоје R и S конфигурације. Одређују се у зависности од распореда супституената око стереоцентра. Први корак је одређивање

приоритетности супституената, затим се посматра од оног са највећим атомским бројем ка оном са најмањим. Уколико су поређани у смеру казаљке на сату, то је R конфигурација, у супротном је S. Комбинацијом R и S конфигурација на та два атома добијају се укупно четири стереоизомера. Само један од ових изомера, (5 R, 5 S), познат и као (+)-ЛСД, има јако психоативно дејство. Управо тај изомер делује на сератонинске рецепторе у мозгу. Због тога је важно да синтеза ЛСД-а буде стереоселективна, односно да се формира претежно само тај стереоизомер.

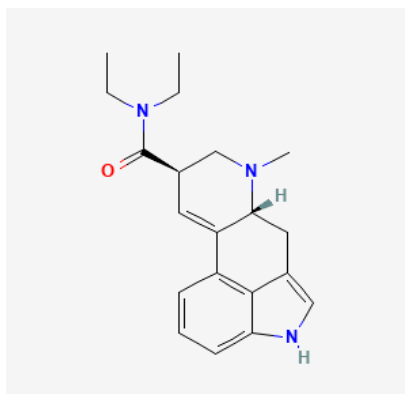
ЛСД се добија реакцијом лизергинске киселине са диетиламином.



Слика 3.3: Диетиламин

Почетна супстанца је ерготамин, алкалоид из паразитске гљиве. Хидролизом у киселим условима се ерготамин разграђује у лизергинску киселину, Карбоксилна група (-COOH) на лизергинској киселини мора бити активирана да би могла да реагује са амином. То се обично ради уз помоћ реагенса за активацију. Када се добије активирана форма, додаје се диетиламин, који реагује са лизергинском киселином и формира се ЛСД.

Ова синтеза је компликована и захтева стерилне услове, контролисане температуре и посебне реагенсе, посебно због тога што се ЛСД брзо разграђује, осетљив је на светлост, кисеоник и влагу.



Слика 3.4: ЛСД

3.5 Злоупотреба ЛСД-а и друштвени контекст

ЛСД се првобитно истраживао због потенцијалних терапијских својстава, међутим његова злоупотреба је довела до озбиљних друштвених и здравствених проблема.

Током педесетих и шестдесетих година прошлог века, ЛСД је коришћен у психијатријским истраживањима за лечење депресије, анксиозности и зависности. Међутим, доживео је

популарност током контракултурног покрета 1960-их, када је постао симбол отпора и средство за „проширење свести“ међу младима.

Ова супстанца изазива озбиљне здравствене последице. ЛСД изазива промене у перцепцији, емоцијама и мишљењу. Уобичајени ефекти укључују халуцинације, синестезију, еуфорију, али и анксиозност, параноју и панику. Његова дугорочна употреба може довести до психотичних стања, когнитивне дисфункције (проблеми са памћењем, концентрацијом...), емоционалне нестабилности, перзистентног халуциногеног перцептивног поремећаја, приликом ког корисници доживљавају поновне халуцинације и визуелне сметње дуго након престанка употребе ЛСД-а. Такође, употреба ЛСД може имати негативан утицај на друштвени живот појединца.

Важно је наставити са истраживањима ове супстанце у контролисаним условима, али и едуковати јавност о ризицима злоупотребе исте.

4 ТЕФЛОН

Тефлон је вештачки материјал, који се често користи за премазивање посуђа због својих карактеристика. Открио га је амерички хемичар Рој Ц. Планкет.

4.1 Кратка аутобиографија

Рој Џозеф Планкет је рођен 1910. године у Охају. Дипломирао је хемију на Манчестер колеџу у Индијани, а дипломирао је на Универзитету Охајо 1936. године, са темом о механизму оксидације угљених хидрата. Исте године се запослио као истраживачки хемичар у компанији *DuPont*. Откриће тефлона представља његов највећи пословни успех. Његова компанија је 1941. године патентирала овај производ, а пар година касније је регистрован под именом *Тефлон*. Добио је медаљу Џона Скота 1951. године за изум који доприноси „удобности, добробити и срећи човечанства“. Након открића тефлона, радио је на производњи тетраетил олова и фреона. Преминуо је 1994. године у Тексасу.



