



ЗАСГИЙН ГАЗРЫН ХЭРЭГЖҮҮЛЭГЧ АГЕНТЛАГ
БОЛОВСРОЛЫН ЕРӨНХИЙ ГАЗАР



ЭРДЭНЭС
ОЮУ ТОЛГОЙ



УЛСЫН ХИМИЙН ОЛИМПИАД ЗОХИОН
БАЙГУУЛАХ ХОРОО

УЛСЫН ХИМИЙН ХХХІІІ ОЛИМПИАД



2024.III.28-31, IV.01-05

УЛААНБААТАР ХОТ
2025 ОН

Эмхэтгэсэн: Б.Сүхбаатар, доктор (Ph.D)
Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн: М.Нямжаргал (Магистр)

“TOTOPRESS” хэвлэх үйлдвэрт хэвлэв.

Хуудасны хэмжээ: А5 /148.5x210/
Хэвлэлийн хуудас: 96
Хэвлэсэн тоо: 170

Эрдмийн үр эх түмэнд л гэж соёолдог.
Д.И.Менделеев
Аливаа хүн сурах чиглэлийг эрхэм
болговоос хандах зүг өөрөө тогтоно.
Д.Сүхбаатар

А. Зохион байгуулалт, онол бодлого, сорил туршлагын тэмцээн

1. Их дээд сургуулийн химийн мэргэжлийн оюутны олимпиад (Улаанбаатар, ШУБИС)

3 сарын 28, Пүрэв

13⁰⁰-17⁰⁰ Оюутны олимпиадад оролцогчдын бүртгэл. *ШУТИС, I байр, 1-118 тоот*

17⁰⁰-18⁰⁰ Техникийн зөвлөгөөн. *ШУТИС, I байр, 1-116 тоот*

3 сарын 30, Бямба

08⁰⁰-09⁰⁰ А бүлгийн тэмцээний онол бодлого сонголт боловсруулалт, *ШУТИС, I байр, 1-116 тоот*

09³⁰-09⁴⁰ Оюутны олимпиадын нээлтийн үйл ажиллагаа. *ШУТИС, I байр, 1-409 тоот*

09⁴⁰-11⁴⁰ А бүлгийн онол бодлогын тэмцээн *ШУТИС, I байр, 1-409 тоот*

09⁴⁰-11⁴⁰ Б бүлгийн сорил туршилтын тэмцээн *ШУТИС, I байр, 1-115, 1-120, 1-123 тоот*

12⁰⁰-16⁰⁰ А бүлгийн онол бодлого, Б бүлгийн сорил туршилтын тэмцээний дүнг нэгтгэх, *ШУТИС, I байр, 1-116, 1-119 тоот*

3 сарын 31, Ням

07³⁰-09³⁰ Б бүлгийн тэмцээний онол бодлого сонголт боловсруулалт, *ШУТИС, I байр, 1-116 тоот*

09³⁰-11³⁰ Б бүлгийн онол бодлогын тэмцээн *ШУТИС, I байр, 1-409 тоот*

09³⁰-11³⁰ А бүлгийн сорил туршилтын тэмцээн *ШУТИС, I байр, 1-115, 1-120, 1-123 тоот*

12⁰⁰-16⁰⁰ Б бүлгийн онол бодлого, А бүлгийн сорил туршилтын тэмцээний дүнг нэгтгэх, *ШУТИС, I байр, 1-116, 1-119 тоот*

2. ЕБС-ийн сурагч, багш нарын олимпиад (Улаанбаатар, МУИС)

4-р сарын 01, Даваа

13⁰⁰-17⁰⁰ Олимпиадад оролцох 9, 12-р ангийн сурагчид, багш нарыг бүртгэх. *МУИС, I байр, 224 тоот*

17⁰⁰-18⁰⁰ Техникийн зөвлөгөөн: *МУИС, I байр, Дугуй заал*

4-р сарын 02, Мягмар

07⁰⁰-10⁰⁰ 12-р ангийн сурагчид, багш нарын тэмцээний бодлого сонгож бэлтгэх. *МУИС, I байр, 225, 132 тоот*

09⁰⁰-13⁰⁰ Сорил туршилтын тэмцээн: 9-р ангийн сурагчид, *МУИС, I байр, 330 тоот*

10⁰⁰-13⁰⁰ Онол, бодлогын тэмцээн: 12-р ангийн сурагчид. *МУИС, I байр, 301 тоот*
Багш нар. *МУИС, I байр, Дугуй заал*

13⁰⁰-13³⁰ Дурсгалын зураг авхуулах, *МУИС, I байрны өмнө*

15⁰⁰-18⁰⁰ Сорил туршилтын тэмцээн
Багш нар, *МУИС, I байр, 330 тоот*

4-р сарын 03, Лхагва

07⁰⁰-10⁰⁰ 9-р ангийн сурагчдын тэмцээний бодлого сонгож бэлтгэх. МУИС, I байр, 225 тоот

09⁰⁰-13⁰⁰ Сорил туршилтын тэмцээн: 12-р ангийн сурагчид, МУИС, I байр, 330 тоот

10⁰⁰-13⁰⁰ Онол, бодлогын тэмцээн: 9-р ангийн сурагчид. МУИС, I байр, Дугуй заал

4-р сарын 04, Пүрэв

10⁰⁰-12⁰⁰ “Химийн олимпиадын ирээдүйн чиг хандлага” нээлттэй хэлэлцүүлэг
МУИС, I байр – 133

14⁰⁰-17³⁰ МУИС Химийн тэнхимийн өдөрлөг Хими суурьтай хөтөлбөрүүдийн танилцуулга, МУИС, БОХТ – 502

- МУИС-ийн Химийн сургалт, судалгааны лабораториудтай танилцах тойрон аялал
- Химийн сонирхолтой туршилтууд

Хөгжөөнт тоглоом

16⁰⁰-18⁰⁰ 12-р ангийн сурагчдын бодлогын **Arbitration**, МУИС, Номын сан – 202

4-р сарын 05, Баасан

13⁰⁰-15⁰⁰ Олимпиадад оролцогчдын томилолт олгох, МУИС, I байр, 221 тоот

17⁰⁰-19⁰⁰ Олимпиадын хаалт, МУИС, I байр,
Дугуй заал

- **Химийн зөвлөх багш Б.Роломжав дурдатгал**

Шагнал гардуулах үйл ажиллагаа

УЛСЫН ХИМИЙН XXXIII ОЛИМПИАДЫН ТӨВ КОМИСС

Улсын химийн гучин гуравдугаар олимпиадын онол бодлого, сорил туршилтын тэмцээний даалгавар боловсруулсан зохиогчид

ЕБС-ийн сурагч, багшийн олимпиад:

Комиссын дарга: Ахлах багш Б.Сүхбаатар, МУИС

Гишүүд: Проф. О.Болормаа, МУИС

Проф. Б.Очирхуяг, МУИС

Дэд проф. Н.Эрдэнэ, МУИС

Дэд проф. Б.Мөнхжаргал, МУИС

Дэд проф. Ч.Нямгэрэл, МУИС

Дэд проф. Ц.Төгсөө, МУИС

Доктор Б.Амгалан, МУИС

PhD. Д.Бамбар KAUST

Дэд проф. Ө.Мөнхтуяа, МУБИС

Дэд проф. Б.Өлзийдэлгэр, ШУТИС

Доктор Я.Гэрэлт-Од, ТЗДС

Доктор О.Сарангэрэл, ШУА, ХХТХ

Доктор Т.Нарангарав, МГАМТИС

Дэд проф. С.Отгонпүрэв, ХААИС

Багш Г.Отгондэмбэрэл, ХААИС

Багш Д.Баттөгс, ШМТДС

Багш Б.Баярбаясгалан, ШМТДС

Доктор О.Олдох, АШУҮИС

Багш М.Алтантогос, АШУҮИС

Тэнхимийн туслах ажилтан М.Нямжаргал, МУИС

Лаборант Т.Сарантуяа, МУИС

Лаборант Г.Энхжаргал, МУИС

Лаборант Д.Номин-Эрдэнэ, МУИС

Лаборант Б.Эрдэнэтунгалаг, МУИС

Лаборант Ц.Цэцэг-Эрдэнэ, МУИС

Лаборант Д.Оюундарь, МУИС

Лаборант Л.Жаргалмаа, МУИС

Нарийн бичгийн дарга: Дэд проф. Б.Туяагэрэл, МУИС



Монгол улсын Зөвлөх багш Балгансүрэнгийн Роломжав нь 1948 онд Завхан аймгийн Ургамал суманд Ардын хувьсгалын партизан Балгансүрэнгийн 9 дэх хүүхэд болон төрж, 1956-1966 онд Завхан аймгийн Ургамал сум, Улиастай хот, Улаанбаатар хотын ЕБС, 1966-1971 онд МУИС-ийг химич, химийн багш мэргэжлээр тус тус суралцаж, төгссөн. Б.Роломжав нь 1971-2009 онуудад Нийслэлийн ерөнхий боловсролын 28, 13, 36, 9, 76-р сургуулиуд болон "Чандмань" сургуульд хими, хими-биологийн багшаар тасралтгүй 38 жил ажиллахдаа 12000 гаруй сурагчдад химийн хичээл зааж, 8-р ангийг 5, 10-р ангийг 9 удаа тус тус төгсгөсөн.

Сурагчдыг химийн төрөлжсөн сургалтад өргөнөөр хамруулж, сургалтын чанарыг дээшлүүлэхэд онцгой анхаарал хандуулж ажилласны үр дүнд шавь нараас нь Улаанбаатар хотын олимпиадаас 6 аварга төрж, Улсын олимпиадаас 1 алт, 2 мөнгө, 1 хүрэл медаль хүртэж, тусгай байруудад шалгарч байсан. Үүнд:

1. Улсын химийн анхдугаар олимпиад, 8-р анги, мөнгөн медаль
Ч.Нямгэрэл, 76-р сургууль
2. Улсын химийн II олимпиад, 10-р анги, хүрэл медаль
Ш.Оюунчимэг, 76-р сургууль
3. Улсын химийн III олимпиад, 10-р анги, алтан медаль
Ч.Нямгэрэл, МУИС-ийн Химийн гүнзгийрүүлсэн сургалттай анги
4. Улсын химийн IV олимпиад, 10-р анги, мөнгөн медаль
Ц.Төгсөө, МУИС-ийн Химийн гүнзгийрүүлсэн сургалттай анги
5. Улсын химийн VIII олимпиад, 8-р анги, тусгай байр
Ш.Уламбаяр, 76-р сургууль
6. Улсын химийн XII олимпиад, 10-р анги, тусгай байр
М.Бүжидмаа, 76-р сургууль

Мөн МУИС-ийн 6, АШУҮИС-ийн 2, Удирдлагын академийн 1 профессор, салбартаа танигдсан эмч, багш, технологич инженер, батлан хамгаалахын болон цагдаагийн хурандаа зэрэг алдар гавьяатнууд хэдэн арваар төрөн гарсан байна. Багш, сурагчдад зориулсан арга зүйн зөвлөмж 4, химийн бодлогын хураамж, гарын авлага 3 бүтээл хэвлүүлсэн бөгөөд түүний сурган дадлагажуулсан 4 залуу багш Химийн багш нарын хот дүүргийн ур чадварын уралдаанд 1-3-р байруудад шалгарч байв. МАХН-ын Төв хорооны тогтоолоор 1988-1989 оны хичээлийн жилд таван сургууль дээр төрөлжсөн сургалт явуулсны дотроос Б.Роломжав багшийн ажлыг Сурган Хүмүүжүүлэх Ухааны хүрээлэнгээс "онц сайн" гэж үнэлэн, түүний туршлагыг дэлгэрүүлэхээр зөвлөж байсан нь өнөөгийн төрөлжсөн сургалттай сургуулийн суурь үндэс байсан гэж мэргэжилтнүүд дүгнэж байсан.

Б.Роломжавын гэр бүл, үр хүүхдүүд нь

ОНОЛ БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН

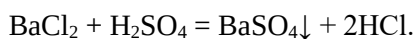
1-р бодлого

8 пойнт (нийт онооны 15 %)

Дугаарласан таван хуруу шилэнд MgCl_2 , BaCl_2 , ZnCl_2 , MnCl_2 , NaCl гэсэн хуурай давсууд өгөгдсөн байв.

Даалгавар 1. Давсуудыг усанд уусгаад хүхрийн хүчил нэмэхэд ямар давсыг таних боломжтой вэ? Явагдах урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү. (1 пойнт)

Энэ үед зөвхөн нэг хуруу шилэнд тунадас үүснэ.

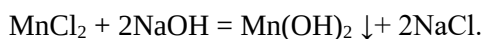
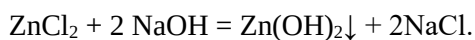
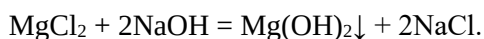


Бусад бүх давс нь усанд уусдаг сульфат үүсгэнэ.

$\text{BaSO}_4\downarrow$ -ын тунадсаар барийн хлоридыг таньж, урвалын тэгшитгэл бичсэн бол -1 пойнт

Даалгавар 2. Эдгээр давсны уусмал дээр бага хэмжээний натрийн гидроксид нэммэгц ажиглагдах өөрчлөлтийг урвалын тэгшитгэлээр илэрхийлнэ үү. (3 пойнт)

Үлдсэн дөрвөн хуруу шилэнд үлдсэн уусмалд шүлтийг нэмэхэд дараах гурван тунадас бууна.



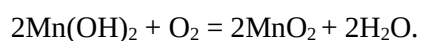
Натрийн гидроксидыг бага хэмжээгээр нэмэхэд үүсэх 3 тунадсыг тодорхойлж, урвалын тэгшитгэл бичсэн бол тус бүр 1 пойнт, нийт 3 пойнт

Даалгавар 3. Харин шүлтийн уусмалыг илүүдлээр нэмж, агаарт хэсэг байлгахад ямар үзэгдэл ажиглагдах вэ? Явагдах урвалын тэгшитгэлийг үндэслэн ямар, ямар давсыг таньж болох вэ?(3 **пойнт**)

- Хэрвээ MgCl_2 -ийн уусмал агуулсан бол шүлтийн уусмал бага хэмжээгээр нэмэхэд үүссэн цагаан тунадас илүүдэл шүлтэнд уусахгүй. Энэ нь MgCl_2 болохыг гэрчилнэ.
- Хэрвээ ZnCl_2 -ийн уусмал агуулсан бол хуруу шилэнд шүлтийн уусмал бага хэмжээгээр нэмэхэд тунадас үүсэх бөгөөд энэ нь илүүдэл шүлтэнд уусна.



- MnCl_2 -ийн уусмал агуулсан хуруу шилэнд агаарт бор өнгөтэй болдог тунадас үүснэ.



*Урвалын нөхцлийг тооцож магнийн хлорид, цайрын хлорид, манганын хлоридыг ялган таних тайлбар хийж, урвалын тэгшитгэл бичсэн бол тус бүр 1 **пойнт**, нийт*

*3 **пойнт***

Даалгавар 4. Хүчил, шүлтийн үйлчлэлд өөрчлөлтгүй ямар давс байгааг тогтооно уу. (1 **пойнт**)

- NaCl уусмал агуулсан хуруу шилэнд ямар ч нөлөө ажиглагддаггүй тул энэ байдлаар нь танина.

*Энэ санааг гаргасан бол 1 **пойнт***

2-р бодлого**13 пойнт (нийт онооны 15 %)**

Үл мэдэгдэх 2 валенттай 1.625 г X металлыг 0.1 М концентрацтай давсны хүчлийн уусмалд уусгаж, урвалын дүнд үүссэн хийг 0.1 г нүүрстөрөгчийн давхар исэл агуулсан 5 л шилэн саванд хураан авчээ. Урвалаас ялгарсан хийг бүрэн хурааж авсны дараа саванд агуулагдах хийн нягт 0.03 г/л байсан бол дараах даалгаврыг гүйцэтгэнэ үү.

Даалгавар 1: X металлын боломжит 3 хувилбарыг нэрлэнэ үү. **(3 пойнт)**

1....., 2....., 3..... (Mg, Ba, Sr, Ca, Zn, Pb зэргээс 3-ыг нэрлэвэл тус бүр 1 пойнт)

Даалгавар 2: Урвалын дүнд үүссэн хийн тоо хэмжээг тооцоолно уу. **(2 пойнт)**

Саванд агуулагдах хийн нягтаас саванд агуулагдах хийн массыг тооцоолж болно.

$$\rho_{\text{хийн холимог}} = \frac{m_{\text{хийн холимог}}}{V_{\text{сав}}} \Rightarrow m_{\text{хийн холимог}} = 0.15 \text{ г}$$

Урвалын дүнд үүссэн хийн массыг тооцоолбол

$$m_{\text{хий}} = m_{\text{хийн холимог}} - m_{\text{CO}_2} = 0.15 \text{ г} - 0.1 \text{ г} = 0.05 \text{ г хий урвалаар үүссэн}$$

(Тооцоо тус бүр 1 пойнт)

Даалгавар 3: X металлыг тодорхойлно уу. **(3 пойнт)**

2 валенттай металлын давсны хүчилтэй харилцан үйлчлэх урвалны тэгшитгэлийг бичвэл



Дээрх урвалаас үзвэл үүссэн хий нь устөрөгчийн хий тул металлыг тооцоолох боломжтой

$$\frac{1 \text{ моль металл урвалд ороход}}{1 \text{ моль утөрөгчийн хий}} = \frac{x \text{ моль металл}}{\frac{0.05 \text{ г}}{2 \text{ г моль}}} \Rightarrow x = 0.025 \text{ моль}$$

$$m_{\text{Me}} = n \cdot M_{\text{Me}} \Rightarrow M_{\text{Me}} = 65 \text{ г/моль} \quad 1.5 \text{ пойнт}$$

Цайр элементийг тогтоож нэрлэсэн бол **0.5 пойнт**

Даалгавар 4: Дээрх урвалд 600 мл давсны хүчил авсан бол урвал бүрэн явагдсаны дараах давсны хүчлийн молийн концентрацыг тооцоолно уу. Урвалын дүнд уусмалын эзлэхүүн өөрчлөгдөхгүй гэж үзнэ. **(3 пойнт)**

$$\frac{1 \text{ моль металл урвалд ороход}}{2 \text{ моль давсны хүчил}} = \frac{0.025 \text{ моль металл}}{x \text{ моль давсны хүчил}} \Rightarrow x = 0.05 \text{ моль}, m = 1.825 \text{ г}$$

$$C_M = \frac{m}{M} \cdot \frac{1000}{V} \Rightarrow m = \frac{0.1 \text{ моль} \cdot 36.5 \text{ г моль}^{-1} \cdot 600 \text{ мл}}{1000} = 2.19 \text{ г}$$

Урвалд ороогүй үлдсэн давсны хүчлийн хэмжээ $2.19 - 1.825 = 0.365$

$$\text{Үлдэгдэл хүчлийн уусмалын молийн концентрацийг тооцоолбол } C_M = \frac{0.365}{36.5} \cdot \frac{1000}{600} = 0.0167 \text{ M}$$

Тус бүр 1 пойнт

Даалгавар 5: Үлдэгдэл давсны хүчлийн уусмалын орчин (pH)-г тооцоолно уу. **(2 пойнт)**

$$\text{pH} = -\log[H] = 1.79 \quad 2 \text{ Пойнт}$$

3-р бодлого**25 пойнт (нийт онооны 15%)**

Me_xMeB_y гэсэн төсөөтэй найрлагатай 3 давсны найрлага дахь металл болон металл бишийг дэс дугаарын өсөх дарааллаар Me1, Me2, Me3, MeB1, MeB2, MeB3 гэж тэмдэглэе. Дараах баримтууд танд мэдэгдэж байна. Үүнд:

1. Эдгээрийн үүсгэх катион, анионы хоёр нь неонхтой, хоёр нь аргонхтой, үлдсэн хоёр нь криптон, ксенонынхтой ижил электронт бүтэцтэй.
2. Металлууд нь үелэх системийн тэгш дэс дугаартай элементүүд бөгөөд нэг нь дөлний өнгийг өөрчилдөггүй.
3. Металл бишүүд нь үелэх системийн нэг бүлэгт байрладаг, хоёр нь ердийн нөхцөлд хийн төлөвтэй, гурвуулаа өнгөтэй.
4. Me болон MeB-ийн үүсгэх боломжит 9 давсны усанд уусах чанарыг лавлаж үзэхэд MeB1-ийн гурван давс гурвуулаа усанд уусдаггүй бол MeB2, MeB3-ын давсууд бүгд усанд маш сайн уусдаг.

Даалгавар 1. Металл, металл бишүүд ямар ямар элемент байж болохыг нэрлээд дээр дурьдсан баримттай нийцэж байгаа эсэхийг батлан тайлбарлаж бичнэ үү. **(12 поинт)**

Me / MeB	Химийн тэмдэг	Холбогдох тайлбар буюу дээрх баримттай нийцсэн тухай
Me1	Mg	[Ne]-ны электрон байгууламжтай Mg^{2+} катион үүсгэнэ. Дөлний өнгийг будахгүй. Тэгш дэс дугаартай, MgF_2 усанд уусдаггүй, $MgCl_2$, MgI_2 усанд сайн уусна.
Me2	Ca	[Ar]-ны электрон байгууламжтай Ca^{2+} катион үүсгэнэ. Дөлний өнгийг тоосгон улаанаар будна. Тэгш дэс дугаартай, CaF_2 усанд уусдаггүй, $CaCl_2$, CaI_2 усанд сайн уусна.
Me3	Sr	[Kr]-ны электрон байгууламжтай Sr^{2+} катион үүсгэнэ. Дөлний өнгийг улаан хүрнээр будна. Тэгш дэс дугаартай, SrF_2 усанд уусдаггүй, $SrCl_2$, SrI_2 усанд сайн уусна.
MeB1	F	[Ne]-ны электрон байгууламжтай F^- анион үүсгэнэ. Цайвар шар өнгөтэй хий. VIIA бүлэгт байрладаг.
MeB2	Cl	[Ar]-ны электрон байгууламжтай Cl^- анион үүсгэнэ. Шар ногоон өнгөтэй хий. VIIA бүлэгт байрладаг.
MeB3	I	[Xe]-ны электрон байгууламжтай I^- анион үүсгэнэ. Металлын гялалзлагатай, хөхөвтөр хар бараан өнгийн талст. VIIA бүлэгт байрладаг.

Металл болон металл биш тус бүрийн химийн тэмдгийг зөв оноосон бол 1 поинт, нийт 6 поинт. Харгалзах тайлбарыг хангалттай хийсэн бол тус бүр 1 поинт, нийт 6 поинт

Өгсөн гурван давснаас тэнцүү молийн тоо бүхий дээж агуулсан холимогт тэдгээрийн массын харьцаа нь 1 : 1.79 : 5.516 байв. (металлуудын атом массыг бүхэл тоогоор тооцно. Жишээлбэл, никелийн харьцангуй атом масс үелэх хүснэгтэд 58.693 н.н. байгааг 59 н.н. гэж тооцно.)

Даалгавар 2. Өгсөн 3 давсыг нэрлэнэ үү. **(10 поинт)**

Ижил молийн тоо бүхий давсны массын харьцаа молийн массын харьцаатай тэнцүү байна.						
<i>Энэ санааг гаргасан бол 1 поинт</i>						
Өгөгдсөн гурван металл, гурван металл бишээс дараах 9 давс үүсэх боломжтой.						
	F		Cl		I	
Mg	MgF_2	62	$MgCl_2$	95	MgI_2	278
Ca	CaF_2	78	$CaCl_2$	111	CaI_2	294
Sr	SrF_2	126	$SrCl_2$	159	SrI_2	342

Янз бүрийн хослолоор давсны молийн массын харьцааг бодож үзэхэд

$M(MgF_2) : M(CaCl_2) : M(SrI_2) = 1 : 1.79 : 5.516$ байгааг тогтоож болно.

Давс тус бүрийг зөв нэрлэсэн бол 3 поинт, нийт 9 поинт

Дээрх холимгоос 51.5 г-ийг авч усанд уусгахад давсны хооронд урвал явагдаагүй бөгөөд 6.2 г нь ууссангүй.

Даалгавар 3. Холимогт давс тус бүрээс хэдэн моль авсан бэ? Хариултаа тооцоогоор батлана уу.

(3 поинт)

Магнийн фторид усанд уусдаггүй.

$$n(MgF_2) = \frac{m(MgF_2)}{M(MgF_2)} = \frac{6.2 \text{ г}}{62 \text{ г/моль}} = 0.1 \text{ моль}$$

Давс тус бүрээс 0.1 молийг авсан.

MgF₂-ын молийн тоог тооцоолсон бол 1 поинт

$$m(CaCl_2) = M(CaCl_2) \cdot n(CaCl_2) = 111 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0.1 \text{ моль} = 11.1 \text{ г}$$

$$m(SrI_2) = M(SrI_2) \cdot n(SrI_2) = 342 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0.1 \text{ моль} = 34.2 \text{ г}$$

$$m(MgF_2) + m(CaCl_2) + m(SrI_2) = 6.2 \text{ г} + 11.1 \text{ г} + 34.2 = 51.5 \text{ г}$$

Иймд Даалгавар 3- төдийгүй Даалгавар 1, 2-ын хариу бүгд батлагдаж байна.

Тооцоо хийж хариултаа баталсан бол 2 поинт

4-р бодлого

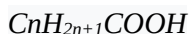
9 поинт (нийт онооны 15 %)

Хивэгч малын гүзээнд органик бодис задарч дэгдэмхий органик хүчлийг үүсгэдэг. Хэвийн нөхцөлд 1 моль хүчлийн эзлэхүүн нь 109.7 мл, нягт нь 0.93 г/мл бөгөөд идэвхтэй хоёр изомер нь гүзээнд тохиолдоно. А изомерын буцлах цэг нь 185°C бол Б изомер нь оптик идэвхтэй бөгөөд 176°C-д буцална

Даалгавар 1. Хүчлийн молекул массыг тооцоолж, молекул томъёог тогтооно уу.

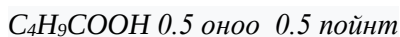
(1.5 поинт)

$$M = V \cdot \rho = 109.6 \text{ мл} \cdot \frac{0.93 \text{ г}}{\text{мл}} = 102 \quad \text{гэж гаргахад } 0.5 \text{ поинт}$$

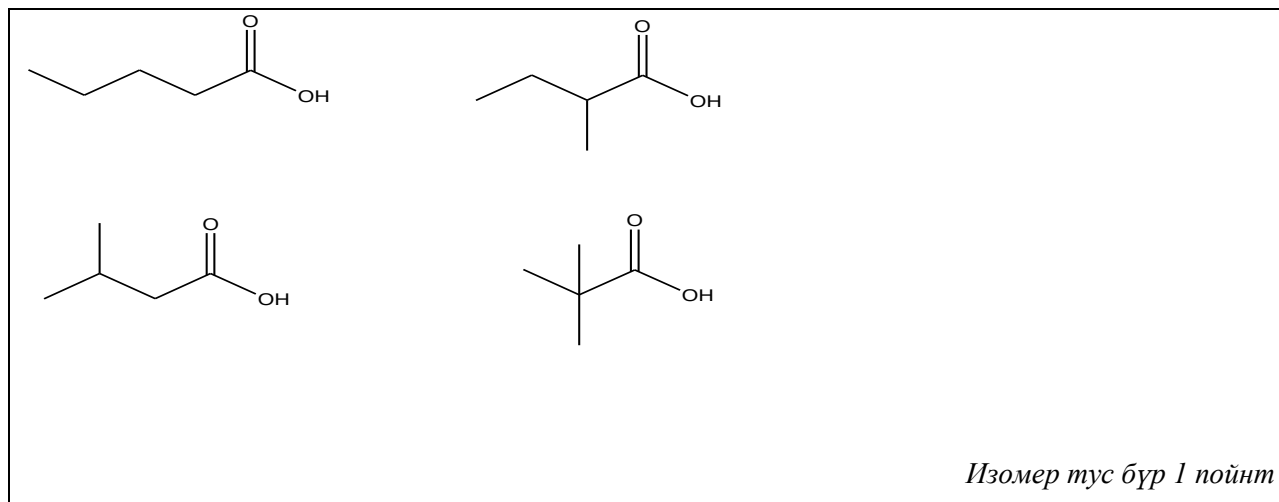


$$12x + 2x + 1 + 12 + 33 = 14x + 45 = 102$$

$$x = 102 - 45 / 14 = 4 \quad \text{гэж гаргахад } 0.5 \text{ поинт}$$



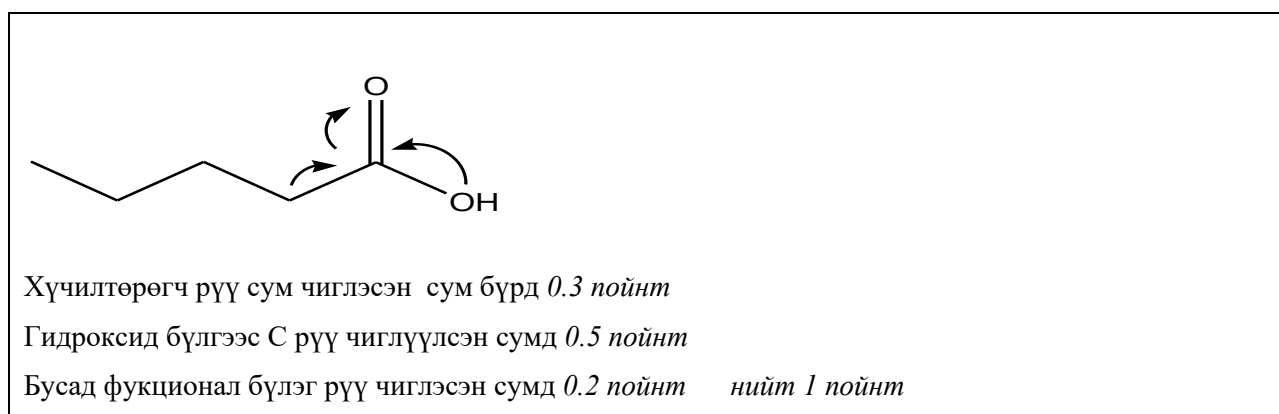
Даалгавар 2. Хүчлийн боломжит бүх изомерын бүтцийн томъёог харуулна уу. (4 пойнт)



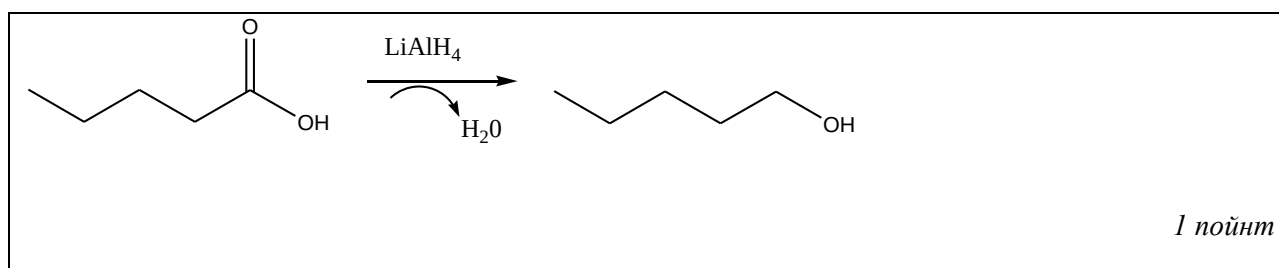
Даалгавар 3. А болон Б изомерыг ИЮПАК нэршлээр нэрлэнэ үү. (Оптик идэвхтэй нэгдэл нь 4 өөр халагч бүхий нүүрстөрөгчийн атом агуулсан байдаг) (1.5 пойнт)

1. А изомер нь буцлах цэгээс шулуун гэдгийг баримжаалж олоод нэрлэсэн тул пентаны хүчил гэж бичихэд 0.5 пойнт
2. Б изомер нь салбарласан бөгөөд дөрвөн өөр халагчтай нүүрстөрөгч агуулсан гэдгийг олоод 2 метилбутаны хүчил гэж нэрлэсэн бол 1 пойнт

Даалгавар 4. А изомерын молекулын бүтцийг дэлгэмэл загвараар илэрхийлж туйлшралыг дүрсэлнэ үү. (1 пойнт)



Даалгавар 5. А хүчлийг лити хөнгөнцагааны катализаторын оролцоотой ангижруулж анхдагч спирт үүсэх урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү. (1 пойнт)



СОРИЛ ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН

Ерөнхий зааварчилгаа

- ☐ **Хуудас:** Энэ тэмцээний сорил туршилтын ажил нь **2 даалгавартай**, материал нь хариултын хуудастайгаа нийт **6 хуудас, 100 оноотой**. Энэ нь тэмцээний нийт онооны 40 %-тай тэнцэнэ.
- ☐ **Сорилын даалгавар унших:** Оролцогч туршилт эхлэхээс өмнө даалгавартай уншиж танилцах **5 минут** өгнө.
- ☐ **Даалгавар гүйцэтгэх хугацаа:** Бүх сорилын даалгаврыг **150 минутад** багтаан хийнэ.
- ☐ **ЭХЛЭХ/ДУУСАХ:** “ЭХЭЛ” дохио өгөхөөр сурагчид ажлаа эхлэх ба “ЗОГС” дохио өгөхөд хийж байгаа ажлаа тэр даруйд зогсооно.
 - Хугацаа дуусахаас **15 минутын** өмнө сануулга хэлнэ.
 - Хэрэв “ЗОГС” дохио өгснөөс **1 минут** дотор ажлаа зогсоохгүй бол таны ажлыг хүчингүйд тооцох болно.
 - “ЗОГС” дохионы дараа ажлаа зогсоон, ажлын байран дээрээ хүлээж байгаарай. Лабораторийн туслах таны гүйцэтгэсэн ажил, шалгалтын хуудсыг хураан авч, ажлын байрыг тань шалгах болно.
- ☐ **Аюулгүй байдал:** Химийн аюулгүй ажиллагааны дүрмийг дагаж мөрдөх ёстой. Лабораторид байхдаа та халад, бээлий өмсөх ёстой. Хэрвээ лабораторын туслах зөвшөөрвөл өөрийн нүдний шилээ зүүж болно. Химийн бодисуудтай харьцахдаа өгөгдсөн бээлийг өмсөөрэй.
 - Лабораторид идэж, ууж болохгүй.
- ☐ **Аюулгүй ажиллагаа: Амаараа пипеткийг сорж болохгүй.**
Ажлын байр: Та зөвхөн өөрт оногдсон ажлын байран дээр ажиллах ёстой. Дундаа хэрэглэж байгаа багаж, ажлын байрыг ашигласны дараа цэвэрлээрэй.
- ☐ **Химийн бодис, урвалж нэмэх/солих:** Химийн бодис болон шил савыг солих эсвэл дүүргэх ёсгүй. Хэрвээ шил савыг солих болон бодис урвалжийг нэмж авсан тохиолдол бүрд сорилын даалгаврын онооноос **5 оноо торгож хасна**.
- ☐ **Хаягдал:** Бүх химийн бодис, болон шил савыг ажлын байран дээрээ үлдээгээрэй. Даалгавар бүрийн химийн бодисын хаягдлыг зориулалтын “Хаягдлын сав”-д хийгээрэй.
- ☐ **Хариултыг бичих:** Хариулт болон үр дүнгээ зориулалтын нүдэнд нь бөглөж бичээрэй.
 - Зөвхөн хар эсвэл хөх балаар бичсэн үр дүнг хариултад тооцно. Хариултын нүдэнд бичээгүй үр дүнг дүгнэхгүй болохыг анхаарна уу.
 - Даалгаврын арын нүүрийг ноорог болгон ашиглана.

