

СОРИЛЫН ТЭМЦЭЭН



**51st — International
Chemistry Olympiad
France — Paris — 2019**

Making science together!

2019-07-24



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION

Ерөнхий зааварчилгаа

- Энэ тэмцээний материал нь 27 хуудастай.
- Сорилын тэмцээн эхлэхээс өмнө **READ** дохио өгнө. Сорилын тэмцээний даалгавартай 15 минутанд танилцана. Энэ хугацаанд зөвхөн **уншиж танилцах ба тооны машин ашиглах, юм бичихийг хориглоно**.
- **Start** команд өгснөөр ажлаа хийж эхлээрэй. Даалгаварыг **5 цагт** багтаан хийгээрэй.
- Сорилын даалгаваруудыг дурын дарааллаар хийж болох ч **P1 даалгавараас хийж эхлэхийг зөвлөө**.
- Шалгалтын хуудас дахь **хариулт бичих нүдэнд балаар бүх хариулт болон үр дүнгээ тодорхой бичих** хэрэгтэй. Хариулт бичих нүднээс өөр газар бичсэн тооцоо, хариултыг үнэлэхгүй.
- Хэрэв ноорог цаас хэрэгтэй болвол шалгалтын хуудасны хоосон арын цаасыг ашиглана уу. **Зориулагдсан нүднээс бусад газар бичсэн зүйлсийг үнэлж оноо өгөхгүйг** анхаарна уу.
- Албан ёсны Англи хэл дээрх сорилын даалгаварын номноос тодруулж харж болох ба асууж аваарай.
- Хэрэв лабораторын өрөөнөөс (бие засах эсвэл юм уух, идэх зорилгоор) гарах шаардлагатай бол өгөгдсөн холбогдох картыг өргөнө үү. Лабораторын туслах танд туслана.
- Ширээн дээрх тавиурыг бусадтай барьцан ашиглаж болохгүй.
- ОУХО-д өгсөн **аюулгүйн ажиллагааны дүрмийг** мөрдөх ёстой. Хэрвээ аюулгүйн ажиллагааны дүрмийг зөрчвөл лабораторын туслах зөвхөн нэг удаа сануулга өгнө. Үүнээс хойш зөрчил гаргавал таныг лаборатороос хөөх ба таны ажлыг хүчингүйд тооцно.
- Тусгайлан зөвшөөрөл олгоогүй бол зөвхөн эхний нэг удаа л химийн бодис, шил савыг сольж өгнө. Дараа дараагийн тохиолдлуудад сорилын тэмцээний 40 онооноос 1 оноо хасах болно.
- **Stop** командаас өмнөх 30 минутыг лабораторын туслах зарлана.
- **Stop** команд зарласан тохиолдолд ажлаа тэр даруйд нь зогсоох хэрэгтэй. Хэрэв зогсоохгүй байвал таны ажлыг хүчингүйд тооцно.
- **Stop** команд зарласны дараа лабораторын туслах ирж таны ажлыг баталгаажуулж хураан авна.
- Та болон лабораторын эрхлэгч гарын үсэг зурсны дараа сорилын даалгаварын ажил, өөрийн гарган авсан бүтээгдэхүүн, болон НҮХ-ийн ялтастай хамт дугтуйлж үнэлгээнд өгөөрэй.

Лабораторын дүрэм, аюулгүй ажиллагаа

- Лабораторын халатаа өмсөөд, товчлоорой. Битүү гутал өмсөх ёстой.
- Лабораторын ажлын турш хамгаалалтын шил эсвэл өөрийн нүдний шилээ байнга зүүх хэрэгтэй. Контакт линз зүүж болохгүй.
- Лабораторт юм идэж, ууж болохгүй. Бохь зажлахыг хориглоно.
- Зөвхөн зориулагдсан талбайдаа ажиллаарай. Өөрийн ажлын байр болон нийтээр ашиглах байрыг цэвэрхэн байлгах хэрэгтэй.
- Зөвшөөрөгдөөгүй ямар ч туршилтыг хийж болохгүй. Туршилтыг өөрчилж болохгүй.
- Амаараа сорж болохгүй. Байнга груш ашиглаарай.
- Шал болон ширээн дээр асгасан зүйлээ арчаарай.
- Бохирдол болон гэмтлээс сэргийлж бүх хаягдлаа зүй зохистой хаях хэрэгтэй. Усан уусмалыг угаалтуур уруу асгаж болно. Органик хаягдлыг зориулалтын хаягдлын саванд хийгээрэй.

