

**Ավագ դպրոցում քիմիայից լրացուցիչ նյութերի տրամադրումը որպես ուսուցման արդյունավետության բարձրացման միջոց**

*Ավանեսովա Նելլի,  
Հովսեփյան Անժելա,  
Կոծինյան Տաթևիկ*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.1-102>

*Հանգուցային բառեր. ֆենոլներ, գունավոր ռեակցիաներ, լույսի քվանտ, արոմատիկ միացություններ, կոմպլեքսագոյացում, երկայթի (III) քլորիդ, քրոմոֆոր, գուգորդած կապեր*

**Նախաբան**

Քիմիայի ուսուցման գործընթացում լաբորատոր փորձերը կարևոր տեղ են զբաղեցնում: Դրանք հնարավորություն են տալիս աշակերտին դիտել, ուսումնասիրել, ճանաչել, հիշել, կիրառել, բացահայտել և, վերջապես, ստանալ արդյունք: Երբեմն լաբորատոր փորձերն այնքան են հետաքրքրում աշակերտին, որ նա սկսում է ինքնուրույն պրպտել և գտնել նոր տեղեկություններ նյութի կամ երևույթի մասին: Այս տեսակետից հետաքրքիր է իրականացնել և ուսումնասիրել մի շարք գունային փոփոխությամբ ընթացող որակական ռեակցիաները:

Որակական ռեակցիաները հնարավորություն են տալիս որոշակի մոլեկուլների, իոնների, ֆունկցիոնալ խմբերի հայտնաբերումը հետազոտվող նմուշում: Այս ռեակցիաներն ուղեկցվում են արտաքին ազդակներով: Դրանք են՝ գույնի փոփոխությունը, բոցի գունավորումը, նստվածքի առաջացումը, ջերմության անջատումը կամ կլանումը: Գույնի փոփոխությամբ ընթացող ռեակցիաներն այլ կերպ անվանում են գունավոր ռեակցիաներ: Կիրառելով գունավոր ռեակցիաներ՝ կարելի է հայտնաբերել և ուսումնասիրել մի շարք անօրգանական և օրգանական նյութերի հատկությունները [1]:

Բսկ ինչո՞վ է պայմանավորված նյութի գույնը: Ուսումնասիրելով գույնի տեսության սկզբունքները՝ հնարավոր է հասկանալ, թե ինչո՞ւ անգույն աղը կարող է փոխել իր գույնը՝ լուծելով ջրում կամ այլ լուծիչում, ինչո՞ւ է գործվածքը գունաթափվում արևի լույսի տակ, ինչո՞ւ է հայտանյութը փոխում իր գույնը՝ կախված միջավայրից և այլ երևույթներ: Գույնի տեսության գլխավոր սկզբունքը հետևյալն է. գույնը առաջանում է լույսի քվանտի և էլեկտրոնների փոխազդեցության հետևանքով: Նյութի գույնը որոշվում է մոլեկուլում էլեկտրոնների դասավորվածությամբ: Ցանկացած նյութ ունի գույն, քանի որ կլանում է որոշակի երկարության ալիքներ: Սակայն մարդու համար տեսանելի են բավականին նեղ տիրույթում ընկած ալիքները՝ 400-750 նմ երկարության ալիքները [9, 65]:

Ավագ դպրոցում քիմիայից խորացված ուսուցմամբ դասարաններում ֆենոլների և նրանց ածանցյալների գունավոր ռեակցիաներին վերաբերվող հարցեր քննարկելիս կարելի է չբավարարվել այն սուղ տեղեկություններով, որոնք առկա են քիմիայի 11-րդ դասարանի դասագրքում, այլ կարելի է այդ թեմային առնչվող

լրացուցիչ տեղեկություններ տալ ինչպես քիմիայից, այնպես էլ ֆիզիկայից: Այդ դեպքում հնարավորություն է առաջանում ոչ միայն համապատասխան դասաթեման դարձնել առավել ամբողջական, այլ նաև իրականացնել միջառարկայական կապեր ֆիզիկայի և քիմիայի միջև:

Աշխատանքի նպատակն է ցույց տալ, թե ինչպես կարելի է բարձրացնել ավագ դպրոցում քիմիայի որոշ դասաթեմաների ուսուցման արդյունավետությունը՝ այդ թեմայից լրացուցիչ նյութերի տրամադրման միջոցով: Որպես օրինակ հողվածում քննարկված են ֆենոլների և նրանց ածանցյալների գունավոր ռեակցիաներին վերաբերվող հարցերը:

Դասավանդման փորձը ցույց է տալիս, որ ավագ դպրոցում որևէ առարկայից խորացված ուսուցման ժամանակ անհրաժեշտ է լինում սովորողներին ներկայացնել լրացուցիչ նյութեր՝ անհրաժեշտության դեպքում այն գուգակցելով միջառարկայական կապերով: Վերջինս թույլ է տալիս էապես բարձրացնել ուսուցման արդյունավետությունը և այն դարձնել առավել հետաքրքիր:

Տարբեր գույների զգացողությունն առաջանում է առանձին ալիքների ներգործությունից: Արևի լույսն իր մեջ պարունակում է ծիածանի բոլոր գույները, որոնց համապատասխանում են տարբեր երկարության լուսային ալիքներ: Սովորաբար նյութի գույնը որոշվում է այն ալիքի երկարությամբ, որը գերակշռում է անդրադարձման ժամանակ: Եթե լուսային ալիքների էներգիան նույն չափով է կլանվում կամ անդրադարձվում, ապա մեզ թվում է, որ նյութը սպիտակ է կամ անգույն: Եթե նյութը ամբողջությամբ կլանում է ալիքները, ապա այն թվում է սև: Երբ տեսանելի սպեկտրից պակասում են որոշ ալիքներ, առաջանում է լրացուցիչ գույնի զգացողություն: Նյութը գունավորված է, եթե ընտրողաբար կլանում է սպիտակ լույսի բաղադրիչները: Այդ դեպքում անցնում կամ անդրադարձվում են չկլանված ճառագայթները և առաջացնում լրացուցիչ գույնի զգացողություն (աղյուսակ 1):

**Աղյուսակ 1**

**Նյութի գույնի կախվածությունը ալիքի երկարությունից**

Ալիքի երկարությունը, նմ	Կլանված լույսի գույնը	Նյութի գույնը
400-435	Մանուշակագույն	Դեղնականաչ
435-480	Կապույտ	Դեղին
480-500	Երկնագույն	Նարնջագույն
500-580	Կանաչ	Կարմիր
580-595	Դեղին	Մանուշակագույն
595-605	Նարնջագույն	Կապույտ
605-750	Կարմիր	Երկնագույն

Էլեկտրոնների շարժունակությունը, ընդունակությունը տեղափոխվել մեկ օրբիտալից այլ օրբիտալ, մեկ ատոմից այլ ատոմ, պայմանավորում են գույնի առաջացումը [4, 12]:

Այսպիսով, այն, ինչ մենք անվանում ենք գույն, արդյունք է ֆիզիկական և քի-

միական երևույթների՝ լույսի փոխազդեցությանը նյութի մոլեկուլների կամ ատոմների հետ և նյութից անդրադարձվող ալիքների ազդեցությունը մեր աչքերի ցանցաթաղանթի վրա: Մակայն էլեկտրոնների վիճակը մետաղներում և ոչ մետաղներում, անօրգանական և օրգանական նյութերում տարբեր են, հետևապես այդ նյութերում գույնի առաջացման մեխանիզմը նույնպես տարբերվում է: Լույսի ընտրողական կլանումը կախված է նյութի կառուցվածքից [10, 52]:

Մետաղների համար կարևոր է բյուրեղացանցի կանոնավոր դասավորվածությունը և էլեկտրոնների ազատ տեղաշարժվելու հնարավորությունը: Երբ մետաղի վրա ընկնում են լույսի ճառագայթներ, տեղի է ունենում արտացոլում և մետաղի գույնը պայմանավորվում է անդրադարձած ալիքի երկարությամբ: Օրինակ, սպիտակ փայլը, որը բնորոշ է ալյումինին և ցինկին, պայմանավորված է տեսանելի ճառագայթների գրեթե ամբողջ սպեկտրի արտացոլմամբ: Ոսկին ունի դեղնակարմրավուն գույն, քանի որ կլանում է կապույտ և մանուշակագույն ճառագայթները, իսկ մագնեզիումը սև է, ինչը նշանակում է, որ այն կլանում է ճառագայթների ամբողջ սպեկտրը [9, 78]:

Ոչ մետաղներում գույնի փոփոխությունը նույնպես կախված է կառուցվածքից, ինչով և պայմանավորված է ածխածնի, ֆոսֆորի, ծծմբի ալոտրոպ ձևափոխությունների տարբեր գունավորումը:

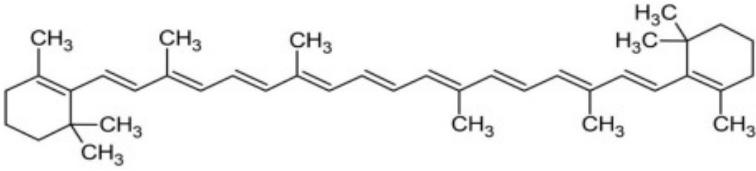
Անօրգանական նյութերի մոլեկուլների և իոնների կլանումը հետևանք է էլեկտրոնների էներգիայի մեծացման, սուլվատացման և բևեռացման աստիճանների փոփոխման: Այս դեպքում գույնը պայմանավորված է էլեկտրոնների տեղափոխվելու հնարավորությամբ մեկ օրբիտալից մեկ այլ ազատ օրբիտալ: Այստեղ կարևոր է արտաքին էլեկտրոնային մակարդակի կառուցվածքը: Դրանով է պայմանավորված, որ երկրորդային ենթախմբի մետաղների կատիոնները, որոնք ունեն թափուր d-օրբիտալ, գունավոր են [2, 93]:

Օրգանական նյութերում գույնի առաջացումը տեղի է ունենում այլ մեխանիզմով, որին ավելի մանրամասն կանդրադառնանք հոդվածում:

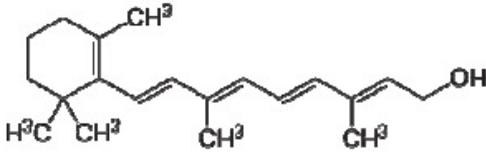
### **Հոդվածի բովանդակությունը**

Ուսումնասիրելով մի շարք օրգանական նյութերի գույնը՝ 1869 թ. Օ. Վիտն առաջարկել է քրոմոֆորային տեսությունը, համաձայն որի՝ գույնը պայմանավորված է գույնի առաջացման համար պատասխանատու քրոմոֆոր խմբերի առկայությամբ: Դրանք են  $-C=O$ ,  $-C=N$ ,  $-N=N$ ,  $-C=C$  և այլն: Բսկ աուքսոքրոմներ՝  $-OH$ ,  $-SH$ ,  $-NH_2$ ,  $-OC_6H_5$  խմբերը ուժեղացնում են նյութի գունավորման աստիճանը [4, 15]:

Երկրորդ կարևորագույն գործոնը, որն ազդում է նյութի գունավորման վրա, գուգորդված կրկնակի կապերի առկայությունն է մոլեկուլում: Ընդ որում, որքան երկար է գուգորդված շղթան, այնքան, որպես կանոն, ավելի գունավորված է նյութը: Եթե  $C_6H_5-CH=CH-C_6H_5$  ստիլբենը անգույն է, ապա  $C_6H_5-(CH=CH)_2-C_6H_5$  դիֆենիլիեքստրիենը դեղին է, իսկ  $C_6H_5-(CH=CH)_6-C_6H_5$  դիֆենիլդոդեկաիեքստան նարնջագույն է [7]:



**ա**

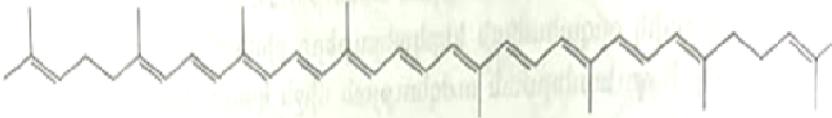


**բ**

**Նկար 1. ա)  $\beta$ -կարոտինի, բ) ռետինոլ (վիտամին A)**

Դա իր արտահայտությունն է գտել նաև բնական նյութերի, ինչպես նաև մրգերի և բանջարեղենի գունավորման մեջ: Այսպես, մրգերի և բանջարեղենի վառ կարմիր կամ նարնջագույն գույնը պայմանավորված է  $\pi$ -կապերի երկար գուգորդված շղթաների առկայությամբ: Օրինակ՝ գազարի նարնջագույն լինելը բացատրվում է նրա մեջ  $\beta$ -կարոտինի՝ վիտամին A-ի նախավիտամինի առկայությամբ:

Նույնը կարելի է ասել ձմերուկի, լոլիկի կարմիր գույնի մասին, որը պայմանավորված է  $\psi$ -կարոտինի գույնով [1, 12]:



**Նկար 2.  $\psi$ -կարոտինի**

Ի տարբերություն ոչ հագեցած օրգանական նյութերի, հագեցած օրգանական նյութերի մեծ մասը անգույն է: Այստեղ ատոմները միմյանց միանում են շնորհիվ  $\sigma$ -կապերի: Էլեկտրոնները մնում են նույն էներգետիկ մակարդկում, քանի որ գրգռված վիճակի անցնելու համար անհրաժեշտ է մեծ քանակությամբ էներգիա: Դա է պատճառը, որ հագեցած ածխաջրածինները կլանում են մանուշակագույն ճառագայթները և գունավորված չեն:

Գունավորման համար ոչ պակաս կարևոր է նաև ածխածնային շղթայի բևեռացում, այսինքն՝ մոլեկուլի տարբեր հատվածներում դրական և բացասական լիցքերի առաջացումը:

Ի տարբերություն ալիֆատիկ ածխաջրածինների՝ արոմատիկ և հետերոցիկլիկ միացությունները պարունակում են փակ գուգորդված օղակներ: Այս միացություններում  $\pi$ -էլեկտրոններն առաջացնում են ընդհանուր էլեկտրոնային ամպ:

Արումատիկ միացություններում  $\pi$ -էլեկտրոնների թվի մեծացումը բերում է գույնի առաջացմանը, քանի որ տեղի է ունենում գրգռման էներգիայի փոքրացում, և կլանումը տեղաշարժվում է երկարալիքային տիրույթ [8, 35]: Դրա օրինակներից է պոլիֆենոլի գունավորումը, որը կախված է նաև միջավայրից: Պոլիօքսիարիլենների լուծույթները, որոնք ունեն մուգ շագանակագույն կամ սև գույն, իներտ միջավայրում աղաթթվի ներկայությամբ նստեցնելիս առաջացնում են նրբադիսպերս սպիտակ կախույթ: Ժամանակի ընթացքում պոլիմերը անջատվում է նստվածքի ձևով և ձեռք է բերում իր նախկին գույնը: Այդ երևույթը բացատրվում է այն հանգամանքով, որ կախույթի առաջացման ժամանակ խախտվում է  $\pi$ - և  $p$ -էլեկտրոնների ապատեղայնացումը, որով պայմանավորվում է պոլիմերի գունավորումը: Հետագայում էլեկտրոնային ամպը նորից ապատեղայնացվում է, և նյութը ձեռք է բերում իր նախնական գույնը [5, 137]:

Գույնի փոփոխություն նաև նկատվում է, երբ տեղի է ունենում օրգանական նյութի փոխազդեցությունը երկրորդական ենթախմբի մետաղի իոնի հետ: Այս դեպքում առաջանում են կայուն կոմպլեքս միացություններ, որոնց գույնը կախված է լիգանդի և կոմպլեքսագոյացողի տեսակից: Մետաղը տրամադրում է դատարկ  $d$ -օրբիտալ, իսկ օրգանական նյութի ատոմը, սովորաբար ազոտը կամ թթվածինը իր գույգ էլեկտրոնները, որի հետևանքով տեղի է ունենում գունային փոփոխություն: Օրինակ դեղին ալիզարինը տարբեր մետաղների հետ առաջացնում է տարբեր գույն ունեցող կոմպլեքս միացություններ.  $Al^{3+}$ -ի հետ՝ կարմիր,  $Cr^{3+}$ ՝ գորշ,  $Fe^{3+}$ ՝ մանուշակագույն [2, 56]:

Այսպիսով, որպեսզի օրգանական նյութը գունավորվի, կարևոր են հետևյալ պայմանները՝

- գուգորդված կապերի առկայությունը, ընդ որում կրկնակի կապերը կարող են առաջանալ ոչ միայն ածխածնի ատոմների միջև,
- քրոմոֆոր և աուքսոքրոմ խմբերի առկայությունը,
- արումատիկ օղակների առկայությունը,
- կոմպլեքս միացության առաջացման հնարավորությունը,
- բևեռնացման հատկությունը, որը նկատվում է, երբ գուգորդված շղթայի ծայրերում գտնվում են տեղակալիչներ, որոնք նպաստում են էլեկտրոնների տեղափոխմանը,
- օրգանական նյութի մոլեկուլում ատոմները պետք է դասավորված լինեն նույն հարթությունում:

Այս բոլոր գործոնները հանգեցնում են նրան, որ լույսի քվանտը ազդում է մոլեկուլում էլեկտրոնների համակարգի վրա, և էլեկտրոնը ձեռք է բերում լրացուցիչ էներգիա: Այս էներգիայի մի մասը ծախսվում է մոլեկուլի շարժման և տարածման վրա, իսկ մեծ մասը ծախսվում է էլեկտրոնների գրգռված վիճակի անցնելու վրա:

### ***Հետազոտության մեթոդները, փորձարարական վերլուծությունը և արդյունքները***

Մեր կողմից իրականացվել և ուսումնասիրվել են ֆենոլի, բազմատոմ ֆենոլների և նրանց ածանցյալների կոմպլեքսագոյացման ռեակցիաները երկաթի (III) քլորիդի հետ: Դասագրքերում այս ռեակցիաների վերաբերյալ տրված են սուղ

տեղեկություններ: «Քիմիա» 11 դասագրքում ուղղակի նշված է «Ֆենոլի հայտնաբերման համար հաճախ օգտագործում են դրա ռեակցիան  $\text{FeCl}_3$ -ի հետ, որի հետևանքով առաջանում է մանուշակագույն համալիր միացություն»:

Գունային փոփոխությունների պատճառները ուսումնասիրելու նպատակով պատրաստվել են՝

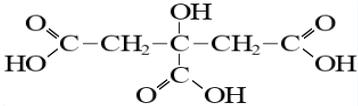
- ֆենոլի, ռեզորցինի, պիրոկատեխինի, հիդրոխինոնի, պիրազալոլի, կաթնաթթվի, կիտրոնաթթվի 1 %-անոց ջրային լուծույթներ,
- $\alpha$ - և  $\beta$ - նաֆտոլի, սալիցիլաթթվի, ասպիրինի, սալոլի, վանիլինի, պարացետամոլի 1 %-անոց սպիրտային լուծույթներ,
- երկաթի (III) քլորիդի 1 %-անոց ջրային լուծույթ:

2-3 մլ հետագոտվող լուծույթին ավելացրել ենք 1 մլ երկաթի (III) քլորիդի լուծույթ և հետևել գունային փոփոխությանը:

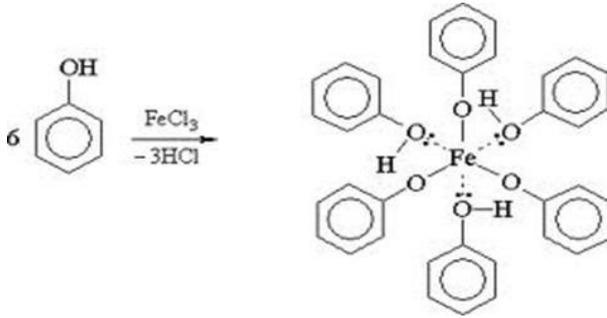
Այդուսակ 2-ում ներկայացված են մի շարք հետագոտվող օրգանական նյութերի և երկաթի (III) քլորիդի փոխազդեցության հետևանքով գունային փոփոխությունները:

**Այդուսակ 2**

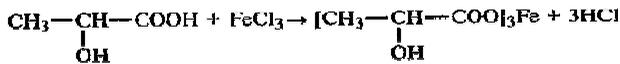
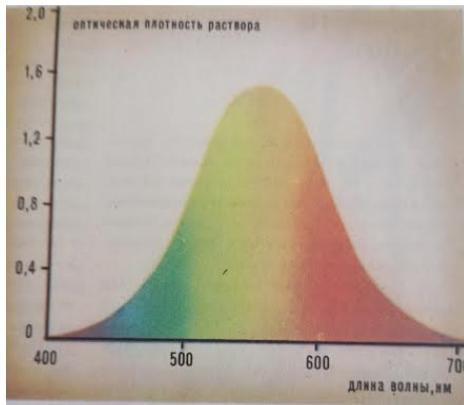
**Գունային փոփոխությունները**