ОРГАНИК БИШ НЭГДЛИЙГ ТАНИХ

Туршилтын хэрэглэгдэхүүн: - Дугаарласан 5 хуруу шилэнд дараах бодисуудын уусмал бэлтгэсэн. Үүнд: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, K_2SO_4, NaCl, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaOH - Мурексид (Петрийн аяганд) - Шүлтлэг уусмал (Хуруу шилний тавиур дээр) - Туршилтын үүр (зураг 1) - 1 ш - Нэрмэл усны зайлуур - 1 ш - Дусаагуур - 6 ш - Хуруу шилний тавиур - 1 ш - Лакмусын цаас (Петрийн аяганд) - Хямсаа - Нэг удаагийн бээлий	 Зураг 1. Туршилтын үүр
--	---

- Танд **1 – 5** дугаар бүхий хуруу шилэнд $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, K_2SO_4 , NaCl , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaOH гэсэн бодисууд өгөгдсөн бол аль хуруу шилэнд ямар бодис агуулагдаж буйг тогтооно уу.
- Хуруу шилний тавиур дээр хуруу шилэнд шүлтлэг уусмал, калькийн цаасанд Мурексид өгөгдсөн болно.

Туршилтын хэсэг:

/ хэсэг.

- Туршилтын үүрний **A1 – A6** нүдэнд **1** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг дусаана.
- Туршилтын үүрний **B1 – B6** нүдэнд **2** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг дусаана.
- Туршилтын үүрний **C1 – C6** нүдэнд **3** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг дусаана.
- Туршилтын үүрний **D1 – D6** нүдэнд **4** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг дусаана.
- Туршилтын үүрний **A7 – A12** нүдэнд **5** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг дусаана.

// хэсэг.

- Туршилтын үүрний **A1, B1, C1, D1, A7** нүдэнд **1** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг нэмж урвалыг явуулж ажиглагдсан хувирлыг Хүснэгт 1-ийн харгалзах баганад тэмдэглэнэ үү.
- Туршилтын үүрний **A2, B2, C2, D2, A8** нүдэнд **2** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг нэмж урвалыг явуулж ажиглагдсан хувирлыг Хүснэгт 1-ийн харгалзах баганад тэмдэглэнэ үү.
- Туршилтын үүрний **A3, B3, C3, D3, A9** нүдэнд **3** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг нэмж урвалыг явуулж ажиглагдсан хувирлыг Хүснэгт 1-ийн харгалзах баганад тэмдэглэнэ үү.
- Туршилтын үүрний **A4, B4, C4, D4, A10** нүдэнд **4** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг нэмж урвалыг явуулж ажиглагдсан хувирлыг Хүснэгт 1-ийн харгалзах баганад тэмдэглэнэ.
- Туршилтын үүрний **A5, B5, C5, D5, A11** нүдэнд **5** дугаартай уусмалаас дусаагуураар тус бүр **4** дуслыг нэмж урвалыг явуулж ажиглагдсан хувирлыг Хүснэгт 1-ийн харгалзах баганад тэмдэглэнэ.
- Шүлтлэг уусмал дээр калькийн цаасанд боож, бэлдэж тавьсан мурексидийг нэмж чернилэн ягаан өнгийн шинэхэн уусмал бэлдэнэ.

Анхаарах зүйлс: Хуурай бодисоо шүлтлэг уусмал бүхий хуруу шил рүү хийхдээ гадуур нь асгалгүй хийгээрэй. Дусаагуур ашиглан уусмалаа болгоомжтой холиорой.

- Туршилтын үүрний **A6, B6, C6, D6, A12** нүдэнд шинэхэн бэлтгэсэн мурексидын шүлтлэг уусмалаас дусаагуураар тус бүр 4 дуслыг нэмж, урвалыг явуулж ажиглагдсан хувирлыг Хүснэгт 2-ын харгалзах баганад тэмдэглэнэ.

Даалгавар:

1. Туршилтын үүрний нүднүүдэд явагдсан урвалыг ажиглаж үр дүнг Хүснэгт 1-д тэмдэглэнэ үү. (Үүссэн өнгийг тэмдэглэхээс гадна тунадас буусан бол (↓), өөрчлөлт гараагүй бол (-), хий ялгарсан бол (↑) гэж тэмдэглэнэ үү)

Хүснэгт 1. Туршилтын үр дүн.

(9 оноо)

Бодис урвалж	1	2	3	4	5	6
A1	-	↓	↓	-	-	-
B		-	-	↓	-	↓
C			-	-	-	↓
D				-	-	-
A7					-	-

2. Туршилтын үед явагдсан урвалын тэгшитгэлүүдийг бичиж тэнцүүлнэ үү. **(14.4 оноо)**

Хүснэгт 2. Явагдсан урвалууд, тайлбар.

A2 нүдэнд явагдсан урвал: $2\text{NaOH} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{Ba}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$	тус бүр 0.6 оноо
Тайлбар: Цагаан ангийн тунадас буусан	тус бүр 0.36 оноо
A3 нүдэнд явагдсан урвал: $2\text{NaOH} + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = \text{Ca}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$	
Тайлбар: Цагаан ангийн тунадас буусан	
A4 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{NaOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 = 2\text{KOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$	
Тайлбар: Ямар нэгэн өөрчлөлт ажиглагдаагүй	
A5 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{NaOH} + \text{NaCl} =$ урвал явагдахгүй	
Тайлбар: Ямар нэгэн өөрчлөлт ажиглагдаагүй	
A6 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{NaOH} + \text{Мурексид} =$ өөрчлөлтгүй	
Тайлбар: Мурексидын өөрийн нил ягаан өнгө өөрчлөгдөөгүй	
B3 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 =$ урвал явагдахгүй	
Тайлбар: Ямар нэгэн өөрчлөлт ажиглагдаагүй	
B4 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{NO}_3 + \text{BaSO}_4 \downarrow$	
Тайлбар: Цагаан ангийн тунадас буусан	
B5 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaCl} = 2\text{NaNO}_3 + \text{BaCl}_2$	
Тайлбар: Ямар нэгэн өөрчлөлт ажиглагдаагүй	
B6 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Мурексид} =$ Тунадас	

Тайлбар: Ва-ийн давс мурексидтай бүдэг нил ягаан тунадас өгдөг

C4 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2\text{KNO}_3$

Тайлбар: Ямар нэгэн өөрчлөлт ажиглагдаагүй

C5 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{NaNO}_3$

Тайлбар: Ямар нэгэн өөрчлөлт ажиглагдаагүй

C6 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Мурексид} = \text{Тунадас}$

Тайлбар: Са-ийн давс мурексидтай цайвар ягаан тунадас өгдөг

D5 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl} = 2\text{KCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Тайлбар: Ямар нэгэн өөрчлөлт ажиглагдаагүй

D6 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Мурексид} = \text{өөрчлөлтгүй}$

Тайлбар: Мурексидын өөрийн нил ягаан өнгө өөрчлөгдөөгүй

A12 нүдэнд явагдсан урвал: $\text{NaCl} + \text{Мурексид} = \text{өөрчлөлтгүй}$

Тайлбар: Мурексидын өөрийн нил ягаан өнгө өөрчлөгдөөгүй

3. Лакмусын цаасыг хямсаагаар хавчин уусмалуудад дүрж үзээд дүгнэлт гарга. (0.6 оноо)

Лакмусын цаасыг уусмалуудад дүрж үзэхэд 1 дугаар бүхий уусмал хөх өнгөтэй болж байсан бөгөөд өгөгдсөн 5 уусмалаас натрийн гидроксид ганц шүлтлэг шинжтэй тул 1 дугаартай уусмал – NaOH байжээ.

4. Хуруу шил дэх 1, 2, 3, 4, 5 дугаартай бодис нь ямар бодис байсныг тогтооно уу (6.0 оноо)

- | | |
|--|-----------------|
| 1 дугаартай хуруу шилэнд байсан бодис: NaOH | 1.2 оноо |
| 2 дугаартай хуруу шилэнд байсан бодис: Ba(NO₃)₂ | 1.2 оноо |
| 3 дугаартай хуруу шилэнд байсан бодис: Ca(NO₃)₂ | 1.2 оноо |
| 4 дугаартай хуруу шилэнд байсан бодис: K₂SO₄ | 1.2 оноо |
| 5 дугаартай хуруу шилэнд байсан бодис: NaCl | 1.2 оноо |

IX АНГИЙН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН

№	Овог	Нэр	Сургууль	Сорил	Онол, бодлого	Нийлбэр	Байр
1	Ганбат	Чойдэлгэр	Сант сургууль	54.91	37.7	92.59	I
2	Мөнхбаяр	Хулан	Сант сургууль	55.05	36.9	91.97	
3	Батжаргал	Мөнх-Энэрэл	Сант сургууль	56.46	34.9	91.35	
4	Нямбаяр	Ариунгоо	Шинэ Монгол	55.42	33.6	89.02	II
5	Батгэрэлт	Ган-Эрдэнэ	Олонлог Академи	51.10	37.7	88.82	
6	Бат-Эрдэнэ	Мөнх-Учрал	Олонлог академи	53.11	28.0	81.12	
7	Батмөнх	Дэлгэржаргал	Эрдмийн далай	49.65	22.8	72.45	
8	Батбаяр	Энхжин	Сант сургууль	49.69	21.7	71.36	
9	Өлзийжаргал	Эгшиглэн	Орчлон олон улсын сургууль	41.76	27.6	69.36	
10	Жавхлан	Сарнай	Шинэ Үе	52.93	15.7	68.60	
11	Лхайжав	Буяндэлгэр	2-р сургууль	48.14	20.0	68.17	III
12	Цэнджав	Тэргэлсаран	ЕБС 33-р сургууль	46.72	19.6	66.35	
13	Ган-Очир	Хулан	Хобби сургууль	46.23	20.0	66.27	
14	Алтансүх	Есөн-Эрдэнэ	5-р сургууль	45.65	20.5	66.13	
15	Баяраа	Бадмаараг	Орчлон олон улсын сургууль	47.31	17.0	64.34	
16	Галбадрах	Эрхэмбаяр	Шинэ Үе	41.46	22.6	64.05	
17	Бекболат	Гани	Зайд сургууль	39.95	22.0	61.96	
18	Орхон	Отгончимэг	16 дугаар сургууль	44.99	15.3	60.31	
19	Цэнгүүнжав	Од	Орчлон олон улсын сургууль	37.45	22.8	60.21	
20	Ууганбаяр	Сүнжидмаа	23-р сургууль	38.32	21.5	59.84	
21	Раднаа	Ариунзаяа	Шинэ Эхлэл	40.72	18.6	59.32	
22	Батбаяр	Аянга	Ирээдүй цогцолбор сургууль	42.28	15.8	58.08	
23	Ганшагай	Гантуул	Тэмүүлэл-Эрдэм	40.10	17.6	57.72	
24	Амарнаран	Амарбат	Оюунлаг	36.71	15.9	52.63	
25	Энхбаяр	Удвал	Эрхэт эрдэм сургууль	35.33	16.9	52.22	
26	Болдбаатар	Маргад-Эрдэнэ	Олон Улсын ЕБ-ийн Бэрх сургууль	33.81	14.8	48.63	
27	Батбаяр	Мөнгөнбагана		35.34	12.1	47.42	
28	ДарьБазар	Нандин-учрал	154	25.48	18.8	44.24	
29	Одхүү	Дөлгөөн	4р сургууль	25.23	17.1	42.35	
30	Баасандорж	Эрдэнэчулуун	Тосонцэнгэл, ЕБ-ын 2-р сургууль	32.56	9.5	42.11	

31	Энхбаяр	Энхгэрэл	Сайхан сумын 2-р сургууль	25.40	14.0	39.36	
32	Ариунаа	Энхриймаа	1-р сургууль	21.20	14.6	35.80	
33	Мягмарцэрэн	Урангоо	3-р сургууль	26.24	7.5	33.76	
34	Отгонгэрэл	Нандин-Эрдэнэ	Сүмбэр сумын 1-р сургууль	18.16	13.3	31.43	
35	Энхтөр	Долгормаа	Сод сургууль	16.12	13.2	29.36	
36	Ханбат	Алтан-Очир	Дарви сумын ЕБС	14.37	13.1	27.45	
37	Батмөнх	Мөнхтогтох	1-р сургууль	16.46	10.8	27.22	
38	Сүрэн	Мөнхдолгор	3-р сургууль	18.30	8.9	27.21	
39	Одсүрэн	Элбэгзаяа	Шинэ зууны удирдагч ОУ-ын сургууль	10.86	13.9	24.74	
40	Батсайхан	Нарансолонго	Хүмүүнлэг сургууль	14.30	7.1	21.42	
41	Туул	Амин-Эрдэнэ	Эрдэнэ сум ЕБС	12.39	6.6	18.99	
42	Буянбадрах	Буянзаяа	Баруун-Урт сумын 4-р сургууль	9.63	8.7	18.35	
43	Батхишиг	Хишигжаргал	Замын-Үүд 1-р сургууль	1.99	8.5	10.53	

ОНОЛ БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН

1-р бодлого

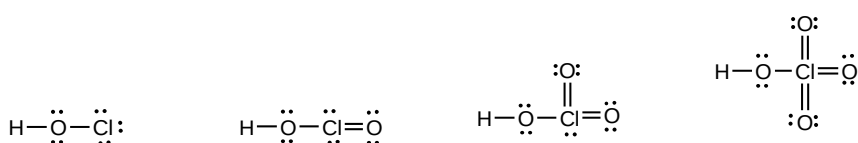
14 пойнт (нийт онооны 5 %)

А.Хүчилтөрөгчтэй хүчил

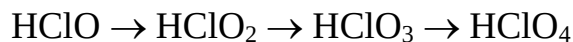
Аррениусийн онол ёсоор усан уусмалдаа H^+ ион үүсгэн диссоциацилагддаг бодисыг хүчил гэдэг. Азотын болон хүхрийн хүчилтөрөгчтэй хүчлийн диссоциацийн тогтмол өгөгджээ.

	H_2SO_4	H_2SO_3	HNO_3	HNO_2
K_x	$1 \cdot 10^3$	$1.4 \cdot 10^{-2}$	$4.36 \cdot 10$	$6.9 \cdot 10^{-4}$
$pK_x = -\lg K_x$	-3	1.94	-1.64	3.16

Даалгавар 1. Хлор нь хүчилтөрөгчтэй 4 хүчил үүсгэдэг. Хүчил тус бүрийн Льюисийн томъёог бичээд энэ 4 хүчлийг хүчний өсөх дарааллаар жагсаана уу. Өөрийн бичсэн эгнээний дагууд хүчлийн хүч ихэссэн шалтгааныг тайлбарлана уу. (6 пойнт)



Льюисийн томъёо тус бүрийг зөв бичсэн бол 1 пойнт, нийт 4 пойнт

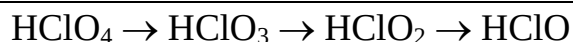


Зөв жагсаасан бол 1 пойнт

Хүчилтөрөгчийн атомын тоо нэмэгдэх тутам О-Н холбоонд оролцож буй О-ийн электронууд хлор тийш татагдаж О-Н холбоо суларна.

Зөв тайлбарласан бол 1 пойнт

Даалгавар 2. Хлорын хүчилтөрөгчтэй 4 хүчлийг исэлдүүлэгч шинжийн өсөх дарааллаар жагсаана уу. Исэлдүүлэгч шинж ихэссэн шалтгааныг тайлбарлана уу. (2 пойнт)



Зөв жагсаасан бол 1 пойнт

Хүчилтөрөгчийн атомын тоо нэмэгдэх тутам Cl-ыг хүрээлж хлорын электрон нэгдүүлэхэд саад болдог.

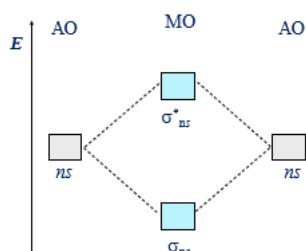
Зөв тайлбарласан бол 1 пойнт

Б. Молекул орбиталийн онол

Бид валент холбооны онол, ионы холбооны онолын талаар 9-р ангиасаа эхлэн судалсан. Химийн холбоог тайлбарладаг өөр нэг онол нь Молекул орбиталийн онол (МОО) юм. Валент холбооны онол (ВХО)-д холбогдож байгаа атомууд гадаад давхрааны хослоогүй электроноор дундын хос электроныг үүсгэж буюу ковалент холбоогоор холбогдоно гэж үздэг. Иймд ВХО нь H_2^+ гэсэн молекул ион тогтвортой оршин байгааг тайлбарлаж чаддаггүй. Харин МОО-д атомын орбиталаас нийлбэр авахад холбож буй молекул орбитал (МО), ялгавар авах үед сийрэгжүүлж (холбохын эсрэг) буй молекул орбитал (МО*) үүсдэг бөгөөд эдгээр молекул орбиталд электронууд атомын орбиталд электрон хуваарилагдахын адил дүрмээр хуваарилагдана гэж үздэг. Молекул орбиталийн энергийн диаграммыг үндэслэн дараах томъёогоор холбооны эрэмбийг тодорхойлох ба холбооны эрэмбэ 0-тэй тэнцүү бол тухайн молекул орших байх боломжгүй, 0-ээс их бол оршин байх боломжтой гэж үзнэ.

$$\text{Холбооны эрэмбэ} = \frac{\text{МО дээрх электроны тоо} - \text{МО}^* \text{ дээрх электроны тоо}}{2}$$

ХЭ=0.5	ХЭ=1	ХЭ=0	ХЭ=0.5
$E_{\text{дисс}}=256\text{кЖ/моль}$	$E_{\text{дисс}}=436\text{кЖ/моль}$	-	$E_{\text{дисс}}=15\text{кЖ/моль}$



Дээрх зурагт H_2 молекул, H_2^+ , H_2^- , H_2^{2-} молекул-ионы МО-ийн энергийн диаграммыг харууллаа. МОО ёсоор H_2^{2-} -ийн холбооны эрэмбэ тэг байх тул ийм молекул-ион оршин байх боломжгүй юм.

s-элементүүдийн хувьд дараах зурагт үзүүлсэн МО-ийн энергийн диаграммыг ашиглана.

Даалгавар 3. МОО ёсоор He_2 , He_2^+ , He_2^{2+} , Li_2 , Li_2^+ , Li_2^- , Be_2 , Be_2^+ , Be_2^{2+} гэсэн молекул, молекул-ион оршин байх эсэхийг тодорхойлно уу.

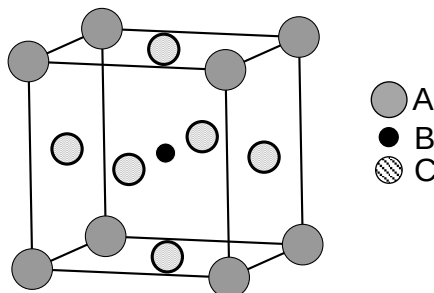
Гурвал тус бүрийн хувьд орших байх боломжтой молекул, молекул-ионыг холбооны диссоциацийн энергийн өсөх дарааллаар жагсаана уу.

(6 пойнт)

	He_2	He_2^+	He_2^{2+}	Li_2	Li_2^+	Li_2^-	Be_2	Be_2^+	Be_2^{2+}
МОО ёсоор оршин байх боломж (☒ - боломжтой, ☒ - боломжгүй)	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Холбооны диссоциацийн энергийн өсөх дараалал	$\text{He}_2^+ \rightarrow \text{He}_2^{2+}$			$\text{Li}_2^- \rightarrow \text{Li}_2^+ \rightarrow \text{Li}_2$			$\text{Be}_2^+ \rightarrow \text{Be}_2^{2+}$		

Талст тор

Перовскитийн төрлийн нэгдлүүд нь хэт дамжуулал, катализ, опто-электроник зэрэг маш сонирхолтой физик, химийн шинж чанарыг үзүүлдэг. Түүний талст торын эгэл үүрийг нь Зураг 1-д үзүүлэв.



Зураг 1. Перовскитийн төрлийн нэгдлийн талст торын бүдүүвч.

Даалгавар 1. Талст торын атомуудын байршлыг үндэслэн перовскитийн нэгдлийн ерөнхий томьёог тодорхойлно уу. (2 пойнт)

$$A = \frac{1}{8} \times 8 = 1$$

$$B = 1 \times 1 = 1$$

$$C = \frac{1}{2} \times 6 = 3$$

Эгэл үүр дэх атом тус бүрийн тоог зөв тодорхойлсон бол 0.5 пойнт, нийт 1.5 пойнт

Нэгдлийн ерөнхий томьёо: ABC_3

Нэгдлийн ерөнхий томьёог зөв тогтоосон бол 0.5 пойнт

Даалгавар 2. Дараах зурагт перовскитийн нэгдлийн зэргэлдээ эгэл үүрүүдийг дүрслэн үзүүлжээ. Энэхүү нэгдэлд А болон В нь катион, С нь анион гэвэл ион тус бүрийн хүрээллийг дүрсэлж харуулан, координацийн тоог тодорхойлно уу. (2 пойнт)

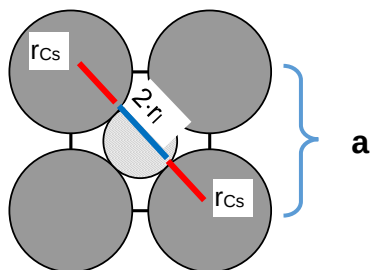
	А ион	В ион	С ион
	Хүрээлэл дүрсэлсэн бол 0.6 пойнт	Хүрээлэл дүрсэлсэн бол 0.4 пойнт	Хүрээлэл дүрсэлсэн бол 0.4 пойнт
	12	6	6
	Координацийн тоог тодорхойлсон бол 0.2 пойнт	Координацийн тоог тодорхойлсон бол 0.2 пойнт	Координацийн тоог тодорхойлсон бол 0.2 пойнт

Даалгавар 3. Перовскит бүтэцтэй талст үүсгэдэг нэгдлүүдийн нэг болох $A = \text{Cs}$, $B = \text{Sn}$, $C = \text{I}$ –оос тогтсон нэгдэл нь сүүлийн жилүүдэд нарны зайн судалгаанд онцгой сонирхол татаж байна. Хэрвээ $r_{\text{Cs}} = 2.435 \text{ \AA}$, $r_{\text{Sn}} = 1.1498 \text{ \AA}$, $r_{\text{I}} = 1.953 \text{ \AA}$ гэвэл:

- а)** Энэхүү нэгдлийн торын параметр a -г олно уу. Хариуг 0.0001-ийн нарийвчлалтай илэрхийлнэ үү. **(1.5 пойнт)**

Энэ бодлогын хувьд А-С болон В-С шүргэлцэл аль аль нь боломжтой. Харин А-В шүргэлцэл орон зайн хувьд боломжгүй юм. Иймээс дараах хоёр хувилбараар торын тогтмолыг олж болно.

Хувилбар 1. А-С ионуудын шүргэлцэлийг ашиглах нь:



$$(2 \times r_{\text{Cs}} + 2 \times r_{\text{I}})^2 = a^2 + a^2$$

Куб эгэл үүрийн нэг нүүрийн байгуулалтыг А, С-ийн радиусаар зөв илэрхийлсэн бол 1.0 пойнт

$$\sqrt{\frac{(2 \times r_{\text{Cs}} + 2 \times r_{\text{I}})^2}{2}} = a$$

$$a = \sqrt{\frac{(2 \times 2.435 + 2 \times 1.953)^2}{2}} = 6.2056 \text{ \AA}$$

Тооцоог зөв хийж торын параметр a -г гаргасан бол 0.5 пойнт

Хувилбар 2. В-С ионуудын шүргэлцэлийг ашиглах нь:

$$a = 2 \times r_{\text{Sn}} + 2 \times r_{\text{I}} = 2 \times (1.1498 + 1.953) = 6.2056 \text{ \AA}$$

- б)** Эгэл үүрийн эзэлхүүнийг олно уу. Хариуг 0.001-ийн нарийвчлалтай илэрхийлнэ үү. **(1.5 пойнт)**

$$\text{Куб торын хувьд: } V = a^3 \quad V = a^3 = (6.2056 \text{ \AA})^3 = 238.974 \text{ \AA}^3$$

- с)** Эгэл үүрийн эзлэхүүний хэдэн хувь нь атомуудаар дүүрснийг тооцоолно уу. **(2 пойнт)**

Атомыг бөмбөрцөг гэж үзвэл эзлэхүүн нь: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

$$V_{\text{Cs}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times 2.435^3 = 60.4763 \text{ \AA}^3$$

$$V_{\text{Sn}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times 1.405^3 = 11.6117 \text{ \AA}^3$$

$$V_{\text{I}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times 1.953^3 = 31.1871 \text{ \AA}^3$$

Cs, Sn, I-ийн атомын эзлэхүүнийг зөв тооцоолсон бол тус бүр 0.4 пойнт, нийт 1.2 пойнт

$$V_{total} = 1 \times V_{Cs} + 1 \times V_{Sn} + 3 \times V_I = 60.4763 + 11.6117 + 3 \times 31.1871 = 165.649 \text{ \AA}^3$$

Нэгдлийн ерөнхий томъёог үндэслэн атомаар дүүргэсэн нийт эзлэхүүнийг тооцоолсон бол 0.5
пойнт

$$\text{Дүүргэлт: } A\% = \frac{V_{total}}{V} \times 100 = \frac{165.649}{238.974} \times 100 = 69.32\%$$

Атомуудаар дүүргэгдсэн хэсгийн эзлэхүүний эзлэх хувийг зөв тооцоолсон бол 0.3 поинт

Даалгавар 4. Энэхүү нэгдлийн нягт (г/см^3)-ыг олно уу? Cs, Sn болон I-ын атомын масс харгалзан 132.905 а.м.н., 118.71 а.м.н. ба 126.90 а.м.н. болно. **(2 поинт)**

Атомуудын молийн масс:

$$M_{Cs} = 132.905 \text{ г/моль}$$

$$M_{Sn} = 118.71 \text{ г/моль}$$

$$M_I = 126.904 \text{ г/моль}$$

1ш атомын масс:

$$m_{Cs} = \frac{M_{Cs}}{N_A} = \frac{132.905}{6.022 \cdot 10^{23}} = 22.07 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

$$m_{Sn} = \frac{M_{Sn}}{N_A} = \frac{118.71}{6.022 \cdot 10^{23}} = 19.71 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

$$m_I = \frac{M_I}{N_A} = \frac{126.904}{6.022 \cdot 10^{23}} = 21.07 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

Нэг ширхэг атом тус бүрийн

массыг
тооцоолсон бол 0.5 поинт, нийт 1.5 поинт

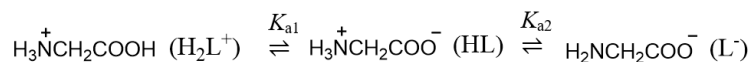
$$\rho = \frac{m_{all \ atoms}}{V} = \frac{(1 \times 22.07 + 1 \times 19.71 + 3 \times 21.07) \cdot 10^{-23}}{238.974 \cdot 10^{-24}} \cdot \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 4.393 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

Нягтыг тооцоолсон бол 0.5 поинт

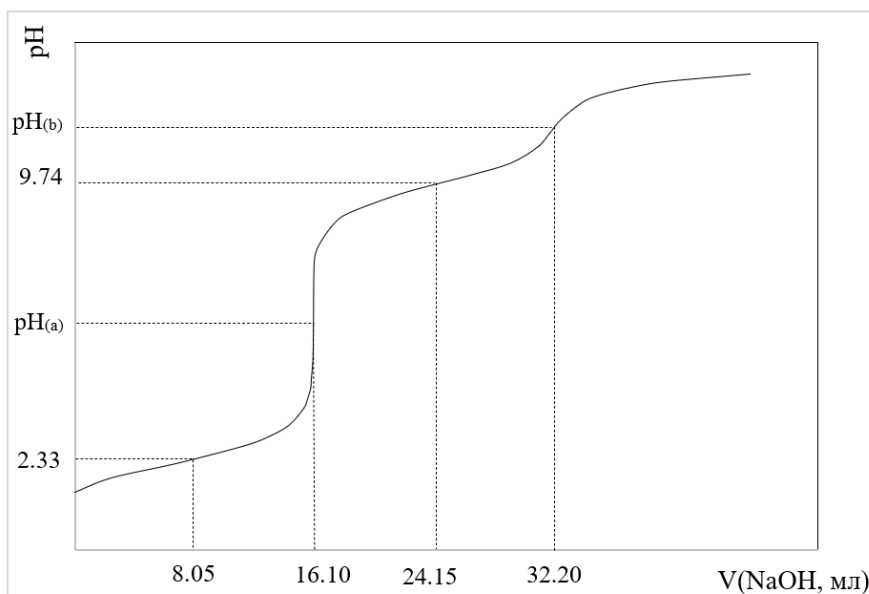
Амин хүчлийн тэнцвэр

Глицин бол амьдралд зайлшгүй шаардлагатай 20 амин хүчлийн хамгийн жижиг нь юм. Мөн зохистой тунгаар хоол тэжээлд нэмэлтээр өгөх нь зүрх судасны өвчин, үрэвсэлт өвчин, таргалалт, хорт хавдар, чихрийн шижин өвчтэй өвчтөнүүдийн бодисын солилцооны эмгэгийг эмчлэхэд үр дүнтэй байдаг. Энгийн бөгөөд ач холбогдол ихтэй глициний тэнцвэрийг судалъя.

Глицин нь карбоксил болон амин бүлэг агуулсан нэгдэл ба усан уусмалд дараах хэлбэрүүдтэй байдаг.



25.00 см³ глициний уусмалыг 0.1000 моль/дм³ NaOH-ын уусмалаар титрлэн, туршилтын үр дүнгээр дараах графикийг байгуулав.



Даалгавар 1. Туршилтын үр дүнд үндэслэн глициний уусмалын концентрац болон глициний хүчлийн диссоциацийн тогтмол болох K_{a1} болон K_{a2} -ыг тооцоолно уу. **(3 пойнт)**

16.10 мл нь эхний эквивалент цэг, 32.20 мл нь хоёр дахь эквивалент цэг болно.

$$c_{\text{глицин}} = \frac{16.10 \times 0.10}{25.0} = 0.0644 \text{ M} \quad 1 \text{ пойнт}$$

8.05 мл үед хагас нь урвалд орох буюу $[\text{H}_2\text{L}^+] = [\text{HL}]$ байна.

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{HL}]}{[\text{H}_2\text{L}^+]} = [\text{H}^+] = 10^{-2.33} = 4.68 \times 10^{-3} \quad 1 \text{ пойнт}$$

24.15 мл үед $[\text{L}^-] = [\text{HL}]$ байна.

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}^+][\text{L}^-]}{[\text{HL}]} = [\text{H}^+] = 10^{-9.74} = 1.8 \times 10^{-10} \quad 1 \text{ пойнт}$$

Даалгавар 2. График дахь $pH_{(a)}$ – ын утгыг тооцоолно уу.

(2 пойнт)

$c_{HL} = \frac{25.0 \times 0.0644}{25.0 + 16.1} = 0.039M$	0.5 пойнт
$[H^+] = \sqrt{\frac{K_{a1}K_{a2}c_{HL} + K_{a1}K_w}{K_{a1} + c_{HL}}} = \sqrt{\frac{4.68 \times 10^{-3} \times 1.8 \times 10^{-10} \times 0.039 + 4.68 \times 10^{-3} \times 10^{-14}}{4.68 \times 10^{-3} + 0.039}} = 8.67 \times 10^{-7}M$	1 пойнт
$pH = 6.06$	0.5 пойнт
Эсвэл	
$[H^+] = \sqrt{K_{a1}K_{a2}} = 9.17 \times 10^{-7}M$	1 пойнт
$pH = 6.04$	0.5 пойнт

Даалгавар 3. График дахь $pH_{(b)}$ – ын утгыг тооцоолно уу.

(4 пойнт)

$c_{L^-} = \frac{25.0 \times 0.0644}{25.0 + 32.2} = 0.028M$	0.5 пойнт
$L^- + H_2O \rightleftharpoons HL + OH^-$	0.5 пойнт
$K_{b1} = \frac{K_w}{K_{a2}} = \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-10}} = 5.54 \times 10^{-5} = \frac{[HL][OH^-]}{[L^-]}$	1 пойнт
$\frac{[HL][OH^-]}{[L^-]} = 5.55 \times 10^{-5} = \frac{[OH^-]^2}{0.028 - [OH^-]}$	0.5 пойнт
$[OH^-] = 1.2 \times 10^{-3}M$	1 пойнт
$pH = 11.08$	0.5 пойнт

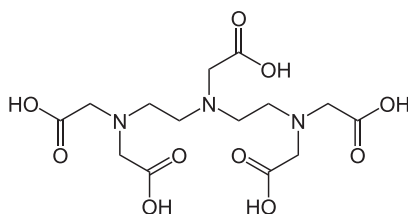
Даалгавар 4. $pH = 5.85$ бүхий уусмал дахь глициний 3 хэлбэрийн концентрацын харьцаа $([H_2L^+]:[HL]:[L^-] = \dots : \dots : 1)$ -г бодож олно уу.

(4 пойнт)

$c = [H_2L^+] + [HL] + [L^-] = [L^-] \left(\frac{[H^+]^2}{K_{a1}K_{a2}} + \frac{[H^+]}{K_{a2}} + 1 \right)$	
$\alpha_{L^-} = \frac{[L^-]}{c} = \frac{[L^-]}{[L^-] \left(\frac{[H^+]^2}{K_{a1}K_{a2}} + \frac{[H^+]}{K_{a2}} + 1 \right)} = \frac{K_{a1}K_{a2}}{([H^+]^2 + [H^+]K_{a1} + K_{a1}K_{a2})} = 0.0129$	1 пойнт

$\alpha_{\text{HL}} = \frac{[\text{HL}]}{c} = \frac{[\text{H}^+]K_{\text{a1}}}{([\text{H}^+]^2 + [\text{H}^+]K_{\text{a1}} + K_{\text{a1}}K_{\text{a2}})} = 99.9569$	1 пойнт
$\alpha_{\text{H}_2\text{L}^+} = \frac{[\text{H}_2\text{L}^+]}{c} = \frac{[\text{H}^+]^2}{([\text{H}^+]^2 + [\text{H}^+]K_{\text{a1}} + K_{\text{a1}}K_{\text{a2}})} = 0.0302$	1 пойнт
$[\text{H}_2\text{L}^+]: [\text{HL}]: [\text{L}^-] = 0.0302: 99.9569: 0.0129 = 2.34: 7748.6: 1$	1 пойнт

Пентетик хүчил буюу диэтилентриаминпентацууны хүчил (ДТРА) нь таван карбоксиметилийн бүлэг бүхий диэтилентриаминаас бүрдэх аминополикарбоксилын хүчил юм. Маш тогтвортой ДТРА-металл гэсэн комплекс, 8 координацын холбоо үүсгэдэг синтетик полиаминокарбоксилын хүчил юм. Түүний хүчлийн диссоциацийн тогтмол $\text{pK}_{\text{a1}}\text{-pK}_{\text{a5}}$ тус тус 2.08, 2.41, 4.26, 8.60, 10.55 болно.



Диэтилентриаминпентацууны хүчил (ДТРА)

$\text{pH} = 11.2$ бүхий 0.02 M аммиак агуулсан 0.10 M цайр (II)-ийн 50.0 cm^3 уусмалыг авч 0.10 M ДТРА-ийн уусмалаар титрлэсэн.