Тогтмолууд болон Томьёонууд

Эдгээр даалгаваруудад бид бүх уусмалын жижиг хэсгийн концентрацийг моль л⁻¹ –ээр илэрхийлнэ. Цаашдын илэрхийлэл, томьёог хялбаршуулахын тулд стандарт концентраци $c^\circ = 1 \text{ моль л}^{-1}$ -ийг хассан болно.

Авогадрийн тогтмол:

$$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Хийн универсал тогтмол:

$$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Стандарт даралт:

$$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Атмосферийн даралт:

$$P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 1.013 \text{ bar} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Цельсийн 0° хэмжээс :

$$273.15 \text{ K}$$

Фарадейн тогтмол:

$$F = 9.649 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$$

Ватт:

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$$

Киловатт цаг:

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Планкийн тогтмол:

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

Вакуум дахь гэрлийн хурд:

$$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

Элементар цэнэг:

$$e = 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Цахилгааны хүч:

$$P = \Delta E \times I$$

Ашигтай чадал:

$$\eta = P_{\text{obtained}} / P_{\text{applied}}$$

Планк-Эйнштейны хамаарал:

$$E = hc / \lambda$$

Идеал хийн томьёо:

$$pV = nRT$$

Гиббсийн чөлөөт энерги:

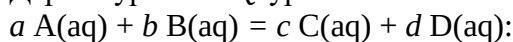
$$G = H - TS$$

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K^\circ$$

$$\Delta_r G^\circ = -n F E_{\text{cell}}^\circ$$

$$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q$$

Дараах урвалын Q урвалын тогтмол



$$Q = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

Хендерсон-Хэйселбахын тэгшитгэл:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$$

Нернст-Питерсоны тэгшитгэл:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{zF} \ln Q$$

Энд, Q исэлдэн ангижрах хагас урвалын тогтмол

$$\text{at } T = 298 \text{ K}, \frac{RT}{F} \ln 10 \approx 0.059 \text{ V}$$

Беер-Ламбертын хууль:

$$A = \epsilon l c$$

Урвалын хурдны гаргалгаа:

- Тэг эрэмбэ:

$$[\text{A}] = [\text{A}]_0 - kt$$

- Нэгдүгээр эрэмбэ:

$$\ln[\text{A}] = \ln[\text{A}]_0 - kt$$

- Хоёрдугаар эрэмбэ:

$$1/[\text{A}] = 1/[\text{A}]_0 + kt$$

Нэгдүгээр эрэмбийн урвалын хагас задрал:

$$t_{1/2} = \ln 2 / k$$

Тооны дундаж молийн мас M_n :

$$M_n = \frac{\sum_i N_i M_i}{\sum_i N_i}$$

Жингийн дундаж молийн масс M_w :

$$M_w = \frac{\sum_i N_i M_i^2}{\sum_i N_i M_i}$$

Полидисперсжилтийн зэрэг I_p :

$$I_p = \frac{M_w}{M_n}$$

Тэмдэглэгээ

Молийн концентрацийг “М” эсвэл “mol L⁻¹” гэсэн ба:

$$1 \text{ M} = 1 \text{ mol L}^{-1}$$

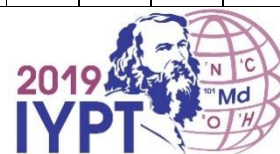
$$1 \text{ mM} = 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$1 \text{ } \mu\text{M} = 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

Үелэх систем

1																	18	
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003	
3 Li 6.94	4 Be 9.01												5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80	
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3	
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -	
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -	

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -



GHS –ийн тодорхойлолт

Даалгаваруудад ашиглах химийн бодисын GHS хор, аюулын тодорхойлолтыг дор өгөв:

Хор, аюулын тодорхойлолт

H225 амархан авалцах шингэн ба уур.
 H226 авалцах шингэн ба уур.
 H228 авалцдаг хатуу.
 H271 хүчтэй исэлдүүлэгч, гал авалцах эсвэл дэлбэрэх аюултэй.
 H272 исэлдүүлэгч, галыг эрчимжүүлэх аюултай.
 H290 металлыг иднэ.

