



Washington, D.C. • USA



Practical Examination

44th International
Chemistry Olympiad

July 24, 2012

United States
of America

ЗААВАРЧИЛГАА (Даалгавар 1)

- Энэхүү даалгавар 1 нь сорилын ажлын болон хариултын 10 хуудастай.
- Сорилын ажлаа эхлэхээс өмнө 15 минутын хугацаанд даалгавраа анхааралтай уншиж танилцана.
- **Даалгавар 1-г гүйцэтгэх хугацаа 2 цаг 15 минут болно.**
- **START** буюу **ЭХЭЛ дохио** өгсний дараа ажлаа эхэлнэ. **STOP** буюу **ЗОГС** дохио өгмөгц тэр даруй ажлаа дуусгана. 5 минутын дотор дуусгахгүй бол сорилын ажлыг тооцохгүй болно. **ЗОГС** дохионы дараа лабораторийн байрандаа хүлээж байгаад туслах багш чиний ажлын байрыг шалгах ба доорхи зүйлийг **ширээн дээрээ үлдээнэ:**
 - Даалгавар/хариултын хуудас(өгсөн хуудас)
- ОУХОлимпиадын дүрэмд заасан **аюулгүй дүрмийг** дагаж мөрдөнө. Лабораторид ажиллах хугацаандаа **хамгаалалтын шил** зүүнэ. **Бээлий** өмсөж химийн урвалж бодистой харьцана.
- Аюулгүйн дүрэм зөрчвөл туслах багш зөвхөн **НЭГ УДАА АНХААРУУЛГА** өгнө. Хоёр дахь удаа зөрчвөл лабораториос хөөгдөж сорилын даалгаврын дүнг тэглэнэ.
- Аюулгүй ажиллагааны талаар болон лабораторийн өрөөнөөс гарах шалтгаан гарвал зөвлөх багшид хандана.
- Зөвхөн өөрт чинь зориулагдсан ажлын байрны талбай дотор ажлаа хийнэ.
- Хариултыг харандаагаар биш **зөвхөн өгсөн үзгээр** хариултын хуудас дээр бичнэ.
- Өгсөн тооны машин хэрэглэнэ.
- Бүх үр дүнг хариултын хуудасны харгалзах зай, талбайд бичнэ. Өөр газар бичсэн зүйл үнэлэгдэхгүй. Хариултын хуудасны ар талыг шаардлагатай тохиолдолд ноорог цаас болгож ашиглана.
- Химийн урвалж бодистой болон хагалсан шил савны хаягдлыг **“Used Vials (хэрэглэсэн шил сав)”** гэж хаягласан савруу хийнэ.
- Хаягдал шингэнийг **“Liquid Waste (шингэн хаягдал)”** гэж хаягласан сав руу юүлнэ.
- Ампулийн хэлтэрхий, хагархайг **“Broken Glass Disposal (Хагарсан шил хийх сав)”** гэж хаягласан сав руу хийнэ.
- Химийн бодисыг **асгасан**, сав суулгыг **хагалсан** тохиолдолд эхний удаад торгуульгүй нөхөн олгох ба дараагийн удаагаас эхлэн сорилын 40 онооноос тус бүрт **1 оноо хасна.**
- Зөвхөн тодруулах зорилгоор даалгаврын англи хэл дээрхи хувилбарыг авч үзэж болно.

Name:

Code: MNG

Химийн урвалж бодис, Сав суулга, тоног төхөөрөмж (Даалгавар 1)

Химийн урвалж, бодисууд (бодистой сав бүрийн шошго, хаягийг тод хар фонтоор харуулсан байгаа)

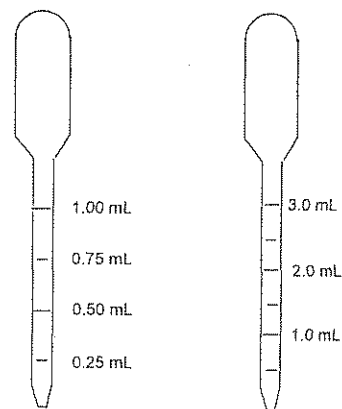
	Эрсдэл ⁺	Аюулгүй ажиллагаа ⁺
~2 M HCl, * 50мл усан уусмал, шил саванд	R34, R37	S26, S45
~0.01 M KI ₃ , * усан уусмал, "I ₂ " гэж хаягласан шил саванд 10мл		
Ацетон, (CH ₃) ₂ CO, M = 58.08 г моль ⁻¹ , хувийн жин = 0.791 г мл ⁻¹ , 10.0 мл, шил саванд	R11, R36, R66, R67	S9, S16, S26
Ацетон-d ₆ , (CD ₃) ₂ CO, M = 64.12 г моль ⁻¹ , хувийн жин = 0.872 г мл ⁻¹ , 3.0 мл, битүүмжилсэн ампулд	R11, R36, R66, R67	S9, S16, S26

⁺ эрсдэл ба аюулгүй ажиллагааны тодорхойлолтыг 3-р хуудаснаас үзнэ үү.

* Нарийвчилсан молийн концентрацын хэмжээг бодистой савны шошго, хаяг дээр бичсэн байгаа.

Сав Суулга, Тоног төхөөрөмж- Хайрцаг#1 (Kit #1)

- Нэрсэн усаар дүүргэсэн шил сав
- Түгжигддэг гялгар уутанд хийсэн, ногоон таглаатай 20мл-ийн шилэн сав- 15 ширхэг.
- 0.25мл-ийн нарийвчлалтай, 1мл эзэлхүүнтэй (баруун талд зургаар харуулсан) полиэтилен шилжүүлэгч пипетка – 10 ширхэг.
- 0.50мл-ийн нарийвчлалтай, 3мл эзэлхүүнтэй (баруун талд харуулсан) полиэтилен шилжүүлэгч пипетка- 10 ширхэг.
- Цаг хэмжигч (секундомер)



Name:

Code: MNG.