ZnY^{3-} буюу зэсийн ДТРА-тай үүсгэсэн комплексын үүсэхийн тогтмол: $\lg K_{\text{ZnY}} = 18.55$

$\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ -ийн үүсэхийн тогтмол: $\lg \beta_1 = 2.18$, $\lg \beta_2 = 4.43$, $\lg \beta_3 = 6.74$, $\lg \beta_4 = 8.70$

Даалгавар 5. 30.0 cm^3 ДТРА-ийн уусмал нэмсний дараах уусмал дахь Zn^{2+} ионы концентрацыг тооцоолно уу. (3 пойнт)

$\alpha_{\text{Zn}^{2+}} = \frac{1}{1 + \beta_1[\text{NH}_3] + \beta_2[\text{NH}_3]^2 + \beta_3[\text{NH}_3]^3 + \beta_4[\text{NH}_3]^4}$	0.5 пойнт
$\alpha_{\text{Zn}^{2+}} = \frac{1}{1 + 10^{3.99} \times 0.001 + 10^{7.33} \times 0.001^2 + 10^{10.06} \times 0.001^3 + 10^{12.03} \times 0.001^4} = 0.0072$	1 пойнт
$c_{\text{Zn}^{2+}} = \frac{50.0 \times 0.10 - 30.0 \times 0.1}{50.0 + 30.0} = 0.025 \text{ M}$	0.5 пойнт
$[\text{Zn}^{2+}] = \alpha_{\text{Zn}^{2+}} c_{\text{Zn}^{2+}} = 0.025 \times 0.0072 = 1.8 \times 10^{-4} \text{ M}$	1 пойнт

Даалгавар 6. 50.0 cm^3 ДТРА-ийн уусмал нэмсний дараах Zn^{2+} ионы концентрацыг тооцоолно уу.

(6 пойнт)

$K_{\text{ZnY}} = \frac{[\text{ZnY}^{3-}]}{[\text{Zn}^{2+}][\text{Y}^{5-}]} = \frac{[\text{ZnY}^{3-}]}{\alpha_{\text{Zn}^{2+}} c_{\text{Zn}^{2+}} \alpha_{\text{Y}^{5-}} c_{\text{ДТРА}}} = 10^{18.55}$	
$K''_{\text{ZnY}} = K_{\text{ZnY}} \alpha_{\text{Zn}^{2+}} \alpha_{\text{Y}^{5-}} = \frac{[\text{ZnY}^{3-}]}{c_{\text{Zn}^{2+}} c_{\text{ДТРА}}}$	0.5 пойнт

$\alpha_{Y^{5-}} = \frac{K_1 K_2 K_3 K_4 K_5}{[H^+]^5 + [H^+]^4 K_1 + [H^+]^3 K_1 K_2 + [H^+]^2 K_1 K_2 K_3 + [H^+] K_1 K_2 K_3 K_4 + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5} = 0.817$	1 пойнт
$K''_{ZnY} = K_{ZnY} \alpha_{Zn^{2+}} \alpha_{Y^{5-}} = 10^{18.55} \times 0.0072 \times 0.817 = 2.09 \times 10^{16}$	1 пойнт
$c_{ZnY} = \frac{50.0 \times 0.1}{50.0 + 50.0} = 0.05 M$	0.5 пойнт
$c_{Zn^{2+}} = c_{DTPA} \quad [ZnY^{3-}] = 0.05 - c_{Zn^{2+}}$	
$K''_{ZnY} = \frac{0.05 - c_{Zn^{2+}}}{c_{Zn^{2+}}^2} = 2.09 \times 10^{16}$	1 пойнт
$c_{Zn^{2+}} = 1.54 \times 10^{-9} M$	1 пойнт
$[Zn^{2+}] = c_{Zn^{2+}} \alpha_{Zn^{2+}} = 1.1 \times 10^{-11} M$	1 пойнт

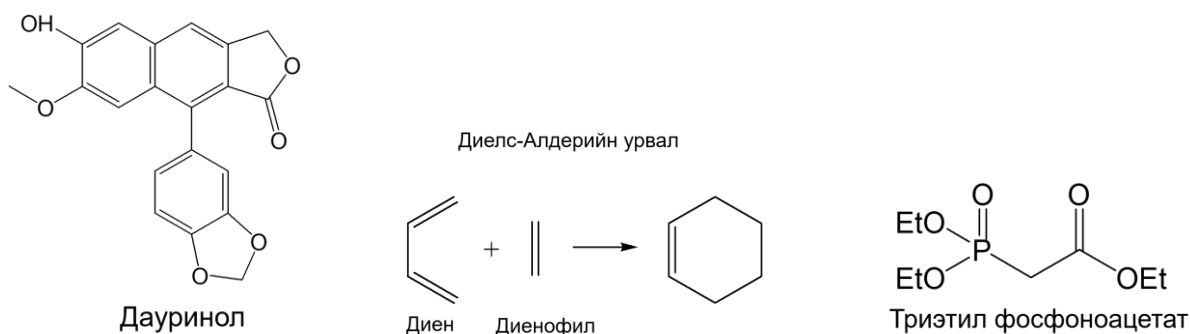
Даалгавар 7. 75.0 см³ ДТРА-ийн уусмал нэмсний дараах Zn²⁺ ионы концентрацыг тооцоолно уу.

(3 пойнт)

$c_{DTPA} = \frac{75.0 \times 0.10 - 50.0 \times 0.10}{125.0} = 0.02 M$	0.5 пойнт
$c_{ZnY^{3-}} = \frac{50.0 \times 0.10}{125.0} = 0.04 M = [CuY^{2-}]$	0.5 пойнт
$c_{Zn^{2+}} = \frac{c_{ZnY^{3-}}}{K''_{ZnY} c_{DTPA}} = \frac{0.04}{2.09 \times 10^{16} \times 0.02} = 9.57 \times 10^{-17}$	1 пойнт
$[Zn^{2+}] = c_{Zn^{2+}} \alpha_{Zn^{2+}} = 6.89 \times 10^{-19} M$	1 пойнт

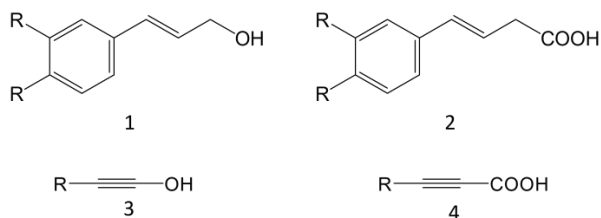
Дауринолын синтез

Монголд элбэг ургах дагуурын хүж өвснөөс доктор Д.Батсүрэн анх ялган авч тодорхойлсон арил нафталины лактон болох дауринол нэгдэл нь бүдүүн гэдэсний хавдрын эм болох нь судлагдаж тогтоогдсон байна. Дауринолыг синтезлэхэд диен ба диенофил хоорондоо нэгдэж цагираг үүсгэдэг Диелс-Алдерийн урвалыг ашигладаг.

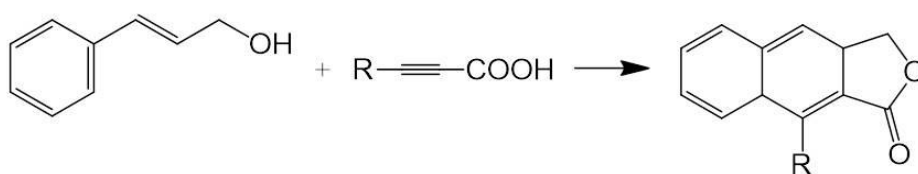


Арил нафталины лактоныг синтезлэхэд гуравчийн холбоотой диенофилийг хэрэглэдэг.

Даалгавар 1. Дараах нэгдлүүдээс аль 2 нэгдлийг хооронд нь хоёр үе шаттайгаар нэгдүүлж, дауринолтой адил үндсэн бүтэцтэй нафталины лактоныг гарган авах вэ? Урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү. (1 пойнт)

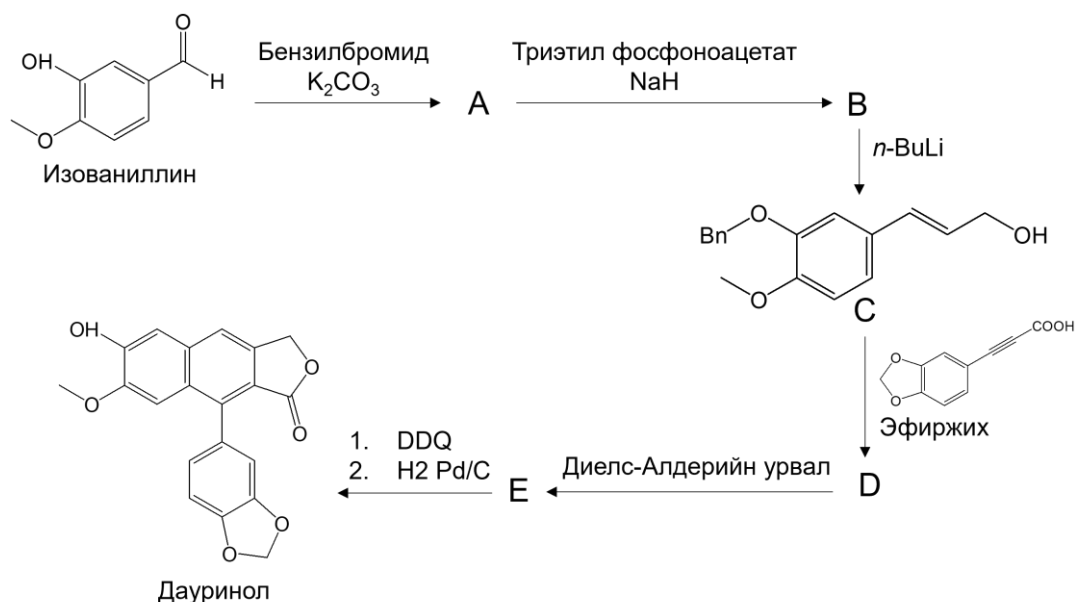


1 ба 4-р нэгдэл урвалд орно.



1 пойнт

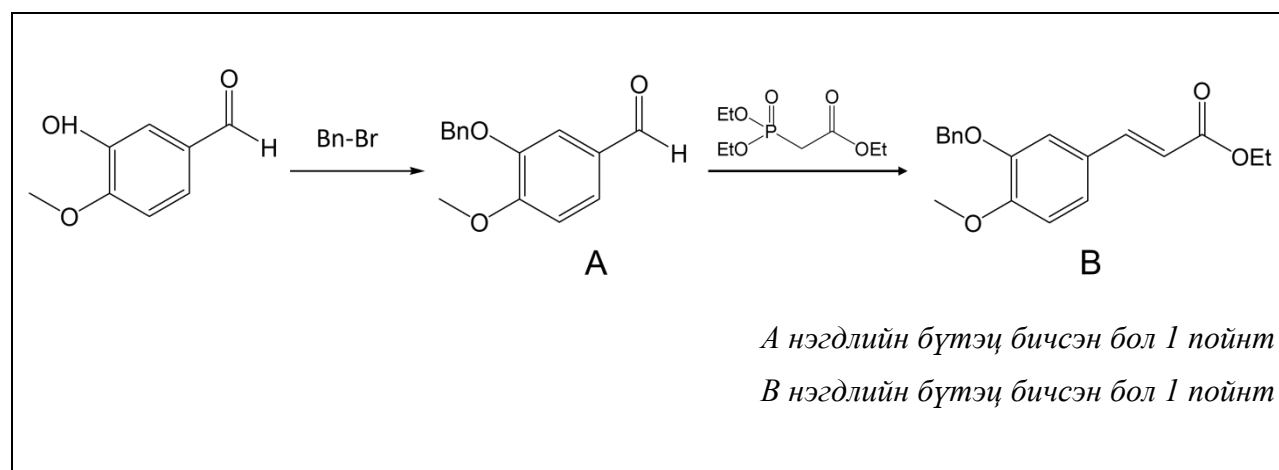
Дауринолыг изованиллинээс синтезлэх бүдүүвчийг доор үзүүлэв.



Изованиллин бензилжих урвалд орж **A** нэгдлийг үүсгэв. **A** нэгдлээс **B** нэгдлийг Вадсворт-Эммонсийн хоёрчийн холбоо үүсгэх нуклеофил нэгдэх урвалаар гарган авдаг. Энэ урвалын үед триэтил фосфоноацетат нь натрийн гидридийн тусламжтайгаар карбоанионыг үүсгэдэг.

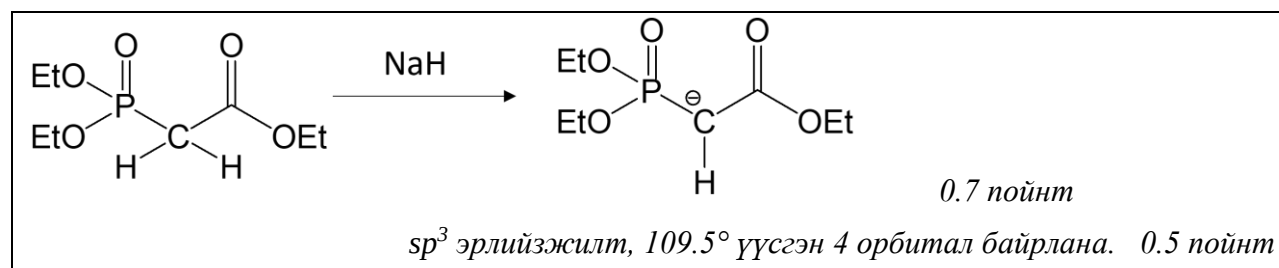
Даалгавар 2. **A** ба **B** нэгдлүүд үүсэх урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү.

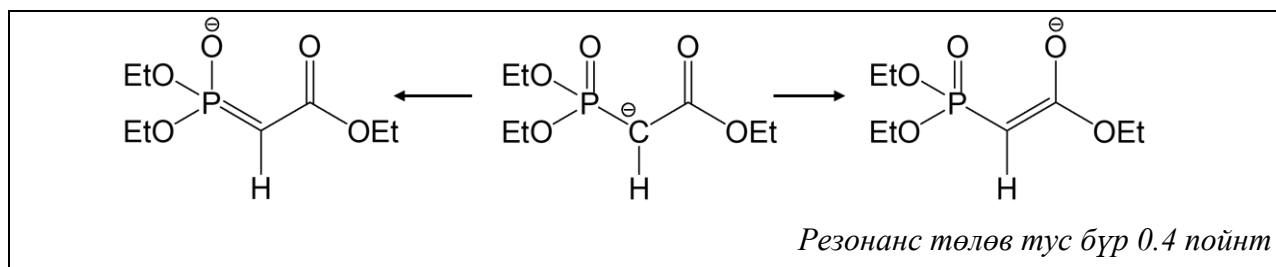
(2 пойнт)



Даалгавар 3. Триэтил фосфоноацетатын карбоанион үүсэх урвалыг бичнэ үү. Карбоанионы хасах цэнэгтэй нүүрстөрөгчийн атомын орбиталийн эрлийзжилт, хэлбэрийг бичнэ үү. Карбоанионы үүсгэх резонанс төлөвүүдийг зурна уу.

(2 пойнт)

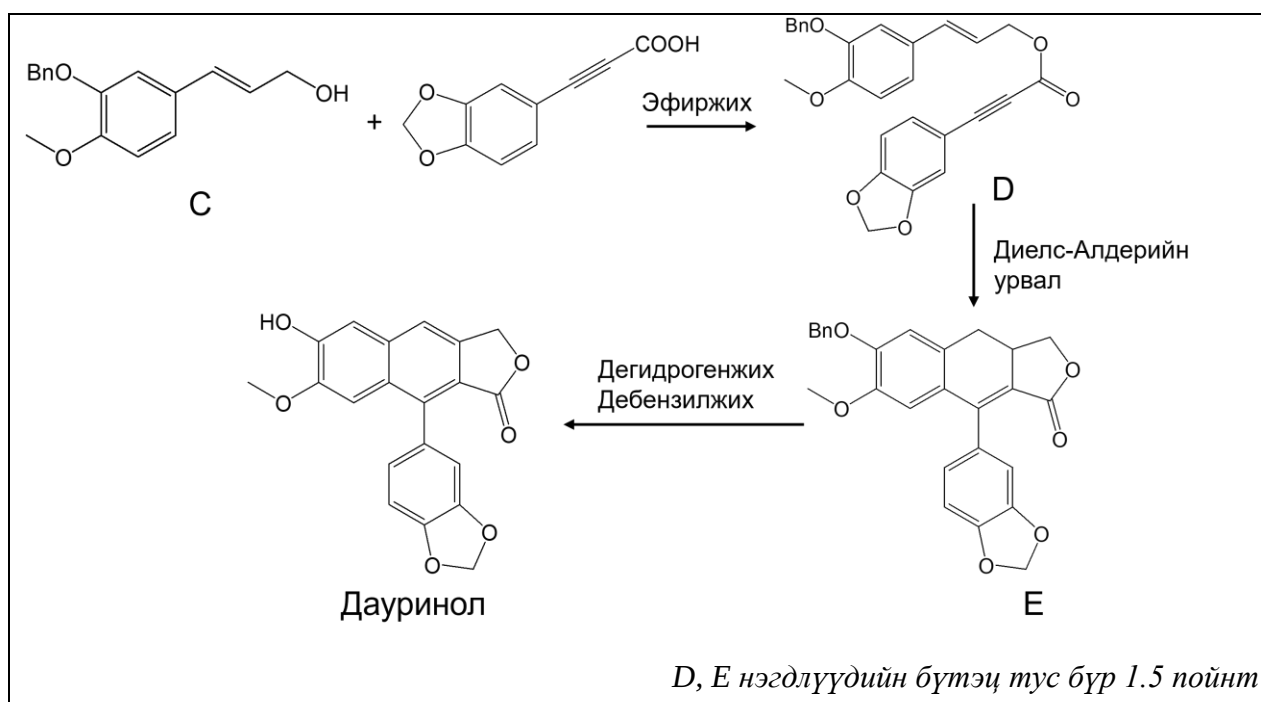




В нэгдэл цаашид ангижрах урвалд орж үүссэн **С** нэгдэл нь бүдүүвчид үзүүлсэн спирттэй эфиржиж **Д** нэгдлийг гарган авсан. **Д** нэгдэл нь Диелс-Алдерийн урвалд орсноор **Е** нэгдлийг үүсгэсэн. **Е** нэгдлийг 2,3-дихлоро-5,6-дициано-1,4-бензохинон (DDQ) нэгдлийн тусламжтайгаар дегидрогенжүүлэх урвалд оруулсны дараа устөрөгчтэй харилцан үйлчлүүлж, хамгаалагч бүлгийг салгахад дауринол үүсдэг.

Даалгавар 4. **С, Д, Е** нэгдлүүд ба дауринол үүсэх урвалуудын тэгшитгэлийг бичнэ үү.

(3 пойнт)



Даалгавар 5. **В** нэгдлээс **С** нэгдэл үүсэх урвал -78°C температурт явагддаг. Хэрэв урвалыг тасалгааны температурт явуулбал 3-арил пропанол-1 (АР) үүсдэг бол **С** ба АР нэгдлүүдийн үүсэхийн стандарт энтальпийн утгуудыг харьцуулна уу. **В** нэгдлээс **С** нэгдэл үүсэх ба **В** нэгдлээс АР үүсэх урвалуудын энтальпийн өөрчлөлт ба идэвхжилийн энергийн утгуудыг харьцуулж, урвалуудын энергийн түвшний диаграммыг нэг графикт багтаан зурна уу.

(3 пойнт)

$$H^{\circ}_C > H^{\circ}_{AP},$$

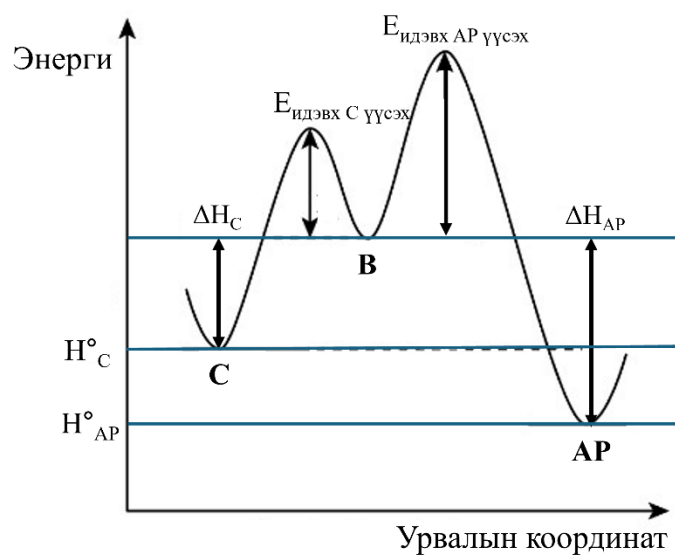
0.5 пойнт

$$\Delta H_C \text{ үүсэх урвал} < \Delta H_{AP} \text{ үүсэх урвал},$$

0.5 пойнт

$$E_{\text{идэвх } C \text{ үүсэх урвал}} < E_{\text{идэвх } AP \text{ үүсэх урвал}}$$

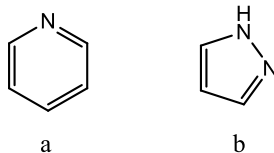
0.5 пойнт



1.5 пойнт

Азот агуулсан цагаригууд хорт хавдрын эсрэг

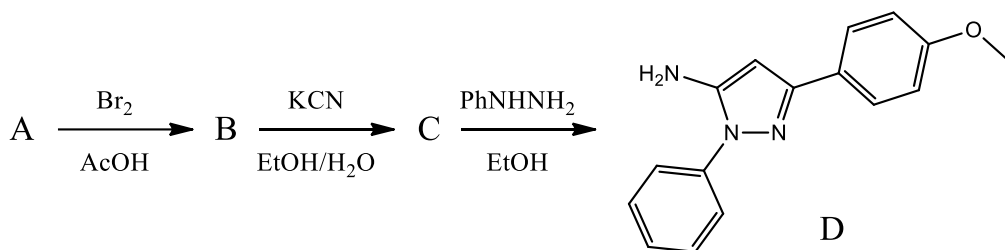
Хорт хавдрын эсрэг үйлчилгээтэй пиразолын цагариг агуулсан олон тооны эмийг сүүлийн жилүүдэд гарган аваад байна. Пиразолын цагариг агуулсан эм нь хавдрын эсийн CDK (Cyclin-dependent kinase) энзимийг идэвхгүй болгосноор үхэлд хүргэдэг. Мөн пиридиний цагариг агуулсан нэгдлүүд нь хорт хавдрын эсрэг идэвхтэй болохыг сүүлийн үеийн судалгаанууд харуулах болсон.



Зураг 1. Пиридин (a), пиразол(b) бүтэц

Саудын арабын судлаачид дээрх хоёр цагариг агуулсан бодисыг синтезээр гарган авч хорт хавдрын эсрэг идэвхийг судалжээ.

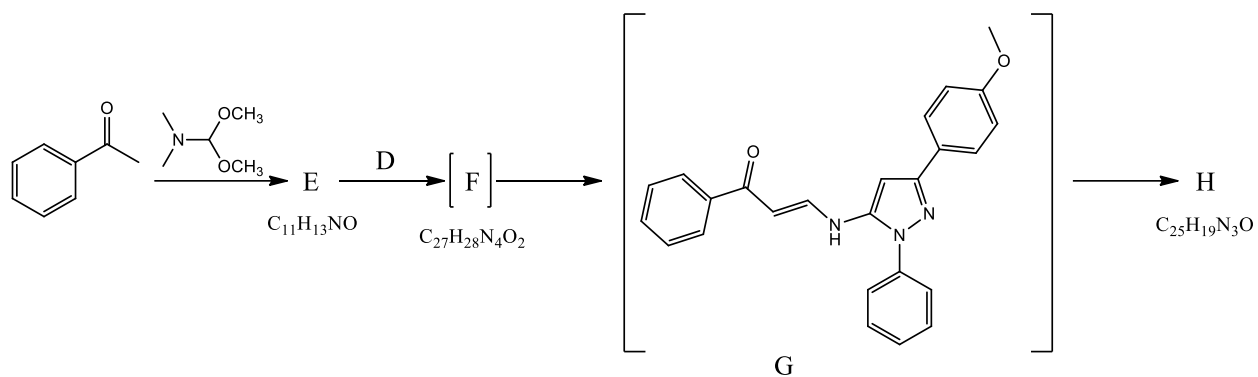
Синтезийн эхний шатад ашигласан $C_9H_{10}O_2$ томьёотой **A** бодис нь 1H -ЦСР спектрт 2-4 ppm мужид 3H өндөртэй 2 ширхэг синглет, 7-8 ppm мужид 2H өндөртэй 2 ширхэг дублет пик үзүүлдэг. **A** бодисыг тасалгааны температурт цууны хүчлийн орчинд бромтой урвалд оруулахад **B** бодис үүсдэг. Гарган авсан **B** бодисыг ус этанолын холимогт уусган калийн цианидтай урвалд оруулахад $C_{10}H_9NO_2$ томьёотой **C** бодис үүсдэг. **C** бодисыг фенилгидразинтай этилийн спиртийн орчинд урвалд оруулахад бүтцийг нь харуулсан **D** бодис үүсдэг.



Даалгавар 1. **A**, **B**, **C** бодисын бүтцийг харгалзах нүдэнд зурна уу.

A бодис (1 пойнт)	B бодис (1 пойнт)	C бодис (1 пойнт)

Синтезийн дараагийн шатад ацетофенон ба диметилформаид-диметилацеталь (DMF-DMA)-ийг ксилолын орчинд урвалд оруулж **E** бодисыг гарган авчээ. Өмнө нь гарган авсан **D** бодис ба **E** бодисуудыг цууны хүчлийн орчинд урвалд оруулахад **F**, **G** завсрын бүтээгдэхүүнээр дамжин эцсийн бүтээгдэхүүн **H** үүсэв.

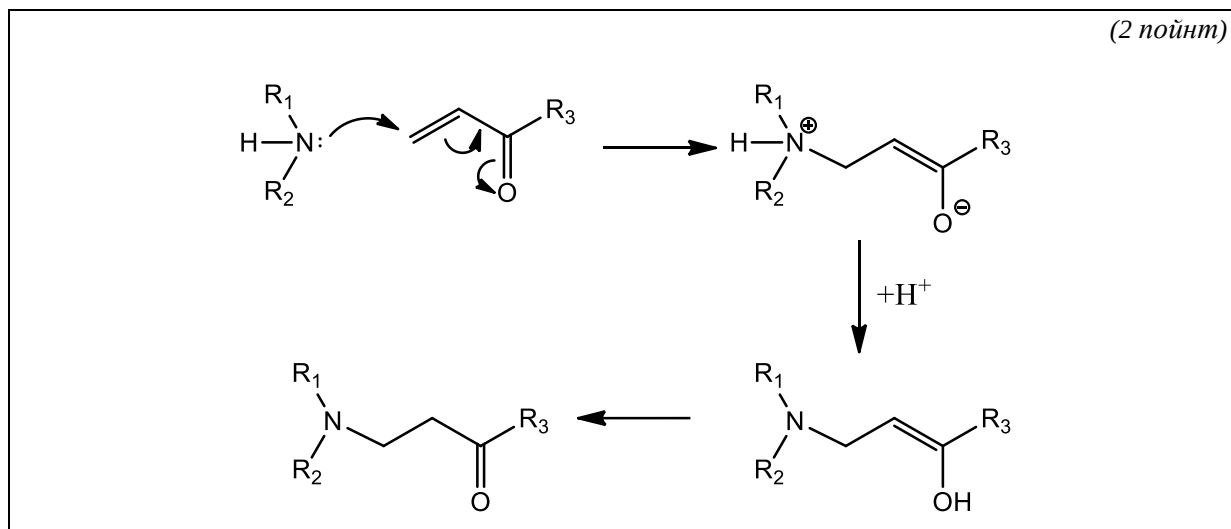


Даалгавар 2. **Е** бодис, **Г** завсрын бүтээгдэхүүний бүтцийг харгалзах нүдэнд зурна уу.

Е бодис (1 <i>пойнт</i>)	Г завсрын бүтээгдэхүүн (1 <i>пойнт</i>)

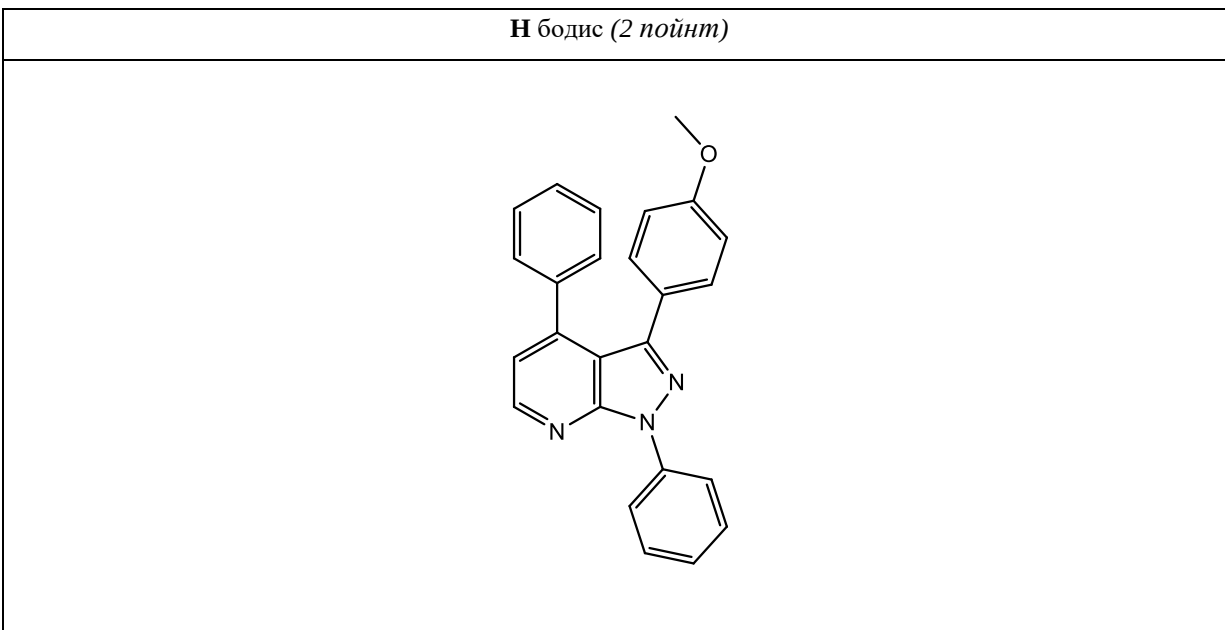
Д бодис ба **Е** бодисын хооронд Майклын нэгдэх урвал (Michael addition reaction) явагддаг.

Даалгавар 3. Майклын нэгдэх урвалын механизмыг гүйцээж зурна уу.



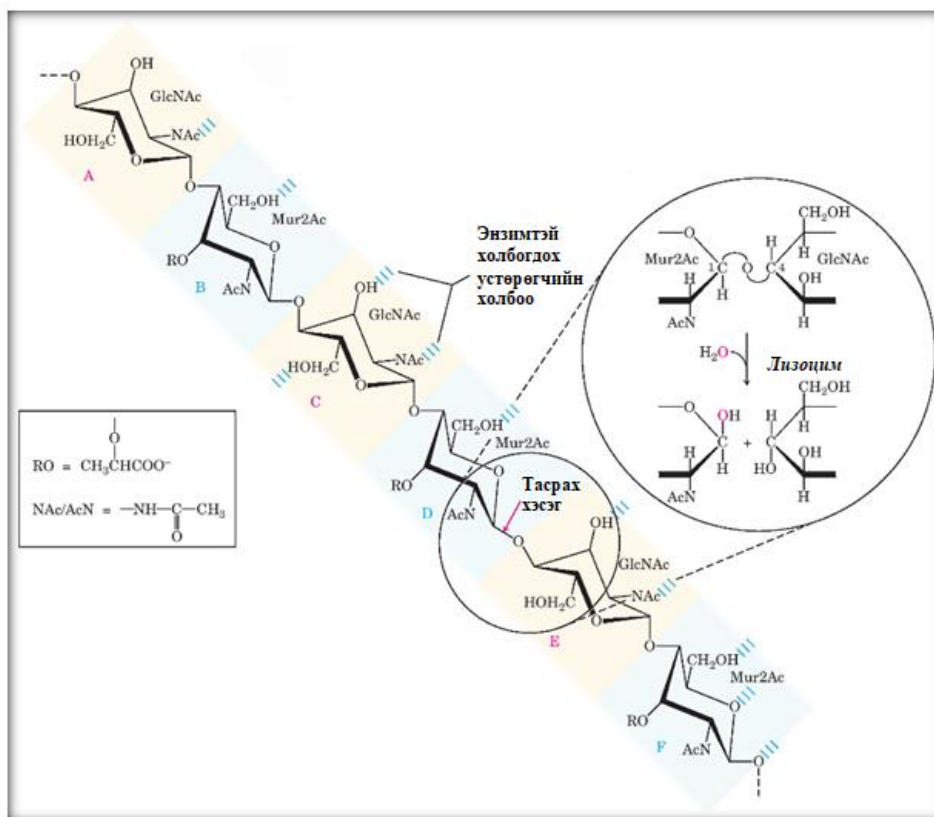
Хорт хавдрын эсрэг үйлчилгээтэй **Н** бодис нь $C_{25}H_{19}N_3O$ томьёотой ба **1Н-ЦСР** спектрт δ 3.87 (s, 3H), 7.16 (d, 2H), 7.39 (t, 1H), 7.51–7.67 (m, 5H), 8.01 (d, 1H), 8.09 (d, 2H), 8.27 (d, 2H), 8.46 (d, 2H), 8.70 (d, 1H); **13С-ЦСР** спектрт δ 55.77, 113.95, 115.03 (2C), 115.99, 121.05 (2C), 125.01, 126.23, 127.80 (2C), 128.85 (2C), 129.48 (2C), 129.70 (2C), 130.33, 132.65, 138.62, 139.68, 143.92, 151.39, 156.42, 160.38 пик тус тус үзүүлсэн. (ЦСР тэмдэглэгээ: s – синглет, d – дублет, t – триплет, m - мультиплет)

Даалгавар 4. Н бодисын бүтцийг зурна уу.



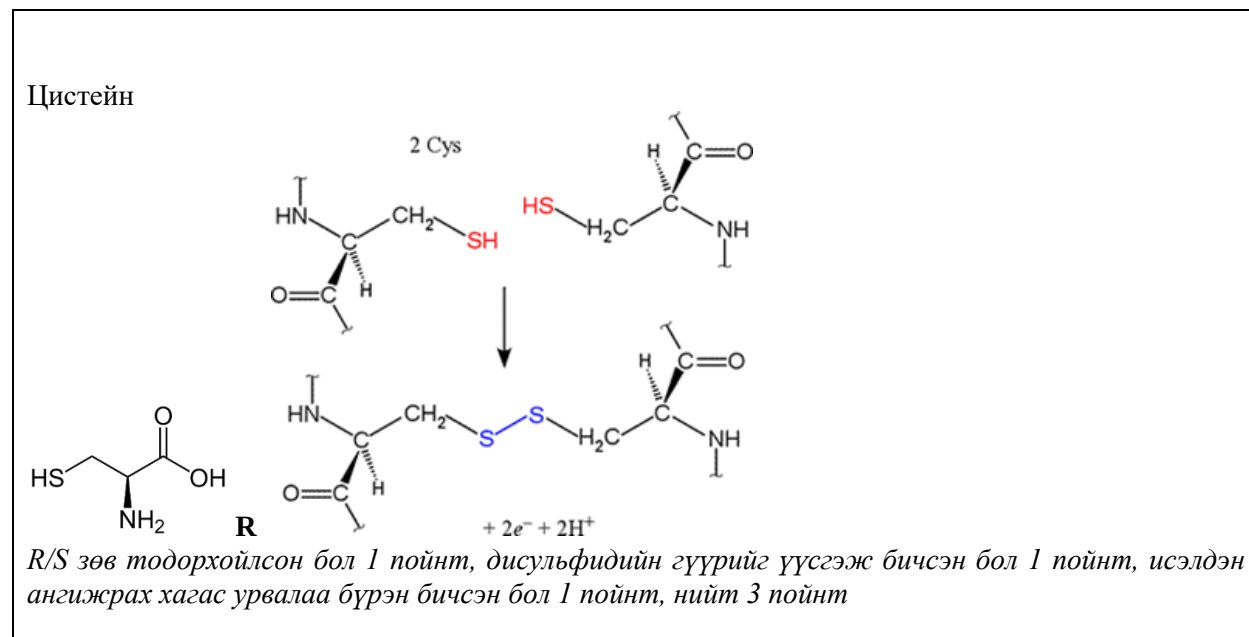
Энзимт урвалын механизм

Лизоцим нь нулимс болон өндөгний цагаанд агуулагддаг бактерийн эсрэг үйлчилгээтэй энзим юм. Өндөгний цагаан дахь лизоцим нь (Mr 14,296) 129 амин хүчлээс тогтсон бүтэцтэй. 1965 онд Дэвид Филиппс болон түүний судалгааны багийнхан лизоцимын бүтцийг нээсэн ба анхны 3D бүтэц нь тодорхой болсон энзим бөгөөд бүтцэд нь дөрвөн дисульфидийн гүүр байдаг. Лизоцим маш олон бактерийн эсийн хананы бүтэц дэх пептидоглюканы гликозидын холбоог тасалж бактерийг идэвхгүй болгодог. Өөрөөр хэлбэл, пептидоглюкан дахь *N*-ацетилмурамик хүчил ба (Mur2Ac) ба *N*-ацетилглюкозамин (GlcNAc) гэсэн нүүрсуснуудын хоорондох ($\beta 1 \rightarrow 4$) гликозидын C–O холбоог тасалдаг (зураг 1). Лизоцимын идэвхтэй төвийн Glu35 ба Asp52 амин хүчлүүд Mur2Ac-ийн C-1 дээрх GlcNAc-ыг усны молекулын –OH-аар нуклеофиль халалцах энэ урвалд гол үүрэг гүйцэтгэдэг.