Слика 4.1: Рој Ц. Планкет

4.2 Ток открића и развоја тефлона

1938. године хемичар Рој Планкет радио је на истраживању нових фреона, расхладних средстава, који би се користили у расхладним уређајима (фрижидери, климе). У том периоду су фреони представљали нову технологију и тржиште је тражило безбедније и ефикасније варијанте. Планкет је радио са тетрафлуоретиленом (ТФЕ, C_2F_4), безбојним и лако запаљивим гасом. Планирао је да га користи у реакцији за производњу новог фреона. Да би се припремио за експеримент, дан пред је под високим притиском ускладиштио ТФЕ у челични цилиндар и оставио га преко ноћи на хлађењу. Када је сутрадан, 6. априла 1938. покушао да отпусти вентил на цилиндру, ништа се није десило, гас није излазио. Прва помисао му је била да је гас током ноћи испурео. Али када је измерио тежину цилиндра, установио је да је и даље тежак. То је био јасан знак да је гас и даље унутра, али да више није у гасовитом облику. Да би сазнао шта је у питању, одлучио је да пресече цилиндар. Унутра је приметио белу, воскасту супстанцу. Недуго затим, у сарадњи са аналитичарима, започео је испитивање материјала. Утврдили су да је настала супстанца заправо **политетрафлуоретилен (ПТФЕ)** - полимер који је настао спонтаном полимеризацијом ТФЕ

гаса унутар цилиндра, вероватно под утицајем притиска и остатака гвожђа у челику око катализатора. Прве примене тефлона биле су у изолацији жица у радарским системима, такође тефлон је коришћен као компонента у атомским и ракетним програмима.

4.3 Хемијска структура и физичка својства

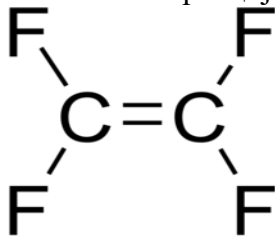
Молекулска формула: $(C_2F_4)_n$

Тачка топљења је на око $327^{\circ}C$. При екстремним температурама (преко $350-400^{\circ}C$) може почети да ослобађа токсичне гасове, као што је флуороводник – HF), па се не препоручује његово прегревање.

Веома је отпоран на скоро све киселине, базе, алкохоле, кетоне, уља и раствараче. Њефова боја је беличаста ка провидној. Тефлон има веома низак коефицијент трења, један од најнижих међу чврстим материјалима. Такође, има високу отпорност на УВ зрачење.

Тефлон се састоји од понављајућих јединица **тетрафлуороетилена**.

Кроз процес радикалне полимеризације, двострука веза се раскида и мономери се повезују у ланац. Понављајућа јединица у мономеру је $[-CF_2-CF_2-]_n$. Ово је линеарни синтетички флуорополимер, где су за сваки атом угљеника везана два атома флора. Веза између угљеника и флуора је једна од најјачих у органској хемији, што тефлону даје изразиту **стабилност**. Атоми флуора стварају заштитни омотач око угљениковог скелета, што чини овај полимер изразито хемијски **инертним**. Тефлон је хидрофобан и липофобан, јер нема атоме који граде водоничне везе па нема ни интеракција са водом или масноћом.