Эрсдэл ба Аюулгүй ажиллагаа (Даалгавар 1)

- R11 Онцгой шатамхай
- R34 Шатах аюултай
- R36 Нүдний бүрхүүлийг цочроодог
- R37 Амьсгалын системийг цочроодог
- R66 Удаан хэрэглэхэд арьс хуурайшиж холцруутна
- R67 Уур нь нойрсуулах, толгой эргэх үйлчилгээтэй

- S9 Агааржуулалт сайтай газар саванд хадгал.
- S16 Галаас хол байлгах.
- S26 Нүдэнд хүрсэн тохиолдолд даруй усаар шавшин угааж, эмчийн зөвлөлгөө авах.
- S45 Осол гарсан тохиолдолд, эсвэл бие эвгүйрсэн үед эмнэлэгийн тусламжийг хурдан авах

Даалгавар 1

Нийт онооны 18%

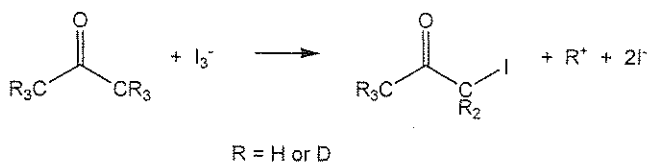
a	b	c	d	e	f	g	Даалгавар 1	18%
10	2	10	12	16	12	8	70	

Ацетоны иоджих урвалын кинетик, изотопын эффект ба механизм

Химийн урвалын механизмын тухай нээлт нь катализ болон синтезийн урвалын шинжилгээн дээр үндэслэсэн байдаг. Урвалын механизмыг шинжлэх хамгийн хүчтэй хэрэгслийн нэг нь кинетикийн судалгаа бөгөөд учир нь урвалын механизмаас шууд хамааран тухайн нөхцөлд урвалын хурд янз бүрээр өөрчлөгддөг. Хоёр дахь хүчтэй арга нь молекулд изотопын халалцаа (тэмдэгт атом) явуулах судалгаа байдаг. Изотопууд нь урвалд орох байдлаараа ижил боловч цөмийн массын нөлөөллөөс болоод урвалд орох хурд нь бага зэрэг ялгаатай байдаг.

Хүчиллэг усан уусмалд ацетоны иоджих урвалын талаар мэдээлэл авахын тулд Та энэ даалгаварт кинетик болон изотопын эффектийг хоёуланг хэрэглэх болно:

:



Энэ урвал нь дараах хурдны хуульд захирагдана:

$$\text{Хурд} = k[\text{ацетон}]^m[\text{I}_3^-]^n[\text{H}^+]^p$$

хурдны тогтмол k , болон урвалын бүхэл тоон эрэмбэ m , n , p -г Та тодорхойлох ёстой. Мөн түүнчлэн ацетоны урвалд орох хурдыг ацетон- d_6 (зургаан проти (^1H)-ийг дейтри (^2H , D)-ээр халсан)-ийн урвалд орох хурдтай харьцуулж урвалын изотопын эффект ($k_{\text{H}}/k_{\text{D}}$)-ийг тодорхойлно. Тодорхойлсон эдгээр үр дүнгээ үндэслэн Та энэхүү урвалын механизмын талаар дүгнэлт хийх болно.

Ажлаа эхлэхийн өмнө энэхүү даалгаврын зааврыг бүрэн уншиж, өөрийн ажлаа сайтар төлөвлөөрэй.

Name:

Code: MNG.

Аргачлал

Урвалын хурд температураас хамаардаг. Өөрийн ажиллаж байгаа өрөөний температурыг тэмдэглэнэ үү (өрөөний туслах багшаас асуу):

°C

Дижитал секундомерийг хэрэглэх заавар

- (1) [MODE] товчийг COUNT UP гэсэн бичиг дэлгэц дээр гартал дарна.
- (2) Хугацааг хэмжиж эхлэхийн тулд [START/STOP] товчийг дарна.
- (3) Хугацаа хэмжихийг зогсоохын тулд [START/STOP] товчийг дахин дарна.
- (4) Дэлгэцийг цэвэрлэхийн тулд [CLEAR] товчийг дарна.

Ерөнхий аргачлал

Давсны хүчил, нэрсэн ус, калийн триодид (“I₂” гэж хаягласан)-ийн уусмалаас өөрийн сонгосон хэмжээгээр эзэлхүүнийг хэмжин авч урвалын саванд хийнэ. Урвалын холимог дахь урвалжийн анхны концентраци нь дараах хязгаарт байх ёстой (Та өгөгдсөн хязгаарыг бүрэн судлах шаардлагагүй, гэхдээ таны сонгосон тоон холбогдол эдгээр хязгаараас хэт давсан байж болохгүй.)

[H⁺]: 0.2-аас 1.0 М-ийн хооронд

[I₃⁻]: 0.0005-аас 0.002 М-ийн хооронд

[ацетон]: 0.5-аас 1.5 М-ийн хооронд

Урвалыг эхлүүлэхийн тулд сонгосон эзэлхүүнтэй ацетоныг бусад урвалжийг агуулсан уусмал руу нэмж, урвалын савыг хурдан таглаад секундомерийг ажиллуулж эхлүүлээд, нэг удаа хүчтэй сэгсэрсний дараа урвалын савыг цагаан өнгийн суурийн хажууд тавина. Урвалыг явуулж эхэлснээс хойш, урвал явуулж байгаа савны шингэн бүхий доод хэсгээс гараараа битгий бариарай. Хэрэглэсэн урвалжийн эзэлхүүнийг 7 дугаар хуудасны (a) дахь хүснэгтэд тайлагнана. Триодидын уусмалын бор-шаргал өнгө алга болохыг ажиглан урвалын явцыг хянах боломжтой. Уусмалын өнгө алга болоход зарцуулагдсан хугацааг тэмдэглэж авна. Урвал явагдаж дуусмагц урвалын савыг хажуу тийш тавих бөгөөд иодоацетоны ууранд өртөхгүйн тулд урвалын савыг таглаатай хэвээр байлгана.

Туршилтыг өөрийн төлөвлөсөн дараагийн өөр концентрацитай урвалжийн хувьд давтан хийнэ. Өөрийн хэрэглэсэн урвалжийн концентрацийг 8 дугаар хуудасны (c) дэх хүснэгтэд тайлагнана. *Жич: нэг удаад зөвхөн нэг концентрацийг өөрчилнө.*

Name:

Code: MNG

Ацетоны урвалын хурдыг судалсны дараа ацетон- d_6 -ын хувьд урвалын хурдыг судлах ёстой. Таньд хангалттай хэмжээтэй ацетон байсан бол харин изотопын тэмдэгт материал өндөр үнэтэй байдаг учраас ердөө 3 мл ацетон- d_6 өгөгдсөн байна. Тиймээс ацетон- d_6 -г нэмж хэрэглэх бүрт 1 онооны торгуультай. Энэхүү ацетон- d_6 -г хэрэглэх болохоороо гараа өргөөрэй, лабораторын туслах багш таньд битүүмжилсэн ампулийг онгойлгож өгнө. Дейтри халагчтай нэгдэл нь проти халагчтай нэгдлээс илүү удаан урвалд орох учраас $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ -той туршилтынхаа хурдан явагдсан нөхцлийг $(\text{CD}_3)_2\text{CO}$ -ийн урвалд хэрэглэхийг зөвлөж байна.