Эрүүл мэндэд учруулах хор, аюул

H301 залгихад хортой
 H302 залгихад аюултай.
 H304 агаарын замд эсвэл залгивал үхэлд хүргэх магадлалтай.
 H311 арьсаар хүрэлцэхэд хортой.
 H312 арьсаар хүрэлцэхэд аюултай.
 H314 арьсыг түлнэ, нүдийг хорсгоно.
 H315 арьсыг улайлгана.
 H317 аллерги үүсгэж арьсыг загатнуулна.
 H318 нүдийг гэмтээнэ.
 H319 нүдийг загатнуулна.
 H331 амьсгалахад хортой.
 H332 амьсгалахад аюултай.
 H333 амьсгалахад аюултай байж болзошгүй.
 H334 амьсгалахад аллерги, астма эсвэл амьсгалахад төвөгтэй болно
 H335 амьсгалын замыг үрэвсүүлнэ.
 H336 дотор муухайруулна.
 H351 хавдар үүсгэж болзошгүй.
 H361 нөхөн үржихүйг хордуулж, дутуу төрөлтийг үүсгэнэ.
 H371 эрхтэнийг гэмтээнэ.
 H372 удаан хугацаанд эсвэл давтан өртөлтийн улмаас эрхтэнг гэмтээнэ
 H373 удаан хугацаанд эсвэл давтан өртөлтийн улмаас эрхтэнг гэмтээнэ.

Хүрээлэн буй орчинд учруулах хор, аюул

H400 усны амьтанд маш хортой
 H402 усны амьдралд хортой
 H410 удаан хугацааны нөлөөтэй, усны амьдралд маш хортой
 H411 удаан хугацааны нөлөөтэй, усны амьдралд хортой.
 H412 удаан хугацааны нөлөөтэй, усны амьдралд аюултай.

Химийн бодис, урвалж

Бүх даалгаваруудад

Химийн бодис	Хаяглалт	GHS хор аюулын тодорхойлолт
Ионгүйжүүлсэн ус: - Нэрмэл усны саванд (ширээн дээр) - Хуванцар саванд (ширээн дээр) - Хуванцар канистерт (татах шүүгээ)	Deionized Water	Not hazardous
Этанол, нэрмэл усны саванд	Ethanol	H225, H319
Цагаан дарсны дээж, хуванцар савтай 300 мл	Wine sample	H225, H319

P1 сорилын даалгавар

Химийн бодис	Хаяглалт	GHS хор аюулын тодорхойлолт
4-нитробензальдегид, 1.51 г бор шилэн савтай	4-nitrobenzaldehyde	H317, H319
Элюэнт А, 20 мл шилэн савтай	Eluent A	H225, H290, H304, H314, H319, H336, H410
Элюэнт В, 20 мл шилэн савтай	Eluent B	H225, H290, H304, H314, H319, H336, H410
Охоне® (калийн пероксомоносульфат давс), 7.87 г хуванцар саванд	Oxone®	H314
4-нитробензальдегидийн НҮХ зориулсан дээж	TLC standard	H317, H319

P2 сорилын даалгавар

Химийн бодис	Хаяглалт	GHS хор аюулын тодорхойлолт
1 М калийн тиоцианатын уусмал, хуванцар савтай 20 мл	KSCN 1 M	H302+H312+H332, H412
0.00200 М М калийн тиоцианатын уусмал, хуванцар савтай 60 мл	KSCN 0.00200 M	Not hazardous
1 М перхлорын хүчлийн уусмал, хуванцар савтай 10 мл	HClO ₄	H290, H315, H319
0.00200 М төмөр(III)- ийн уусмал, хуванцар савтай 80 мл	Fe(III) 0.00200 M	Not hazardous
0.000200 М төмөр(III)- ийн уусмал, хуванцар савтай 80 мл	Fe(III) 0.000200 M	Not hazardous
0.3% устөрөгчийн хэт исэл, бор шилтэй 3 мл	H ₂ O ₂	Not hazardous

P3 сорилын даалгавар

Химийн бодис	Хаяглалт	GHS хор аюулын тодорхойлолт
0.01 М –ийн иодын уусмал, бор шилтэй 200 мл	I ₂	H372
0.03 М натрийн тиосульфатын уусмал, хуванцар савтай 200 мл	Na ₂ S ₂ O ₃	Not hazardous
1 М NaOH уусмал, хуванцар савтай 55 мл	NaOH	H290, H314
2.5 М хүхрийн хүчлийн уусмал, хуванцар савтай 80 мл	H ₂ SO ₄	H290, H315, H319
0.5 М калийн иодидын уусмал, хуванцар савтай 25 мл	KI	H372
Калийн иодат, <i>ойролцоогоор</i> 100 мг (бодит жинг гадна талд бичсэн байгаа), хуванцар савтай	KIO ₃	H272, H315, H319, H335
Цардуулын уусмал, хуванцар савтай 25 мл	Starch	Not hazardous