Слика 4.2: тетрафлуороетилен

4.4 Значај и примена

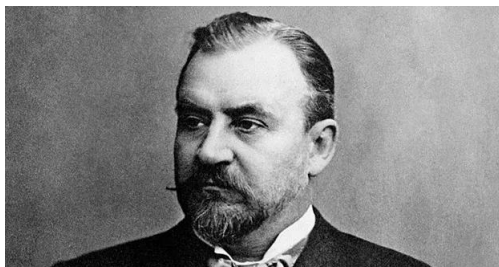
Тефлон данас има широку и веома разноврсну примену, захваљујући својим јединственим својствима као што су хемијска инертност, висока отпорност на топлоту, ниско трење и нелепљива површина. Најпознатија примена тефлона је као нелепљив премаз на тигањима, шерпама и другом кухињском посућу. Тај премаз спречава лепљење хране за површину, омогућава кување са мање или без уља и лакше прање. Поре тога, тефлон је нашао примену и у разним другим индустријама. У хемијској индустрији се користи за облагање унутрашњих површина цеви, резервоара и вентила који су у контакту са различитим агресивним хемикалијама. Због ниског коефицијента трења, нашао је примену у машинској индустрији где се користи за лежајеве и клизне површине. Такође, нашао је примену и у медицини, авијацији, текстилној индустрији итд.

5 САХАРИН

Сахарин представља први широко комерцијализован вештачки заслађивач. Открио га је руски хемичар Константин Фалберг крајем 19. века.

5.1 Кратка аутобиографија

Константин Фалберг је рођен 1850. године. Био је руски хемичар немачког порекла. Студирао је и радио у Сједињеним Америчким државама. 1879. године је случајно открио сахарин док је радио на дериватима угљоводоника и сумпора. Фалберг је након открића самостално патентирао супстанцу и започео њену комерцијалну производњу. Није оставио значајан научни траг у другим областима, али је остао упамћен као проналазач једног од најважнијих заслађивача у историји. Преминуо је 1910. године.



Слика 5.1: Константин Фалберг

5.2 Ток открића

Крајем 19. века Фалберг је радио у лабораторији Универзитета Џон Хопкинс у Балтимору, као сарадник професора Ајре Ремсена. Фалберг је тога дана експериментисао са дериватима катрана (бензенсулфонамидима), истражујући ароматична једињења. Након дана проведеног у лабораторији, заборавио је да опере руке и, док је вечерао, приметио је да му је храна необично слатка. Схватио је да слатки укус долази са његових прстију и да је највероватније у питању нека од супстанци са којима је тог дана радио. Одлучио је да их детаљније испита након тога, вратио се у лабораторију и испробао све супстанце са којима је радио тога дана. Недуго потом, открио је да је у питању **бензоилсулфимид**. Касније јој је дао назив сахарин по латинском називу *saccharum*, што значи шећер. Утврдио је да је сахарин око 300 до 500 пута слађи од шећера, али без икакве калоријске вредности. Фалберг и Ремсен су затим заједно развили метод за синтезу сахараина, полазећи од једињења о-сулфамоилбензојеве киселине. Међутим, убрзо им је патент оспорен. После тога, Фалберг је патентирао овај производ, сам, без Ремсена, што је он доживео као издају. Упркос њиховом сукобу, откриће сахараина довело је до револуције у прехранбеној индустрији. Први пут је било могуће засладити храну и пиће без употребе шећера. То је било посебно важно за дијабетичаре.

5.3 Хемијска структура и физичка својства

Молекулска формула: $C_7H_5NO_3S$

Моларна маса: 183,12 g/mol

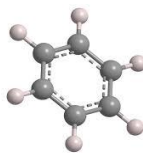
Температура топљења: 229-230°C

Растворљивост у води: 3.45 g/L

Сахарин је хетероциклично једињење које се састоји од:

- **Бензеновог прстена (C_6H_4)**

Бензенев прстен даје стабилност молекулу. Због тога молекул не реагује лако са другим супстанцама. Поред тога, доприноси слабој растворљивости у води, јер је хидрофобан.



Слика 5.2: Бензенев прстен

- **Сулфонске групе ($-SO_2-$)**

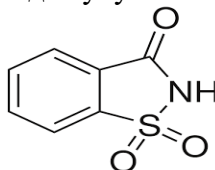
Чини сахарин слабо киселин (pH приближно 2), па може да формира соли (нпр. натријум-сахарин), које се боље растварају у води. Такође, побољшава термичку стабилност- сахарин се не разлаже на високим температурама, па је погодан за кување и печење.

- **Лактамна карбонилна група ($=O$)**

Омогућава водоничне везе са рецепторима укуса у људском језику, што даје интензивну слаткоћу. Повећава поларност молекула, али не довољно да би он сам био лако растворљив.