Та ажлаа дуусгаад:

- a) Нэрсэн усыг юүлж хоосон усны сав болон бусад хэрэглэгдээгүй зүйлсийг “Kit #1” гэсэн хаягтай хайрцагт буцааж хийнэ.
- b) Хэрэглэсэн пипетка, хэрэглэсэн таглаатай байгаа урвалын савыг татах шүүгээн дэх тусгай саванд хийнэ.
- c) Хоосон ампулийн бүх хэлтэрхий, хэсгийг “Broken Glass Disposal” (Хагарсан шил хийх сав) гэсэн хаягтай сав руу хаяна.

STOP (зогс) команд өгсний дараа та өөрийн ажлын байрыг цэвэрлэж болно.

Name:

Code: MNG:

а. Дараах хүснэгтэд $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ (ацетон)-той туршилтын өгөгдлийг тэмдэглэнэ үү.
Хүснэгтийг бүрэн бөглөх албагүй.

Хэмжилт #	HCl-ийн уусмалын эзэлхүүн, мл	H ₂ O-ы эзэлхүүн, мл	I ₃ ⁻ -ийн уусмалын эзэлхүүн, мл	(CH ₃) ₂ CO-ы эзэлхүүн, мл	I ₃ ⁻ -ийн өнгө арилсан хугацаа, с
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

б. Дараах хүснэгтэд $(\text{CD}_3)_2\text{CO}$ (дейтритэй ацетон) бүхий туршилтын өгөгдлийг тэмдэглэнэ үү. Хүснэгтийг бүрэн бөглөх албагүй.

Хэмжилт #	HCl-ийн уусмалын эзэлхүүн, мл	H ₂ O-ы эзэлхүүн, мл	I ₃ ⁻ -ийн уусмалын эзэлхүүн, мл	(CD ₃) ₂ CO-ы эзэлхүүн, мл	I ₃ ⁻ -ийн өнгө арилсан хугацаа, с
1d					
2d					
3d					
4d					

Name:

Code: MNG:

с. Дараах хүснэгтийг концентраци болон судалсан урвалын дундаж хурдыг тооцоолоход хэрэглэнэ. Урвалын холимог тус бүрийн эзэлхүүнийг авсан уусмал тус бүрийн эзэлхүүний нийлбэртэй тэнцүү гэж тооцно. k -ийг тооцоолох (e болон f хэсэг)-од бүх хэмжилтийн үр дүнг хэрэглэх албагүй ч аль хэмжилт, эсвэл хэмжилтүүдийг тооцоонд хэрэглэсэнээ хүснэгтийн баруун гар талын багана дахь харгалзах нүдэнд тэмдэглэж үзүүлнэ үү.

 $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$:

Хэмжилт #	Анхны $[\text{H}^+]$, М	Анхны $[\text{I}_3^-]$, М	Анхны $[(\text{CH}_3)_2\text{CO}]$, М	I_3^- -ийн өнгө арилсан дундаж хурд, M s^{-1}	k_{H} -ийг тооцоолоход хэрэглэгдсэн үү?	
					Тийм	Үгүй
1					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 $(\text{CD}_3)_2\text{CO}$:

Хэмжилт #	Анхны $[\text{H}^+]$, М	Анхны $[\text{I}_3^-]$, М	Анхны $[(\text{CD}_3)_2\text{CO}]$, М	I_3^- -ийн өнгө арилсан дундаж хурд, M s^{-1}	k_{D} -ийг тооцоолоход хэрэглэгдсэн үү?	
					Тийм	Үгүй
1d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Name:

Code: MNG

d. Ацетон, триодид болон устөрөгч ионы бүхэл тоон эрэмбийг харуулна уу.

$$\text{хурд} = -\frac{d[I_3^-]}{dt} = k[(CH_3)_2CO]^m [I_3^-]^n [H^+]^p$$

$m =$

$n =$

$p =$

e. $(CH_3)_2CO$ -ийн урвалын хурдны тогтмол k_H -ийг тооцоолж, нэгжийг харуулна уу.

$k_H =$

f. Ацетон- d_6 , $(CD_3)_2CO$ -ийн урвалын хурдны тогтмол k_D -ийг тооцоол, мөн k_H/k_D (урвалын изотопын эффект)-ийн холбогдлыг тооцоолно уу.

$k_D =$

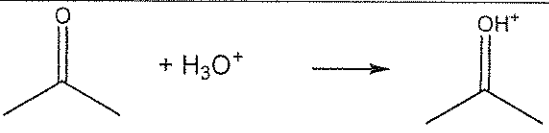
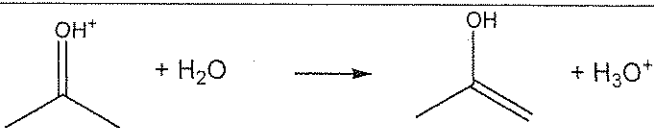
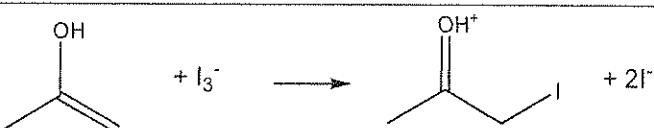
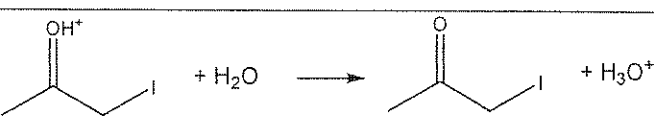
$k_H/k_D =$

Name:

Code: MNG

g. Кинетикийн болон изотопын эффектийн өгөгдлөөс үндэслэн урвалын механизмын талаар та тодорхой дүгнэлтэд хүрсэн байх ёстой. Ацетоны иоджих урвалын боломжтой механизмыг дараах хүснэгтэд үзүүлсэн байна. Нэг урвал нь хурд тодорхойлогч шат (R.D.S –rate-determining step) байх бөгөөд түүнээс өмнөх шатуудад урвалжийн чиглэл рүү шилжсэн химийн тэнцвэр богино хугацаанд тогтдог.

Хийсэн туршлагын үр дүнг үндэслэн хурдын хуулийн (d хэсэг) болон изотопийн эффектийн (f хэсэг) гэж ялган дараах өгөгдсөн хүснэгтийг бөглөнө үү. Хэрэв та хурдны хуулийн туршлагын тухайн шатны *хурд тодорхойлогч шаттай* (R.D.S) **тохирч** байгаа бол урвалын хурд бүрийн баруун талд буй эхний багана дахь харгалзах нүдэнд (\checkmark) гэсэн тэмдэг, харин **тохирохгүй** байгаа бол **X** гэсэн тэмдэг тавина. Хэрэв та изотопийн эффектийн туршлагын дүн тухайн шатны *хурд тодорхойлогч шаттай* (R.D.S) **тохирч** байгаа бол хоёр дахь баганын харгалзах нүдэнд (\checkmark) гэсэн тэмдэг, харин **тохирохгүй** гэж үзэж байгаа **X** гэсэн тэмдэг тавина.