Багаж, тоног төхөөрөмж**Бүх даалгаваруудад**

Хувийн хэрэглээний багаж, хэрэгсэл	Тоо ширхэг
Груш	1
Хамгаалалтын шил	1
“Organic waste” гэж хаягласан хуванцар 1л сав	1
Цаасан алчуур	15 ш
Кювет арчих нимгэн цаас	30 ш
Халбага (том)	1
Халбага (жижиг)	1
Хугацаа хэмжигч	1
Харандаа	1
Баллуур	1
Хар бал	1
Маркер	1
Шугам	1

Хуваан хэрэглэх багаж	Тоо ширхэг
НҮХ-ийг харах UV гэрэл	Лаб-д 2
Колориметр	Лаб-д 5
Бээлий	All sizes (S, M, L, XL) available upon request to a lab assistant
Мөсөн банн	Лаб-д 1

Сорилын даалгавар P1

Хувийн багаж, хэрэгсэл	Тоо ширхэг
штатив:	1
- Жижиг хавчаартай бэхэлгээ	2
- Том хавчаартай бэхэлгээ	1
Шлифтэй Эрленмейрийн шувтан колбо, 100 мл	1
Шлифтэй Эрленмейрийн шувтан колбо, 50 мл	1
Эргэх хөргөгч	1
Хутгагчтай халаагуур	1
Талстжуулагч аяга	1
Соронзон хутгуур	1
Сорох колбо	1
Резин холбогчтой Бюхнерийн юүлүүр	1
Түгжээтэй ууттай 3 ширхэг филтерийн цаас	1
Петрийн аяга	1
“TLC elution chamber” хаягтай НҮХ танк	1
Сурагчийн кодоор хаяглагдсан түгжээтэй ууттай 3 ширхэг НҮХ ялтас (флюоресцент индикатортай)	1
НҮХ капилляр (Петрийн аяганд байгаа)	4
Хуванцар хямсаа	1
Шилэн саваа	1
Хэмжээст цилиндр, 25 мл	1
Шилэн аяга, 150 mL	2
Хуурай бодисын хуванцар юүлүүр	1
Пастерын пипетка	2

НҮХ дээжинд зориулсан таглаатай бор шилэн сав, 1.5 мл, C ба R хаягтай	2
Сурагчийн кодоор хаягласан урьдчилан жигнэсэн таглаатай шилэн сав, 10 мл	1
Соронзон хутгуур авагч	1

Сорилын даалгавар P2

Хувийн багаж, хэрэгсэл	Тоо ширхэг
Морын пипетка, 10 мл	1
Пипетка, 10 мл	3
Пипетка, 5 мл	3
Хуруу шилний тавиур	1
Хуруу шил	15
Хуруу шилний бөглөө	7
Кювет, урт нь 1.0 см	2
Шил аяга, 100 мл	2
Пипетка	15

Сорилын даалгавар P3

Багаж, хэрэгсэл	Тоо ширхэг
Штатив, хавчаарын хамт	1
Бюретк, 25 мл	1
Шилэн юүлүүр	1
Эрленмейрийн шувтан колбо, 100 мл	3
Эрленмейрийн шувтан колбо, 250 мл	3
Шил аяга, 150 мл	1
Шил аяга, 100 мл	2
Эзлэхүүний колбо, 100 мл, тагийн хамт	1
Морын пипетка, 50 мл	1
Морын пипетка, 25 мл	1
Морын пипетка, 20 мл	1
Цилиндр, 25 мл	1
Цилиндр, 10 мл	1
Цилиндр, 5 мл	1
Пастерын пипетка	3
Парафильм	20 ш

Сорилын даалгавар P1	Асуулт	Гарц	Цэвэршилт	TLC	P1.1	P1.2	Нийт
Нийт онооны13%	Оноо	12	12	8	2	3	37
	Үнэлгээ						

Сорилын даалгавар P1. Нитробензальдегидын исэлдэлтийг байгальд ээлтэй ногоон болгох нь

Сүүлийн жилүүдэд химичид аюултай хаягдлыг боловсруулж бууруулах зорилгоор хортой исэлдүүлэгчдийг солихоор оролдсоор байна. Энэ даалгаварт хоргүй, бохирдуулдаггүй сульфат үүсгэдэг калийн пероксомоносульфат буюу Oxone®-г исэлдүүлэгч болгон сонгон авсан. Мөн түүнчлэн урвалыг ус ба этанолын холимог болох ногоон уусгагч дотор явуулдаг.