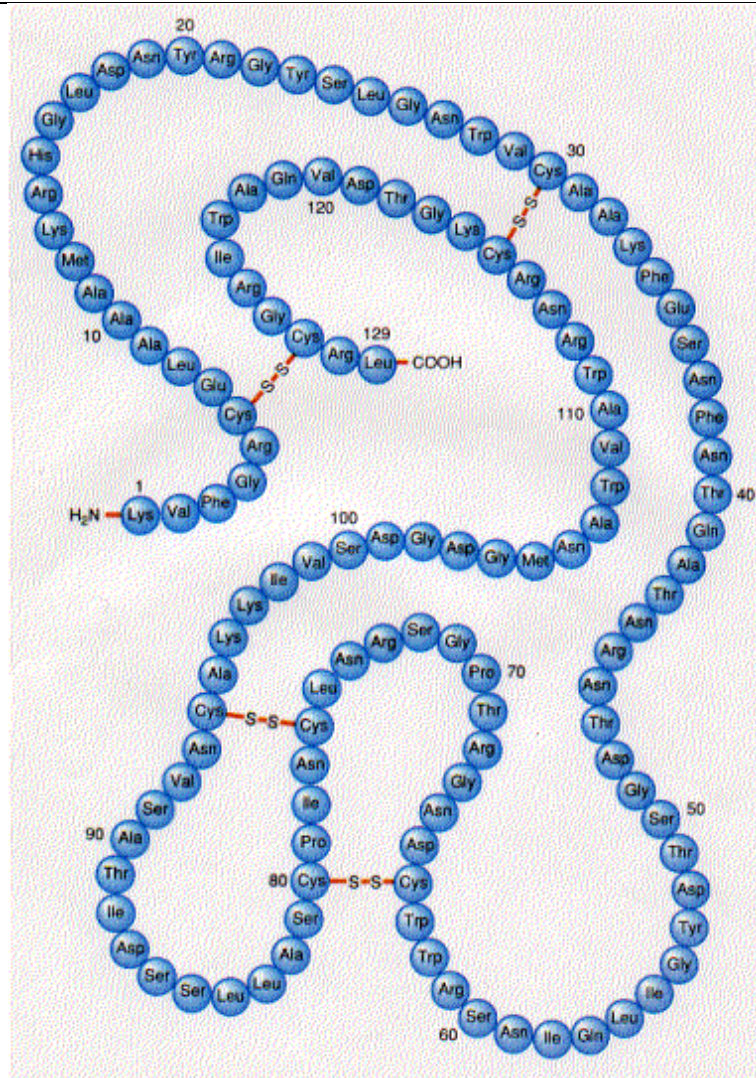


Зураг 1. Пептидоглюканы бүтэц ба лизоцимын идэвхжүүлдэг урвал

Даалгавар 1: Цистейний молекулын томъёог дор өгөв. R/S аль изомер болохыг тогтооно уу. Мөн цистейний хоёр молекулаас дисульфидын гүүр үүсэх урвалыг бичнэ үү. **(3 пойнт)**



Даалгавар 2: Лизоцимын амин хүчлийн дарааллыг үсгэн тэмдэглэгээгээр дор өгөв. Дөрвөн дисульфидийн гүүрийг зураасаар холбон дүрсэлнэ үү. **(1 пойнт)**



Зураг 2. Лизоцимын амин хүчлийн дараалал

Дисульфидийн гүүр бүр 0.25 пойнт, нийт 1 пойнт

Даалгавар 3: Энзимийг идэвхжүүлдэг урвалын төрлөөр нь 6 ангилдаг. Лизоцим аль ангилалд хамаарах вэ? Зөв хариуг сонгоно уу. **(1 пойнт)**

- ☐ Оксидоредуктаза
- ☐ Трансфераза
- ☒ Гидролаза
- ☐ Лиаза
- ☐ Изомераза
- ☐ Лигаза

1 пойнт

Даалгавар 4: Лизоцимийн урвал S_N1 ба S_N2 механизмаар явдаг. Механизмуудыг дараах схемд гүйцээж дүрсэлнэ үү. (4 пойнт)

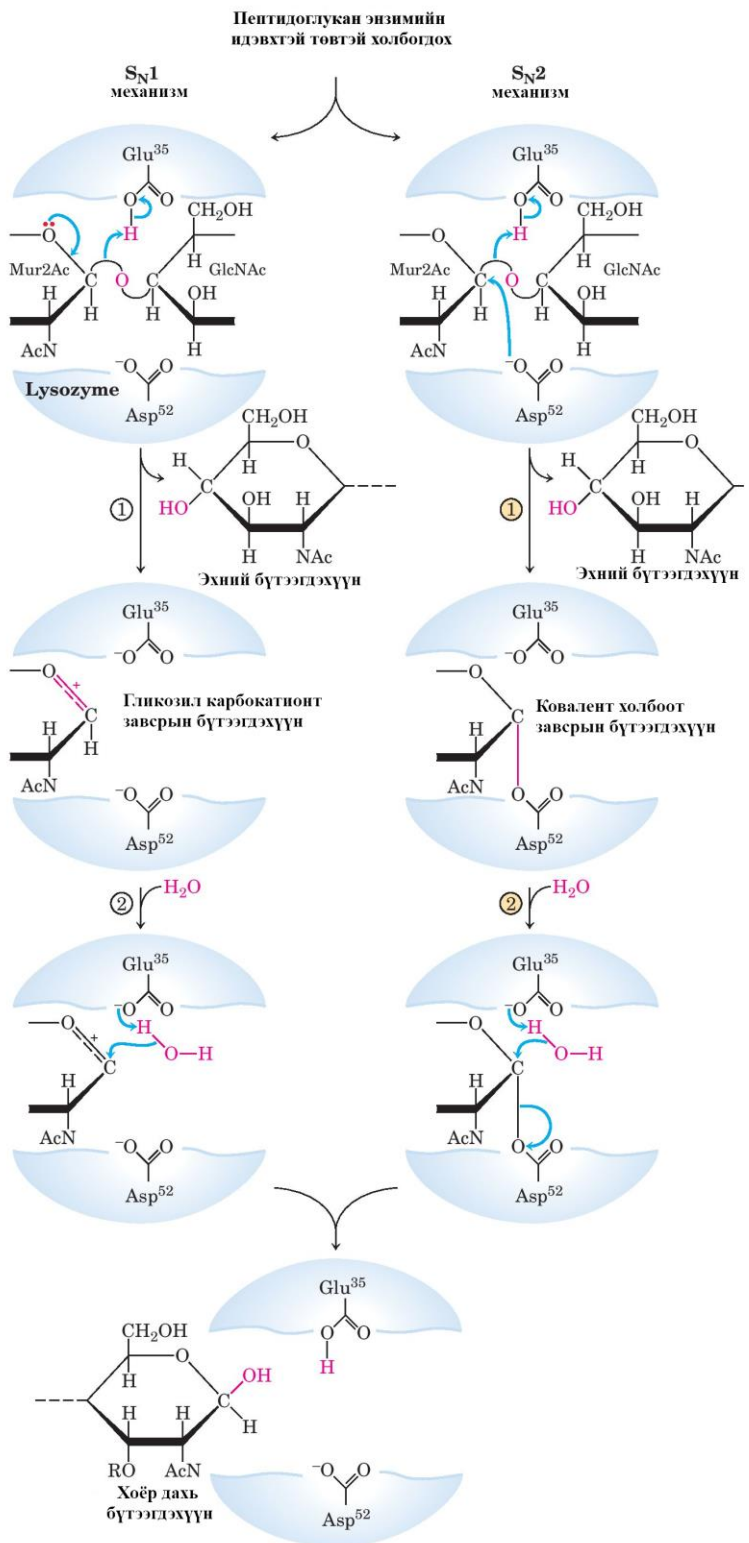
Субстрат энзимтэй холбогдох үеийн электроны шилжилтийг сумаар зөв дүрсэлсэн бол 1 пойнт

S_N2 механизмын завсрын бүтээгдэхүүнийг карбокатион биш, ковалент холбоотой, цэнэггүй байхыг зөв дүрсэлсэн бол 0.5 пойнт

S_N1 механизмын завсрын бүтээгдэхүүнийг карбокатион байхыг зөв дүрсэлсэн бол 0.5 пойнт

Ус нэгдэх үеийн электроны шилжилтийг сумаар зөв дүрсэлсэн бол 1 пойнт

Эхний болон хоёр дахь бүтээгдэхүүнийг зөв дүрсэлсэн бол 1 пойнт



СОРИЛ ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН

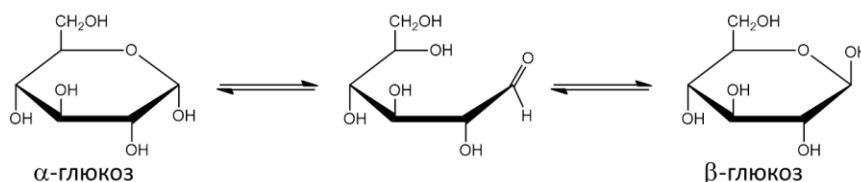
Ерөнхий зааварчилгаа

- **Хуудас:** Энэ тэмцээний сорил туршилтын ажил нь **2 даалгавартай**, материал нь хариултын хуудастайгаа нийт **9 хуудас, 100 оноотой**. Энэ нь тэмцээний нийт онооны **40 %-тай тэнцэнэ**.
- **Сорилын даалгавар унших:** Оролцогч туршилт эхлэхээс өмнө даалгавартай уншиж танилцах **5 минут** өгнө.
- **Даалгавар гүйцэтгэх хугацаа:** Бүх сорилын даалгаврыг **150 минутад** багтаан хийнэ.
- **ЭХЛЭХ/ДУУСАХ: “ЭХЭЛ”** дохио өгөхөөр сурагчид ажлаа эхлэх ба **“ЗОГС”** дохио өгөхөд хийж байгаа ажлаа тэр даруйд зогсооно.
 - Хугацаа дуусахаас **15 минутын** өмнө сануулга хэлнэ.
 - Хэрэв **“ЗОГС”** дохио өгснөөс **1 минут** дотор ажлаа зогсоохгүй бол таны ажлыг хүчингүйд тооцох болно.
 - **“ЗОГС”** дохионы дараа ажлаа зогсоон, ажлын байран дээрээ хүлээж байгаарай. Лабораторийн туслах таны гүйцэтгэсэн ажил, шалгалтын хуудсыг хураан авч, ажлын байрыг тань шалгах болно.
- **Аюулгүй байдал:** Химийн аюулгүй ажиллагааны дүрмийг дагаж мөрдөх ёстой. Лабораторид байхдаа та халад, бээлий өмсөх ёстой. Хэрвээ лабораторын туслах зөвшөөрвөл өөрийн нүдний шилээ зүүж болно. Химийн бодисуудтай харьцахдаа өгөгдсөн бээлийг өмсөөрэй.
 - Лабораторид идэж, ууж болохгүй.
- **Аюулгүй ажиллагаа: Амаараа пипеткийг сорж болохгүй.**
Ажлын байр: Та зөвхөн өөрт оногдсон ажлын байран дээр ажиллах ёстой. Дундаа хэрэглэж байгаа багаж, ажлын байрыг ашигласны дараа цэвэрлээрэй.
- **Химийн бодис, урвалж нэмэх/солих:** Химийн бодис болон шил савыг солих эсвэл дүүргэх ёсгүй. Хэрвээ шил савыг солих болон бодис урвалжийг нэмж авсан тохиолдол бүрд сорилын даалгаврын онооноос **5 оноо торгож хасна**.
- **Хаягдал:** Бүх химийн бодис, болон шил савыг ажлын байран дээрээ үлдээгээрэй. Даалгавар бүрийн химийн бодисын хаягдлыг зориулалтын “Хаягдлын сав”-д хийгээрэй.
- **Хариултыг бичих:** Хариулт болон үр дүнгээ зориулалтын нүдэнд нь бөглөж бичээрэй.
 - Зөвхөн балаар бичсэн үр дүнг хариултад тооцно. Хариултын нүдэнд бичээгүй үр дүнг дүгнэхгүй болохыг анхаарна уу.
 - Даалгаврын арын нүүрийг ноорог болгон ашиглана.

НҮҮРСУС

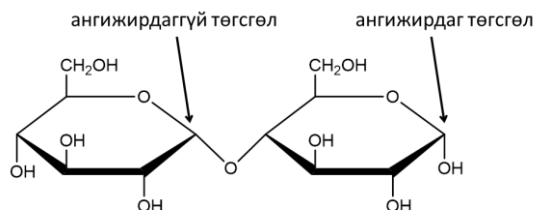
Нүүрсус нь хүнсний гол эх үүсвэр бөгөөд гурил, цагаан будаа, төмс, эрдэнэ шиш, чихэр, жимсэнд ихээр агуулагддаг. Нүүрсусыг моносахарид (глюкоз, фруктоз гэх мэт), хоёр моносахаридаас бүрдэх дисахарид (сахароз, лактоз гэх мэт) эсвэл олон мянган моносахаридын нэгж хоорондоо холбогдон бүрдсэн полисахарид (цардуул, эслэг гэх мэт) гэж ангилна.

Функциональ бүлгийн хувьд нүүрсус нь полигидроксид альдегид, полигидроксид кетон эсвэл гидролиз явуулахад полигидроксид альдегид эсвэл полигидроксид кетон үүсгэдэг нэгдлүүд юм. Моносахаридууд нь голдуу хагас ацеталь (эсвэл хагас кеталь) бүлэг агуулсан цагариг бүтэцтэй байдаг. Уусмалд цагариг ба задгай хэлхээтэй бүтэц тэнцвэрт оршдог бөгөөд дараах зурагт харуулсан глюкоз нь полигидроксид альдегидийн нэг жишээ юм (зураг 1).



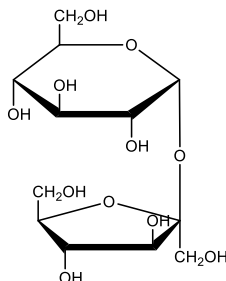
Зураг 1. Глюкозын цагираг ба задгай хэлхээтэй бүтцүүд

Дисахарид ба полисахаридууд нь гидроксил бүлэг, ацеталь (эсвэл кеталь) бүлэг, хагас ацеталь (эсвэл хагас кеталь) бүлэг зэрэг функциональ бүлгүүдийг агуулсан цагариг бүтэцтэй байдаг. Ди-, олиго-, полисахаридын ихэнх нь хоёр ялгаатай төгсгөлтэй (зураг 2). Түүний төгсгөлд байх хагас ацеталь (эсвэл хагас кеталь) бүлгийн ангижруулагч төгсгөл гэж нэрлэдэг бөгөөд хагас ацеталь (эсвэл гемикеталь) төгсгөлийг агуулаагүй төгсгөлийг ангижруулдаггүй төгсгөл гэж нэрлэдэг. Хагас ацеталиуд (зарим хагас кеталиуд) нь Фелингийн урвалжийг ангижруулж чаддаг тул "ангижруулдаг" гэж нэрлэдэг.



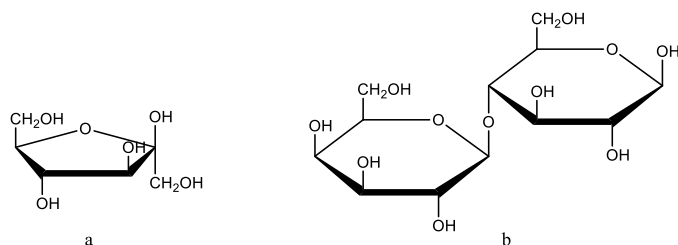
Зураг 2. Дисахаридын ерөнхий бүтэц

Бүх дисахаридууд эсвэл полисахаридууд нь ангижруулдаг төгсгөл агуулдаггүй. Үүний нэг жишээ бол сахароз бөгөөд түүний төгсгөлд хагас ацеталь (эсвэл хагас кеталь) бүлэг байдаггүй (зураг 3).



Зураг 3. Сахароз бүтэц

Амилоз эсвэл амилопектин зэрэг полисахаридууд нь төгсгөлдөө хагас ацеталь бүлэгтэй боловч 2000-10000 моносахаридын нэгж тутамд нэг л ангижруулагч бүлэг байдаг тул тэдгээр нь Фелингийн урвалжтай улаан тунадас үүсгэдэггүй.



Зураг 4. Фруктоз (а), лактоз (b) бүтэц

Нөгөөтэйгүүр, ангижруулдаггүй дисахарид (сахароз) эсвэл амилоз зэрэг полисахаридууд гидролизд орсны дараа гликозидын холбоо (ацетал) тасарч, ангижруулдаг төгсгөл үүсдэг. Гидролизд оруулсан сахароз (D-глюкоз ба D-фруктозын холимог) нь Фелингийн урвалжтай улаан тунадас үүсгэдэг.

Цардуул нь иодтой хар хөх эсвэл ягаан өнгийн комплекс үүсгэдэг. Цардуулын шулуун хэлхээний бүрэлдэхүүн хэсэг нь иодтой цэнхэр өнгө үүсгэдэг бол салбарласан хэсэг нь иодтой нил ягаан өнгөтэй үүсгэдэг. Цардуул нь гидролизд орсноор жижиг нүүрсусны хэсгүүдэд хуваагдан иодтой өнгө үүсгэхгүй болдог.

Энэхүү туршилтыг гүйцэтгэх явцдаа **ОРГАНИК БОДИСУУД ШАТАМХАЙ ГЭДГИЙГ АНХААРАН ХИМИЙН ЛАБОРАТОРИЙН АЮУЛГҮЙ АЖИЛЛАГААНЫ ДҮРМИЙГ** чанд баримтална уу. Таны ажлын байранд дараах бодис урвалж, материалууд өгөгдсөн болно. Бүгд байгаа эсэхийг нягтлан шалгаад хэрэв ямар нэгэн зүйл дутвал ассистант багшид хандаарай.

Бодис урвалж:

№	Урвалж, шил сав	Тоо ширхэг	Тайлбар
1.	Глюкоз, 2%	1	
2.	Фруктоз, 2%	1	
3.	Сахароз, 2%	1	
4.	Лактоз, 2%	1	
5.	Цардуул, 1%	1	
6.	Фелингийн урвалж I	1	CuSO ₄
7.	Фелингийн урвалж II	1	NaOH + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆
8.	Хүхрийн хүчил, 3 М	1	H ₂ SO ₄
9.	Натрийн гидроксид, 3 М	1	NaOH
10.	Иод, 0.02 М	1	I ₂

Шил сав, хэрэглэгдэхүүн:

№	Шил сав, хэрэглэгдэхүүн	Тоо ширхэг	Тайлбар
1.	Цэвэрлэх алчуур	1	
2.	Универсал индикаторын цаас	1	
3.	Нэрмэл устай сав	1	
4.	Шүдэнз	1	
5.	Дусаагуур, хуванцар	10	Бодис тус бүрд зориулсан
6.	Хуруу шилний тавиур	1	
7.	Хуруу шил	10	
8.	Шилэн савх	1	
9.	Спиртэн дэн	1	
10.	Хуруу шилний хавчаар	1	
11.	Хаягдлын сав	1	

ТУРШИЛТ ГҮЙЦЭТГЭХ

1. **Ангижруулдаг ба ангижруулдаггүй нүүрсус.** Дугаарласан 5 хуруу шилэн тус бүрт Фелингийн урвалж А 1 мл (ойролцоогоор 20 дусал), Фелингийн урвалж В 1 мл хийнэ. Фелингийн урвалж нэмсэн хуруу шил тус бүрт дараах хүснэгтэд өгөгдсөн дарааллаар нүүрсусны уусмалаас 10 дусал нэмнэ. Хуруу шилтэй холимгийг дэс дарааллан спиртэн дэн дээр уусмалын өнгө хувиртал эсвэл бага зэрэг буцалтал 5 минутаас хэтрэхгүй хугацаанд халаана.

Анхааруулга: Хуруу шилтэй шингэнийг зөв халаагаагүйгээс болж оргих, цацрах аюултай тул халааж байгаа хуруу шилний амсрыг өөр лүгээ болон хэн нэгэн рүү харуулахгүй халаана.

Хуруу шилний дугаар	Нүүрсус
1	Глюкоз
2	Фруктоз
3	Сахароз
4	Лактоз
5	Цардуул

Ажиглалтын дүнг хариултын хуудсанд бичнэ үү.

2. **Нүүрсусны хүчлийн ба шүлтгийн гидролиз.** Хоёр хуруу шилэнд 3 мл орчим сахарозын уусмал хийж дугаарлаж бэлдэнэ. Нэгдүгээр хуруу шилэнд 3 мл нэрсэн ус ба 3 дусал хүхрийн хүчлийн уусмал нэмнэ. Хоёрдугаар хуруу шилэнд 3 мл нэрсэн ус ба 3 дусал натрийн гидроксидын уусмал нэмнэ.

Анхааруулга: хүчил, шүлт нь арьсанд хүрвэл түлэх аюултай.

Хуруу шилтэй холимог тус бүрийг спиртэн дэр дээр 5 минутын турш зөөлөн буцалгана. Уусмалуудыг тасалгааны температурт хүртэл хөрсний дараа нэгдүгээр хуруу шилэн дэх уусмалыг саармаг болтол натрийн гидроксидын уусмалаас дусал дулаар нэмнэ. Хоёрдугаар хуруу шилэн дэх уусмал дээр хүхрийн хүчлийн уусмал хэдэн дусал нэмж саармагжуулна. Уусмалын орчныг шалгахдаа цаасан индикаторыг уусмалд хийхгүйгээр уусмалаасаа шилэн савааны үзүүрт наалдуулан авч цаасан индикатор дээр дусаана. 1-р туршилтыг хийсэн зааврын дагуу хуруу шил тус бүрт Фелингийн урвалыг явуулж ажиглалтын дүнг хариултын хуудсанд бичнэ үү.

3. **Цардуулын хүчлийн гидролиз.** хуруу шилэнд 5 мл орчим цардуулын уусмал ба 1 мл хүхрийн хүчлийн уусмал нэмж бага зэрэг сэгсрэн холиод спиртэн дэн дээр 2 минутын турш халаана. Буцалгасан уусмалаас дусаагуураар авч цагийн шилэн дээр 3 дуслыг дусаагаад түүн дээрээ иодын уусмалаас 2 дуслыг нэмнэ. Хэрвээ уусмалын өнгө хөх болж өөрчлөгдөж байвал гидролиз гүйцэт явагдаагүй гээд үзээд халаалтыг дахин гүйцэтгэнэ. Халаалтыг 2 минутын турш давтан явуулаад өмнө дурдсан аргын дагуу иодтой урвалд оруулж үзнэ. Цардуулын уусмалыг иодтой хөх өнгө үзүүлэхгүй болтол давтан явуулна.

Анхааруулга: цардуулын уусмалаас тасалж авч байгаа дусаагуурыг нэрсэн усаар сайтар зайлаад дахин ашиглана.

Цардуулын уусмал гидролизд орж, иодтой хөх өнгө үүсгэхгүй болсон хугацаа ба ажиглалтын дүнг хариултын хуудсанд бичнэ үү.

ХАРИУЛТЫН ХУУДАС

1. Дараах хүснэгтэд 1-р туршилтын явцад ажиглагдсан өөрчлөлт ба ангижирдаг нүүрсус эсвэл ангижирдаггүй нүүрсус болохыг бичнэ үү.

(25 оноо)

№	Бодис	Өнгөний өөрчлөлт	Ангижирдаг ба ангижирдаггүй
1	Глюкоз	Улаан	Ангижирдаг
2	Фруктоз	Улаан	Ангижирдаг
3	Сахароз	Цэнхэр	Ангижирдаггүй
4	Лактоз	Улаан	Ангижирдаг
5	Цардуул	Цэнхэр	Ангижирдаггүй

2. Дараах хүснэгтэд 2-р туршилтын явцад гарсан өнгөний өөрчлөлт ба ажиглалтаа бичнэ үү.

(10 оноо)

Дээж	Гидролизын нөхцөл	Өнгөний өөрчлөлт	Фелингийн урвал явагдсан, явагдаагүй
1	Хүчиллэг	Улаан	Явагдсан
2	Шүлтлэг	Цэнхэр	Явагдаагүй

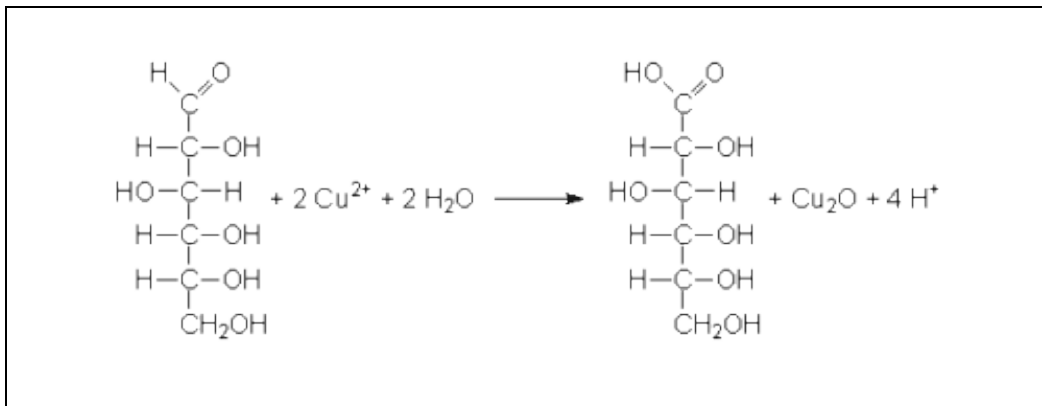
3. Дараах хүснэгтэд 3-р туршилтын явцад гарсан өнгөний өөрчлөлт ба ажиглалтаа бичнэ үү.

(15 оноо)

Дээж	Халаасан хугацаа	Өнгөний өөрчлөлт	Иодын урвал
1	2	Хөх	Комплекс үүснэ
2	4	Хөх	4-6 минут гидролиз явуулахад иодтой өнгө үүсгэхгүй бол бүтэн оноо өгнө. 8 минутын дараа өнгө үзүүлэхгүй болсон бол 10 оноо, 2 минут эсвэл 10 минутын үед өнгө үзүүлэхгүй болсон бол туршилтыг алдаатай гүйцэтгэсэн тооцно.
3	6	Өнгөгүй	
4	8		
5	10		

4. Глюкозын Фелингийн урвалжтай урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү.

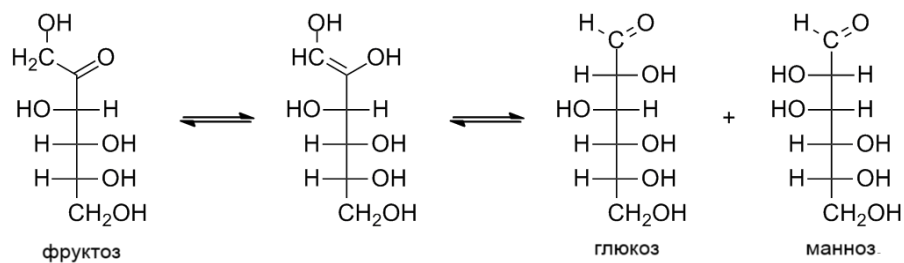
(5 оноо)



5. Фруктоз нь кетоз буюу ангижруулдаггүй нүүрсус боловч Фелингийн урвалд ордог. Шалтгааныг тайлбарлаж, холбогдох урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү.

(5 оноо)

Фруктоз шүтлэг орчинд кето-енол таутомержилтэд орж дахин бүлэгжих урвал явагдсанаар глюкоз ба маннозын холимог үүсгэдэг.



ЦАГИЙН УРВАЛ

Усан уусмал дахь персульфат ($S_2O_8^{2-}$) болон иодид (I^-) ионуудын хооронд явагдах исэлдэн ангижрах урвалын хурдны тогтмолыг тодорхойлно.

Хэрэглэгдэх бодис урвалж, шил сав

№	Урвалж, шил сав	Тоо ширхэг
1.	Хэмжээст цилиндр, 10 мл	2
2.	Дусаагуур	2
3.	Пипетк, 10 мл	1
4.	Пипетк, 1 мл	1
5.	Шувтан колбо, 100 мл	3
6.	25 мл бюретк	1
7.	Штатив	1
8.	Нэрмэл устай сав	1
9.	Цэвэрлэх алчуур	1
10.	Груш	1
11.	Юүлүүр (бюреткэнд ашиглах)	1
12.	Хаягдлын сав	1
13.	Калийн иодид (KI) – ын уусмал 0.20 M	1
14.	Цардуулын уусмал	1
15.	Натрийн тиосульфат ($Na_2S_2O_3$) – ын уусмал 0.16 M	1
16.	Трилон – Б уусмал	1
17.	Калийн нитрат (KNO_3) – ын уусмал 0.2 M	1
18.	Аммоны персульфат ($(NH_4)_2S_2O_8$) – ын уусмал 0.2 M	1

Ажил гүйцэтгэх дараалал

- 3 ширхэг 100 (200) мл – ын шувтан колбонд дараах найрлага бүхий 3 уусмал бэлдэнэ. Үүнд

Уусмал 1: 5 мл KI уусмал 1 дусал цардуулын уусмал 0.5 мл $Na_2S_2O_3$ уусмал 9.5 мл KNO_3 уусмал 1 дусал трилон-Б уусмал Нийт эзэлхүүн = 15 мл	Уусмал 2: 5 мл KI уусмал 1 дусал цардуулын уусмал 0.5 мл $Na_2S_2O_3$ уусмал 4.5 мл KNO_3 уусмал 1 дусал трилон-Б уусмал Нийт эзэлхүүн = 10 мл	Уусмал 3: 10 мл KI уусмал 1 дусал цардуулын уусмал 0.5 мл $Na_2S_2O_3$ уусмал 4.5 мл KNO_3 уусмал 1 дусал трилон-Б уусмал Нийт эзэлхүүн = 15 мл
--	--	---

- Уусмал 1 дээр 5 мл аммоны персульфат ($(NH_4)_2S_2O_8$) – ын уусмал хийж холиод энэ агшин (урвал эхлэх) – ы цагийг тэмдэглэнэ.
- Уусмалын өнгө гүн хөх болох агшин (урвал төгсөх) – д цагийг тэмдэглэж авна.
- Бюретканаас 0.5 мл натрийн тиосульфат ($Na_2S_2O_3$) – ын уусмалаас нэмж хутгана.
- Уусмалын өнгө дахин өнгөгүй болох ба уусмалын өнгө дахин гүн хөх болоход цагийг тэмдэглэж авна.
- 4 – 5 дугаар үйлдлийг дахин 2-3 удаа явуулж үр дүнг тэмдэглэн авна.
- Уусмал 3 дээр мөн 2 – 6 дугаар үйлдлийг давтан гүйцэтгэж ажиглалтаа тэмдэглэн авна.
- Харин уусмал 2 дээр 10 мл аммоны персульфат ($(NH_4)_2S_2O_8$) – ын уусмал хийж холиод энэ агшин (урвал эхлэх) – ы цагийг тэмдэглэнэ.
- Ингээд 3 – 6 дугаар үйлдлийг давтан гүйцэтгэж ажиглалтаа тэмдэглэн авна.

Дээрх 3 уусмал бүр дээр нийт урвалын уусмалын эзэлхүүн 20 мл байгааг анзаарна уу. Мөн 3 – р уусмал дахь урвал 1 – р уусмал дахь урвалаас илүү хурдан явагдахыг анхаарна уу.

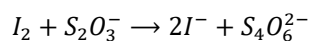
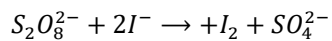
Туршилтын үр дүнгийн тэмдэглэл

Уусмал 1. $S_2O_8^{2-}$ – ийн анхны концентраци: <u>0.05 M</u> I^- – ийн анхны концентраци: <u>0.05 M</u>			
Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
Уусмал 2. $S_2O_8^{2-}$ – ийн анхны концентраци: <u>0.1 M</u> I^- – ийн анхны концентраци: <u>0.05 M</u>			
Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
Уусмал 3. $S_2O_8^{2-}$ – ийн анхны концентраци: <u>0.05 M</u> I^- – ийн анхны концентраци: <u>0.1 M</u>			
Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн	Нэмсэн $Na_2S_2O_3$ - ын уусмалын эзэлхүүн
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл
0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл	0.5 мл

1. Явагдсан бүх урвалуудын тэгшитгэлүүдийг бичнэ үү. (8 оноо)

Урвалын тэгшитгэлүүдийг бичсэн бол тус бүр 3 оноо тэнцүүлбэл 1 оноо

Нийт 8 оноо



Молекул хэлбэрээр нь бичиж болно.

2. Туршилтын үр дүнгээс урвалын эрэмбийг тодорхойлно уу. График ашиглаж болно. (26 оноо)

Уусмал тус бүр дээр 2 ионуудын анхны концентрацуудыг олсон бол тус бүр 1 оноо, нийт 3 оноо.

Туршилтын явцын ажиглалт (хугацааг ойролцоо тогтоосон бол) уусмал тус бүр дээр 1, нийт 3 оноо

Эх бодисын концентраци болон хугацааны хамаарлын график байгуулна. Ингэхдээ эх бодис I^- эсвэл $S_2O_8^{2-}$ али алинаар нь хийж болно. Эх бодисын концентрацийн бууралтыг олсон бол 3 оноо

Алийг нь ч ашигласан урвалын эхний өнгө өөрчлөгдсөн хугацаа болон концентрацийн өөрчлөлтийг ашиглан анхны хурдуудыг олно. Уусмал тус бүр дэх анхны хурдуудыг олсон бол тус бүр 2 оноо, нийт 6 оноо.

$$\text{хурд} = k \cdot [S_2O_8^{2-}]^x \cdot [I^-]^y \quad \underline{2 \text{ оноо}}$$

анхны хурдыг харьцуулах замаар урвалын эрэмбийг эх бодис тус бүрээр тооцоолол хийсэн бол тус бүр 2 оноо, хариуг зөв гаргасан бол тус бүр 1 оноо, нийт 6 оноо.

Нийт эрэмбийг олсон бол 3 оноо

Урвалын эрэмбэ $x=2$, $y=1$, нийт эрэмбэ=3

Нийт 26 оноо

3. Урвалын хурдны тогтмолыг тооцоолно уу. (6 оноо)

Аль нэг уусмал дахь урвалын хурд болон концентрацийг ашиглан K урвалын хурдны тогтмолыг олно. 6 оноо

Эрэмбийг буруу тодорхойлсон ч тэр тодорхойлсон эрэмбийн тэгшитгэлээр олсон өгөгдлөө зөв ашиглан тооцоо хийсэн бол бодолтын 2-4 оноо өгнө.

Нэгж буруу бол 0.5 оноо хасагдана.