	R.D.S. хурдны хуультай тохирох уу?	R.D.S. изотопын эффекттэй тохирох уу?
		
		
		
		

ЗААВАРЧИЛГАА (Даалгавар 2)

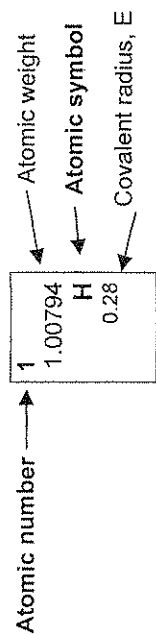
- Энэхүү даалгавар 2 нь сорилын ажлын болон хариултын 13 хуудастай.
- Сорилын ажлаа эхлэхээс өмнө 15 минутын хугацаанд даалгавраа анхааралтай уншиж танилцана.
- Даалгавар 2-г гүйцэтгэх хугацаа **2 цаг 45 минут** болно. Ажлаа төлөвлөхдөө туршлагын ажлын нэг шатанд 30 минут зарцуулагдах хэрэгтэйг анхааралдаа авна уу.
- **START** буюу **ЭХЭЛ дохио** өгсний дараа ажлаа эхэлнэ. **STOP** буюу **ЗОГС дохио** өгмөгц тэр даруй ажлаа дуусгана. 5 минутын дотор дуусгахгүй бол сорилын ажлыг тооцохгүй болно. **ЗОГС дохионы** дараа лабораторийн байрандаа хүлээж байгаад туслах багш чиний ажлын байрыг шалгах ба доорхи зүйлсийг **ширээн дээрээ үлдээнэ:**
 - Даалгавар/хариултын хуудас (өгсөн хуудас)
 - Оюутны дугаар, код бичсэн түгжээтэй уутанд хийсэн TLC хавтгай
 - “Product” гэж бичсэн шил савтай бүтээгдэхүүн
- ОУХООлимпиадын дүрэмд заасан **аюулгүй дүрмийг** дагаж мөрдөнө. Лабораторид ажиллах хугацаандаа **хамгаалалтын шил зүүж, пипетка соруулуурыг хэрэглэнэ. Бээлий өмсөж химийн урвалж бодистой харьцана.**
- Аюулгүйн дүрэм зөрчвөл туслах багш зөвхөн **НЭГ УДАА АНХААРУУЛГА** өгнө. Хоёр дахь удаа зөрчвөл лабораториос хөөгдөж сорилын даалгаврын дүнг тэглэнэ.
- Аюулгүй ажиллагааны талаар болон лабораторын өрөөнөөс гарах шалтгаан гарвал зөвлөх багшдаа хандана.
- Зөвхөн өөрт чинь зориулагдсан ажлын байрны талбай дотор ажлаа хийнэ.
- Хариултыг харандаагаар биш зөвхөн өгсөн үзгээр хариултын хуудас дээр бичнэ.
- Өгсөн тооны машин хэрэглэнэ.
- Бүх үр дүнг хариултын хуудасны харгалзах зай, талбайд бичнэ. Өөр газар бичсэн зүйл үнэлэгдэхгүй. Хариултын хуудасны ар талыг шаардлагатай тохиолдолд ноорог цаас болгож ашиглана.
- Хэрэглэсэн шил савны хаягдлыг **“Broken Glass Disposal”**(хагарсан шилний хаягдал) гэж хаягласан саванд хийнэ.
- Хаягдал уусмалыг **“Liquid Waste (шингэн хаягдал)”** гэж хаягласан сав руу юүлнэ.
- Химийн бодисыг **асгасан**, сав суулгыг **хагалсан** тохиолдолд эхний удаад торгуульгүй нөхөн олгох ба дараагийн удаагаас эхлэн сорилын 40 онооноос тус бүрт **1 оноо хасна.**
- Зөвхөн тодруулах зорилгоор даалгаврын англи хэл дээрхи хувилбарыг авч үзэж болно.

Name:

Code: MNG

ҮЕЛЭХ ХҮСНЭГТ

1	1.00794 H 0.28	2	4	9.01218 Be	13	5	10.811 B 0.89	14	12.011 C 0.77	15	7	14.0067 N 0.70	16	8	15.9994 O 0.66	17	9	18.9984 F 0.64	18	2	4.00260 He 1.40
2	3	6.941 Li	11	22.9898 Na	12	13	26.9815 Al	14	28.0855 Si 1.17	15	15	30.9738 P 1.10	16	16	32.066 S 1.04	17	17	35.4527 Cl 0.99	18	10	20.1797 Ne 1.50
3	19	39.0983 K	20	40.078 Ca	37	38	85.4678 Rb	39	87.62 Sr	55	56	132.905 Cs	87	88	(223.02) Fr	89-103	89-103 Ac-Lr	89-103	89-103	89-103	89-103
4	19	39.0983 K	20	40.078 Ca	37	38	85.4678 Rb	39	87.62 Sr	55	56	132.905 Cs	87	88	(223.02) Fr	89-103	89-103 Ac-Lr	89-103	89-103	89-103	89-103
5	37	85.4678 Rb	38	87.62 Sr	55	56	132.905 Cs	87	88	(223.02) Fr	89-103	89-103 Ac-Lr	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103
6	55	132.905 Cs	56	137.327 Ba	87	88	(223.02) Fr	89-103	89-103 Ac-Lr	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103
7	87	(223.02) Fr	88	(226.03) Ra	2.25	89-103	89-103 Ac-Lr	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103	89-103



57	138.906 La	58	140.115 Ce	59	140.908 Pr	60	144.24 Nd	61	144.91 Pm	62	150.36 Sm	63	151.965 Eu	64	157.25 Gd	65	158.925 Tb	66	162.50 Dy	67	164.930 Ho	68	167.26 Er	69	168.934 Tm	70	173.04 Yb	71	174.04 Lu
89	(227.03) Ac	90	232.038 Th	91	231.036 Pa	92	238.029 U	93	(237.05) Np	94	(244.06) Pu	95	(243.06) Am	96	(247.07) Cm	97	(247.07) Bk	98	(251.08) Cf	99	(252.08) Es	100	(257.10) Fm	101	(258.10) Md	102	(259.1) No	103	(260.1) Lr
89	(227.03) Ac	90	232.038 Th	91	231.036 Pa	92	238.029 U	93	(237.05) Np	94	(244.06) Pu	95	(243.06) Am	96	(247.07) Cm	97	(247.07) Bk	98	(251.08) Cf	99	(252.08) Es	100	(257.10) Fm	101	(258.10) Md	102	(259.1) No	103	(260.1) Lr