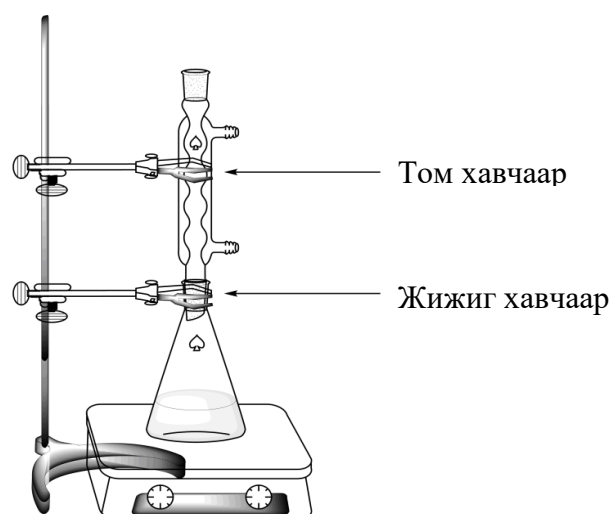
Энэ даалгаварт 4-нитробензальдегидыг исэлдүүлж, бүтээгдэхүүнийг дахин талстжуулан, Нимгэн Үеийн Хроматограф (НҮХ)-ийн элюэнтүүдийн харьцуулж бүтээгдэхүүний цэвэршилтийг НҮХ ашиглан шалгана.

Тайлбар: хаягдал этанол ба элюэнт уусгагчуудыг “Organic waste” гэсэн хаягтай саванд хаях ёстой.

Ажлын явц

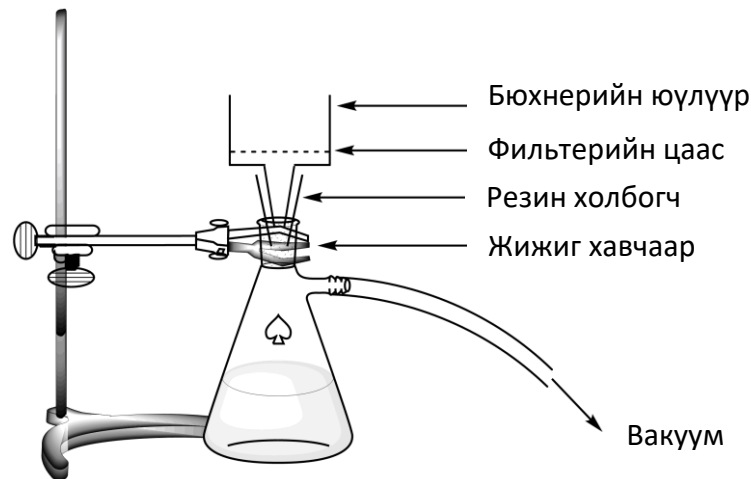
I. 4-нитробензальдегидийн исэлдэлт

- 20 мл ус ба 5 мл этанолыг холино уу.
- Соронзон хутгагчийг 100 мл-ийн **шлифтэй** Эрленмейрийн шувтан колбонд хийгээрэй.
- Урьдчилан жинлэж авсан 1.51 г 4-нитробензальдегидыг Эрленмейрийн шувтан колбонд шилжүүлээрэй. Өмнө нь бэлдсэн бүх ус этанолын холимгийг нэмнэ. Шувтан колбыг штативт бэхлэн хутгалтыг эхлүүлээд өмнө нь жинлэж авсан 7.87 г Oxone®-г нэмнэ.
- Эргэх хөргөгчний хавчаарыг суллан шлифийг тааруулан холбоно (Зураг 1. харна уу). Нерп картыг өргөсөнөөр лабораторын туслах ирж усыг нээн, халаалтыг тохируулж өгнө.
- Урвалын холимгийг зөөлөн буцлах байдлаар 45 минутын турш халаана (ойролцоогоор секундэд 1 дусал эргэж дусахаар). Халаагч дээрх тэмдэглэгээ нь зөөлөн буцалгахад тохируулсан байгаа.