Օրգանական նյութ	Կառուցվածք	Վերջնական գույնը
Բենզոլ		չի փոխվում
Ֆենոլ		մանուշակագույն
Պրոպանաթթու	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$	չի փոխվում
Կաթնաթթու	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} \begin{matrix} \text{OH} \\ \text{C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix} \end{matrix}$	դեղնականաչ
Պենտանաթթու	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{O-H} \end{matrix}$	չի փոխվում
Կիտրոնաթթու		դեղնականաչ

Չնայած նրան, որ բենզոլի մոլեկուլում էլեկտրոնային ամպերը ապատեղայնացված են, սակայն այդ հանգամանքը բավարար չէ, որ փոխազդելով  $FeCl_3$ -ի հետ՝ առաջացնի կոմպլեքս միացություն: Ի տարբերություն բենզոլի, ֆենոլն առաջացնում է մանուշակագույն կոմպլեքս (նկար 3, 4):



**Նկար 3. Ֆենոլի հայտնաբերման որակական ռեակցիան**

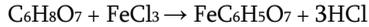


**Նկար 4. Կոմպլեքս միացության կլանման սպեկտրը**

Համեմատելով բենզոլի և ֆենոլի կառուցվածքը՝ կարելի է եզրակացնել, որ գունային փոփոխությունը տեղի է ունենում շնորհիվ քրոմոֆորային -OH խմբերի և կոմպլեքսագոյացման [6, 57]: Դրա ապացույցն է պրոպիլոնաթթու-կաթնաթթու, պենտանաթթու-կիտրոնաթթու զույգերի համեմատությունը: Պրոպանաթթուն և

պենտանաթթուն չեն առաջացնում կոմպլեքս միացություններ  $FeCl_3$ -ի հետ, քանի որ դրանց մոլեկուլներում բացակայում են էլեկտրոդոնոր խմբեր, իրենք ունեն շատ թույլ կոորդինացիոն ունակություն:

Կաթնաթթուն և կիտրոնաթթուն առաջացնում են երկաթի լակտատ և ցիտրատ.



Ռեակցիաների արգասիքների վերլուծությունը վկայում են  $-OH$  խմբի քրոմոֆորային բնույթի և կոմպլեքսագոյացման մասին:

Նյութի գույնը կախված է ոչ միայն էլեկտրոնների ապատեղայնացումից, քրոմոֆորային խմբերի առկայությունից, այլ նաև դրանց դիրքից և քանակից:

### Աղյուսակ 3

#### Բազմատոմ ֆենոլների և $Fe^{3+}$ իոնի կոմպլեքսների գույները

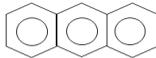
Բազմատոմ ֆենոլներ	Կառուցվածքը	Գույնը
Պիրոկատեխին		կանաչ
Ռեզորցին		մանուշակագույն
Հիդրոխինոն		դեղին
Պիրրազալոլ		կարմիր

Հիդրոխինոնը սկզբում գունավորվում է կանաչ, որը շատ արագ վեր է ավժվում դեղին խինոնի: Կանաչ գունավորումը վկայում է, որ հիդրոխինոնը արագ օքսիդանում է՝ առաջացնելով միջանկյալ նյութ՝ խինհիդրոն:  $O-$ ,  $m-$ ,  $p-$   $-OH$  խմբերի դիրքից կախված տեղի է ունենում գույնի բարձրացում, այլ կերպ՝ գիպտոքրոմային տեղաշարժ: Նման երևույթ նկատվում է և պիրազալոլի դեպքում, որը պարունակում է 3  $-OH$  խումբ:

Մեր կոմից ուսումնասիրված են նաև մի քանի արոմատիկ օղակ պարունակող ֆենոլները: Հայտնի է, որ արոմատիկ օղակների ավելացումը բերում է գույնի խտացման [7, 439]:

Օրինակ՝

անտրացենը՝



անգույն է,

տետրացենը՝



նարնջագույն է,

պենտացենը՝



կապույտ է և այլն:

Հարց է առաջանում, թե ինչպես իրենց կդրսևորեն բազմակորիզ ֆենոլները: Ուսումնասիրել ենք  $\alpha$ - և  $\beta$ - նաֆթոլների ռեակցիաները  $FeCl_3$ -ի հետ:

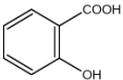
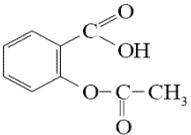
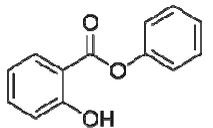
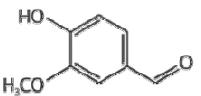
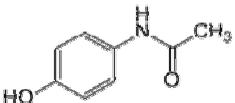
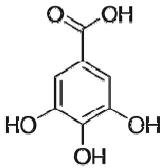
$\alpha$ -նաֆթոլը՝ Oc1ccc2ccccc2c1 տալիս է մանուշակագույն գունավորում, իսկ

$\beta$ -նաֆթոլը՝ Oc1ccc2ccccc2c1, սկզբում տալիս է կանաչ գունավորում, իսկ հետագայում անջատվում է սպիտակ նստվածք: Այս փորձերը նույնպես վկայում են, որ -OH խմբի դիրքը ազդում է ռեակցիայի ընթացքի վրա [3, 148]:

Ֆենոլների ածանցյալները կիրառում են որպես դեղամիջոցներ և մտնում են մի շարք սննդամթերքների բաղադրության մեջ: Որպես ֆենոլների ածանցյալներ ուսումնասիրել ենք սալիցիլաթթուն, ացետիլսալիցիլաթթուն, սալոլը, տանինը, վանիլինը և պարացետամոլը, որոնց գունային փոփոխությունները ներկայացված են աղյուսակ 4-ում:

Լրացուցիչ ֆունկցիոնալ խմբերի առկայությունը ազդում է կոմպլեքսագոյան մեխանիզմի վրա, ինչը երևում է աղյուսակ 4-ում: Սալիցիլաթթուն, որը պարունակում է ազատ -OH խումբ, առաջացնում է մանուշակագույն կոմպլեքս: Սալոլը՝ սալիցիլաթթվի և ֆենոլի բարդ եթերը, նույնպես ունի ազատ -OH խումբ և առաջացնում է մանուշակագույն կոմպլեքս միացություն, սակայն ասպիրինը՝ սալիցիլաթթվի և քացախաթթվի բարդ եթերը, որը չի պարունակում ազատ -OH խումբ, չի փոխում իր գույնը: Վանիլինը՝ 3-մեթօքսի-4-հիդրօքսիբենզալդեհիդը գունավորվում է նույնպես մանուշակագույն, իսկ պարացետամոլը՝ 4-հիդրօքսի ֆենիլացետամիդ, գունավորվում է կանաչ: Հավանական է՝ այստեղ գույնի փոփոխությունը կախված է նաև -NH քրոմոֆորային խմբի առկայությամբ: Տանինը ստացել ենք կադնու կեղևի թուրմից: Այն իրենից ներկայացնում է գալաթաթվի բարդ եթերների խառնուրդ, որոնք պարունակում են մեծ թվով -OH խմբեր: Դեռ հին ժամանակներում մի շարք բույսեր, որոնք պարունակում են տանիններ, օգտագործել են թանաք ստանալու համար, իսկ 19-րդ դարում՝  $Fe^{3+}$  իոնների հայտնաբերման համար [3, 148]:

**Գունային փոփոխությունները ֆենոլի ածանցյալների կոմպլեքսներում**

Ֆենոլի ածանցյալ	Կառուցվածք	Գույն
Սալիցիլաթթու		մանուշակագույն
Ասպիրին		չի փոխվում
Սալոլ		մանուշակագույն
Վանիլին		մանուշակագույն
Պարացետամոլ		կանաչ
Տանին		մուգ մանուշակագույն

Այսպիսով կարելի է եզրակացնել, որ կոմպլեքս միացությունների առաջացման մեխանիզմը կախված է քրոմոֆորային խմբերի առկայությունից, իրենց դասավորվածությունից, բենզոլային օղակների առկայությունից և քանակից:

## Եզրակացություն

Այսպիսով՝ ավագ դպրոցում ֆենոլների և նրանց ածանցյալների գունավոր ռեակցիաների վերաբերյալ լրացուցիչ նյութերի տրամադրումը թույլ է տալիս առավել ամբողջական պատկերացում կազմել դրանց հիմքում ընկած երևույթների վերաբերյալ, դասալրոցեւը դարձնել առավել հետաքրքիր, որը հնարավորություն է տալիս էապես բարձրացնել ուսուցման արդյունավետությունը: Մասնավորապես, սովորողները լրացուցիչ գիտելիքներ են ձեռք բերում թեմայի ուսուցման վերաբերյալ, իրականացվում է միջառարկայական և ներառարկայական կապեր, որոնք ունեն դիդակտիկական կարևոր նշանակություն:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.1-102>