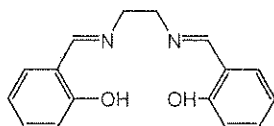
Химийн бодис урвалж, тоног төхөөрөмж (Даалгавар 2)

Химийн урвалж бодис ба материалууд (бодистой сав бүрийн шошго, хаягийг тод хар фондоор бичсэн байгаа)

	Эрсдэл ⁺	Аюулгүй ажиллагаа ⁺
(salen)H ₂ , ^a ~1.0 г ^b , шил саванд	R36/37/38	S26S28AS37S37/39S45
Mn(OOCCH ₃) ₂ 4H ₂ O, ~1.9 г ^b , шил саванд	R36/37/38 R62 R63	S26 S37/39
Lithium chloride solution, LiCl, Этанол дахь 1М-ийн уусмал, 12 мл, шил саванд	R11 R36/38	S9 S16 S26
Этанол, 70 мл, шил саванд	R11	S7 S16
Ацетон, (CH ₃) ₂ CO, 100 мл, шил саванд	R11R36R66R67	S9S16S26
(salen*)MnCl _x , ^c ~3.5 мг/мл ^b , ~32 мл хэмжээтэй уусмал		
KI ₃ , ~0.010 М усан уусмал, ^b “I ₂ ” гэсэн хаягтай шилэн саван дахь 50 мл уусмал.		
Аскорбиний хүчил, ~0.030 М-ийн усан уусмал, ^b 20мл, шил саванд		
1% Цардуул, усан уусмал, 2 мл, шил саванд		
TLC хавтгай – нэг ширхэг. 5 см x 10 см силикагель хавтгай түгжээтэй гялгар уутанд байгаа		

⁺ Эрсдэл ба аюулгүй ажиллагааны тодорхойлолтыг 15-р хуудаснаас харна уу.

^a(salen)H₂:



^b нарийвчилсан хэмжээ нь шошго, хаяг дээр бичигдсэн байгаа.

^c (salen*)MnCl_x (хоёр R бүлэг ижил бөгөөд H, эсвэл COOH эсвэл SO₃H-ийн аль нэг нь байж болно):



Тоног төхөөрөмж**Нийтээр хэрэглэх: Жин**

- Таны код, дугаартай татах шүүгээн дотор хоёр **штатив**, **хавчаартайгаа** байгаа.
- **Соронзон хутгууртай халаагч** нэг
- **300 мм-ийн нэг шугам**
- **Нэг харандаа**

Хайрцаг# 2 (Kit #2):

- **250 мл-ийн Эрленмейрийн колбо** 2ш (нэг нь синтезд, хоёр дахь нь талстжуулалтанд)
- Хуваарьт цилиндр, 50 мл
- **20мм хэмжээтэй өндгөн хэлбэртэй соронзон хутгуур**
- **Хиршийн юүлүүр**
- Хиршийн юүлүүр ба TLC-н саванд хэрэглэх **шүүлгүүрийн дугуй цаас**
- Нам даралтанд шүүхэд зориулагдсан 125 мл-ийн цорготой сорох колбо 1ш.
- Хиршийн юүлүүрийг цорготой колботой холбох **резинэн холбогч** 1ш
- 0,5л-ийн хуванцар **мөсөн жин**, 1ш
- **Шилэн савх** 1ш
- 1мл-ийн хуванцар шилжүүлэгч пипетка 2ш. (баруун талд зургаар харуулав)
- Пластик хутгуур 1ш
- Синтезийн бүтээгдэхүүнийг хадгалах “Product” гэсэн хаягтай **таглаатай 4мл-ийн жижиг шилэн сав**. 1ш

Хайрцаг#3 (Kit #3):

- **Эргэдэг таглаатай хоосон жижиг шил сав** 3ш (TLC-н уусмалд)
- TLC-н толбо, дусаагуурт зориулсан **капилляр хоолой (100мм)**, 10ш
- Цагийн шил, 1ш (TLC-н савыг таглах)
- **250мл-ийн шилэн аяга** 1ш TLC-н хавтгайг дүрэхэд

Хайрцаг#4 (Kit #4):

- Хэрэглэхэд бэлэн болсон **25 мл-ийн бюретканий иж бүрдэл**, 1ш
- **Жижиг хуванцар юүлүүр** 1ш
- **125 мл-ийн Эрленмейрийн колбо**. 4ш
- **Резинэн пипетка соруулуур**, 1ш
- **10 мл-ийн пипетка** 1ш
- **5 мл-ийн пипетка** 1ш



Name:

Code: MNG

Эрсдэл ба Аюулгүй ажиллагаа

- R11 Онцгой шатамхай
- R36 Нүдний бүрхүүлийг цочроодог
- R37 Амьсгалын системийг цочроодог
- R38 Арьсыг цочроодог
- R62 Үргүйжүүлэх эрсдэлтэй
- R63 Хэвлийд байгаа хүүхдийн урагт эрсдэл үзүүлж болно.
- R66 Удаан хэрэглэхэд арьс хуурайшиж холцруутна
- R67 Уур нь нойрсуулаха газар хадгал.

- S7 Савыг сайтар таглах
- S9 Агааржуулалт сайтай газар саванд хадгал.
- S16 Галаас хол байлгах.
- S26 Нүдэнд хүрсэн тохиолдолд даруй усаар шавшин угааж, эмчийн зөвлөлгөө авах.
- S28A Арьсанд хүрсэн бол тэр хэсгийг усаар сайтар угааж зайлах
- S37 Зориулалтын бээлий өмсөх.
- S39 Нүд болон нүүр хамгаалах хэрэгсэл ашиглах.
- S45 Осол гарсан тохиолдолд, эсвэл бие эвгүйрсэн үед эмнэлэгийн тусламжийг хурдан авах (боломжтой бол шошгыг эмчид харуулах).

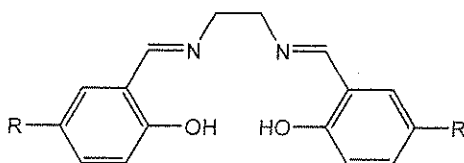
Даалгавар 2

Нийт онооны 22%

Salen лигандтай манганы комплексийн синтез ба
бүтээгдэхүүний томъёог тогтоох

A	B-i	B-ii	C-i	C-ii	Даалгавар 2	22%
10	15	4	4	2	35	

Бис(салицилиден)этилендиамин /bis(salicylidene)ethylenediamine/ (salen) лигандтай 3d-шилжилтийн металлын комплекс нэгдэл нь органик синтезийн олон төрлийн исэлдэн ангижрах урвалд бүтээмжтэй катализатор болдог.