ХИ АНГИЙН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН

№	Овог	Нэр	Сургууль	Сорил	Онол бодлого	Нийлбэр оноо	Байр
1	Батсуурь	Номин-Ундрах	ХУД, Орчлон	26.2	47.31	73.5	Алтан медаль
2	Болд	Эрмүүнболд	ХУД, Шинэ монгол Харумафүжи	32	41.23	73.2	Алтан медаль
3	Анар	Амартүвшин	ХУД, Орчлон	23.6	46.68	70.3	Алтан медаль
4	Бямбадорж	Мэндбаяр	БЗД, Шинэ монгол	36.08	32.59	68.7	Алтан медаль
5	Лхагвасүрэн	Төгөлдөр	БЗД, Бага тэнгэр	22.6	40.35	62.9	Мөнгөн медаль
6	Мөнхбаатар	Одгэрэл	БЗД, Бага тэнгэр	28.4	31.41	59.8	Мөнгөн медаль
7	Мөнхболд	Мягмарнаран	ХУД, Орчлон	23.4	34.60	58.0	Мөнгөн медаль
8	Бямба	Ундрал	ХУД, Орчлон	20	37.42	57.4	Мөнгөн медаль
9	Баттөр	Ундармаа	ХУД, Орчлон	20.2	33.43	53.6	Мөнгөн медаль
10	Сайнбаяр	Болорсарнай	БГД, Гэгээрэл	24.2	27.33	51.5	Мөнгөн медаль
11	Гуошэн	Элбэг	БЗД, Шинэ монгол	24.8	20.51	45.3	Мөнгөн медаль
12	Пүрэвдаваа	Анар	БГД, Шинэ эхлэл	25.2	17.01	42.2	Мөнгөн медаль
13	Энхтөр	Билгүүн	ХУД, Хобби	18	21.34	39.3	Хүрэл медаль
14	Үнэнбилэг	Чинзаяа	СБД, Сант	18.8	20.15	39.0	Хүрэл медаль
15	Дамдинсүрэн	Доржпалам	БГД, Шинэ эхлэл	21.2	16.13	37.3	Хүрэл медаль
16	Лхагва-Очир	Зоригт	БЗД, Шинэ монгол технологийн коллеж	18.2	18.94	37.1	Хүрэл медаль
17	Уранбат	Цолмон	СБД, Байгаль эх лекей	21.6	13.39	35.0	Хүрэл медаль
18	Батчулуун	Алтантуяа	Хөвсгөл, Эрдмийн далай	16.4	14.13	30.5	Хүрэл медаль
19	Хаш-Эрдэнэ	Тэмүүлэн	Булган, Хутаг-Өндөр	19.8	4.30	24.1	Хүрэл медаль
20	Хишигбаяр	Чинболор	Архангай, 3-р сургууль	17	6.57	23.6	Хүрэл медаль
21	Өлзийтогтох	Оюунтуяа	Завхан, Жавхлант цогцолбор	21	2.16	23.2	Хүрэл медаль
22	Энхжаргал	Минжинсор	Сүхбаатар, Түмэнцогт	17.8	2.38	20.2	Хүрэл медаль
23	Т.	Мөнхнаран	Төв, Хүмүүн цогцолбор	17.8	2.34	20.1	Хүрэл медаль
24	Ууганбаяр	Эрхэмчимэг	Дундговь, Цэгцбилэг	15	4.48	19.5	Хүрэл медаль

25	Эрдэнэбаатар	Бүжинлхам	Баянхонгор, Номгон сургууль	17.6	0.54	18.1	
26	Эрдэнэдаваа	Төвшинзаяа	Орхон	10.8	6.95	17.7	
27	Бүүвэйбаатар	Хулан	Дархан-Уул, ОИЦ	13.6	3.91	17.5	
28	Цогбадрах	Тэлмүүнзаяа	Говь-Алтай, 1-р сургууль	13.2	4.02	17.2	
29	Наранпүрэв	Буянжаргал	БНД, Боловсрол	13.8	3.36	17.2	
30	Мөнхзогс	Ононтуул	Ховд	13.2	3.08	16.3	
31	Ганбат	Лувсанжанцан	Өвөрхангай, Жаргалант ЕБС	12.8	3.35	16.2	
32	Амарсанаа	Сувд-Эрдэнэ	Дорнод, 8-р сургууль	11.4	3.25	14.7	
33	Амгалансэнгэ	Ариунзаяа	БД, 50-р сургууль	11.6	2.98	14.6	
34	Сангибалдир	Сайханчимэг		10.8	3.46	14.3	
35	Тодгэрэл	Мөнгөнтуяа	Өмнөговь, 5-р сургууль	10.6	2.94	13.5	
36	Өсөхбаяр	Эрдэнэцэцэг	Сэлэнгэ, Мандал сум	9.8	3.19	13.0	
37	Аманбол	Айтжан	Баян-Өлгий 3-р сургууль	10.8	1.91	12.7	
38	Магауяа	Жулдыз	Хэнтий, Бэрх ЕБС	8.2	3.61	11.8	
39	Ганболд	Уянга	Увс, 2-р сургууль	7.8	3.52	11.3	
40	Энхжаргал	Халиун		9.2	1.33	10.5	
41	Алтантүлхүүр	Далайцэрэн	Дорноговь Замын-үүд	5.8	0.86	6.7	
42	Энхтайван	Гүнзээ	Говьсүмбэр 2-р сургууль	5.2	1.25	6.5	

ОНОЛ БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН

1-р бодлого

5.0 оноо (Нийлбэр дүнгийн 10%)

10 г кобальт сульфатын талст гидратыг 100 г усанд уусгаж 5%-ийн CoSO_4 уусмал гарган авав. Уусмалыг концентрацтай хүүхрийн хүчлээр үйлчилж хүчиллэгжүүлсний дараа мөстэй саванд хийж хөргөөд 32 см^2 талбай бүхий цагаан алтан хавтанг 0.055 А/см^2 гүйдлийн нягттай анод болгон ашиглаж электролиз явуулав. Анодын гүйдлийн гарц 93% байсан ба хөх саарал өнгийн **X** бодисын тунадас үүсэв. **X**-ийг усанд уусгахад шаталтыг дэмждэг өнгө, үнэргүй **Y** хий ялгарсан (1-р урвал).

Y-тэй ижил чанарын найрлага бүхий **Z** хий нь **X**-ийг гарган авах явцад анод дээр бага хэмжээгээр үүссэн дагалдах бүтээгдэхүүний нэг юм. Кобальт (II) сульфатын хүүхрийн хүчлийн уусмал **Z** хийтэй харилцан үйлчлэлцэх үед мөн **X** нэгдлийг үүсгэдэг байна (2-р урвал). Элементийн шинжилгээгээр **X** нь 16.14% Со-ыг агуулдаг болохыг тогтоожээ.

Туршилтын явцад нэг сонирхолтой зүйл ажиглагдсан нь электролизын явцад кобальт сульфатын электролитийн уусмалд нэг валент бүхий катион агуулсан M_2SO_4 уусмал нэмэхэд цэнхэр өнгийн **Q** бодис үүссэн ба **Q** бодисын куб торны параметр $a=12.29 \text{ \AA}$, элементийн эгэл үүр 4 M^+ ионтой, кристаллографын нягт нь 2.146 г/см^3 байв.

Q-ийн талст торын бүтцийг $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{n+}$ катионуудын талдаа төвтэй куб тороор дүрсэлж болох бөгөөд энд бүх октаэдрийн хоосон зай нь M^+ ионоор, бүх тетраэдрийн хоосон зай нь сульфатын ионоор дүүргэгддэг. Үүнээс гадна элементийн эгэл үүр бүрт 24 усны молекул агуулагддаг бөгөөд тэдгээр нь кобальттай координацын холбоо үүсгэдэггүй, харин кобальт нь сульфат ион ба устай устөрөгчийн холбоогоор холбогдож, гурван хэмжээст талстын бүтцийг үүсгэдэг бол дараах даалгавруудыг хийж гүйцэтгэнэ үү.

Даалгавар 1: Анхны кобальт (II) сульфатын талст гидратын томъёог тодорхойлно уу. Хариултаа тооцоо хийж баталгаажуулна уу. /0.6 оноо/

Усгүй давсны массыг тооцоолбол: $m(\text{CoSO}_4) = (100 + 10) \cdot 0.05 = 5.5 \text{ г}$	0.2
$n(\text{CoSO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{5.5}{155} = 0.0355 \text{ моль} = n(\text{CoSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$	0.2
$M(\text{CoSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{n} = \frac{10}{0.0355} = 281.8 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1} = 58.99 + 32 + 64 + 18n$	
$n = 7$	
$\text{Co}(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.2

Даалгавар 2: X, Y, Z бодисыг тодорхойлоод, X-ийн найрлагыг тооцоо хийж тогтооно уу. /0.6 оноо/

Хүхрийн хүчлийн орчинд CoSO_4 -ийн анод исэлдэлтийн явцад кобальт (III) сульфат үүсч болно. Бага хэмжээний масстай байгаагаас харахад X нь түүний талст гидрат $\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ байж болох юм. Тэгшитгэлээс x-ийг олбол:

$$\frac{2 \cdot 58.93}{2 \cdot 58.93 + 96 \cdot 3 + 18x} = 0.1614$$

$$x=18$$

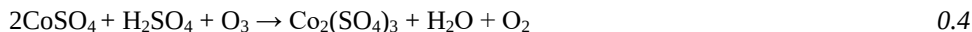
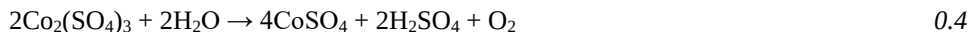
Устай талст давсны томьёо: $\text{Co}(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ болно. 0.3

Co^{3+} хүчтэй комплекс үүсгэгч бодис байхгүй тохиолдолд нь маш хүчтэй исэлдүүлэгч бодис тул усыг исэлдүүлэх чадвартай. Иймээс Y нь хүчилтөрөгч (O_2) юм. Зөвхөн озон нь O_2 -тэй ижил чанарын найрлагатай байдаг. Иймээс Z нь O_3 байна.

Y: Хүчилтөрөгч 0.15

Z: Озон 0.15

Даалгавар 3: 1 ба 2-р урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү. /0.8 оноо/



Даалгавар 4: Кобальтын 90%-ийг X болгон хувиргахад шаардагдах электролиз явуулах хугацааг тооцоолно уу. Фарадейн тогтмол $F = 96485 \text{ C/моль}$ /1 оноо/

Фарадейн хуулийг ашиглан тооцоог хийвэл:

$$n(\text{Co}^{3+}) = \frac{I \cdot t \cdot \eta}{z \cdot F}$$

$z=1$, учир $\text{Co}^{2+} - e^- \rightarrow \text{Co}^{3+}$ нэг электроний шилжилт явагдана. 0.5

$$n(\text{Co}^{3+}) = 0.9 \cdot 0.03195 \text{ моль}$$

$$t = \frac{n(\text{Co}^{3+}) \cdot z \cdot F}{I \cdot \eta} = \frac{0.03195 \cdot 1 \cdot 96485}{32 \cdot 0.055 \cdot 0.93} = 1883 \text{ с} \quad 0.5$$

Даалгавар 5: Q-ийн эгэл үүр дэх $[Co(H_2O)_6]^{n+}$, M^+ , SO_4^{2-} ионуудын тоог тодорхойлно уу. /1 оноо/

Эгэл үүр нэг бүр нь талдаа төвтэй куб хэлбэрээр талсжсан байгаагаас харвал ионы нэгж эгэл үүрийн ионууд $[Co(H_2O)_6]^{n+}$ нь нэгж үүр нэг бүрт 4 байна. Талдаа төвтэй куб нэгж үүр нь 4 октаэдр хоосон зай, 8 тетраэдр хоосон зайтай байна. Үүнээс үзвэл нэгж үүр бүрт 4 ширхэг M^+ ион ба 8 сульфат ион агуулсан байна.

1.0

Даалгавар 6: Металл **M** ба **Q** нэгдлийн томъёог тодорхойлж, хариултаа тайлбарлана уу. /0.5 оноо/

4 $[Co(H_2O)_6]^{n+}$ ион, 4 M^+ ион, 8 сульфатын ионоос гадна эгэл үүр бүрт нэмэлт 24 усны молекул байна. Тэгэхээр энэхүү комплекс нь нийт 48 усны молекулыг комплекс ионтой хамт агуулна. Иймд эгэл талст үүр тус бүрт $MCo(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ хэлбэрийн нийт 4 (томъёоны) бүтцийн нэгж байна.

$$M(Q) = \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot N_A \cdot a^3 = 0.25 \cdot 2.146 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \cdot (12.29 \cdot 10^{-8})^3 = 599.7 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$$

0.25

Хоёр сульфатын ион, 1 кобальт ион, 12 усны молекулыг хасахад 132.8 г/моль үлдэнэ, өөрөөр хэлбэл M нь Cs болж байгаа учир Q нь $CsCo(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ байна.

0.25

Даалгавар 7: Хэрэв бид M^+ ионуудыг салангад байгаа гэж үзвэл **Q** (төвдөө төвтэй куб, талдаа төвтэй куб, энгийн куб, нягт багцлагдсан-гексагональ) нь ямар талст оронт торын бүтэц үүсгэдэг вэ? /0.5 оноо/

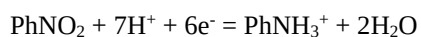
M^+ ионууд нь NaCl бүтэцтэй ижил учир талдаа төвдөө төвтэй куб талст оронт торын бүтэцтэй байна.

0.5

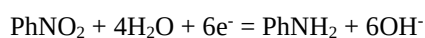
2-р бодлого

7.0 оноо (Нийлбэр дүнгийн 15%)

Нитробензолыг цайрын үрлээр хүчиллэг ба шүлтлэг орчинд ангижруулж анилин үйлдвэрлэдэг. Хүчиллэг орчинд анилины ион голчлон үүсдэг бөгөөд уусмалын орчин pH=0 болон pH=14 утгад стандарт электродын потенциалын утга өөр өөр байна. Бүх тооцоонд температурыг 298 К гэж үзвэл урвалын стандарт потенциалын утга нь:



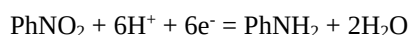
$$E^{\circ}_1(pH=0) = 0.866 \text{ В}$$



$$E^{\circ}_2(pH=14) = -0.008 \text{ В}$$

байна.

Даалгавар 1: Саармаг орчинд дараах урвал явагдах ба энэ урвалын стандарт электродын потенциалыг тооцоолно уу. /1 оноо/



$$E_3(pH = 7) = ?$$

$$E_3(pH = 7) = E_2(pH = 7) = E^{\circ}_2 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{PhNO_2}}{a_{PhNH_2} \cdot a_{OH^-}^6} = -0.008 + \frac{8.314 \cdot 298}{6 \cdot 96485} \ln \frac{1}{1 \cdot (10^{-7})^6} = 0.406 \text{ В}$$

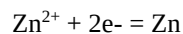
$$E_3(pH = 7) = 0.406 \text{ В}$$

/1 /

Даалгавар 2: Усан уусмал дахь анилины pK_b утгыг тогтооно уу. /2 оноо/

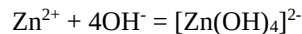
$K_b = \frac{a_{PhNH_3^+} \cdot a_{OH^-}}{a_{PhNH_2}}$	/0.1 /
$K_w = a_{H^+} \cdot a_{OH^-}$	/0.1 /
$E_3(pH = 7) = E_3^o(pH = 0) + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{PhNO_2} \cdot a_{H^+}^6}{a_{PhNH_2}} = E_3^o(pH = 0) + \frac{8.314 \cdot 298}{6 \cdot 96485} \ln \frac{1 \cdot (10^{-7})^6}{1} = 0.406 \text{ В}$	
$E_3^o(pH = 0) = 0.820 \text{ В}$	/0.5 /
$E_1^o(pH = 0) = E_1^o + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{PhNO_2} \cdot a_{H^+}^7}{a_{PhNH_3^+}} = E_1^o + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{PhNO_2} \cdot a_{H^+}^7 \cdot a_{OH^-}}{K_b \cdot a_{PhNH_2}} = E_1^o + \frac{RT}{nF} \ln \frac{K_w}{K_b} = E_3^o(pH = 0)$	/0.3 /
$\frac{K_w}{K_b} = \exp\left(\frac{(E_3^o - E_1^o)nF}{RT}\right) = \exp\left(\frac{(0.820 - 0.866) \cdot 6 \cdot 96485}{8.314 \cdot 298}\right) = 2.15 \cdot 10^{-5}$	/0.4 /
$K_b = \frac{K_w}{2.15 \cdot 10^{-5}} = 4.66 \cdot 10^{-10}$	/0.3 /
$pK_b = -\log_{10} 4.66 \cdot 10^{-10} = 9.33$	
$pK_b = 9.33$	/0.3 /

Хүчиллэг орчинд цайрын ангижрах стандарт электродын потенциалын утга нь:



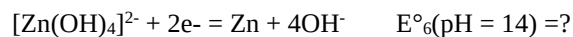
$$E^o_4(pH = 0) = -0.760 \text{ В}$$

Шүтлэг орчинд ($pH > 10$) цайрын ион нь гидроксокомплекс нэгдэл үүсгэдэг гэж үзээд:



$$K_5 = 2.8 \cdot 10^{15}$$

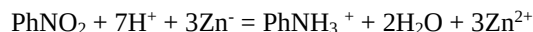
Даалгавар 3: Урвалын стандарт электродын потенциалыг тооцоолно уу. /1 оноо/



$Zn^{2+} + 2e^- = Zn$	$E^o_4(pH = 0) = -0.76 \text{ В}$	$\Delta G^o_4 = -nFE^o_4 = 146657 \text{ Ж/моль}$	/0.2 /
$Zn^{2+} + 4OH^- = [Zn(OH)_4]^{2-}$	$K_5 = 2.8 \cdot 10^{15}$	$\Delta G^o_5 = -RT \ln K = -88123 \text{ Ж/моль}$	/0.2 /
$[Zn(OH)_4]^{2-} + 2e^- = Zn + 4OH^-$		$\Delta G^o_6 = \Delta G^o_4 - \Delta G^o_5 = 234780 \text{ Ж/моль}$	/0.2 /
	$E^o_6 = -234780 / (96485 \cdot 2) = -1.217 \text{ В}$		
	$E^o_6 = -1.217 \text{ В}$		/0.4 /

Даалгавар 4: Анилиныг цайраар ангижруулах урвалын хувьд pH -ийн боломжит хязгаарын утгыг тогтооно уу. $pH < 4.5$ үед анилины үндсэн хэлбэр нь $PhNH_3^+$, pH -ийн их утгад $PhNH_2$ байна гэж үзнэ. Хариултаа тооцоогоор батлан харуулна уу. /2 оноо/

pH < 4.5

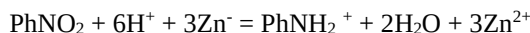


$$E^\circ = E^\circ_1 - E^\circ_4 = 0.866 + 0.760 = 1.626 \text{ В} \quad /0.2 /$$

$$E(\text{pH} = 4.5) = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{PhNO}_2} \cdot a_{\text{H}^+}^7}{a_{\text{PhNH}_3^+} \cdot a_{\text{Zn}^{2+}}^3} = 1.626 + \frac{8.314 \cdot 298}{6 \cdot 96485} \ln \frac{1 \cdot (10^{-4.5})^7}{1 \cdot 1} = 1.316 \text{ В} \quad /0.5 /$$

pH –ийн утга нэмэгдэх тусам потенциал нь буурах боловч эерэг хэвээр байгаа тул анилиныг цайраар ангижруулах процесс нь 0-ээс 4.5 хүртэлх pH-ийн мужид тохиромжтой байна.

4.5 < pH < 10



$$E^\circ = E^\circ_3 - E^\circ_4 = 0.820 + 0.760 = 1.580 \text{ В} \quad /0.2 /$$

$$E(\text{pH} = 10) = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{PhNO}_2} \cdot a_{\text{H}^+}^6}{a_{\text{PhNH}_2} \cdot a_{\text{Zn}^{2+}}^3} = 1.580 + \frac{8.314 \cdot 298}{6 \cdot 96485} \ln \frac{1 \cdot (10^{-10})^6}{1 \cdot 1} = 0.989 \text{ В} \quad /0.5 /$$

4.5-аас 10 хүртэлх pH-ийн утгад анилиныг цайраар ангижруулах процесс нь термодинамикийн боломжтой процесс хэвээр хадгалагдан үлдэж байна.

pH > 10



$$E^\circ(\text{pH}=14) = E^\circ_2 - E^\circ_6 = -0.008 + 1.217 = 1.209 \text{ В} \quad /0.2 /$$

Тооцооллыг эсрэг чиглэлд - pH бууруулах чиглэлд хийвэл

$$E(\text{pH} = 10) = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{PhNO}_2} \cdot a_{\text{OH}^-}^6}{a_{\text{PhNH}_2} \cdot a_{[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}}^3} = 1.209 + \frac{8.314 \cdot 298}{6 \cdot 96485} \ln \frac{1 \cdot (10^{-4})^6}{1 \cdot 1} = 0.972 \text{ В} \quad /0.4 /$$

Анилиныг цайраар ангижруулах процесс нь pH-ийн бүх утганд (уусах чанарын асуудалгүй) термодинамикийн хувьд боломжтой процесс байна.

pH-ийн утга: 0-ээс 14 хүртэл байна.

Сул шүтлэг ба саармаг орчинд цайрын гидроксидын тунадас үүсч болно:



Даалгавар 5: 4-р даалгаварын pH-ийн мужид цайрын гидроксидын тунадас үүсэх боломжтой юу? Тунадас үүсэх бол pH-ийн мужийг тодорхойлно уу. Zn^{2+} (pH<10) ба $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ (pH>10) ионы концентрацийг 1 М гэж үзнэ. /1 оноо/

Сул шүтлэг орчинд:

$$4.0 \cdot 10^{-16} = a_{\text{Zn}^{2+}} + a_{\text{OH}^-}^2 \quad /0.1 /$$

Цайрын катионуудын идэвхжил 1-тэй тэнцүү бол гидроксидын ионуудын идэвхийг дараах байдлаар олно.

$$a_{\text{OH}^-} = \sqrt{4.0 \cdot 10^{-16}} = 2 \cdot 10^{-8} \quad /0.1 /$$

$$\text{pOH} = -\lg_{10} 2 \cdot 10^{-8} = 7.7 \quad /0.1 /$$

$pH = 14 - 7.7 = 6.3$	/0.1 /
Хүчтэй шүтлэлэг орчинд тэнцвэрийг тооцвол.	
$[Zn(OH)_4]^{2-} = Zn(OH)_2 + 2OH^-$	/0.1 /
$K = 1/(K_6 \cdot K_5) = 1/(4.0 \cdot 10^{-16} \cdot 2.8 \cdot 10^{15}) = 0.893$	/0.2 /
Гидроксикомплексын идэвхжил 1-тэй тэнцүү гэж үзвэл:	
$\alpha_{OH^-} = \sqrt{0.893} = 0.945$	/0.1 /
$pOH = -\log_{10} 0.945 = 0.02$	/0.1 /
$pH = 14 - 0.02 = 13.98$	/0.1 /
Онолын хувьд гидроксидын тунадас үүсэх процесс нь рН-ийн 6.3-аас 14-ийн утгад боломжтой юм. Бодит системд цайрын гидроксидын комплекс заасан идэвхжилд хүрч чадахгүй. Уусалт нь рН-ийн бага утгаас эхэлнэ.	
рН-ийн хүрээ: 6.3-14.0	

3-р бодлого

7.0 оноо (Нийлбэр дүнгийн 15%)

Аммонийн нитрат нь хэд хэдэн талст бүтэцтэй бөгөөд I, II, III талстын нягт нь харгалзан 1.73, 1.66, 1.70 г/см³. Стандарт даралт болон тасалгааны температурт байгаа хатуу аммонийн нитратыг 305 К хүртэл халаахад талст I хэлбэрээс талст II хэлбэрт шилжих ба талст шилжилтийн дулаан 1.68 кЖ·моль⁻¹, 357 К хүртэл халаахад талст II хэлбэрээс талст III хэлбэрт шилжих ба шилжилтийн дулаан нь 1.75 кЖ·моль⁻¹ байна. Нэг бүрэлдэхүүн хэсэгтэй системийн 2-фазын тэнцвэрийн температур ба даралт нь Клапейроны тэгшитгэлийг хангадаг.

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta H_m}{T(V_{m2} - V_{m1})}$$

Даалгавар 1: Хоёр өөр талст хэлбэр тэнцвэрт орших үеийн температур (T) ба даралт (P) хоёрын хооронд шугаман хамаарал байгаа бол гурван өөр талст хэлбэр нэгэн зэрэг тэнцвэрт орших үеийн температур ба даралтын утгыг тооцоолно уу. /3 оноо/

Талстын I бүтцээс талстын II бүтцэд шилжих үеийн талстын эзэлхүүний өөрчлөлтийг тооцоолвол	
$\Delta_I^{II} V_m = M \left(\frac{1}{\rho_{II}} - \frac{1}{\rho_I} \right) = 80.0 \left(\frac{1}{1.66} - \frac{1}{1.73} \right) = 1.95 (\text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-1})$	0.5
$\Delta_{II}^{III} V_m = M \left(\frac{1}{\rho_{III}} - \frac{1}{\rho_{II}} \right) = 80.0 \left(\frac{1}{1.70} - \frac{1}{1.66} \right) = -1.13 (\text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-1})$	0.5
Талст бүтэц хоорондын фазын диаграмын хувьд даралт температурын хамаарал нь шугаман хамааралтай учир шугаман хамаарлын тэгшитгэлийг бичиж болно. $P = a + bT$	
Дээрх шугаман хамаарлын тэгшитгэл дэх өнцгийн тангенс нь даралтын өөрчлөлтийг температурын өөрчлөлтөд харьцуулсан харьцаатай тэнцүү болно. Иймд клэйпероны тэгшитгэлээс бид хамаарлын коэффициентийг тооцоолох боломжтой.	
$I \rightarrow II: \frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta_I^{II} H_m}{T \Delta_I^{II} V_m} = \frac{1.68 \cdot 10^3}{305 \cdot 1.95 \cdot 10^{-6}} = 2.825 \cdot 10^6 \text{ П} \cdot \text{К}^{-1} = 27.88 \text{ атм} \cdot \text{К}^{-1}$	0.5
$II \rightarrow III: \frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta_{II}^{III} H_m}{T \Delta_{II}^{III} V_m} = \frac{1.75 \cdot 10^3}{357 \cdot (-1.13 \cdot 10^{-6})} = -4.438 \cdot 10^6 \text{ П} \cdot \text{К}^{-1} = -42.81 \text{ атм} \cdot \text{К}^{-1}$	0.5

Талст I болон II хэлбэрийн тэнцвэрийн шугаман хамаарал нь	
$P = a + bT = a + 27.88 \text{ атм} \cdot \text{K}^{-1}$ 305 K, 1 атм эндээс $a = -8502 \text{ атм}$	0.25
Талст II болон III хэлбэрийн тэнцвэрийн шугаман хамаарал нь	
$P = a' + b'T = a' - 42.81 \text{ атм} \cdot \text{K}^{-1}$ 357 K, 1 атмэндээс $a' = -15284 \text{ атм}$	0.25
Талстын 3 хэлбэр нэгэн зэрэг орших тэр цэгт даралтын утгууд тэнцүү байх тул дээрх 2 тэгшитгэлийг тэнцүүлээд температурыг тооцож болно, цаашлаад даралтыг тооцоолно.	
Гурвалсан цэг нь $T = 336.5 \text{ K}, P = 879.3 \text{ атм}$	0.5

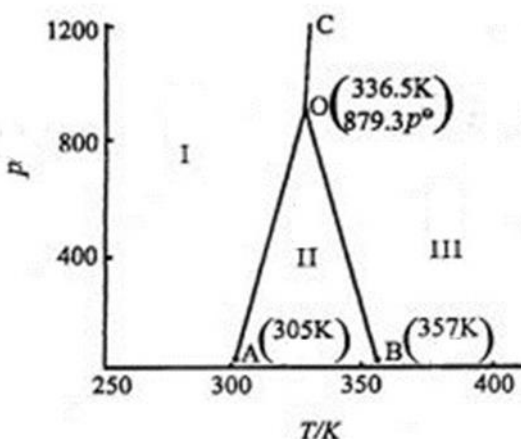
Даалгавар 2: Гурвалсан цэг дээр I талст хэлбэрээс III талст хэлбэрт шууд шилжих молийн энтальпийн өөрчлөлт ба молийн энтропийн өөрчлөлтийг тооцоолно уу. /1.5 оноо/

$\Delta_I^{III} H_m = \Delta_I^{II} H_m + \Delta_{II}^{III} H_m = 3.43 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$	0.75
$\Delta_I^{III} S_m = \frac{\Delta_I^{III} H_m}{T} = \frac{3430}{336.5} = 10.2 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	0.75

Даалгавар 3: Тооцооллын дагуу P,T хамаарлын диаграммд (P нь атм, T нь K-ээр илэрхийлэгдэнэ) аммонийн нитратын системийн фазын диаграммыг ойролцоогоор зурж, фазын муж бүрийн фазын төлвийг заана уу. /2.5 оноо/

$\Delta_I^{III} V_m = \Delta_I^{II} V_m + \Delta_{II}^{III} V_m = 0.82 \text{ см}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$	
$I \rightarrow III: \frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta_I^{III} H_m}{T \Delta_I^{III} V_m} = \frac{3.43 \cdot 10^3}{336.5 \cdot (0.82 \cdot 10^{-6})} = 1.24 \cdot 10^6 \text{ П} \cdot \text{K}^{-1} = 122.4 \text{ атм} \cdot \text{K}^{-1}$	0.5

Талстын I болон III фаз хоорондын шилжилтийн дулаан, эзэлхүүний өөрчлөлт зэргийг тооцоолж гаргаснаар уг 2 фазын тэнцвэрийн шулууныг тодорхойлох боломжтой.



А, В, О цэгийг зөв байрлуулсан бол тус бүр 0.2

Талстын 3 бүтцийг диаграммд зөв байрлуулсан бол тус 0.2

АО болон ВО шулуун тус бүр 0.2

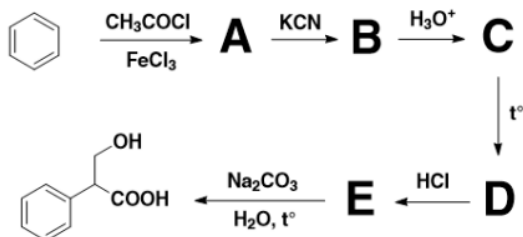
СО шулуун 0.4

4-р бодлого

9.0 оноо (Нийлбэр дүнгийн 20%)

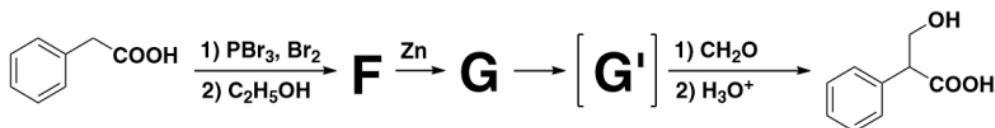
Тропик хүчил нь физиологийн идэвхтэй тропан алкалоид атропин ба гиосциаминыг үүсгэгч бодис болох 3-гидрокси-2-фенилпропаны хүчлийн рацемат хольц юм. Эдгээр эмийг пестицидийн хордлого, мэдрэлийн гаралтай өвчнийг эмчлэхэд ашиглахаас гадна мэс заслын үед зүрхний цохилт удаашрах, шүлс ялгаралт багасалтын үед хэрэглэдэг байна.

Тропик хүчлийг гарган авах синтезийн нэг аргыг доорх схемээр харуулав.



- **C** ба **D** нэгдлүүд 65.05 ба 72.96% нүүрстөрөгч агуулж буй нь мэдэгдэж байгаа бөгөөд **D** нэгдэл хлортустөрөгчтэй нэгдэх урвал Марковниковын дүрмийн эсрэг явагддаг.

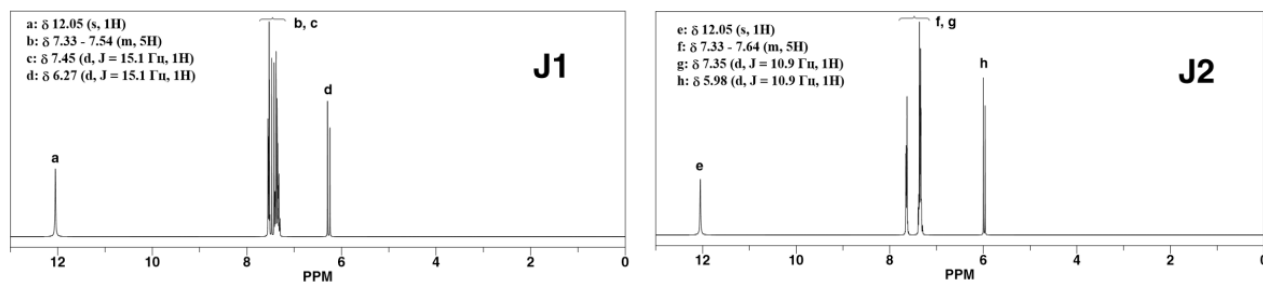
Өөрөөр тропик хүчлийг фенил цууны хүчлээс Гель-Вольгард-Зелинсийн шаталсан урвалаар нийлэгжүүлж **F** нэгдлийг гарган аваад, цааш нь хамгаалах бүлгийн оролцоотойгоор Реформатскийн урвалаар **G** нэгдэл нь Реформатскийн енолат [**G'**] үүсгэн таутомержиж (исэлдэн, нэгдэх) улмаар тус хүчлийг үүсгэдэг байна. Урвалын схемийг доорх зургаар харуулав.

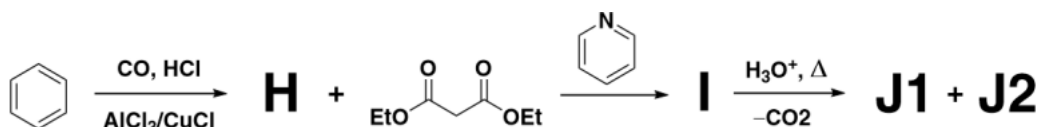


D нэгдэл нь **J1** ба **J2** гэсэн хоёр изомертэй бөгөөд тэдгээрийн хольцийг коричний хүчил (cinnamic acid) гэж нэрлэдэг. Коричний хүчлийг анагаах ухаанд хэрэглэхээс гадна үнэртэн болон будгийн үйлдвэрлэлд өргөн ашигладаг.

- ¹H-ЦСР-ын спектрт **J1** нэгдлийн **c** ба **d** протонуудын спин спин харилцан үйлчлэлийн тогтмолын утга тус бүр $J = 15.1$ Гц, **J2** нэгдлийн **g** ба **h** протонуудын $J = 10.9$ Гц байв. **J1** ба **J2** нэгдлүүдийн ¹H-ЦСР-ын спектрограммыг дараах зурагт үзүүлэв.

Коричний хүчлийн нийлэгжилтийн хоёр схемийг доор харуулав. Эхнийх нь диэтил малонатыг ашиглан Кнёвенагелын урвал дээр үндэслэгддэг.