Зураг 1. Урвалын холимгийг эргэх хөргөгчтэй хобох

6. Хутгагчтай халаагчийн халаалтыг унтраана. Халаагчийг зайлүүлж урвалын холимгийг 10 минут хөргөнө. Үүний дараа мөстэй усаар дүүргэсэн талстжуулагчид колбыг байрлуулан дахин 10 минут болгоно.
7. Сорох колбыг штативт жижиг хавчаараар бэхлэн Бюхнерийн юүлүүр ба фильтерийн цаас бүхий шүүх аппаратыг угсарна (Зураг 2. харна уу). Нелр картыг өргөнө үү. Лабораторын туслах ирж сорох колбыг вакуум үүсгүүртэй яаж холбохыг үзүүлнэ.



Зураг 2. Вакуум шүүх аппарат

8. Фильтерийн цаасыг усаар норгож Бюхнерийн юүлүүрний бүх нүхийг фильтрийн цаас бүрэн бүрхсэн эсэхийг шалгана үү.
9. Бүтээгдэхүүний суспензийг Бюхнерийн юүлүүрт хийж вакуумыг ажиллуулна. Хатуу хэсгийг нэрмэл усаар (deionized water) сайтар угаана (хамгийн багадаа 4×20 мл).
10. Тунадас дундуур 5 минутын турш агаар нэвтрүүлж бүтээгдэхүүнийг урьдчилан хатаана. Вакуум үүсгүүрийг салгана. Жижиг халбага ашиглан бүтээгдэхүүнээс бага зэргийг авч С гэж хаягласан 1.5 мл бор шилэнд хийнэ. Шилийг таглаад, туршилтын III хэсэгт хэрэглэхээр хадгална.
11. Үлдсэн бүх хатуу бодисыг 50 мл-ийн шлифтэй Эрленмейрийн шувтан колбонд шилжүүлнэ.
12. Шүүгдэсийг “Organic waste” хаягтай саванд хаяж, Бюхнерийн юүлүүр, мөн сорох колбыг ус ба этанолаар угаана. Этанолын хаягдалыг “Organic waste” саванд хийнэ.

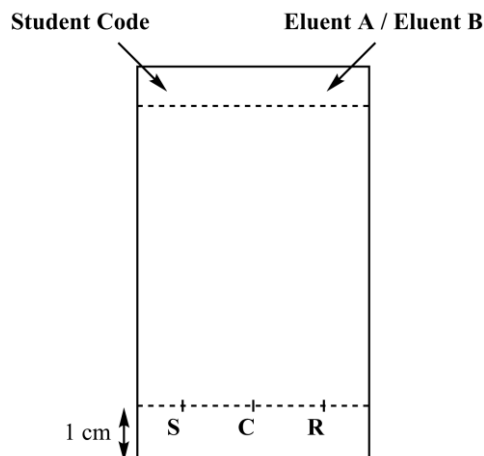
II. Бүтээгдэхүүний дахин талстжуулалт

1. 9 мл ус ба 21 мл этанол холино үү.
2. Дахин талстжуулалтыг гүйцэтгэхдээ эхний бүтээгдэхүүнийг агуулсан 50 мл - ийн Эрленмэйрийн колбонд тохирох хэмжээний ус/этанолын холимог хийж өмнөх буцалгахтай адил байдлаар багаж угсарч хийнэ (Зураг 1. харна уу). Нелр картыг өргөнө үү. Лабораторын туслах ирж усыг нээн халаалтыг тохируулна. Хэрвээ шаардлагатай бол хөргөгчийн дээд амсраар уусгагч нэмж болно.

- Бүтээгдэхүүн талстжсаны дараа өмнөх ажлын явцын дагуу (7-10) хатуу хэсгийг цуглуулна. Жижиг халбага **ашиглан** бүтээгдэхүүнээс бага зэргийг авч **R гэж хаягласан** 1.5 мл бор шилэнд хийнэ. Шилийг **таглаад**, туршилтын III хэсэгт хэрэглэхээр **хадгална**.
- Цэвэршүүлсэн бүтээгдэхүүнийг сурагчийн кодоор хаягласан урьдчилан жинлэсэн шилэнд **шилжүүлнэ**. Шилэн савыг сайтар **таглана**.
- Шүүгдэсийг “Organic waste” хаягтай саванд хаяад HELP картыг **өргөөрэй**. Лабораторын туслах ирж хөргөгчний усыг хаана.