## Գրականություն

1. Դանագույան Գ., Բազմերանգ արոմատիկություն, Երևան, «Աստղիկ» գրատուն, 2018, էջ 121-125:
2. Պետրոսյան Գ., Արամյան Ռ., Կոմպլեքս միացություններ, Երևան, ԵՊՀ հրատ., 2023, 164 էջ:
3. Аверина А. В., Снегирева А. Я. Лабораторный практикум по органической химии, Москва: Высшая школа, 1971, - 224 с.
4. Бородкин В. Ф. Химия красителей, Москва: Химия, 1981, - 248 с.
5. Лиюгонький Б. И., Тугов И. И., Вайнштейн Э. Ф., Аванесова Н. Р., Влияние межмолекулярного взаимодействия на формирование свойств полисопряженных систем, Докл АН СССР т. 292, N1, 1987, с. 137-141.
6. Паравян Н.А. Что же там происходит? Химия и жизнь, №3, 197, с. 57-58.
7. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия, Москва: Высшая школа., 1981, - 592 с.
8. Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И. Биоорганическая химия, Москва: Медицина, 1985, -480 с.
9. Фадеев Г. Н., Химия и цвет, Москва: Просвещение, 1986, - 145 с.
10. Шульпин Г. Б. Эта увлекательная химия, Москва: Химия, 1984, с. 144-155.
11. <https://www.imdproc.am/p/qimia19-9> (24.03.25)

## Предоставление дополнительных материалов по химии в старших классах как средство повышения эффективности обучения

*Аванесова Нелли,  
Овсепян Ангела,  
Коцинян Татевик*

### Резюме

**Ключевые слова:** квант света, ароматические соединения, комплексообразование, хлорид (III) железа, хромофор, сопряженные связи

Качественные реакции дают возможность определить присутствие определенных молекул, атомов, ионов в исследованном образце. К данным реакциям относятся и известные реакции. Для возникновения того или иного цвета имеет значение состояние системы электронов, охватывающей всю молекулу в целом. Причем механизм образования цвета в неорганических и органических соединениях разный. Данная статья посвящена изучению изменения цвета органических соединений: в частности, процессам комплексообразования фенолов и их производных с хлористым железом. В статье изложены основные принципы теории цветности, рассмотрена зависимость изменения цвета от ряда факторов: структуры вещества, присутствия хромофорных и ауксохромных групп, сопряженных связей, ароматических колец. Рассмотрены факторы, которые влияют на ход протекания реакций комплексообразования и цвет образующихся комплексов. Показана главенствующая роль хромофорной группы -ОН в образовании цвета комплекса. Цвет комплексного соединения также зависит от количества хромофорных групп, их расположения в молекуле, наличия и количества бензольных ядер в исследованных образцах.

**Providing Supplementary Materials from Chemistry  
as a Means of Raising Teaching Effectiveness**

*Avanesova Nelly,  
Hovsepyan Anzhela,  
Kotsinyan Tatevik*

**Summary**

**Key words:** *quantum of light, aromatic compounds, complex formation, iron(III) chloride, chromophore, conjugated bonds*

Qualitative reactions allow the determination of the presence of specific molecules, atoms, and ions in a given sample. These reactions include many well-known tests. The state of the electron system – encompassing the entire molecule – is crucial for the manifestation of a particular color. Moreover, the mechanism of color formation differs between inorganic and organic compounds. This article is devoted to studying the changes in the color of organic compounds, particularly the complex formation processes of phenols and their derivatives with iron (III) chloride. The article presents the basic principles of coloration theory and examines how color changes depend on several factors: the substance's structure, the presence of chromophoric and auxochromic groups, conjugated bonds, and aromatic rings. The discussed factors influencing the course of complex formation reactions and the color of the resulting complexes demonstrate the dominant role of the chromophoric –OH group in generating the color of the complex. Furthermore, the color of the complex compound also depends on the number of chromophoric groups, their positions within the molecule, and the presence, the number of benzene rings in the analyzed samples.

Ներկայացվել է 29. 03. 2025 թ.  
Գրախոսվել է 02. 05. 2025 թ.  
Ընդունվել է տպագրության 05. 06. 2025թ.