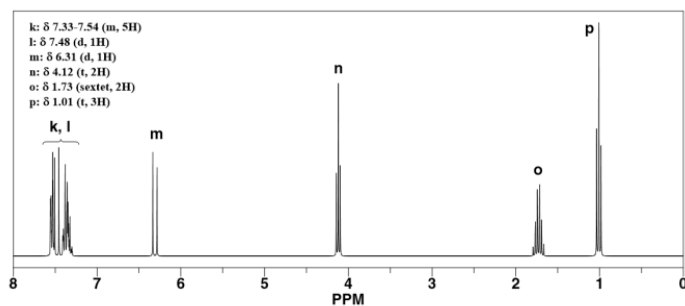
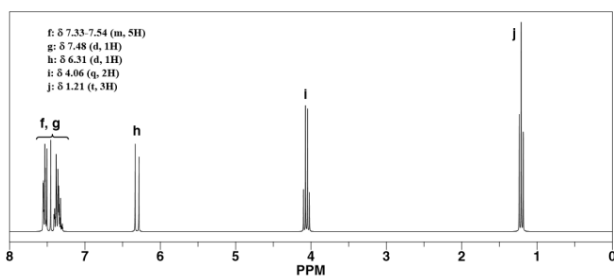
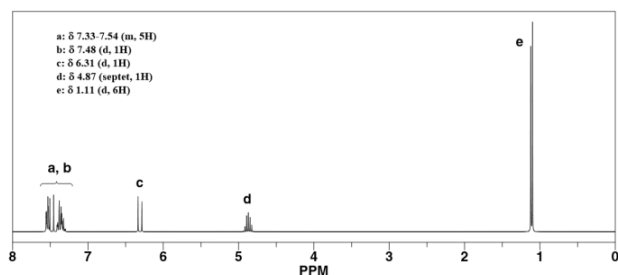
Хоёр дахь арга нь цууны хүчлийн ангидрид ашиглан Перкиний урвал.



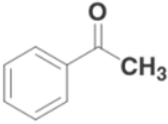
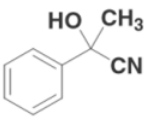
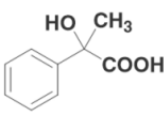
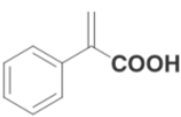
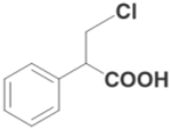
H ба **I** нэгдлүүд нь массын 79.23 ба 67.73% нүүрстөрөгч агуулдаг бөгөөд пиридин, натрийн ацетатын оролцоотойгоор гарган авдаг.

H нэгдлийн карбонил бүлгийн нүүрстөрөгч рүү енолат-ион нуклеофиль довтлох үед эхлээд сөрөг цэнэгтэй завсрын нэгдэл **[K]** үүснэ. Дараа нь **[K]** нэгдэлд ацетил бүлгийн молекул доторх шилжилт явагддаг бөгөөд энэ нь завсрын **[L]** нэгдлийг үүсгээд цаашид **J1** ба **J2** болон хувирдаг.

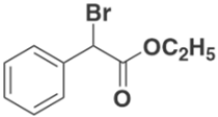
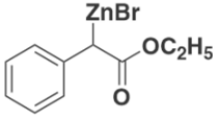
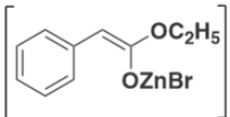
J1 нэгдлийг үнэртний үйлдвэрт эфиржих урвалаар **X**, **Y**, **Z** бодисыг үйлдвэрлэхэд ашигладаг. **X**, **Y**, **Z** нэгдэл дэх нүүрстөрөгчийн агуулга тус бүр 75.76, 75.76, 74.98% байсан нь мэдэгдэж байв. **Y** нэгдэл бүтэцдээ ханасан хоёрдогч нүүрстөрөгчийн атом агуулдаггүй болно. **X**, **Y**, **Z** бодисуудын ¹H-ЦСР-ын спектрийг доорх зургаар харуулав.



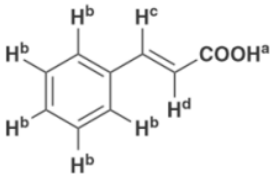
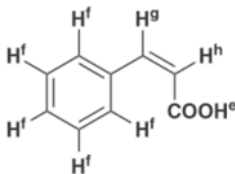
Даалгавар 1: A - E бодис тус бүрийн бүтцийг тодорхойлно уу. /2.5 оноо/

A	B	C	D	E
				

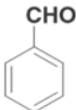
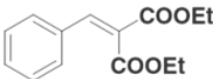
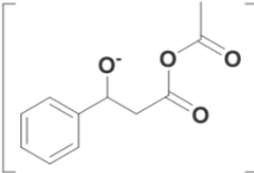
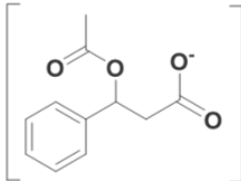
Даалгавар 2: F, G, [G'] бодис тус бүрийн бүтцийн томъёог бичнэ үү. /1.5 оноо/

F	G	[G']
		

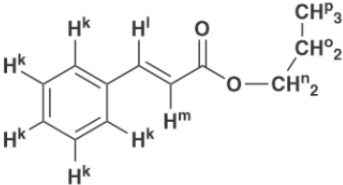
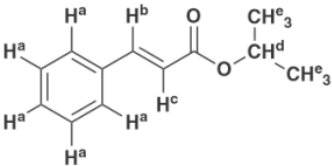
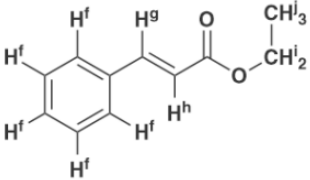
Даалгавар 3: J1 ба J2 нэгдлийн бүтцийг тодорхойлж, тус хоёр нэгдлийн ¹H-ЦСР-ын спектрт илэрсэн a-h протонуудын сигналыг молекулын бүтэц дэх харгалзах устөрөгчийн атомуудад оноолт хийж бичнэ үү. /1 оноо/

J1	J2
	

Даалгавар 4: H, I нэгдлүүд болон урвалын завсрын бүтээгдэхүүн ([K], [L])-ий бүтцийг зурна уу. /2 оноо/

H	I	[K]	[L]
			

Даалгавар 5: *X, Y, Z* нэгдэл тус бүрийн бүтцийг зурж, ^1H -ЦСР-ын спектрт илэрсэн **a – p** сигналуудыг тус органик нэгдэл дэх харгалзах устөрөгчийн атомуудад оноолт хийнэ үү. /2 оноо/

X	Y	Z
		

СОРИЛ ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН

Ерөнхий зааварчилгаа.

- **Хуудас:** Энэ тэмцээний материал нь хариултын хуудастайгаа нийт 8 хуудастай. Энэхүү сорил туршилтын ажил нь 2 даалгавартай. Энэ нь тэмцээний онооны 40 %-тай тэнцэнэ.
- **Сорилын даалгавар унших:** Оролцогч туршилт эхлэхээс өмнө даалгавартай уншиж танилцах 5 минут өгнө.
- **Даалгавар гүйцэтгэх хугацаа:** Бүх сорилын даалгаврыг 120 минутад багтаан хийнэ.
- **ЭХЛЭХ/ДУУСАХ:** “ЭХЭЛ” дохио өгөхөөр оюутнууд ажлаа эхлэх ба “ЗОГС” дохио өгөхөд хийж байгаа ажлаа тэр даруйд зогсооно.
 - Дуусгах дохио өгөхөөс өмнө 15 минутын өмнө хугацааг зарлаж хэлнэ.
 - Хэрэв “ЗОГС” дохио өгснөөс **1 минут** дотор ажлаа зогсоохгүй бол таны ажлыг хүчингүйд тооцох болно.
 - “ЗОГС” дохионы дараа ажлаа зогсоон, ажлын байран дээрээ хүлээж байгаарай. Лабораторийн туслах таны гүйцэтгэсэн ажил, шалгалтын хуудсыг хураан авч, ажлын байрыг тань шалгах болно.
- **Аюулгүй байдал:** Химийн аюулгүй ажиллагааны дүрмийг дагаж мөрдөх ёстой. Лабораторид байхдаа та халат, бээлий өмсөх ёстой. Хэрвээ лабораторийн туслах зөвшөөрвөл өөрийн нүдний шилээ зүүж болно. Химийн бодисуудтай харьцахдаа өгөгдсөн бээлийг өмсөөрэй.
 - Лабораторид юм идэж, ууж болохгүй.
 - **Аюулгүй ажиллагаа: Амаараа пипеткийг сорж болохгүй.**
- **Ажлын байр:** Та зөвхөн өөрт оногдсон ажлын байран дээр ажиллах ёстой. Дундаа хэрэглэж байгаа багаж, ажлын байрыг ашигласны дараа цэвэрлээрэй.
- **Химийн бодис, урвалж нэмэх/солих:** Химийн бодис болон шил савыг солих эсвэл дүүргэх ёсгүй.
- **Хаягдал:** Бүх химийн бодис, болон шил савыг ажлын байран дээрээ үлдээгээрэй. Даалгавар бүрийн химийн бодисын хаягдлыг зориулалтын хаягдлын саванд хийгээрэй.
- **Хариултыг бичих:** Хариулт болон үр дүнгээ зориулалтын нүдэнд нь бөглөж бичээрэй. Зөвхөн балаар бичсэн үр дүнг хариултад тооцно.
 - Хариултын нүдэнд бичээгүй үр дүнг дүгнэхгүй болохыг анхаарна уу. Хуудасны арын хоосон нүүрийг ноорог болгож ашиглаарай.

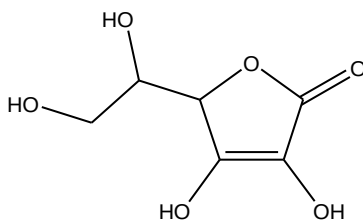
ХЭРЭГЛЭГДЭХ БОДИС УРВАЛЖ, ШИЛ САВ

№	Урвалж, шил сав	Тоо ширхэг	Нийт
11.	25 мл бюретк	1	
12.	Штатив	1	
13.	Пипетк, 5 мл	2	
14.	Нэрмэл устай сав	1	
15.	Цэвэрлэх алчуур	1	
16.	Груш	1	
17.	Шувтан колбо (титрийн колбо), 100 мл	3	
18.	Юүлүүр (бюреткэнд ашиглах)	1	
19.	Хаягдлын сав	1	
20.	Дээж уусмал хийх сав, 100 мл	4	
21.	Индикаторын сав, дусаагууртай	1	
22.	Калийн иодат, KIO_3		
23.	Калийн иодид, KI	1	
24.	Давсны хүчил, HCl	1	
25.	Дээж 1	1	
26.	Дээж 2	1	
27.	Цардуул, индикатор	1	

ДААЛГАВАР 1. ЖИМСНИЙ УНДААНЫ ДЭЭЖ ДЭХ АКСОРБИНЫ ХҮЧЛИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ

Титрлэлт нь тодорхойлох бодис болон титрантын стандарт уусмалын хоорондын урвалд үндэслэдэг арга. Титрлэлтийн эквивалент цэг (equivalence point) нь нэмж буй титрантын хэмжээ дээж дэх тодорхойлох бодисын хэмжээтэй ханш болох үеийн онолын цэг юм. Титрлэлтийн эквивалент цэгийг туршилтаар тодорхойлж чаддаггүй. Оронд нь зөвхөн химийн эквивалент нөхцөлтэй холбоотой физик өөрчлөлтийг ажигласнаар түүний хэмжээг тогтоох боломжтой. Ингэж тогтоосон хэмжээ буюу цэгийг титрлэлтийн эцсийн цэг (end point) гэнэ.

Энэхүү туршилтаар танд өгөгдсөн 2 ундааны дээж дэх витамин С-ийн хэмжээг тодорхойлно. Дээж 1 нь жүржийн жүүс, дээж 2 нь олон жимсний жүүс болно. Дээжийн найрлагыг тогтоохын тулд калийн иодатаар титрлэлт хийнэ. Аскорбины хүчил нь бие махбодыг халдвар, өвчинөөс хамгаалах чухал үүрэгтэй усанд уусдаг антиоксидант юм. Хүний бие махбод нь аскорбины хүчлийг нийлэгжүүлдэггүй учраас хоол тэжээлийн эх үүсвэрээс, голчлон жимс жимсгэнэ, хүсний ногооноос авдаг. Насанд хүрсэн хүний өдөрт авах витамин С-ийн хэмжээ 130 мг орчим байдаг. Аскорбины хүчил нь иодтой исэлдэх-ангижрах урвалд орж дегидроаскорбины хүчил болдог.



Аскорбины хүчил ($C_6H_8O_6$)

Аргачлал

Дээж уусмалаас 20 мл-ийг шувтан колбонд таслан авч 5 мл 0.6 М KI, 4 мл 1М HCl ба 5 дусал цардуулыг тус тус нэмнэ. Дээжийг 0.002 М KIO_3 -оор титрлэнэ. Титрлэлтийн эцсийн цэгт цардуул-иодын хар-хөх өнгийн комплекс үүснэ. Шаардлагатай тохиолдолд титрлэлтийг давтана гүйцэтгэнэ үү. Дээж тус бүрт туршилтыг энэхүү аргаар явуулна.

1.1 Титрлэлтийн үед явагдсан бүх урвалуудын тэгшитгэлийг бичиж, тэнцүүлнэ үү.

1.2 Дээж 1-ийн титрлэлтийн үр дүнг хүснэгтэнд бичнэ үү. (Бүх мөрүүдийг бөглөх албагүй)

Туршилт, №	Дээж 1, мл	Зарцуулагдсан КЮз, мл
1	20.0	
2		
3		
Дундаж утга		

1.3 Дээж 2-ийн титрлэлтийн үр дүнг хүснэгтэнд бичнэ үү. (Бүх мөрүүдийг бөглөх албагүй)

Туршилт, №	Дээж 2, мл	Зарцуулагдсан КЮз, мл
1	20.0	
2		
3		
Дундаж утга		

1.4 100 мл дээж тус бүр дэх аксорбины хүчлийн массыг (мг-аар) тооцоолж олно уу.

1.5 Насанд хүрсэн хүний витамин С-ийн өдөрт авах хэмжээг хангах дээж тус бүрийн хэмжээг мл-ээр олно уу.

ХЭРЭГЛЭГДЭХ БОДИС УРВАЛЖ, ШИЛ САВ

№	Урвалж, шил сав	Тоо ширхэг	Нийт
28.	50 мл Хуваагч юүлүүр	1	
29.	Штатив	1	
30.	Пипетк, 5 мл	2	
31.	Пипетк, 10 мл	1	
32.	Пипетк, 2 мл	2	
33.	Нэрмэл устай сав	1	
34.	Цэвэрлэх алчуур	1	
35.	Груш	1	
36.	Шувтан колбо 100 мл	1	
37.	Юүлүүр	1	
38.	Хаягдлын сав	1	
39.	25 мл хэмжээст колбо	4	
40.	Бромкризол индикатор	10 мл	
41.	Хлороформ	50 мл	
42.	1н давсны хүчил 1	1 мл	
43.	0.1н натрийн гидроксид	5 мл	
44.	Универсал индикатор	1	
45.	Эмт бодисын дээж	300 мг	
46.	Усгүй натрийн сульфат	1 г	

ДААЛГАВАР 2. НИЛ УЛААН ТУЯАНЫ СПЕКТРОФОТОМЕТРЭЭР ЭМТ БОДИСЫН НИЙТ АЛКАЛОИДЫГ ТООЦООЛОХ

Алкалоид нь ургамалд нийлэгждэг байгалийн азот агуулсан фармакологийн идэвхтэй органик нэгдлүүд юм. Эдгээр нь өргөн хэрэглээний улмаас ургамлын анагаах ухаанд ихээхэн нөлөө үзүүлсэн. Судалгаагаар 140 гаруй овгийн 20,000 төрөл зүйл ургамал алкалоидоор баялаг болохыг тогтоосон байдаг.

Алкалоидын тоон тодорхойлолт хийх HPLC, флюориметри, ионхроматографи, кулометри, хийн хроматографи, цахилгаан хроматографи зэрэг олон арга байдаг. Спектрофотометрийн арга нь энгийн, мэдрэмжтэй, хурдан тодорхойлох чадвараараа алдартай. Энэ арга нь алкалоидыг бромокрезол ногоон (BCG)-тэй урвалд оруулж, шар өнгөтэй бүтээгдэхүүн үүсгэдэгт үндэслэсэн.

Жишиг муруй байгуулах

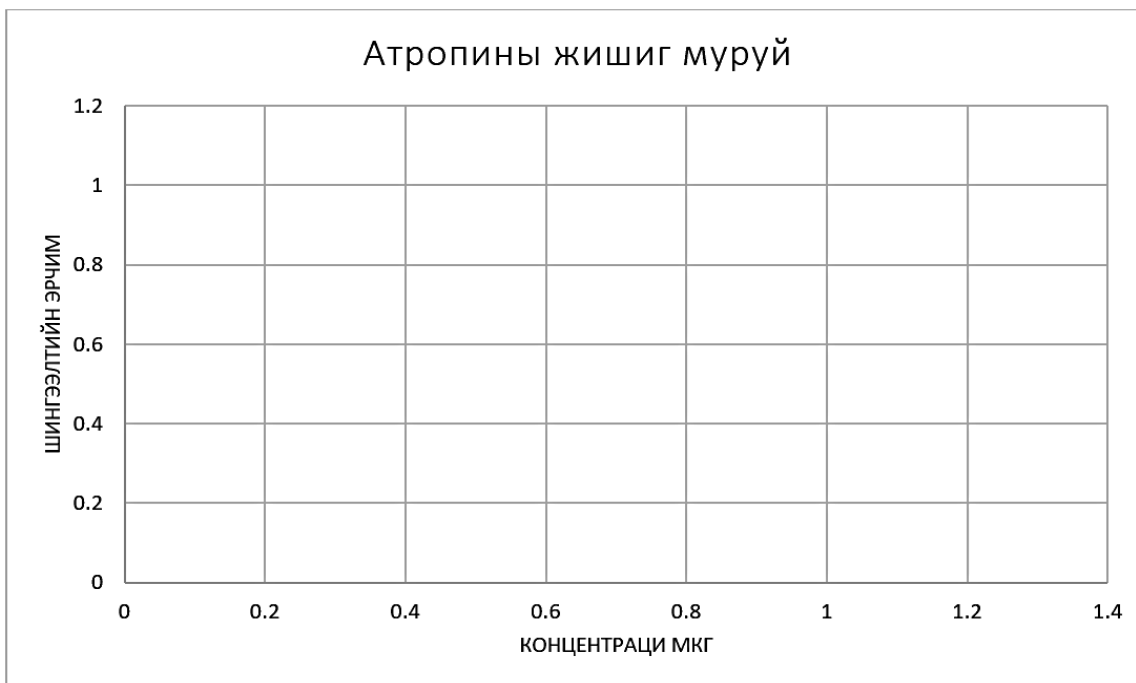
Атропины стандарт уусмалыг 2.5 мг цэвэр атропин (Сигма компаниас авсан AR зэрэглэлийн) 25 мл нэрмэл усанд уусгах замаар хийсэн. Нарийвчлалтай хэмжсэн хэсгүүдийг (0.4, 0.6, 0.8, 1 ба 1.2 мл) атропины стандарт уусмалыг өөр өөр хуваагч юүлүүрт шилжүүлэв. Дараа нь 10 мл бромокрезол ногоон (BCG) уусмал авч хольцыг 5, 5, 5, 5 мл хлороформтой хандаар сэгсэрнэ. Дараа нь хандыг 25 мл хэмжээст колбонд цуглуулж, дараа нь хлороформтой уусмалыг хэмжээс хүртэл шингэлнэ. Хлороформ хандны шингээлтийг хэт ягаан туяаны спектрофотометрээр 470 нм-ийн спектрээр хэмжсэн бөгөөд харьцуулах уусмалаар апропингүй хлороформ ашигласан. Шингээлтйн утгыг доорх хүснэгтээр өгөв.

Дэс дугаар	Атропины концентраци мкг	Шингээлт
1	0.4	24
2	0.6	36
3	0.8	48
4	1	60
5	1.2	72

Аргачлал

50 мл шилэн стаканд 300 мг эмт бодисыг жинлэн авч, 9 мл нэрмэл ус, 1 мл 1н давсны хүчилд сайтар уусгана. Уусмалаа шувтан колбо руу шүүнэ. Шүүгдсээс 5 мл таслан авч хуваагч юүлүүрт хийгээд 5 мл орчим хлороформ нэмнэ. Холимогийг зөөлөн сэгсэрээд хуваагч юүлүүрээ штативт бэхэлж хлороформийн үеийг салгаж авна. Хлороформийн үеэ хаягдлийн саванд хийнэ. Хуваагч юүлүүр дэх усан үеэ саармаг болтол (pH=7-8) 0.1н NaOH бага багаар нэмнэ. (Уусмалын орчинг универсал индикаторийн цаасаар хянана.) Дараа нь 10 мл бромокрезол ногоон (BCG) уусмал нэмээд хуваагч юүлүүрээ зөөлөн сэгсэрч холиод дээр нь тус бүр 5 мл орчим хлороформоор 4 удаагийн давталттай эмт бодисоос алкалоидыг хандалж авна. Хлороформийн хандуудаа нэгтгэн 25 мл хэмжээст колбонд юүлээд хэмжээс хүртэл хлороформ нэмээд бага зэрэг усгүй натрийн сульфат нэмээд сайтар сэгсэрээд бэлтгэсэн хэмжээст колбондох уусмалаа операторт өгнө.

Даалгавар 2.1. Жишиг муруй байгуулах.
Хүснэгтэнд өгсөн шингээлтийн утгыг ашиглан жишиг муруй байгуулна уу.



Даалгавар 2.2. Хоёр цэгийг дайрсан шулууны тэгшитгэл бичих
Жишиг муруйн тэгшитгэлийг бичнэ үү.

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{y}{x} \quad y = 6 \cdot 10^{-6} \cdot x$$

Зөвхөн тэгшитгэл зөв бичсэн тохиолдолд бүтэн оноо өгнө

Даалгавар 2.3. Жишиг муруй дээрээ оператороос авсан шингээлтийн утгыг тэмдэглэнэ үү.

Гэрлийн шингээлт	Оноо	Жишиг муруйд харгалзах утга
0.020-0.031	8	m
0.013-0.019 ба 0.032-0.060	7	
0.009-0.012 эсвэл 0.061-0.070	6	
0.002-0.008 эсвэл 0.071-80	5	
0.000-0.001 эсвэл 0.081-0.090	2	
Туршилтыг ямар нэг хэмжээгээр гүйцэтгэж хэмжилт хийлгэхээр ирсэн бол	1	

Даалгавар 2.4. Нийт алкалоидын тоог тодорхойлох
300мг эмт бодист агуулагдах алкалоидын хэмжээг тооцож гаргана уу.

9 мл нэрмэл ус, 1 мл 1н давсны хүчил $V_1=10\text{мл}$
Хуваагч юүлүүрт тасалж авсан уусмал $V_2=5\text{мл}$
 $300 \text{ мг дээж дэх алкалоидын агуулга } X = \frac{V_1}{V_2} \cdot m$

БАГШ НАРЫН ОНОЛЫН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН

№	Овог	Нэр	Сургууль	Оноо			
				Онол	Сорилго	Нийт	Байр
				60	40	100	
1	М.Энхбат	Баянзүрх	Шинэ монгол	34.37	29.24	63.60	I
2	С.Сувданчимэг	Хан-Уул	Орчлон	38.03	20.90	58.94	II
3	Ч.Лувсандагва	Хөвсгөл	Дэлгэрмөрөн	20.11	38.25	58.36	II
4	Б.Оюубат	Баянгол	Асури	21.07	22.51	43.58	III
5	Н.Тэмүүжин	Хан-Уул	Орчлон	19.28	19.82	39.11	III
6	Н.Хосбаяр	Баянзүрх	Абсолют	12.83	20.29	33.11	III
7	С.Загдхорлоо	Дорнод	12-р сургууль	8.22	23.11	31.33	III
8	А.Гантулга	Өвөрхангай	Хужирт	9.25	21.61	30.86	
9	Т.Үрэнгээ	Ховд	6-р сургууль	14.77	13.54	28.31	
10	Э.Анх-Эрдэнэ	Сэлэнгэ	2-р сургууль	3.16	23.12	26.27	
11	Д.Эрдэнэжаргал	Архангай	Эрдэнэбулган	9.55	14.87	24.42	
12	Б.Очирхуяг	Орхон		11.52	10.83	22.36	
13	Ц.Буянжаргал	Сүхбаатар	Сант	10.28	11.61	21.89	
14	П.Дагиймаа	Багануур	Гүн галуутай	5.33	14.72	20.05	
15	Д.Хосбулаг	Булган	Хишиг-Өндөр	2.83	16.37	19.19	
16	Д.Мөнхдалай	Хэнтий	1-р сургууль	11.19	7.47	18.66	
17	Ж.Дэлгэрцэцэг	Говь-Алтай		1.20	16.61	17.81	
18	Д.Пүрэвсүрэн	Дундговь	Цэгцбилэг	6.20	10.78	16.99	
19	О.Байгалмаа	Увс	1-р сургууль	10.87	5.38	16.25	
20	Ж.Нэргүй	Сүхбаатар	Уулбаян	5.00	10.81	15.81	
21	Д.Дариймаа	Чингэлтэй	5-р сургууль	5.13	10.54	15.68	
22	С.Саранцэцэг	Өмнөговь	1-р сургууль	3.96	11.39	15.36	
23	Ц.Болормаа	Баянхонгор	Номун далай	3.91	11.25	15.16	
24	Б.Бумжаргал	Сонгино хайрхан	ИЦС	2.41	12.71	15.13	
25	Т.Байгалмаа	Говьсүмбэр	1-р сургууль	2.11	11.92	14.03	
26	Ю.Оюун-Эрдэнэ	Завхан	Дэвшил	3.91	9.32	13.23	
27	Э.Уранчимэг	Дорноговь	2-р сургууль	2.10	9.91	12.01	
28	Ө.Ганчимэг	Төв	Эрдэнэ сум	2.91	7.87	10.78	
29	С.Энхцэцэг	Дархан-Уул	16-р сургууль	4.36	5.28	9.64	
30	Б.Нурбек	Баян-Өлгий	Эмпати	3.01	2.00	5.01	
31	П.Мөнх-Эрдэнэ	Сонгино хайрхан	106-р сургууль	0.66	0.00	0.66	

ОНОЛ, БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН

1-р зэрэглэл

(5 оноо)

Азот, устөрөгч, хүхэрт устөрөгчийн 150 мл холимогт 155 мл хүчилтөрөгч нэмж холимгийг бүрэн шатаажээ. Шаталтын дараа усны уурыг шингэрүүлж, даралтыг бууруулахад хийн холимог 134 мл болсон ба үүссэн хийн холимгийг хангалттай хэмжээний калийн гидроксидын уусмалд шингээхэд эзлэхүүн нь 104 мл хүртэл багасжээ.

Даалгавар 1. Явагдсан урвалын тэгшитгэл тус бүрийг бичиж тэнцүүлнэ үү.

$N_2 + O_2 \rightarrow$ урвал явагдахгүй (тооцоололд ашигласан бол хагас оноо)	0.5 оноо
$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ (тэнцүүлээгүй бол хагас оноо)	0.5 оноо
$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$ (тэнцүүлээгүй бол хагас оноо)	0.5 оноо
$2KOH + SO_2 \rightarrow K_2SO_3 + H_2O$ (гидросульфид үүсгэсэн бол хагас оноо)	0.5 оноо

Даалгавар 2. Калийн гидроксидын уусмалд шингээгдээгүй хий тус бүрийн эзлэхүүнийг тооцоолно уу.

Хүхрийн (IV) оксидын эзлэхүүн: 30 мл	0.5 оноо
Хүхэрт устөрөгчтэй урвалд орсон хүчилтөрөгчийн эзлэхүүн: 45мл (тооцоололд ашигласан бол хагас оноо)	0.5 оноо
Илүүдэл хүчилтөрөгчийн эзлэхүүн: 84 мл (тооцоололд ашигласан бол хагас оноо)	0.5 оноо
4-р урвалаас 30 мл хүхрийн оксид урвалд орсон байна. Үүнээс $V(SO_2) = (134-104) = 30$ мл, $V(SO_2) = V(H_2S)$ учир $V(H_2S) = 30$ мл, урвалд орсон $V(O_2) = 45$ мл болно. Азот ба илүүдэл хүчилтөрөгчийн эзлэхүүн $V(O_2) = 104$ мл x мл – N_2, y мл – H_2, z мл – H_2S холимогт байсан ба a мл хүчилтөрөгч илүүдэл гэж үзвэл: $\begin{cases} x + y = 120 \\ 0.5y + a = 110 \\ x + a = 104 \\ x + y + z = 150 \end{cases}$ Тэгшитгэлийг бодвол: $V(H_2) = 84$ мл $V(N_2) = 36$ мл гарна.	

Даалгавар 3. Анхны холимог дах хий тус бүрийн эзлэхүүний хувийг тооцоолно уу.

Хүхэрт устөрөгчийн эзлэхүүн: 30 мл, 20%	0.5 оноо
Устөрөгчийн эзлэхүүн: 84 мл, 56%	0.5 оноо
Азотын эзлэхүүн: 36 мл, 24% (хувийг тооцоогүй бол хагас оноо өгнө)	0.5 оноо

2-р зэрэглэл

(5 оноо)

Органик металлын комплекс гэдэг нь дор хаяж нэг нүүрстөрөгч-металлын холбоо агуулсан нэгдлүүд юм. Нэгэн органик металлын комплекс нь нүүрстөрөгч, устөрөгч, 4-р үеийн шилжилтийн металлыг (нэг молекул тутамд нэг металлын атом) агуулдаг. Диэтилийн эфир гэх мэт протик бус, комплексжүүлэгч уусгагчид энэ нэгдэл нь ион болон диссоциацилагддаг. Бензол гэх мэт туйлгүй уусгагчийн хувьд энэ нэгдэл нь диссоциацилагддаггүй. Хөлдөх цэгийн бууралт ба буцлах цэгийн дээшлэлтийн хэмжилтээс олж авсан өгөгдөл, энэ нэгдлийн дээж дээр хийсэн элементийн шинжилгээг доор харуулав.

- 36.4 г уусгагч ба 1.514 г комплекс агуулсан бензолын уусмалын хөлдөх цэг (х.ц.) нь 4.35 °C байв. (цэвэр бензолын х.ц.: 5.50 °C; бензолын K_f : 5.12 °C кг моль⁻¹).
- 10.0 г уусгагч ба 0.4735 г комплекс агуулсан диэтилийн эфирийн уусмалын буцлах цэг (б.ц.) нь 36.05 °C (цэвэр диэтилийн эфирийн б.ц.: 34.50 °C; диэтилийн K_b : 2.02 °C кг моль⁻¹).
- Комплексын элементийн шинжилгээ нь дараах үр дүнг өгчээ: 64.88% C ба 5.45% H.

$$\Delta T_{\text{Буц}} = \frac{n_{\text{у.б}}}{m_{\text{уусгагч}}} \cdot K_b \cdot i \qquad \Delta T_{\text{хөл}} = \frac{n_{\text{у.б}}}{m_{\text{уусгагч}}} \cdot K_f \cdot i \qquad i = \text{ионы тоо}$$

Даалгавар 1: Комплексжүүлэгч уусгагчид ууссан комплекс нь хэдэн ширхэг ион болж диссоциацилагдсан бэ?

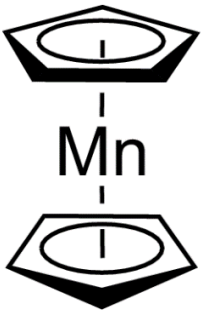
$M = \frac{m K_f i}{m_{\text{уус}} \Delta t_{\text{хөл}}} = \frac{1.514 \text{ г} \times 5.12 \text{ °C кг моль}^{-1} \times 1}{0.0364 \text{ кг} \times 1.15 \text{ °C}} = 185.2 \text{ г моль}^{-1}$	0.75 оноо
$i = \frac{M m_{\text{уус}} \Delta t_{\text{буц}}}{m K_b} = \frac{185.2 \text{ г моль}^{-1} \times 0.01 \text{ кг} \times 1.55 \text{ °C}}{0.4735 \text{ кг} \times 2.02 \text{ °C кг моль}^{-1}} = 3$	0.75 оноо

Даалгавар 2: Энэ комплекст агуулагдах металл нь маш өндөр исэлдэхүйн хэм үзүүлдэг бол энэ ямар металл байсан бэ?

$\%Me = 100\% - 64.88\% - 5.45\% = 29.67\%$	0.25 оноо
$M(Me) = 185.2 \text{ г моль}^{-1} \times \frac{29.67\%}{100\%} = 54.94 \text{ г моль}^{-1}$ Mn байжээ. (Тооцоо хийгээгүй бол 0.5 оноо)	0.75 оноо

Даалгавар 3: Энэ комплексын молекулын томъёог бичиж, бүтцийг нь дүрсэлнэ үү.

$M(C) = 185.2 \text{ г моль}^{-1} \times \frac{64.88\%}{100\%} = 120 \text{ г моль}^{-1}$	0.25 оноо
$M(H) = 185.2 \text{ г моль}^{-1} \times \frac{5.45\%}{100\%} = 10 \text{ г моль}^{-1}$	0.25 оноо
$n(Mn):n(C):n(H) = \frac{54.94}{54.94} : \frac{120}{12} : \frac{10}{1} = 1:10:10$	0.5 оноо

$MnC_{10}H_{10}$	
3 ширхэг ион диссоциацаар үүссэн тул $C_5H_5^-$ (циклопентадиенил) ион агуулсан байж болно. $MnC_{10}H_{10} \rightarrow Mn^{2+} + 2C_5H_5^-$	0.5 оноо
	1 оноо

3-р зэрэглэл

(6 оноо)

Хоолны давсны уусмалд агуулагдах хлоридыг Фольгардын аргаар тодорхойлжээ. 10.00 мл давсны уусмалыг 15.00 мл 0.1182 М $AgNO_3$ стандарт уусмалаар үйлчилж, илүүдэл мөнгөний ионыг 0.101 М $KSCN$ стандарт уусмалаар Fe^{3+} ионы индикатор ашиглан титрлэхэд төгсгөлийн цэг хүртэл 2.38 мл зарцуулагджээ.

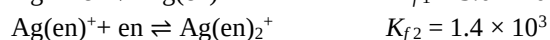
Даалгавар 1: Холбогдох урвал тус бүрийн ионы тэгшитгэлийг бичнэ үү.

$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$	0.25 оноо
$Ag^+ + SCN^- \rightarrow AgSCN$	0.25 оноо
$Fe^{3+} + SCN^- \rightarrow Fe(SCN)^{2+}$	0.25 оноо
$Fe^{3+} + 3SCN^- \rightarrow Fe(SCN)_3$	гэж бичсэн тохиолдолд 0.15 оноо

Даалгавар 2: Давсны уусмал дахь хлорид ионы концентрацийг г/л-ээр тооцоолно уу.

$c(Cl^-) = \frac{(15.00 \text{ мл} \times 0.1182 \text{ ммоль мл}^{-1} - 2.38 \text{ мл} \times 0.101 \text{ ммоль мл}^{-1}) \times 35.5 \text{ г ммоль}^{-1}}{10.00 \text{ мл}}$ $= 5.44 \text{ г/л}$	0.75 оноо
Завсрын шатны 3 үйлдэл тус бүр 0.25 оноо	

Мөнгөний ион нь 1:2 харьцаагаар этилендиаминтай (en) шаталсан урвалд орж комплекс ион үүсгэдэг.



Даалгавар 3: 0.100 М этилендиамин дахь мөнгөний хлоридын уусах чанарыг тооцоолно уу.

$$K_{sp}(AgCl) = 1.0 \times 10^{-10}$$

$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = Ag_T \alpha_{Ag^+} [Cl^-]$ $\frac{K_{sp}}{\alpha_{Ag^+}} = K_{sp}' = Ag_T [Cl^-] = s^2$	0.5 оноо
$\alpha_{Ag^+} = \frac{1}{(1 + K_{f1}[en] + K_{f1}K_{f2}[en]^2)} =$ $\frac{1}{(1 + 5.0 \times 10^4 \times 0.100 + 5.0 \times 10^4 \times 1.4 \times 10^3 \times 0.100^2)} = 1.42 \times 10^{-6}$	0.5 оноо
$s = \sqrt{\frac{K_{sp}}{\alpha_{Ag^+}}} = \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-10}}{1.42 \times 10^{-6}}} = 8.40 \times 10^{-3} M$	0.5 оноо

Даалгавар 4: $Ag(en)^+$ ба $Ag(en)_2^+$ -ийн тэнцвэр тогтсон үеийн концентрацийг тооцоолно уу.