- **Хетероциклични прстен (са азотом и сумпором)**

Чини молекул компактним и даје му специфичан облик, што омогућава прецизно везивање за рецепторе укуса. Ова јединствена формација је одговорна што чак и врло мале количине дају изразито слadak укус.



Слика 5.3: Сахарин

5.4 Значај и употреба сахарина

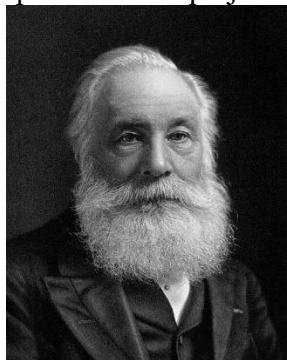
Сахарин не садржи угљене хидрате у структури, због тога сахарин није калоричан (не метаболише се у телу). Веома значајан за дијабетичаре јер не утиче на ниво шећера у крви, омогућава им да уживају у слатком укусу без ризика. Користи се у прехранбеној индустрији као заслађивач. Од великог је значаја у фармацеутској индустрији као средство за прикривање непријатног укуса лекова. Такође, ставља се у козметику и средства за хигијену.

6 АНИЛИН БОЈЕ (Маувеин)

Маувеин је прва синтетичка боја, случајно је дошао до ње хемичар Вилијам Перкин 1856. године.

6.1 Кратка аутобиографија

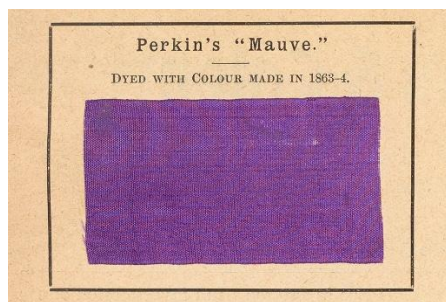
Вилијам Перкин је рођен 1838. године у Лондону. Током младости је показивао изузетан таленат за природне науке, посебно хемију. Са само 15 година уписао је Краљевски колеџ. Волео је да експериментише, био је радознао и упоран. Своју даљу каријеру је посветио примени истраживања у пракси. До свог најзначајнијег открића, боје маувеин, дошао је са свега 18 година и потпуно је променио индустрију боја. Потом је наставио са активним истраживањима органске хемије и синтетисао је још неке боје као што су *британска љубичаста* и *перкинова зелена*. За свој допринос науци и индустрији добио је бројна признања. Умро је 1907. године.



Слика 6.1: Вилијам Перкин

6.2 Ток открића

Осамнаестогодишњи хемичар Вилијам Перкин је експериментисао са анилином, једињењем добијеним из катрана каменог угља. Желео је да добије лек против маларије – кинухинин. Иако није успео у својој намери да дође до лека, током експеримента је приметио талог тамнољубичасте боје. Затим је добијени талог растворио у алкохолу и добио живописну љубичасту боју. Љубичасто обојен алкохолни раствор се потом користио за бојење тканина. Тај корак у ком је маувеин из неупотребљивог талоба прешао у растворљиву боју био је пресудан за индустријску примену маувеина. Овој боји је хемичар дао име маувеин по француској реч *mauve* (боја малве). Наредне године, Перкин је основао фабрику за индустријску производњу ове боје, чиме је започела ера синтетичких боја. Посебну популарност је стекла након што је краљица Викторија носила хаљину обојену маувеином. Ово откриће сматра се почетком примене органске хемије у индустрији.



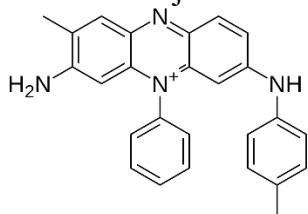
Слика 6.2: Узорак тканине обојене маувеин бојом

Хемијска структура и физичка својства

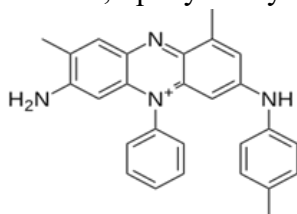
Маувеин је црвено-љубичаста кристална или прашкаста материја. Раствара се у органским растварачима, као што је алкохол, слабо растворљива у води. Подложна је оксидацији на светлости и у ваздуху. Због природне смеше, тачка топљења може варирати, око 250 °C је за неке компоненте.