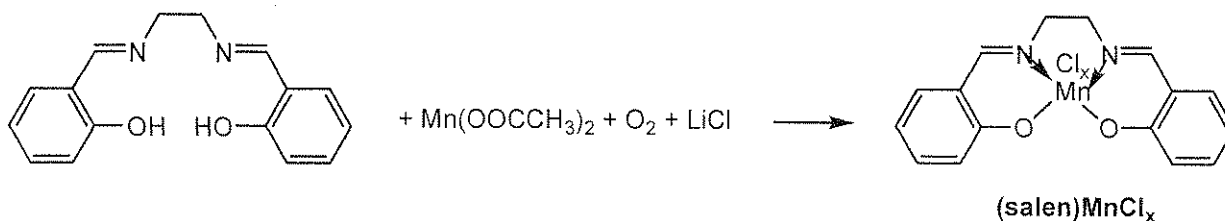
(salen) H_2 , R = H

(salen*) H_2 , R = H, COOH, эсвэл SO_3H

3d-элементийн дээд исэлдэхүйн хэмийг тогтвортой байлгах salen лигандын чадвар нь химийн хувьд чухал байдаг. Тухайлбал, манган salen-ий комплекс нэгдлийг бэлтгэхэд урвалын нөхцлөөсөө хамааран +2-оос +5 хүртэлх исэлдэхүйн хэмтэй манганы нэгдэл үүсч болно. Энэ даалгаварт Та литийн хлоридын оролцоотой, агаарт, этанолд манган (II)-ы ацетатыг (salen) H_2 -той урвалд оруулж, манган salen-ий комплекс нэгдлийг гарган авах ёстой. Энэ нөхцөлд Та (salen) $MnCl_x$ гэсэн томъёотой комплексийг гарган авах бөгөөд $x = 0, 1, 2, 3$ байна.

Та: i) бүтээгдэхүүний массыг, ii) нимгэн үеийн хроматографи (TLC)-аар синтезлэсэн бүтээгдэхүүний цэвэршилтийг, iii) иодометрийн исэлдэн ангижрах титрлэлтээр комплекс нэгдэл дэх металлын исэлдэхүйн хэмийг тус тус тодорхойлох шаардлагатай. Исэлдэн ангижрах титрлэлтэд таны синтезлэсэн бүтээгдэхүүнтэй ижил төстэй нэгдэл (аналог) болох урьдчилан бэлтгэсэн (salen*) $MnCl_x$ гэсэн нэгдэл өгөгдсөн бөгөөд энэ нэгдэл дэх манганы исэлдэхүйн хэм Таны синтезлэсэн бүтээгдэхүүнийхтэй ижил ба бензолын цагираг дахь R-бүлэг нь H, COOH, эсвэл SO_3H байж болно.

Ажлаа эхлэхийн өмнө энэхүү даалгаврын зааврыг бүрэн уншиж, өөрийн ажлаа сайтар төлөвлөөрэй. Цагтаа багтаж даалгавраа гүйцэтгэхийн тулд зарим үйлдлийг зэрэгцүүлж хийх хэрэгтэй болно.

Аргачлал:**A. (salen)MnCl_x-ийн синтез**

- 1) Жижиг шил саванд (salen)H₂-ийн 2-3 талст авч, туршилтын эцэст хийх TLC-д зориулан хадгална.
- 2) Урьдчилан дэнсэлсэн (salen)H₂-ийн ~1.0 г дээжийг соронзон хутгуур хийсэн 250 мл-ийн Эрленмейрийн колбонд хийнэ. Урвалжийг 35 мл цэвэр этанолтой холино.
- 3) Колбыг халаагчтай соронзон хутгуур дээр байрлуулна. Хатуу бодисыг бүрэн уустал тогтмол хутгалтын доор халаана (ихэнхдээ, этанолын буцлах цэг орчимд уусалт бүрэн болдог). Тиймээс температурыг этанолын буцлах температураас бага, гэхдээ ойролцоо температурт байлгана. Холимгийг буцалгахгүй бөгөөд колбын хүзүү хүйтэн байх ёстой. Хэрэв колбыг нүцгэн гараар барих боломжгүй их халсан байвал цаасан алчуур хэрэглээрэй.
- 4) Колбыг халаагч дээрээс авч, түүн рүү Mn(OAc)₂·4H₂O-ийн урьдчилан дэнсэлсэн ~1.9 г дээжийг нэмнэ. Ингэхэд хар хүрэн өнгөтэй болно. Колбыг халаагч дээр буцааж хурдан тавиад, хутгах болон халаах үйлдлийг 15 минут үргэлжлүүлнэ. Холимгийг буцалгахгүй бөгөөд колбын хүзүү хүйтэн байх ёстой.
- 5) Колбыг халаагч дээрээс авч, түүн рүү туршлагат өгөгдсөн LiCl-ийн 1M-ийн этанолын уусмал (12 мл, илүүдэл)-ыг нэмнэ. Колбыг буцаагаад халаагч дээр тавьж, хутгах болон халаах үйлдлийг 10 минут үргэлжлүүлнэ. Холимгийг буцалгахгүй бөгөөд колбын хүзүү хүйтэн байх ёстой.
- 6) Үүний дараа колбыг халаагч дээрээс авч, талсжуулахын тулд мөсөн жинд 30 минут байлгана. (salen)MnCl_x-ийн талсжилтыг хурдасгахын тулд колбын дотор ханын шингэний түвшинээс доош хэсгийг шил савхаар 5 минут тутамд зөөлөн үрнэ. Хөргөсний дараа удалгүй, эсвэл 10-15 минутын дараа эхний талст үүснэ.
- 7) Жижиг Хирш (Hirsch)-ийн юүлүүр, цорготой сорох колбо, татах шүүгээн дотор байрлах вакуум хоолой ("Vacuum" бичигтэй цоргонд харгалзах)-г хэрэглэн үүссэн талстыг намсгасан даралтад шүүнэ. Колбыг вакуум хоолойноос салгахгүйгээр хуванцар шилжүүлэгч пипетка хэрэглэн хэдэн дусал ацетоноор хатуу талстыг угаагаад, агаарын хуурай болтол хатаахын тулд шүүлтүүр дээр (соруулсан хэвээр байна) 10-15 минут байлгана.
- 8) Урьдчилан дэнсэлсэн, "Product" гэсэн хаягтай шил саванд хатуу бүтээгдэхүүнийг шилжүүлэн хийж дэнслээд бүтээгдэхүүний масс, *m_p*-ийг дараах нүдэнд тэмдэглэнэ.

Name:

Code: MNG

Синтезд хэрэглэсэн дараах урвалжуудын массыг мөн тэмдэглэнэ: $(salen)H_2$, m_S ,
 $Mn(OOCCH_3)_2 \cdot 4H_2O$, m_{Mn} .

9) Бүтээгдэхүүн бүхий хаягтай шил савыг түгжээтэй гялгар уутанд хийнэ.