$[Ag(en)^+] = Ag_T \alpha_{Ag(en)^+} = Ag_T \frac{K_{f1}[en]}{(1 + K_{f1}[en] + K_{f1}K_{f2}[en]^2)} =$ $8.40 \times 10^{-3} M \times \frac{5.0 \times 10^4 \times 0.100}{(1 + 5.0 \times 10^4 \times 0.100 + 5.0 \times 10^4 \times 1.4 \times 10^3 \times 0.100^2)} = 5.96 \times 10^{-5} M$	0.5 оноо
$[Ag(en)_2^+] = Ag_T \alpha_{Ag(en)_2^+} = Ag_T \frac{K_{f1}K_{f2}[en]^2}{(1 + K_{f1}[en] + K_{f1}K_{f2}[en]^2)} =$ $8.40 \times 10^{-3} M \times \frac{5.0 \times 10^4 \times 1.4 \times 10^3 \times 0.100^2}{(1 + 5.0 \times 10^4 \times 0.100 + 5.0 \times 10^4 \times 1.4 \times 10^3 \times 0.100^2)} = 8.34 \times 10^{-3} M$	0.5 оноо

Хоолны давсыг иоджуулахдаа натрийн иодид эсвэл калийн иодид хэлбэрээр иодыг нэмдэг бөгөөд иодын агуулга нь 45 мг $I_{\text{атом}}$ / кг давс байдаг. Оюутан иоджуулсан давсан дахь иодын агуулгыг мөнгөний нитратын уусмалаар титрлэн тогтоохоор шийджээ. Тэрээр давсны дээжээс усанд хангалттай уусган 0.10 M NaCl уусмал бэлтгэв.

Даалгавар 5: Дээрх уусмал дахь иодид ионы концентрацийг тооцоолно уу.

Хлорид ба иодидын молийн харьцааг тооцоолбол:	
$\frac{\frac{1000 \text{ г}}{58.5 \text{ г моль}^{-1}}}{\frac{0.045 \text{ г}}{127 \text{ г моль}^{-1}}} = 4.82 \times 10^4$	0.25 оноо
$[I^-] = \frac{[Cl^-]}{4.82 \times 10^4} = \frac{0.10 M}{4.82 \times 10^4} = 2.07 \times 10^{-6} M$	0.25 оноо

Даалгавар 6: $AgCl$ тунадасжиж эхлэх үед иодид ионы хэдэн хувь нь уусмалд үлдсэн байх вэ?

$$K_{sp}(AgI) = 1.0 \times 10^{-16}$$

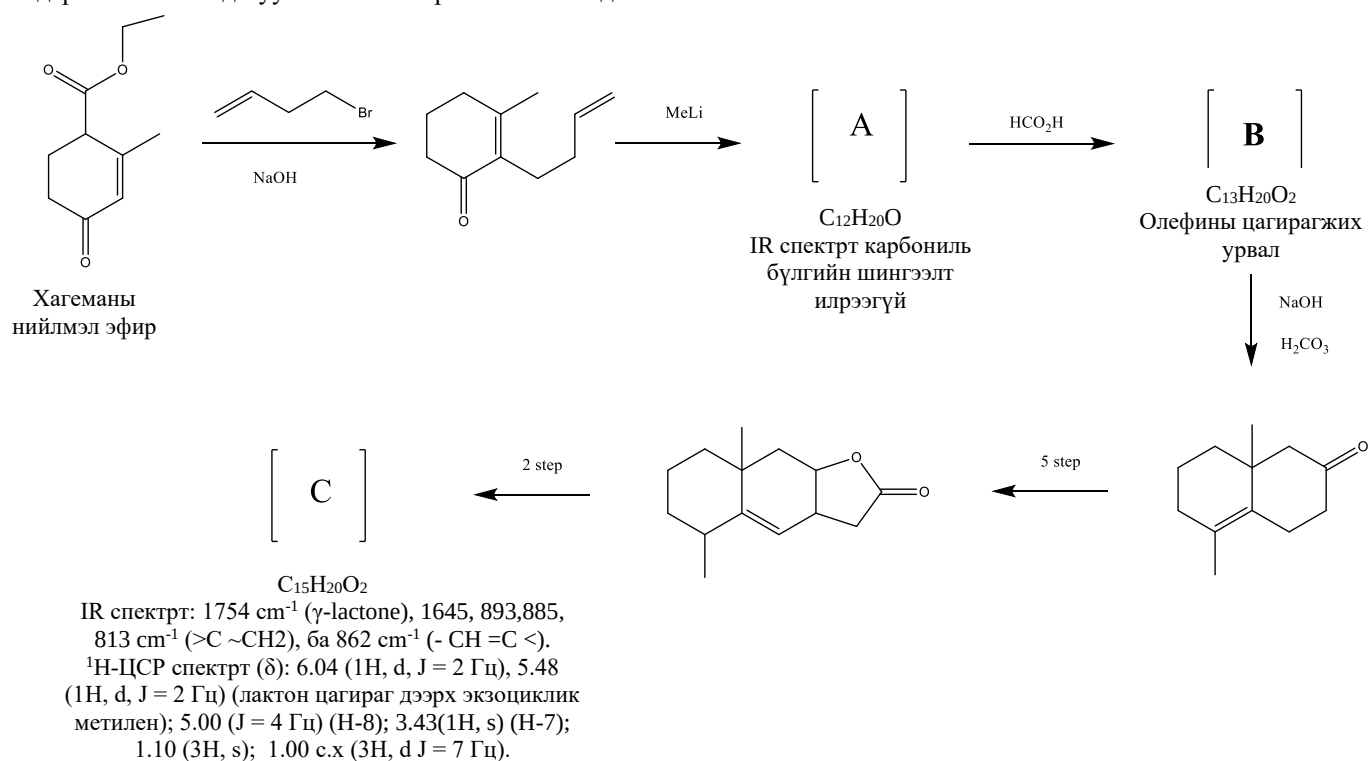
$[Cl^-] = 0.1 \text{ M}$ үед $AgCl$ тунадасжиж эхлэх $[Ag^+]$ -ийг тооцоолбол: $[Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Cl^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-10}}{0.10} = 1.0 \times 10^{-9} \text{ M}$	0.5 оноо
Энэ концентрацитай $[Ag^+]$ -ийн үе дэх иодидын ионы концентрацийг тооцоолбол: $[I^-] = \frac{K_{sp}}{[Ag^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-16}}{1.0 \times 10^{-9}} = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$	0.5 оноо
Тунадасжаагүй иодидын хувийг тооцоолбол: $\frac{1.0 \times 10^{-7} \text{ M}}{2.07 \times 10^{-6} \text{ M}} \times 100\% = 4.83\%$	0.5 оноо

4-р зэрэглэл

(6 оноо)

Сесквитерпений лактоны синтез

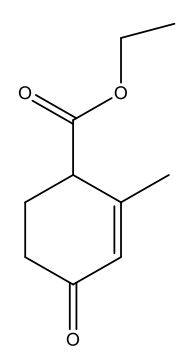
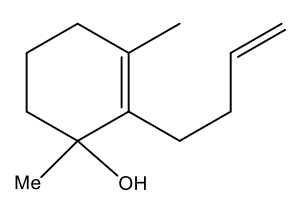
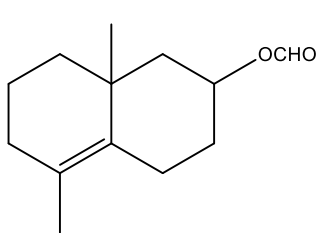
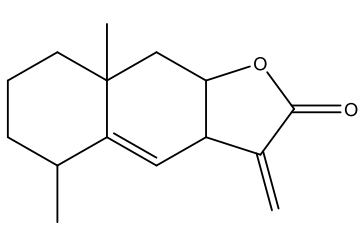
Умайн хүзүүний хорт хавдар нь эмэгтэйчүүдэд тохиолддог хавдрын тохиолдлын тоогоор хоёрдугаар байр эзэлдэг байна. Хорт хавдрын эмчилгээнд ахиц дэвшил гарсан хэдий ч хавдрын дахилт, үсэрхийлэл үүсэх нь нас баралтын тэргүүлэх шалтгаан болсон хэвээр байна. Сесквитерпений лактон (**C**) нь үрэвсэл болон хорт хавдрын эсрэг хүчтэй үйлчилгээ үзүүлдэг ба хавдрын эмчилгээнд ашиглах ирээдүйтэй нэгдэл юм. **C** бодисыг дараах схемийн дагуу синтезлэн гарган авсан байдаг.



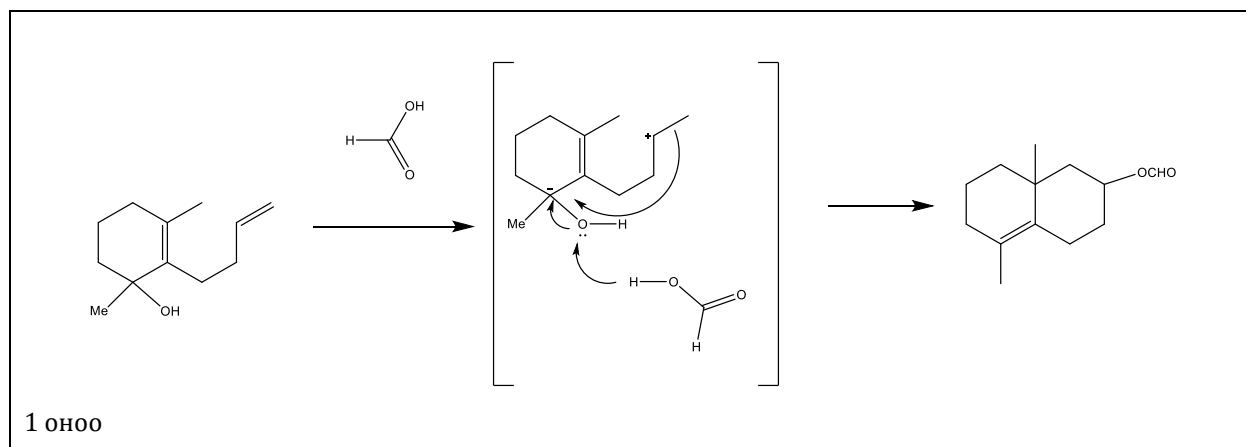
Даалгавар 1: Хагеманы нийлмэл эфирийг системт нэршилээр нэрлэнэ үү.

этил-2-метил-4-оксоциклогекс-2-ен-1-карбоксилат

Даалгавар 2: А, В, С нэгдлүүдийн стереохимийн бүтцийг зурна уу.

 этил-2-метил-4-оксоциклогекс-2-ен-1-карбоксилат (1 оноо)	А (1 оноо) 
В (1 оноо) 	С (2 оноо) 

Даалгавар 3: А нэгдлээс В нэгдэл үүсэх урвалын механизмыг дүрсэлнэ үү.



СОРИЛ, ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН

L-SX-EW технологиор катодын зэс гарган авах үйлдвэрийн рафинат дахь хүхрийн хүчлийн агуулгыг тодорхойлох

Зорилго: Эзлэхүүний анализын аргаар рафинат дахь хүхрийн хүчлийн агуулгыг тодорхойлоход оршино.

Даалгаврын өгөгдөл L-SX-EW технологиор катодын зэс гарган авах үйлдвэрийн рафинат дахь хүхрийн хүчлийн дээж өгөгдсөн. Ажлын байранд өгөгдсөн бодис урвалж болон лабораторийн шил, сав, хэрэгсэл ашиглан дээж дэх хүхрийн хүчлийн агуулгыг тодорхойлно уу.

Титрлэлт нь химийн шинжилгээнд хамгийн өргөн хэрэглэдэг анализын арга юм. Титрлэлтийн аргад эквивалент цэгийг зөв тодорхойлох нь шинжилгээний дүн үнэн зөв гарахад хамгийн чухал нөлөө үзүүлдэг. Титрлэлтийн үед уусмалын орчноос хамаарч өнгө өөрчилдөг бодисуудыг индикатор болгон ашигладаг. Индикаторыг зөв сонгосноор үл мэдэгдэх концентрацитай уусмалын агуулгыг зөв тогтооно. Мөн титрлэлтийн үед төгсгөлийн цэгийг зөв тогтоож, титрлэлтийг зогсоох нь чухал байдаг.

Хэрэглэгдэх бодис, урвалж

1. Натрийн гидроксидын уусмал (NaOH) (титр тогтоогдсон)
2. Натрийн тиосульфатын уусмал ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (титр тогтоогдсон)
3. Индикатор (Фенолфталеин)
4. Индикатор (Цардуул)
5. Индикатор (Метилоранж)
6. Дээж: Хүхрийн хүчлийн уусмал (H_2SO_4) (концентрац тодорхойгүй)
7. Нэрмэл ус

Хэрэглэгдэх шил сав:

- | | |
|----------------------------------|-----|
| 1. Бюретка | 1 ш |
| 2. Титрийн колбо (конусан) 100мл | 3ш |
| 3. Штатив | 1ш |
| 4. Хэмжээст колбо 50 мл | 1ш |
| 5. Пипетка 5 мл | 1ш |
| 6. Пипетка 10 мл | 2ш |
| 7. Шилэн аяга 100мл | 3ш |
| 8. Шилэн аяга 500мл | 1ш |
| 9. Юүлүүр | 1ш |
| 10. Груш | 1ш |
| 11. Цилиндр | |

Сорил туршилт гүйцэтгэх дараалал:

1. Стандарт уусмалыг зөв сонгох.

Титр тогтоогдсон натрийн гидроксид ба натрийн тиосульфатын стандарт уусмалуудаас шинжилгээнд тохирох уусмалыг сонгоно уу.

2. Индикатор зөв сонгох

Танд 3 төрлийн цардуул, фенолфталеин, метилоранж индикатор өгөгдсөн тул түүнээс тохирох индикаторыг сонгоно уу.

3. Бюреткийг сонгосон стандарт уусмалаар цэнэглэнэ үү.

4. Дээжийг 2 дахин шингэлж, хэмжээст колбонд 50 мл уусмал бэлтгэнэ үү. Зөвхөн бэлтгэсэн уусмалыг титрлэнэ.

5. Шингэлсэн дээжээс 10 мл авч, титрийн колбонд хийж, сонгосон индикатораас 1-2 дусал нэмнэ үү. Титрлэлтийг 3 давталттайгаар гүйцэтгэнэ үү.

Даалгавар 1. Тохирох стандарт уусмал, индикаторыг сонгох (2 оноо)

1. Стандарт уусмал зөв сонгох. 1 оноо

Ямар онолын үндэс дээр тулгуурлан стандарт уусмал сонгосныг бичнэ үү. Эзлэхүүний ямар анализын арга вэ?

Арга: Хүчил шүлтийн титрлэлтийн арга, Алкалиметрийн арга.

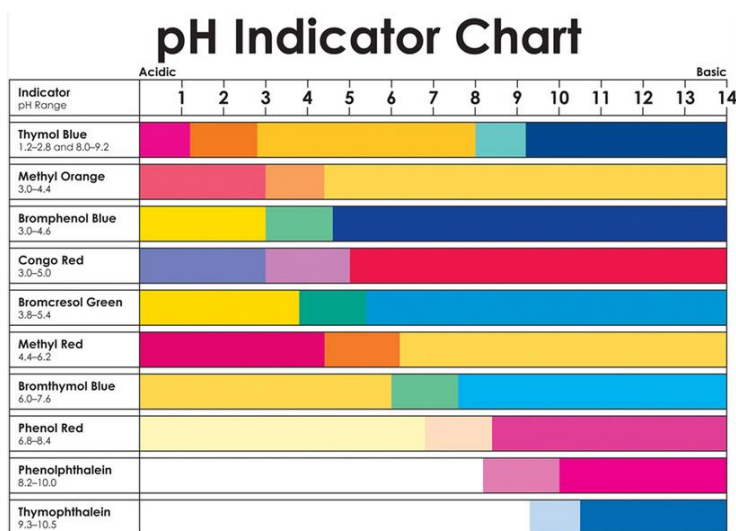
(0.5 оноо)

Стандарт уусмалын сонголт: Хүчтэй хүчлийг хүчтэй сууриар титрлэх учир натрийн гидроксидыг стандарт уусмалаар сонгож авсан.

(0.5 оноо)

2. Тохирох индикатор сонгох. (1 оноо)

Танд индикаторын өнгөний өөрчлөлтийн рН муж зургаар өгөгдсөн болно. Түүнийг ашиглан энэхүү даалгаварт ямар индикатор тохиромжтойг онолын үндэстэй тайлбарлана уу.



Фенолфталеин сонгох (0.5 оноо)
 Өнгөний өөрчлөлтийн муж 8.2-10.0 (0.5 оноо)
 Хүчтэй хүчлийг хүчтэй сууриар титрлэх үед эквивалент цэг $pH=7$ үед илэрнэ. Эквивалент цэгийн орчимд өнгө өөрчлөгдөх хүчил суурийн индикаторыг сонгох нь тохиромжтой. Индикаторын өнгөний өөрчлөлтийн графикаас харахад бромтимолын хөх индикатор сонгох нь илүү тохиромжтой боловч бидэнд фенолфталеин, метилоранж индикатор өгөгдсөн тул эдгээрээс фенолфталеиныг сонгоно. Фенолфталеины өнгөний өөрчлөлтийн муж pH 8.2-10.0 .

Даалгавар 2 . Дээж дэх хүхрийн хүчлийн агуулгыг тодорхойлох

5 оноо

1. Дээжийг 2 дахин шингэлж 50 мл уусмал бэлтгэх тооцоог хийнэ үү. Дээжээс авах эзлэхүүнийг бичнэ үү. (1.0 оноо)

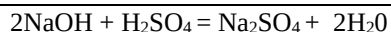
$$V_{\text{дээж}} = 25\text{мл}$$

$$V_{\text{ус}} = 25 \text{ мл}$$

Шингэрүүлэлтийн зэрэг 2

Дээж уусмалаас 25мл авч 50мл-н хэмжээст колбонд хийж хэмжээс хүртэл нэрмэл ус нэмнэ.

2. Явагдах урвалын тэгшитгэлийг бичиж тэнцүүлнэ үү. (1.0 оноо)



3. 10 мл уусмал титрлэхэд зарцуулагдсан титрантын хэмжээ, дундаж титрантын эзлэхүүнийг тодорхойлоно уу. Дундаж эзлэхүүн олох бодолтыг хийнэ үү (1.0 оноо)

V_1 , мл	V_2 , мл	V_3 , мл	$V_{\text{дундаж}}$, мл
11.8-12.0	11.8-12.0	11.8-12.0	11.8-12.0

4. Шингэрүүлсэн уусмал дахь хүхрийн хүчлийн концентрацийг олно уу. (1.0 оноо)

Титр тогтоогдсон натрийн гидроксидын уусмал өгөгдсөн.

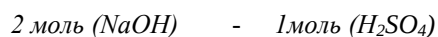
$$C_m = 1.000M, 0.1005M, 0.0993M.$$

$C_m = 1.000M$ натрийн гидроксидын уусмалаар титрлэсэн тооцоо:

$$V_1 = 11.8\text{мл} \quad V_2 = 11.8\text{мл} \quad V_3 = 11.8\text{мл} \quad V_{\text{дундаж}} = (11.8 + 11.8 + 11.8) / 3 = 11.8\text{мл} = 0.0118\text{л}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0.0118\text{л} * 0.1000\text{моль/л} = 0.00118\text{моль}$$

Урвалын дагуу натрийн гидроксидтой урвалд орсон хүхрийн хүчлийн молийн тоог олъё.



$$0.00118 \text{ моль } (\text{NaOH}) \quad - \quad X \text{ моль } (\text{H}_2\text{SO}_4) \quad n_{\text{хүчил}} = 0.00059\text{моль}$$

$$C_{\text{хүчил}} = n / V_{\text{уусмал}} = 0.00059\text{моль} / 0.01\text{л} = 0.059\text{моль/л}$$

5. Дээж дэх хүхрийн хүчлийн агуулгыг олно уу. Агуулгыг г/л нэгжээр илэрхийлнэ үү.

(1.0 оноо)

2 дахин шингэрүүлсэн хүхрийн хүчлийн уусмалын концентраци

$$C_{\text{хүчил}} = 0.059 \text{ моль/л}$$

Шингэрүүлэлтийн зэрэг 2

$$\text{Дээжийн хүхрийн хүчлийн концентраци } C_{\text{хүчил}} = 0.059 \text{ моль/л} \cdot 2 = 0.118 \text{ M}$$

Даалгавар 3 . Титрлэлтийн муруйг байгуулж, эквивалент цэг, хүхрийн хүчлийн агуулгыг олох

4 оноо

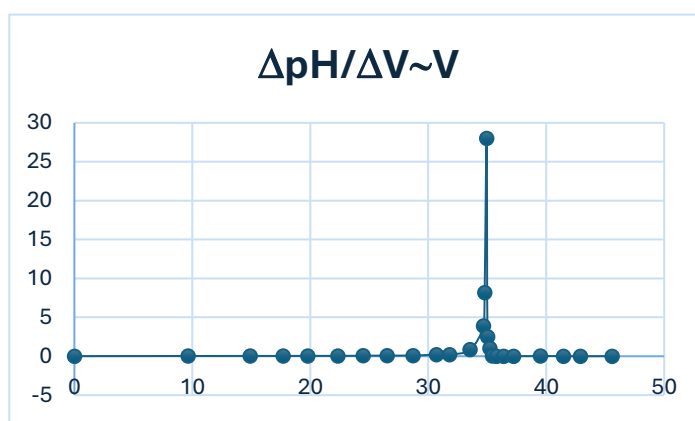
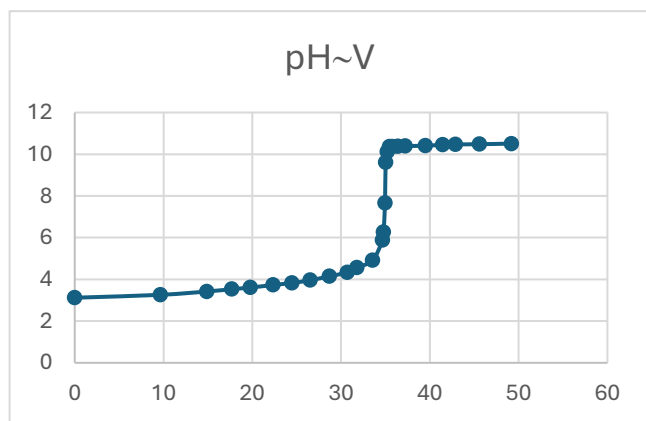
Үл мэдэгдэх концентрацитай хүхрийн хүчлийн уусмалаас 10.80мл авч титрийн колбонд хийв. Түүнийг 0.5253M концентрацитай стандарт уусмалаар титрлэв. Доорх өгөгдлийг ашиглан $\text{pH} \sim V$, $\Delta \text{pH} / \Delta V \sim V$ хамаарлын графикийг (титрлэлтийн муруйг) тус тус байгуулж, эквивалент цэг ба хүхрийн хүчлийн концентрацыг тодорхойлно уу. Концентрацыг г/л нэгжээр илэрхийлнэ үү.

Хүснэгтийн бодолт (1 оноо)

	V(NaOH),мл	pH	dpH	dV	dpH/dV
1	0	3.12	0.14	9.65	0.015
2	9.65	3.26	0.16	5.25	0.031
3	14.9	3.42	0.11	2.8	0.039
4	17.7	3.53	0.08	2.09	0.038
5	19.79	3.61	0.12	2.56	0.047
6	22.35	3.73	0.1	2.13	0.047
7	24.48	3.83	0.13	2.04	0.064
8	26.52	3.96	0.19	2.18	0.087
9	28.7	4.15	0.19	2	0.095
10	30.7	4.34	0.22	1.1	0.2
11	31.8	4.56	0.36	1.75	0.206
12	33.55	4.92	0.96	1.13	0.85
13	34.68	5.88	0.39	0.1	3.9
14	34.78	6.27	1.39	0.17	8.18
15	34.95	7.66	1.96	0.07	28
16	35.02	9.62	0.5	0.2	2.5
17	35.22	10.12	0.24	0.23	1.043
18	35.45	10.36	0.01	0.35	0.029
19	35.8	10.37	0.01	0.6	0.017
20	36.4	10.38	0.01	0.82	0.012

21	37.22	10.39	0.02	2.29	0.009
22	39.51	10.41	0.04	1.94	0.021
23	41.45	10.45	0.02	1.45	0.014
24	42.9	10.47	0.01	2.7	0.004
25	45.6	10.48	0.03	3.6	0.008
26	49.2	10.51			

График тус бүр (0.5 оноо · 2=1 оноо)



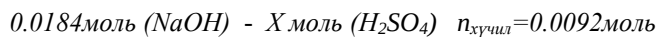
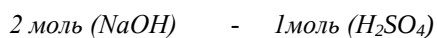
Эквивалент цэг олох : (1 оноо)

($\Delta pH/\Delta V \sim V$) графикаас эквивалент цэг дээрх натрийн гидроксидын эзлэхүүн $V_{NaOH} = 34.95 \text{ мл} = 0.03495 \text{ л}$

Хүчлийн концентраци олох: (1 оноо)

$$n_{NaOH} = 0.03495 \text{ л} \cdot 0.5253 \text{ моль/л} = 0.0184 \text{ моль}$$

Урвалын дагуу натрийн гидроксидтой урвалд орсон хүхрийн хүчлийн молийн тоог олъё.



$$C_{\text{хүчил}} = n / V_{\text{уусмал}} = 0.0092 \text{ моль} / 0.0108 \text{ л} = 0.8519 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{хүчил}} = 0.8519 \text{ моль/л} \cdot 98 \text{ г/моль} = 83.49 \text{ г/л}$$

ОЮУТНЫ “А” БҮЛГИЙН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН

Нэр	Сургууль	Онол,бодлого	Сорилго	Нийт оноо	Медаль
		22	15	37	
Б.Энгүүн	АШУУИС	11.9	13.43	25.33	Алтан медаль
З.Баярдалай	АШУУИС	9.625	12.4	22.025	Алтан медаль
Б.Номин	МУИС	7.7	12.63	20.33	Алтан медаль
О.Хүслэн	АШУУИС	8.4	11.79	20.19	Алтан медаль
А.Намуун	МУИС	6.35	12.36	18.71	Мөнгөн медаль
А.Мишээл	МУИС	5.75	12.89	18.64	Мөнгөн медаль
Н.Билгүүн	ШМТДС	2.625	13.62	16.245	Мөнгөн медаль
У.Ермек	АШУУИС	3.85	12.22	16.07	Мөнгөн медаль
Х.Цэрэннадмид	МУИС	3.625	11.745	15.37	Мөнгөн медаль
С. Уранзаяа	ШУТИС	2.5	11.43	13.93	Хүрэл медаль
Х.Батзориг	ШМТДС	2.75	10.95	13.7	Хүрэл медаль
У.Уянга	АШУУИС	2	11.46	13.46	Хүрэл медаль
Б.Мөнх-Оргил	МГТИС	2	11.38	13.38	Хүрэл медаль
Т. Заяа	ШУТИС	1.25	12.1	13.35	Хүрэл медаль
М.Оюунжаргал	МГТИС	1.5	11.76	13.26	Хүрэл медаль
Л.Бодь-Эрдэнэ	МГТИС	2	11.13	13.13	Хүрэл медаль
Д.Оргил	АШУУИС	4.9	8.12	13.02	Хүрэл медаль
Н.Золжаргал	МГТИС	1.875	11.08	12.955	Хүрэл медаль
Э.Үүрийнцолмон	МУИС	1.5	11.06	12.56	Хүрэл медаль
Г. Гэрэлмаа	ШУТИС	1.5	10.38	11.88	
Э. Мичидмаа	ШУТИС	1.5	10.37	11.87	
Ж.Оюунболор	МУБИС	3.5	8.13	11.63	
М.Хулан	МГТИС	2.75	8.59	11.34	
Ц. Мандахнар	ШУТИС	1	10.08	11.08	
Э.Буянзаяа	МУБИС	2.15	8.66	10.81	
Н. Лхам	ШУТИС	3.25	7.56	10.81	
Д.Лхагвадулам	МУБИС	2.5	6.8	9.3	
Н.Инжү	МУБИС	1.25	7.29	8.54	
Э.Мичидмаа	МУБИС	2	6.32	8.32	
А.Ану	ШМТДС	0.25	7.94	8.19	
Б.Марал	ШМТДС	1	6.93	7.93	
Б.Балжинням	ХААИС	0.75	5.17	5.92	
Ү.Мөнгөнболор	ШМТДС	0.6	4.89	5.49	
Э.Урангоо	ХААИС	0.25	3.69	3.94	
Г.Сайханцэцэг	МУИС	2.125		2.125	
Ц.Нандинцэцэг	ХААИС	0.25		0.25	
А.Саруул	ШМТДС	0.25		0.25	

1-р бодлого

(6 оноо)

Нэгэн хатуу холимог үл мэдэгдэх хоёр өөр металлын усгүй нитратуудыг тодорхой харьцаатайгаар агуулдаг. Энэ хатуу холимогос гурван ижил дээжийг 11.094 г масстайгаар жинлэн авч, усан уусмал бэлтгэжээ.

- Эхний уусмал дээр шингэрүүлсэн аммиакийн уусмалаас илүүдэл хэмжээтэйгээр нэмэхэд тунадас үүсч, уусмалын өнгө өөрчлөгджээ. Тунадасыг шүүж хатаасны дараа жинлэхэд масс нь 6.030 г байв.
- Хоёр дахь уусмал дээр калийн иодид, KI-ын уусмалаас илүүдэл хэмжээтэйгээр нэмэхэд шар тунадас үүсч, уусмалын өнгө өөрчлөгджээ.
- Гурав дахь уусмал руу хий байдалтай устөрөгчийн сульфид, H_2S -ыг илүүдлээр нэвтрүүлэхэд хар өнгийн тунадас үүсчээ. Тунадасыг шүүж авч, хатаасны дараа жинлэхэд 7.416 г масстай байв.

Даалгавар:

1. Өгөгдсөн мэдээллийг хэрэглэн хатуу холимогт агуулагдах хоёр металлын нитратуудыг олж тогтооно уу.

<u>Илүүдэл аммиакийн уусмал нэмэхэд</u> <u>Өнгөний өөрчлөлт дараах байдлаар гарч болно.</u> • Өнгөт катионы (Fe^{2+}, Fe^{3+}) тунадасжсаны улмаас өнгөгүй болж болно. • Комплекс үүссэн байж болно (Cr^{3+}, Ni^{2+}, Cu^{2+}, Co^{2+}) <u>Тунадас үүсэх боломжтой металлын катион</u> Аммиактай комплекс үүсгэх боломжгүй уусдаггүй гидроксид үүсэх. (Al^{3+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Pb^{2+})	0.5 оноо
<u>Илүүдэл KI уусмал нэмэхэд</u> <u>Өнгөний өөрчлөлт</u> Иод үүсэх (Fe^{3+}, Cu^{2+}) <i>Шар тунадас үүсэх</i> AgI, PbI_2-ийн тунадас	0.5 оноо
Боломжит хувилбар: Ag^+ ба Fe^{3+} эсвэл Pb^{2+} болон Cu^{2+} Сульфидууд хоёулаа тунадасжих тул сульфидын массаар дээрх хоёр хувилбарыг ялгаж болно.	0.5 оноо
Ag^+/Fe^{3+} гэж үзвэл Төмрийн (III) гидроксидын молийн тоо = $6.030/106.867 = 0.05643$ моль Төмрийн (III) нитратын масс = $0.05643 \times 241.860 = 13.648$ г > Холимгийн нийт масс (энэ хувилбар боломжгүй)	0.5 оноо
Pb^{2+}/Cu^{2+} гэж үзвэл Хартугалганы (II) гидроксидын молийн тоо = $6.030/241.215 = 0.024998$ моль Хартугалга (II) нитратын масс = $0.024998 \times 331.210 = 8.280$ г Зэс (II) нитратын масс = $11.094 - 8.280 = 2.814$ г	1.0 оноо

Үүссэн CuS-ийн масс = $2.814/187.556 \times 95.611 = 1.4345$ г Үүссэн PbS-ийн масс = $0.024998 \times 239.265 = 5.9811$ г Үүссэн тунадасны нийт масс = $1.4345 + 5.9811 = 7.4156$ г (тохирч байна) $\therefore$ Холимог нь нь $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ба $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -г агуулна.	
---	--

2. Холимог дахь металлын нитратуудын массын хувийг тооцоолно уу.

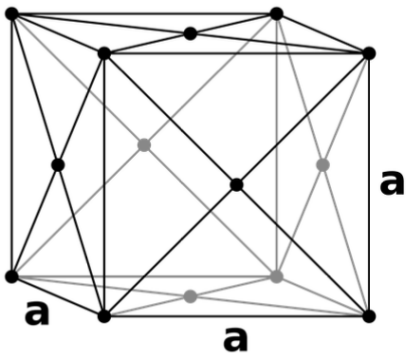
% $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ масс = $2.814/11.094 \times 100\% = 25.4\%$	0.3 оноо
% $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ масс = $100\% - 25.365\% = 74.6\%$	

3. Холбогдох урвалын тэгшитгэлүүдийг бичиж тэнцүүлнэ үү.

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$	0.2 оноо
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$	0.3 оноо
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$	0.2 оноо
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{KI} \rightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2 + 4\text{KNO}_3$	0.3 оноо
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2 + 2\text{KNO}_3$	0.2 оноо

Дээрх хоёр металлын нитратын холимогос хүнд металлынх нь нитратыг ялган авч, ангижруулан дан байдалтай металлыг нь гарган авчээ. Рентген кристаллографийн анализаар энэ металлын талст оронт тор нь талдаа төвтэй куб болохыг тогтоов.

4. Энэ металлын эгэл үүрийг дүрсэлнэ үү.

	0.5 оноо
---	----------

5. Цэврээр ялган авсан металлын атомын радиус 174 пм ($1 \text{ пм} = 10^{-12} \text{ м}$) бол металлын нягтыг тооцоолно уу. (Хэрэв та металлыг тодорхойлж чадаагүй бол паллади гэж үзээд тооцоо хийгээрэй.)

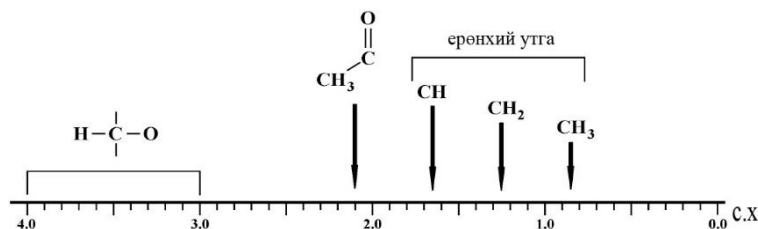
$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \times \frac{207.2 \text{ г моль}^{-1}}{6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}}}{(2\sqrt{2} \times 174 \times 10^{-12} \text{ м})^3 \times \frac{10^6 \text{ см}^3}{1 \text{ м}^3}} = 11.5 \text{ г см}^{-3}$	1.0 оноо
---	----------

2-р бодлого

(7 оноо)

^1H -ЦСР-ын спектр нь органик молекул дахь устөрөгчийн атомын тухай гурван чухал мэдээлэл өгдөг.

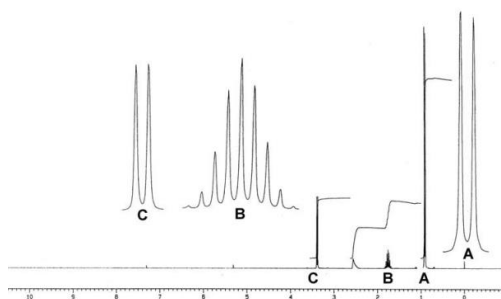
- Пикийн эрчмээс тухайн молекулд байгаа устөрөгчийн атомын тоог мэдэж болно.
- Химийн шилжилтийн утганд үндэслэн устөрөгчийн атомын зэргэлдээх цахилгаан сөрөг чанар ихтэй атом, химийн холбооны тухай мэдээлэл авдаг.
- Спины салаалалтаас хөрш устөрөгчийн атомын тоог мэдэж болно.