Молекулска формула (приближна): $C_{26}H_{23}N_4$

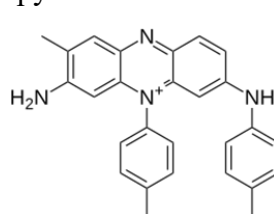
Иако се маувеин сматрао јединственом супстанцом, заправо представља мешавину више блиско повезаних једињења, од којих су најпознатији маувеин А, Б и Б2. Његова основа заснована је на **трифенилметанској структури**, типичној за многе синтетичке боје. Ова структура је стабилна, ароматична и одлична основа за развој боја, јер се на различита места у фенил-прстеновима могу додати групе које апсорбују светлост. Поред ове структуре, оно што одређује ове супстанце је и **катјонска азотна група**. Ова група служи као хромофор (део молекула који апсорбује видљиву светлост), она и даје молекулу боју и омогућава везивање боје за тканину. Потом, присутне су NH_2 групе везане за бензенове прстенове.



Слика 6.3: маувеин А



Слика 6.4: маувеин Б



Слика 6.5: маувеин Б2

6.4 Улога и значај

Пре открића маувеина користиле су се само природно добијене боје. Ово откриће синтетичке боје омогућило је већу приступачност. Синтетичке боје су биле јефтиније, бољег квалитета и доступније за масовну употребу, што је утицало на текстил, уметност, модну индустрију...

Маувеин боја је донела потпуно нови стил облачења, представљала је нешто ново и другачије, што је омогућило дизајнерима да експериментишу са стилизовима и комбинацијама боја, подстичући креативност и иновације у моди.

7 ЗАКЉУЧАК

Сведочимо великом броју случајних хемијских открића током историје. Већина супстанци је откривена приликом трагања за неким потпуно другим. Захваљујући томе што научници нису занемарили несвакидашње резултате експеримента и били су упорни у томе да их испитају и да препознају потенцијал у њима, данас нам живот олакшавају разна открића. У примерима, којима сам се ја бавила, видимо да су случајна открића помогла разним индустријама и наукама. Користе се у медицини, психологији, текстилној и прехранбеној индустрији и многим другим.

Хемија као наука је веома отворена ка истраживањима и пружа нам могућност да стално експериментишемо са постојећим супстанцама и да откривамо нове. Пружа нам прилику да једноставније уочимо особине супстанци, као и да обогатимо наше знање. Тај елемент изненађења и непредвидивости у реакцијама чини хемију посебно узбудљивом и вредном проучавања.

Закључујемо колико је важно имати отворен ум и спремност да се препозна вредност чак и у неуспеху. Хемија нас учи да се велике промене често рађају из неочекиваног. Знатижељан ум је највећи покретач наптретка.

8 ЛИТЕРАТУРА

1. Albert Hofman: (1980) LSD: My Problem Child

9 РЕФЕРЕНЦЕ

1. <https://www.britannica.com/biography/Albert-Hofmann>
2. <https://www.scientificamerican.com/>
3. https://www.euda.europa.eu/publications/drug-profiles/lsd_en
4. <https://www.britannica.com/biography/Alexander-Fleming>
5. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1945/fleming/biographical/>
6. <https://www.acs.org/education>
7. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
8. <https://www.news-medical.net/health/Penicillin-Mechanism.aspx>
9. <https://www.teflon.com/>
10. <https://www.britannica.com/science/saccharin>
11. <https://www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/s/saccharin.html>
12. <https://www.sciencehistory.org/stories/magazine/the-pursuit-of-sweet/>
13. <https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.955.html>
14. <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/chemistry/>
15. <https://www.sciencehistory.org/education/scientific-biographies/william-henry-perkin/>
16. <https://archive.org>