Бүтээгдэхүүн хийх хоосон савны масс: _____ г

Хатаасан бүтээгдэхүүнтэй савны масс: _____ г

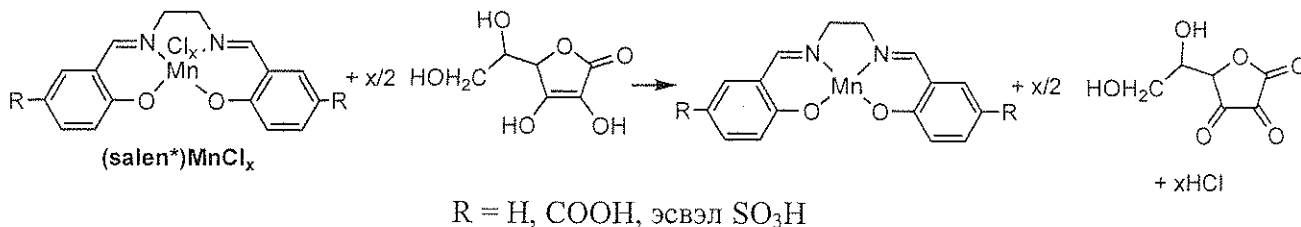
Бүтээгдэхүүний масс, m_p : _____ г

Савны хаяг дээрх $(salen)H_2$ -ийн масс (хаягнаас хуулж бичнэ), m_S :
_____ г

Савны хаяг дээрх $Mn(OOCCH_3)_2 \cdot 4H_2O$ -ийн масс (хаягнаас хуулж бичнэ), m_{Mn} :
_____ г

Name:

Code: MNG

В. Өгөгдсөн (salen*)MnCl_x дээжийн эзэлхүүний анализ**Пипетка соруулуурыг хэрэглэх**

- 1) Пипетка соруулуурыг пипеткатай холбоно.
- 2) Резинэн булцууг чанга атгаж шахна.
- 3) Пипетка руу уусмал соруулахын тулд дээшээ заасан сумтай товчлуурыг чимхэнэ.
- 4) Пипеткаас уусмал гоожуулахын тулд доошоо заасан сумтай товчлуурыг чимхэнэ.

Тэмдэглэл: Пипетка болон бюретка шууд хэрэглэхэд бэлэн бөгөөд тохиргоо хийх шаардлагагүй.

- 1) Өгөгдсөн (salen*)MnCl_x-ийн уусмалаас пипеткаар 10.00 мл-ийг авч 125 мл-ийн Эрленмейрийн колбонд хийнэ.
- 2) Энэ уусмал руу аскорбины хүчлийн уусмалаас 5.00 мл-ийг нэмээд сайтар холино. Уусмалыг 3-4 минут байлгана.
- 3) Аскорбины хүчил O₂-той исэлдэхээс сэргийлэхийн тулд илүү удаах хэрэггүй бөгөөд цардуулын 1%-ийн уусмалаас 5 дуслыг индикатор болгон хэрэглэж KI₃-оор уусмалыг хурдан титрлэнэ. Титрлэлтийн төгсгөлийн цэгт хөх, эсвэл хөх-ногоон өнгө хамгийн багадаа 30 секунд тогтвортой байх ёстой.
- 4) Хэрэв хугацаа хүрэлцээтэй бол өөрийн тодорхойлолтын нарийвчлалыг сайжруулахын тулд титрлэлтийг 1-2 удаа давтан хийнэ.

Титрлэлтийн үр дүнг дараах хүснэгтэд бичнэ:

#	Бюретка дахь KI ₃ -ийн уусмалын анхны эзэлхүүн, мл	Бюретка дахь KI ₃ -ийн уусмалын эцсийн эзэлхүүн, мл	Зарцуулагдсан KI ₃ -ийн уусмалын эзэлхүүн, мл
1			
2			
3			

Name:

Code: MNG

i. (salen*)MnCl_x-ийн молийн массыг тооцоолоход хэрэглэх зарцуулагдсан KI₃-ийн уусмалын эзэлхүүн (сонгосон, эсвэл дундаж)-ийг мл-ээр харуулна уу:

Тооцоонд хэрэглэсэн KI₃-ийн уусмалын эзэлхүүн: _____ мл

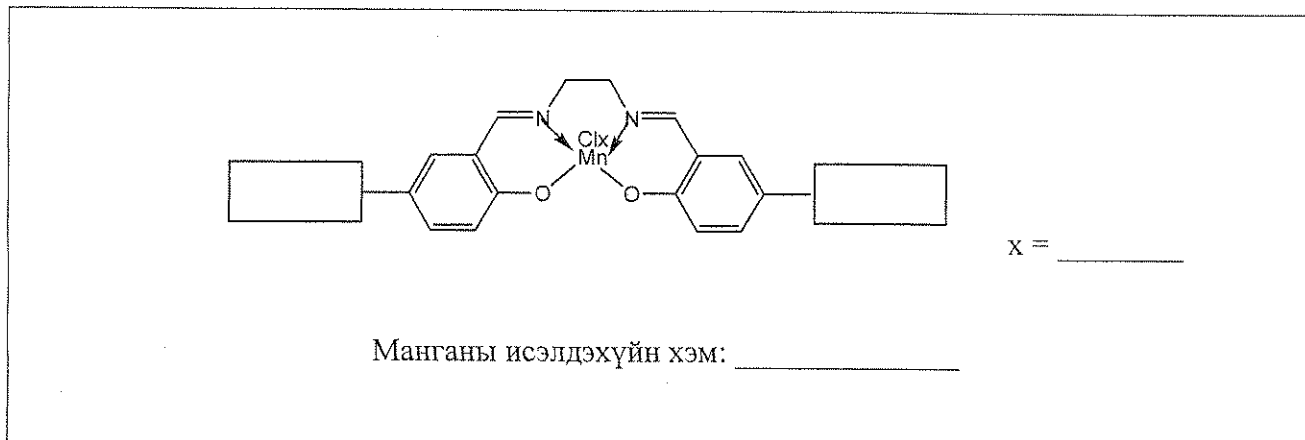
(salen*)MnCl_x-ийн концентраци (шилэн савны хаягнаас хуулж бичнэ):
_____ мг/мл

Аскорбины хүчлийн концентраци (шилэн савны хаягнаас хуулж бичнэ):
_____ М

Name:

Code: MNG

ii. Өөрийн титрлэлтийн өгөгдөл болон дараах хүснэгтээс x -ийн холбогдол, комплекс нэгдэл дэх манганы исэлдэхүйн хэм, salen лиганд дахь халагч бүлэг ($R = H, COOH, SO_3H$)-ийг тус тус тодорхойлно уу. Тус бүрийг дараах хүснэгтийн харгалзах хэсэгт бичиж үзүүлнэ үү:



R	x	$\frac{M_{\text{Mn-онолын холбогдол}}}{x}$, Г/МОЛЬ
H	1	357
H	2	196
H	3	143
COOH	1	445
COOH	2	240
COOH	3	172
SO ₃ H	1	517
SO ₃ H	2	276
SO ₃ H	3	196

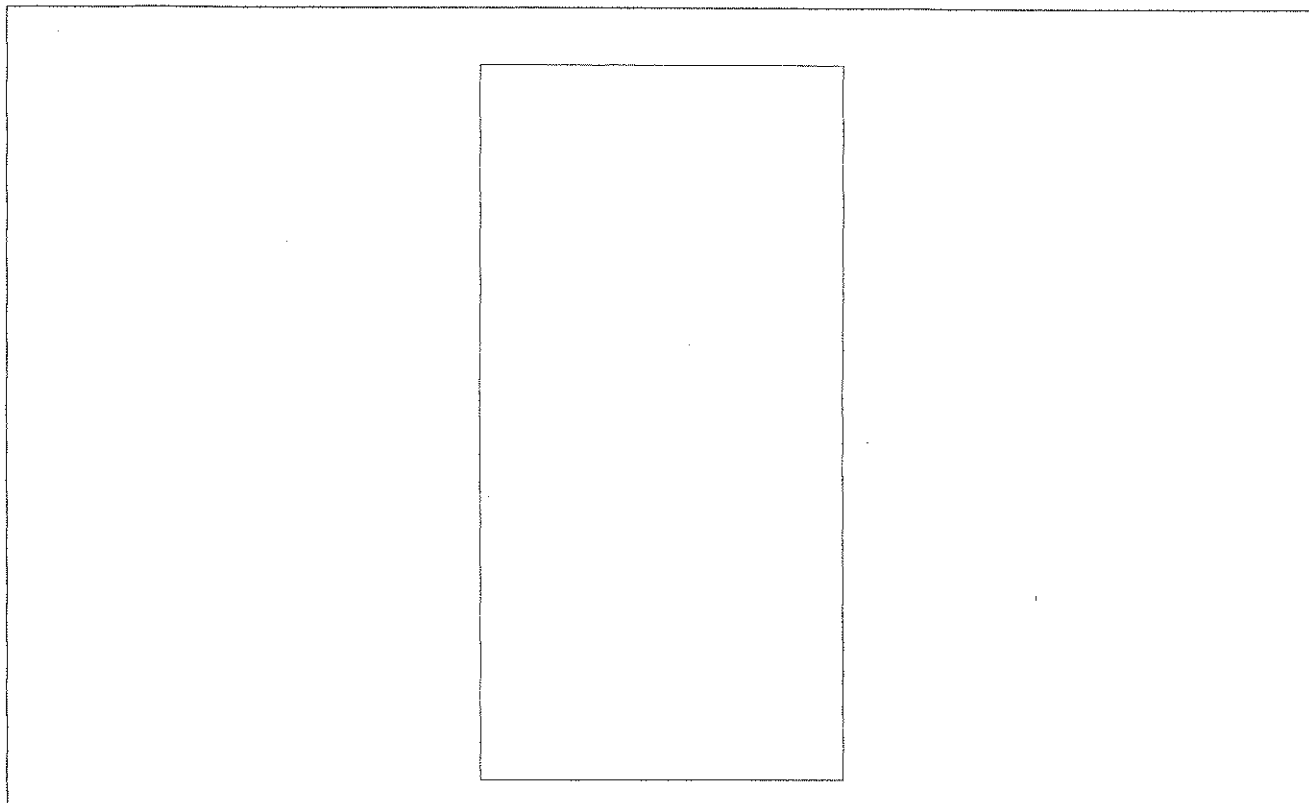
C. (salen)MnCl_x-ийг нимгэн үеийн хроматографи (TLC)-аар тодорхойлох

- 1) Хуванцар пипеткээр хэдэн дусал цэвэр этанол авч жижиг шил саванд хийгээд өөрийн бэлтгэсэн (salen)MnCl_x-ээс хэдхэн талст авч этанолд уусгана.
- 2) Өөр нэг жижиг шил саванд (salen)H₂-ийн талстыг хэдэн дусал цэвэр этанолд уусгана.
- 3) Хэрэв шаардлагатай бол, хайчаар (лабораторийн туслах багшаас асууж авах боломжтой) TLC хавтгайг TLC-ийн саванд тохирсон өндөртэй болгон хайчилна.
- 4) Том, дугуй шүүлтүүрийн цаасны хэмжээ нь шил аяганы өндөртэй бараг тэнцүү бөгөөд шүүлтүүрийн цаасыг нугалах юмуу, эсвэл хайчилж тааруулаад шүүлтүүрийн цаасыг шил аяганд байрлуулна. Энэ шүүлтүүрийн цаас нь TLC-ийн савыг этанолын уураар ханасан байлгах зориулалттай. Шил аяга руу этанол нэмж шүүлтүүрийн цаасыг этанолоор норгох ба шил аяганы ёроолд 3-4 мм-ийн зузаантай уусгагчийн нимгэн үе үүстэл хийнэ. Шил аягыг цагийн шилээр таглана.
- 5) Эхлэлийг тэмдэглэнэ.
- 6) Капилляр хоолой хэрэглэн TLC хавтгайд хоёр уусмалын толбыг үүсгэнэ.
- 7) Цагийн шилээр тагласан шил аяганд TLC-ийн хавтгайг 10-15 минут байлгана.
- 8) Элүаци дууссаны дараа TLC хавтгай дээрх уусгагчийн эхлэл шугам болон өнгөт толбыг харандаагаар тэмдэглэнэ.
- 9) TLC хавтгайг агаарт хатаагаад түгжээтэй гялгар уутанд буцааж хийнэ.
- 10) (salen)H₂ болон (salen)MnCl_x-ийн хувьд R_f-ийг тус тус тооцоолно.

Name:

Code: MNG

i. TLC хавтгайг дараах хоосон нүдэнд хуулж зурна уу.



ii. (salen)H₂ болон (salen)MnCl_x-ийн R_f-ийн холбогдлыг тодорхойлж, тэмдэглэнэ үү.

R_f, (salen)H₂: _____

R_f, (salen)MnCl_x: _____

Та ажлаа дуусгаад:

- Шингэн хаягдлыг “**Liquid Waste**” /шингэн хаягдал/ гэж хаягласан сав руу хийнэ.
- Хэрэглэсэн шил савыг “**Broken Glass Disposal**” гэж хаягласан сав руу хийнэ.
- Хэрэглэсэн шилэн сав суулгыг “**Kit #2**”, “**Kit #3**”, “**Kit #4**” гэсэн хаягтай харгалзах хайрцаг тус бүр рүү буцааж хийнэ.