Зураг. Устөрөгчийн атомын химийн шилжилт

1-7-р нэгдлүүдийн тухай дараах мэдээллүүд өгөгджээ.

- Бүгд ижил $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ гэсэн молекулын томьёотой боловч химийн бүтэц, спектрийн шинж чанар өөр өөр юм.
- 5, 6, 7-р нэгдлүүд нь 1-4-р нэгдлүүдээс бага буцлах цэгтэй байдаг.
- 1-4-р нэгдлүүд нь нил улаан туяаны спектрт 3300 см^{-1} -д өргөн шингээлт өгдөг.
- 2-р нэгдэл нь оптик изомер хэлбэрээр оршин байж болно.
- 3-р нэгдлийн ^1H -ЦСР спектрийг доор үзүүлэв.



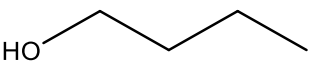
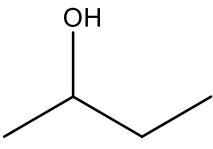
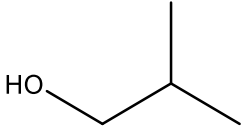
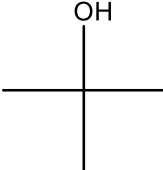
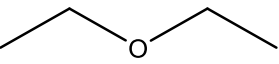
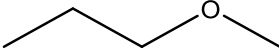
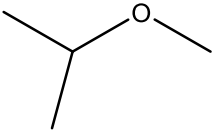
- 4 ба 5-р нэгдлүүдийн ^1H -ЦСР спектр тус бүр хоёр өөр пик өгдөг.
- 5-р нэгдлийн ^1H -ЦСР спектрээс дараах мэдээллийг авч болдог.

Химийн шилжилтийн утга (δ , ppm)	Спиний салаалалт	Эрчим
1.21	триплет	3
3.47	квартет	2

- 6-р нэгдлийн ^{13}C -ЦСР спектр нь дөрвөн өөр пик өгдөг.
- 7-р нэгдлийн ^{13}C -ЦСР спектр нь зөвхөн гурван пик өгдөг.

Даалгавар:

- Спектроскопийн мэдээллүүдийг ашиглан 1-7-р нэгдлүүдийг тодорхойлон, өгөгдсөн хүснэгтийн харгалзах нүдэнд нэгдэл бүрийн байгуулалтын томьёог зурна уу.
- 1-7-р нэгдлүүдийг ИЮПАК нэршлээр нэрлэнэ үү.

1-р нэгдэл  1-бутанол	2-р нэгдэл  2-бутанол
3-р нэгдэл  2-метил-1-пропанол	4-р нэгдэл  2-метил-2-пропанол
5-р нэгдэл  Диэтилийн эфир	6-р нэгдэл  1-метоксипропан
7-р нэгдэл  2-метоксипропан	

Зөв оноосон бүтэц тус бүр 0.9 оноо, нэршил тус бүр 0.1 оноо, нийт 7.0 оноо

3-р бодлого

(7 оноо)

Дулааны машин хөдөлгүүрт 2.0 моль аргон ($C_V = \frac{3}{2}R$) дараах дөрвөн шаттай термодинамикийн цикл процессыг хийжээ.

1-р шат	A→B	750°C температурт (A цэг) байгаа 30 л аргон 1.5 бар даралттай (B цэг) болтлоо изотерм тэлэлт хийсэн.
2-р шат	B→C	B цэгээс 235°C температуртай болтлоо адиабат тэлэлт (C цэг) хийсэн.
3-р шат	C→D	D цэг рүү изотерм агшилт хийсэн.
4-р шат	D→A	Буцаад A цэг дээрээ иртэл адиабат агшилт хийсэн.

Даалгавар:

1. Дулааны машины ашигт үйлийн коэффициентийг тооцоолно уу.

$$\bullet \quad \varepsilon = \frac{T_{\text{өндөр}} - T_{\text{нам}}}{T_{\text{нам}}} = \frac{1023 - 508}{1073} = 0.503, \text{ эсвэл } 50.3\% \quad (0.5 \text{ оноо})$$

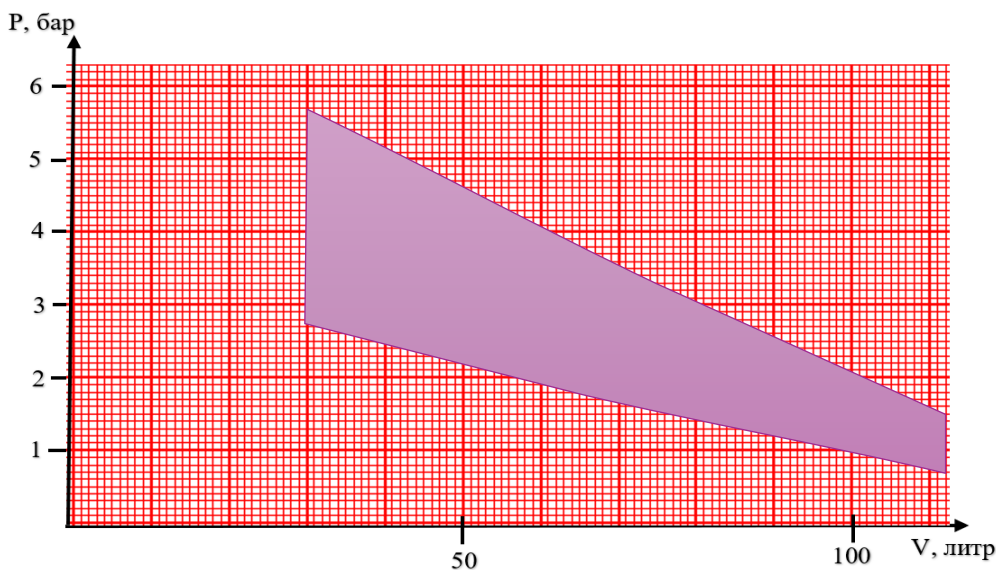
2. A, B, C, D цэгүүд дээрх даралт, эзлэхүүнийг тооцоолж термодинамикийн циклийг дүрсэлнэ үү. Цикл процессын нийт ажлыг график дээр ялган тэмдэглэнэ үү.

- A цэг: $V_A = 30.0$ литр $\Rightarrow P_A = \frac{nRT_{\text{өндөр}}}{V_A} = \frac{2 \cdot 8.314 \cdot 1023}{30 \cdot 10^{-3}} = 567 \text{ кПа}, 5.67 \text{ бар}$ (0.5 оноо)

B цэг: $P_B = 1.5$ бар $\Rightarrow V_B = \frac{nRT_{\text{өндөр}}}{P_B} = \frac{2 \cdot 8.314 \cdot 1023}{150 \text{ кПа}} = 113 \text{ литр}$ (0.5 оноо)

C цэг: $V_C = 113$ литр $\Rightarrow P_C = \frac{nRT_{\text{нам}}}{V_C} = \frac{2 \cdot 8.314 \cdot 508}{113 \cdot 10^{-3}} = 74.7 \text{ кПа}, 0.7 \text{ бар}$ (0.5 оноо)

D цэг: $V_D = 30.0$ литр $\Rightarrow P_D = \frac{nRT_{\text{нам}}}{V_D} = \frac{2 \cdot 8.314 \cdot 508}{30 \cdot 10^{-3}} = 282 \text{ кПа}, 2.82 \text{ бар}$ (0.5 оноо)
- График бүрэн байгуулсан бол: (1.5 оноо)



Хийн эзлэхүүн даралтыг буруу тооцоолсон ч термодинамикийн циклийн графикийг байгуулсан бол (0.5 оноо), графикийн дотор хэсгийг будаагүй бол 0.5 оноо хасна.

3. А→В процесс буюу изотерм тэлэлтийн ажил, орчинд ялгарах дулааныг тооцоолно уу.

Изотерм тэлэлтийн ажил болон дулаан:	(1.5 оноо)
Тооцоолол бүр 0.5 оноо	
$w = 2RT_{\text{өндөр}} \ln \frac{30}{113} = -22.6 \text{ кЖ}$	
$w = 2RT_{\text{нам}} \ln \frac{30}{113} = -11.2 \text{ кЖ}$	
$Q = -w = +22.6 \text{ кЖ}$	

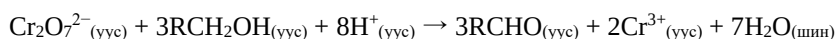
4. Хэрэв дулааны машин А цэгээс В цэг хүртэл адиабат тэлэлт хийсэн гэвэл В цэг дээрх даралт, температурыг тооцоолно уу.

Адиабат тэлэлтийн дараах температур болон даралт:	(1.5 оноо)
Тооцоолол бүр 0.5 оноо	
$p_1 \cdot V_1^{\frac{C_P}{C_V}} = p_2 \cdot V_2^{\frac{C_P}{C_V}}$ гэдгээс: $\frac{C_P}{C_V} = \frac{5R}{2} \cdot \frac{2}{3R} = \frac{5}{3}$	
$p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\left(\frac{5}{3}\right)} = 5.67 \cdot \left(\frac{30}{113}\right)^{\frac{5}{3}} = 0.622 \text{ бар}$	
$T_2 = \frac{pV}{nR} = \frac{62200 \cdot 113 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 8.314} = 423 \text{ К}$	

4-р бодлого

(8 оноо)

Спирт хүчиллэг орчинд дихромат ионоор исэлдэх процесс дараах урвалаар явагддаг.



Энэ урвал явагдсанаар уусмалын өнгө өөрчлөгддөг тул шингээлтийн спектроскопоор энэхүү урвалын хурдыг судлах боломжтой.

Даалгавар:

1. Исэлдэх болон ангижрах хагас урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү.

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	0.25 оноо
$\text{RCH}_2\text{OH} \rightarrow \text{RCHO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	0.25 оноо

Лаборатори 0.10 М этанол, 0.75 М калийн дихромат (рН =3.5)-ын хүчиллэгжүүлсэн уусмал байв. Дээрх урвалын кинетикийг судлахын тулд дараах туршилтыг явуулжээ.

- 100 мл эзлэхүүнтэй гурван хэмжээст колбонд этанолын уусмалыг тус тус ялгаатай эзлэхүүнтэйгээр таслан авчээ.
- Дараа нь гурван колботой уусмалыг 0.75 М калийн дихроматын уусмалаар хэмжээс хүртэл нь дүүргэн 100 мл уусмалуудыг бэлтгэв. Эдгээр уусмалын рН ойролцоогоор 4.5 байв.
- Спектрофотометр хэрэглэн зөвхөн дихромат ионы шингээлт өгөх долгионы уртад урвалын эхэнд болон урвал явагдсанаас хойш 20 секундын дараа холимгийн гэрэл шингээлтийг хэмжижээ.

- 25°C температурт гэрэл шингээлтийн хэмжилтийн утгыг хэрэглэн урвалын анхны хурдыг тодорхойлж, үр дүнг хүснэгтээр үзүүллээ.

100 мл хэмжээст колбоны дугаар	V(RCH ₂ OH) (мл)	Анхны хурд (М/с)
1	50.0	2.401×10^{-9}
2	60.0	2.577×10^{-9}
3	70.0	2.604×10^{-9}

Энэ урвалын хурдны хууль нь дараах хэлбэртэй.

$$v = k \cdot [RCH_2OH]^x [Cr_2O_7^{2-}]^y [H_3O^+]^z, \text{ энд } z = 1 \text{ байна.}$$

Даалгавар:

2. Анхны хурдны арга хэрэглэн урвалын тухайн эрэмбэ (х, у), хурдны тогтмолыг тооцоолно уу. Үүний тулд уусмалуудыг хольсны дараах колбонд байгаа спирт, дихроматын концентрацийг тооцоолж дараах хүснэгтэд нөхөж бичнэ үү.

100 мл хэмжээст колбоны дугаар	[RCH ₂ OH] (М)	[Cr ₂ O ₇ ²⁻] (М)
1	0.050	0.375
2	0.060	0.300
3	0.070	0.225

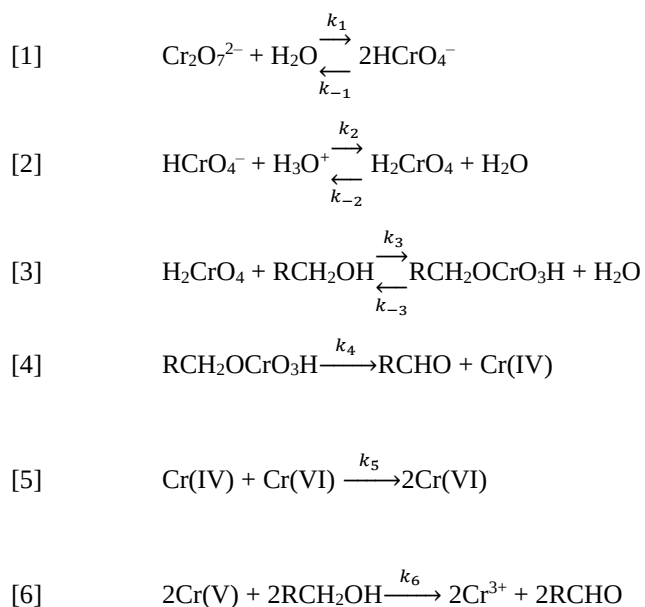
Зөв тооцсон концентраци тус бүр 0.05 оноо, нийт 0.3 оноо

$[H^+] = 10^{-4.5} = 3.16 \times 10^{-5} M$	0.2 оноо
$v = k \cdot [RCH_2OH]^x [Cr_2O_7^{2-}]^y [H_3O^+]$ илэрхийллийг хувиргавал $\ln v = \ln k + x \ln[RCH_2OH] + y \ln[Cr_2O_7^{2-}] + \ln[H_3O^+]$ $\begin{cases} \ln 2.401 \times 10^{-9} = \ln k + x \ln 0.05 + y \ln 0.375 + \ln(3.16 \times 10^{-5}) \\ \ln 2.577 \times 10^{-9} = \ln k + x \ln 0.06 + y \ln 0.300 + \ln(3.16 \times 10^{-5}) \\ \ln 2.604 \times 10^{-9} = \ln k + x \ln 0.07 + y \ln 0.225 + \ln(3.16 \times 10^{-5}) \end{cases}$	0.8 оноо
$\ln k = -6.00$	0.5 оноо
$x = 0.998 \approx 1$	0.5 оноо
$x = 0.499 \approx 0.5$	0.5 оноо
$k = e^{-6} = 2.48 \times 10^{-3} \text{ л}^{1.5} \text{ моль}^{-1.5} \text{ с}^{-1}$	Тоон утга 0.25 оноо, нэгж зөв бичвэл 0.25 оноо

3. Дээрх уусмалуудыг 33°C хүртэл халаахад туршилтаар тодорхойлсон урвалын хурдны тогтмол нь 2.78 дахин ихэссэн бол урвалын идэвхжлийн энерги E_a , давтамжийн фактор A -ийг тооцоолно уу. (Хэрэв та хурдны тогтмолыг олж чадаагүй бол $k_r = 0.00250$ гэсэн утгыг ашиглаарай.)

$\ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$ $E_a = \frac{-\ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) R}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = \frac{-8.3145 \times \ln 2.78}{\frac{1}{306.15} - \frac{1}{298.15}} = 96991 \text{ Ж моль}^{-1} = 97.0 \text{ кЖ моль}^{-1}$	0.5 оноо
$k = Ae^{\frac{E_a}{RT}}$ $A = ke^{\frac{E_a}{RT}} = 2.48 \times 10^{-3} e^{\frac{97000}{8.3145 \times 298.15}} = 2.43 \times 10^{14} \text{ л}^{1.5} \text{ моль}^{-1.5} \text{ с}^{-1}$	Тоон утга 0.35 оноо, нэгж зөв бичвэл 0.35 оноо

Энэхүү спиртийн исэлдэх урвалын кинетик нь харьцангуй сайн судлагдсан бөгөөд дараах зургаан үе шаттай механизмгаар явагддаг.



4. Хэрэв [4] шат нь хамгийн удаан, [1], [2], [3] шатанд тэнцвэр хурдан тогтдог бол хурдны хуулийн илэрхийллийг гаргана уу. Нийт урвалын хурдны тогтмолыг (эффектив хурдны тогтмол) шат бүрийн хурдны тогтмолуудаар илэрхийлнэ үү.

$v = k_4[\text{RCH}_2\text{OCrO}_3\text{H}]$	0.35 оноо
$v = k_4 \frac{k_3}{k_{-3}} [\text{RCH}_2\text{OH}][\text{H}_2\text{CrO}_4]$	0.35 оноо
$v = k_4 \frac{k_3}{k_{-3}} [\text{RCH}_2\text{OH}] \frac{k_2}{k_{-2}} [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCrO}_4^-]$	0.35 оноо

$v = k_4 \frac{k_3}{k_{-3}} [RCH_2OH] \frac{k_2}{k_{-2}} [H_3O^+] \sqrt{\frac{k_1}{k_{-1}} [Cr_2O_7^{2-}]}$	0.6 оноо
$v = k' [RCH_2OH] [H_3O^+] [Cr_2O_7^{2-}]^{\frac{1}{2}}$ $k' = k_4 \frac{k_3}{k_{-3}} \frac{k_2}{k_{-2}} \frac{k_1}{k_{-1}}$	0.35 оноо

5. 298 К температурт уусмалын орчны рН-ийг 1-ээр ихэсгэхэд $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ хосын стандарт ангижрах потенциал хэдэн В-оор өөрчлөгдөх вэ?

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ $E = E^\circ + \frac{0.0592}{6} \log \frac{[Cr_2O_7^{2-}][H^+]^{14}}{[Cr^{3+}]^2}$	0.25 оноо
$E = E^\circ + \frac{0.0592}{6} \log \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr^{3+}]^2} + \frac{0.0592}{6} \log [H^+]^{14} =$ $= E^\circ + \frac{0.0592}{6} \log \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr^{3+}]^2} - \frac{0.0592 \times 14}{6} pH =$	0.5 оноо
$\Delta E = -\frac{0.0592 \times 14}{6} \Delta pH = -0.138V$	0.25 оноо

СОРИЛ, ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН ХУВААРИЛАЛТЫН КОЭФФИЦИЕНТ ТОДОРХОЙЛОХ

Ажлын зорилго: Усан уусмалаас органик фазад иодын уусах зүй тогтлыг судлаж, түүний хуваарилалтын коэффициентыг тодорхойлоход оршино.

Тогтмол температурт үл холилдох хоёр шингэнээс тогтсон систем рүү хоёр шингэнд хоёуланд нь уусдаг гуравдагч бодисыг бага хэмжээгээр нэмж өгөхөд шингэн фазын хоёр үзэнд ууссан гуравдагч бодисын концентрацын харьцаа нь тогтмол байдаг бөгөөд түүнийг түгэлтийн хууль буюу хуваарилалтын коэффициент гэнэ.

Ууссан бодис хоёр шингэний дотор ижил төлөв байдалд тухайлбал ассоциацид орохгүй дан молекул (мономер) гэж үзвэл 1-р уусгагчийн идэвх a_i^I , 2-р уусгагчийн идэвх a_i^{II} болно. Зэрэгцээ оршиж байгаа хоёр фазад хуваарилагдан оршиж байгаа тухайн бодисын химийн потенциал өөр хоорондоо тэнцүү байдаг. Судалж буй бодисын химийн потенциал:

$$1\text{-р фазад: } \mu_i^I = \mu_i^0 + RT \ln a_i^I \quad (1)$$

$$2\text{-р фазад: } \mu_i^{II} = \mu_i^0 + RT \ln a_i^{II} \quad (2) \text{ болно.}$$

Тэнцвэр тогтсон системд:

$$\mu_i^I = \mu_i^{II} \text{ болох ба } \mu_i^0 + RT \ln a_i^I = \mu_i^0 + RT \ln a_i^{II} \text{ буюу } \mu_i^0 - \mu_i^0 = RT \ln \frac{a_i^I}{a_i^{II}} \quad (3)$$

Тогтмол температурт стандарт химийн потенциалууд μ_i^0 ба μ_i^0 тогтмол хэмжигдэхүүн юм. Иймд хуваарилалтын коэффициент нь:

$$\frac{a_i^I}{a_i^{II}} = \text{const} = K \quad (4)$$

Энд: K –хуваарилалтын коэффициент.

Шингэрүүлсэн уусмалын хувьд хуваарилалтын коэффициентийг тооцоолохдоо идэвхийн оронд концентрац (C_i)– ыг авч болно.

$$K = \frac{C_1}{C_2} \quad (5)$$

Хэрэв ууссан бодис уусгагчийн дотор ассоциацид ордог бол хуваарилалтын коэффициент дараах хэлбэртэй байдаг.

$$K = \frac{C_1}{(C_2)^{1/n}} \quad (6)$$

Энд: C_1 –усан фаз дахь иодын концентрац, C_2 –органик фаз дахь иодын концентрац, n –уусгагчийн төрх байдал болон ууссан бодисын молекулын ассоциацаас болж түүний молекул масс хэрхэн өөрчлөгдөхийг харуулсан тоо юм.

Хэрэглэгдэх бодис, шил сав

- 0.05 н J_2 -ын уусмал (нягт: 1.02 г/мл)
- 0.001 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ын уусмал
- 1%-ийн цардуулын уусмал
- Бензол (нягт: 0.876 г/мл)
- Бусад шаардлагатай шил сав

Туршилт гүйцэтгэх дэс дараалал

250 мл-ийн хэмжээтэй гурван ширхэг таглаатай колбо авч, дугаарлаад 1-р хүснэгтэд үзүүлсэн харьцаагаар холимог уусмалууд бэлтгэнэ. Колбоны таглааг бөглөөд, бэлтгэсэн холимгийг сэгсрэгч төхөөрөмжид 40 минутын турш сэгсэрнэ. Энэ үед тэнцвэр тогтоно.

Санамж: Оюутан туршилт эхэлснээс хойш 20 минутын хугацаанд заавар унших, туршилтыг төлөвлөх, холимог уусмалууд бэлтгэх зэрэг бэлтгэл ажил хийнэ. Бэлтгэл ажил дууссаны дараа сэгсрэгч төхөөрөмжид бэлтгэсэн холимог уусмалуудаа ширээний дугаарын дагуу байрлуулна уу. Бүх оюутнууд уусмалуудаа байрлуулсны дараа багш сэгсрэгч төхөөрөмжийг ажиллуулна.

1-р хүснэгт

№	0.05 н иодын уусмалаас авах хэмжээ, мл	Нэрмэл усны хэмжээ, мл	Бензолын хэмжээ, мл
1	5	95	20
2	10	90	20
3	15	85	20

Сэгсэрсэн холимог уусмалыг хуваагч юүлүүрт хийж 3-5 мин орчим хөдөлгөөнгүй байлгасаны дараагаар нь 2 үет уусмалыг хооронд нь салгана. Салгах явцад крантаар уусмал алдагдахаас болгоомжилно уу. Дараагийн уусмалыг салгахад хуваагч юүлүүрийг угааж хэрэглэнэ үү. Органик фазыг таглаатай колбонд буцаан хийж хадгална уу. Усан ба органик фазуудыг салгасны дараа зөвхөн усан фазын уусмалаас 10 мл дээж авч титрийн колбонд хийж 2-3 дусал 1%-ийн цардуулын уусмал дусаагаад, 0.001 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ын уусмалаар цэнхэр өнгө арилтал титрлэнэ. Титрлэлтийг дээж тус бүр дээр 2-оос доошгүй удаа хийж дүнг 2-р хүснэгтэнд тэмдэглэнэ.

Хэмжилтийн дүнг боловсруулах:

2-р хүснэгт

№	Титрлэлтэнд авсан иодын уусмалын эзлэхүүн, мл	Титрлэлтэнд зарцуулсан 0.001 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ын эзлэхүүн, мл			Иодын концентрац (г-экв/л)			$\ln(C_1')$	$\ln(C_2)$	1/n	K	$K_{\text{дунд}}$
		Бензол хольсны дараах			Бензол холихын өмнө (C_1)	Бензол хольсны дараах (C_1')	Бензолын үеийнх ($C_2 = C_1 - C_1'$)					
		V_1	V_2	$V_{\text{дунд}}$								
1	10	1	1.1	1.05	0.0025	0.000105	0.002395	-9.16	-6.03	1.914	10.89	10.79
2	10	3.6	3.6	3.6	0.005	0.00036	0.00464	-7.93	-5.37		10.53	
3	10	7.7	7.6	7.65	0.0075	0.000765	0.006735	-7.18	-5.00		10.97	

1-р даалгавар: 1-р хүснэгтэд үзүүлснээр бэлтгэсэн холимгийн эзлэхүүнд үндэслэн иодын уусмалуудын анхны концентрацыг (C_1) тооцоогоор олно уу.

№	Иодын уусмалын концентрац, (г-экв/л)
1	$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$ $0.05 \cdot 5 = X \cdot 100 \Rightarrow X = 0.0025$ (0.5 оноо)
2	$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$ $0.05 \cdot 10 = X \cdot 100 \Rightarrow X = 0.005$ (0.5 оноо)
3	$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$ $0.05 \cdot 15 = X \cdot 100 \Rightarrow X = 0.0075$ (0.5 оноо)

2-р даалгавар: Органик фазыг салгасны дараах усан фазад агуулагдах иодын концентрацыг (C_1') туршилтын дүнгээр тооцоолно уу.

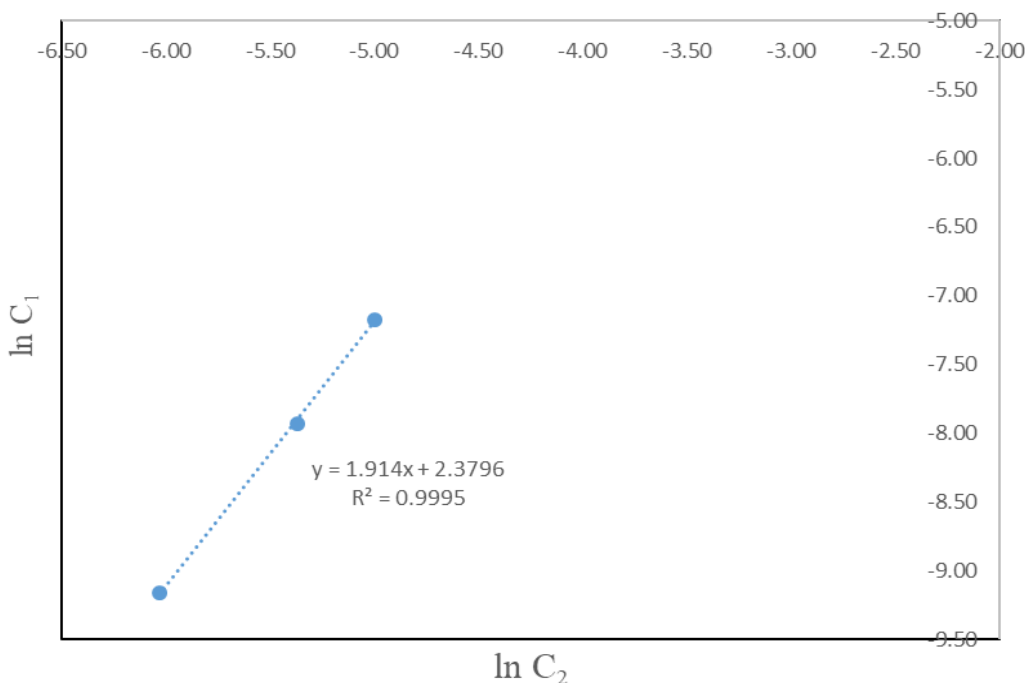
№	Иодын уусмалын концентрац, (г-экв/л)
1	$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$ $0.001 \cdot 1.05 = X \cdot 100 \Rightarrow X = 0.000105$ (0.5 оноо)
2	$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$ $0.001 \cdot 3.6 = X \cdot 100 \Rightarrow X = 0.00036$ (0.5 оноо)
3	$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$ $0.001 \cdot 7.65 = X \cdot 100 \Rightarrow X = 0.000765$ (0.5 оноо)
4	Бензолын үе дэх концентрац олох (1 оноо)

3-р даалгавар: (6) тэгшитгэлийн хоёр талыг логарифмчилаад $\ln(C_1') = f \ln(C_2)$ хамаарлаар график байгуулна.

Энэ хамаарал шулуун байх тул шулууны хазайлт $\frac{1}{n}$, интерсепт буюу $x=0$ үед y тэнхлэгийн огтлолцол нь хуваарилалтын коэффициентын (K) утгатай тус тус тэнцүү болно. Графикийн аргаар молекулын ассоциацийн тоог (n) тооцоолно уу. (Зөвхөн графикийн аргаар тооцоолсон тохиолдолд харгалзах оноог өгнө)

$$K = \frac{C_1}{(C_2)^{1/n}} \text{ буюу } C_1 = K \cdot (C_2)^{1/n}$$

$$\ln C_1 = \ln K + \frac{1}{n} \ln C_2$$



Графикаас шулууны хазайлт $\frac{1}{n} = 1.914$ болно.

Нийт 5 оноо: тэнхлэг сонгох (1 оноо), масштаб зөв сонгох (1 оноо), хазайлт олох (3 оноо).

4-р даалгавар: Хуваарилалтын коэффициентын утгыг тооцоолно уу.

№	Хуваарилалтын коэффициент (K)	$K_{\text{дунд}}$
1	$K_1 = \frac{C_1}{(C_2)^{1/n}} = \frac{0.000105}{(0.002395)^{1.914}} = 10.89$ (0.66 оноо)	10.79
2	$K_2 = \frac{C_1}{(C_2)^{1/n}} = \frac{0.00036}{(0.00464)^{1.914}} = 10.53$ (0.66 оноо)	
3	$K_3 = \frac{C_1}{(C_2)^{1/n}} = \frac{0.000765}{(0.006735)^{1.914}} = 10.97$ (0.66 оноо)	

5-р даалгавар: Дээрх гурван туршилтын үед усан фазаас органик фаз руу шилжсэн иодын хэмжээг граммаар тооцоолно уу.

№	Шилжсэн иодын масс, г
1	$m_1 = (C_1 - C'_1) \cdot \Delta_{J_2} \cdot V_{\text{усан үе}} = 0.002395 \cdot 127 \cdot 0.1 = 0.03041$ (1 оноо)
2	$m_1 = (C_1 - C'_1) \cdot \Delta_{J_2} \cdot V_{\text{усан үе}} = 0.00464 \cdot 127 \cdot 0.1 = 0.05893$ (1 оноо)
3	$m_1 = (C_1 - C'_1) \cdot \Delta_{J_2} \cdot V_{\text{усан үе}} = 0.006735 \cdot 127 \cdot 0.1 = 0.085$ (1 оноо)

ОЮУТНЫ “Б” БҮЛГИЙН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН

Нэр	Сургууль	Түвшин	Онол,бодлого	Сорилго	Нийт оноо	Медаль
Б. Мөнхнаран	МУИС, ШУС	III	19.9	4	23.9	Алтан медаль
Х. Бөртэ	Шинэ Монгол ТДС	IV	13.75	3.9	17.65	Алтан медаль
Г. Билгүүн	МУИС, ХШУС	IV	9.85	4.7	14.55	Алтан медаль
Л. Баярдаваа	МУИС, ШУС	III	8.35	5.6	13.95	Мөнгөн медаль
Б. Дэлгэрмаа	АШУИС	II	10.1	3.4	13.5	Мөнгөн медаль
О. Тэмүүлэн	ШУТИС, ХИС	VI	8.35	4.3	12.65	Мөнгөн медаль
П. Манлайбаатар	МУИС, ШУС	IV	7.55	4.6	12.15	Мөнгөн медаль
Б. Ариунзаяа	ШУТИС, ХИС	III	6.35	5	11.35	Мөнгөн медаль
Д. Мөнхбат	АШУИС	V	8.7	2.2	10.9	Мөнгөн медаль
Б. Хонгорзул	Шинэ Монгол ТДС	III	7.3	3.2	10.5	Мөнгөн медаль
М. Ангирмаа	АШУИС	V	5.55	4.3	9.85	Хүрэл медаль
Л. Бадамжав	Шинэ Монгол ТДС	IV	5.15	4.4	9.55	Хүрэл медаль
Д. Цацралт	АШУИС	III	7.4	2.1	9.5	Хүрэл медаль
О. Хулан	МУБИС	III	4.75	4.1	8.85	Хүрэл медаль
Э. Чойжоо	Шинэ Монгол ТДС	III	5.7	2.8	8.5	Хүрэл медаль
О. Жанчивдулам	АШУИС	II	5.2	3.2	8.4	Хүрэл медаль
П. Мичидмаа	МУБИС	III	3.75	4.1	7.85	Хүрэл медаль
Б. Ундрэм	ШУТИС, ХИС	VI	2.15	5.2	7.35	Хүрэл медаль
М. Уянга	МУБИС	III	3.3	3.8	7.1	Хүрэл медаль
С. Шүрэнцэцэг	МУБИС	III	4	2.9	6.9	Хүрэл медаль
Б. Одгэрэл	МУИС, ШУС	III	4.1	2.8	6.9	Хүрэл медаль
М. Цагаанцэцэг	МУБИС	III	2.3	3.5	5.8	
Э. Уянга	ШУТИС, ХИС	III	2.55	3	5.55	
Д. Оюундарь	МУИС, ХШУС	III	2.7	2.8	5.5	
Э. Энхжин	ШУТИС, ХИС	III	1.85	3.6	5.45	
Г. Сүндэрьяа	Монгол Герман ТИС	III	2.95	2.4	5.35	
Б. Болд-Эрдэнэ	Шинэ Монгол ТДС	III	1.75	3.6	5.35	
Т. Дашнамжил	Монгол Герман ТИС	IV	5.3		5.3	
Э. Номундарь	Шинэ Монгол ТДС	III	1.7	3.3	5	
Б. Энгүүн	Монгол Герман ТИС	I	2.25	2.2	4.45	
Б. Дөлтөгөлдөр	Монгол Герман ТИС	I	1	2.8	3.8	
С. Айсулу	ШУТИС, ХИС	III	1.5	2	3.5	
Д. Амарболд	АШУИС	IV	0.6	2	2.6	
С. Дайриймаа	ХААИС	III	2.4		2.4	
Б. Жинжиймаа	ХААИС	III	0.9		0.9	
Б. Сугармаа	ХААИС	III	0.45		0.45	

АГУУЛГА

Улсын химийн гучин хоёрдугаар олимпиадын урилга-хөтөлбөр	3
Улсын химийн гучин хоёрдугаар олимпиадын онол бодлого, сорил туршилтын тэмцээний даалгавар боловсруулсан зохиогчид	5
Багш Б.Роломжавын ажил үйлс, химийн олимпиадын амжилт	6
IX АНГИ	7
ОНОЛ БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН	7
СОРИЛ ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН	13
IX АНГИЙН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН	17
XII анги	19
ОНОЛ БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН	19
СОРИЛ ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН	19
XII АНГИЙН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН	48
БАГШ НАР	50
ОНОЛ БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН	50
СОРИЛ ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН	61
БАГШ НАРЫН ОНОЛЫН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН	69
ОЮУТНЫ “А” БҮЛЭГ	70
ОНОЛ, БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН	70
СОРИЛ, ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН	76
ОЮУТНЫ “А” БҮЛГИЙН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН	81
ОЮУТНЫ “Б” БҮЛЭГ	82
ОНОЛ, БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН	82
СОРИЛ, ТУРШИЛТЫН ТЭМЦЭЭН	91
ОЮУТНЫ “Б” БҮЛГИЙН ТЭМЦЭЭНИЙ ДҮН	96