III. НҮХ шинжилгээ

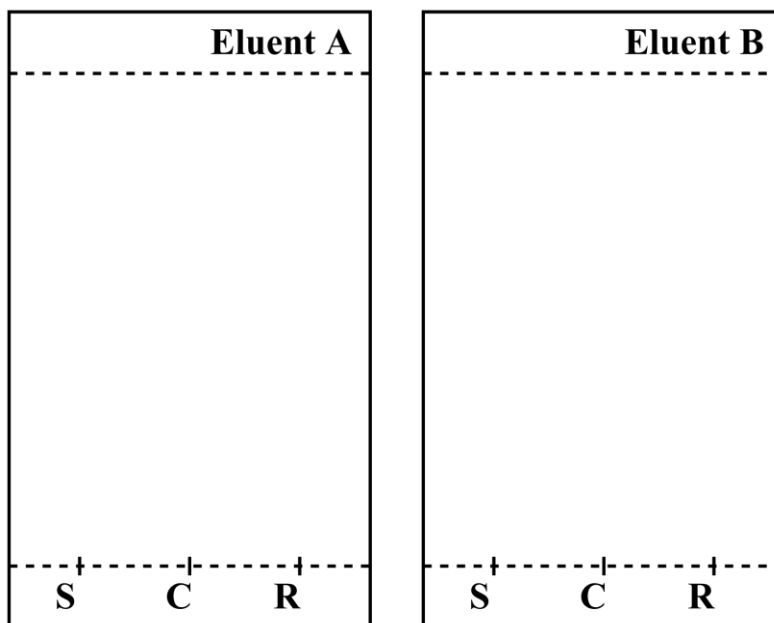
- НҮХ –ийн танк бэлтгэх.** НҮХ танканд элюэнт А –г 0.5 см орчим өндөртэй байхаар хийнэ. Петрийн аягаар таглана уу. НҮХ танк уусгагчийн уураар ханатал **хүлээнэ үү**.
- Дээж бэлтгэх.** Танд 4-нитробензальдегидын дээж **TLC standard** хаягтай бор шилэнд өгөгдсөн байгаа (НҮХ дээр **S** гэж тэмдэглэнэ). Мөн түүнчлэн бүтээгдэхүүний дээж (**C** шилэн савтай) ба дахин талстжуулсан бүтээгдэхүүний дээж (**R** шилэн савтай) тус бүр бор шилэнд байгаа. Шилэн сав тус бүрт 1 мл орчим этанол **нэмж** дээжнүүдийг уусгана.
- НҮХ ялтас бэлтгэх.** Харандаагаар эхлэх шулуун (ялтасны доод талаас 1 см орчим дээр) – ыг болгоомжтой **зурж**, 3 дээжийг дусаах байрлалыг **тэмдэглэнэ үү**. Тэдгээрийг **S** (эх бодис), **C** (бүтээгдэхүүн), **R** (дахин талстжуулсан бүтээгдэхүүн) гэж зураг 3-т үзүүлсэний дагуу **хаяглаарай**. Ялтасны зүүн дээд хэсэгт өөрийн **сурагчийн кодыг бичнэ үү**. Ялтасны баруун дээд хэсэгт хэрэглэсэн элюэнтээ **бичнэ үү** (эхлээд **Eluent A**, дараа нь **Eluent B**). Капилляр дусаагуур ашиглан гурван дээжнээсээ ялтас дээр **дусаа**.



Зураг 3. НҮХ-ийн ялтас бэлтгэх

- НҮХ шинжилгээ гүйцэтгэх.** Хямсаагаар ялтасыг авч НҮХ танканд **хийн** Петрийн аягаар **таглана үү**. Элюэнтийг ялтасны дээд хэсгээс 1 см орчим доор иртэл **гүйлгэнэ**. Хямсаагаар ялтасыг **авч** элюэнтийн хүрсэн **дээд шулууныг** харандаагаар зурж ялтасыг агаарт хатаана.
- НҮХ илрүүлэлт.** НҮХ ялтасыг татах шүүгээнд байгаа хэт ягаан туяны гэрэл дор **байрлуулна үү**. Харагдаж байгаа толбонуудыг харандаагаар **дүгуйлаарай**.
- Элюэнтийг “Organic waste” саванд хаяна.**
- 1, 3, 4, 5, 6 –р алхамуудыг элюэнт В – ээр мөн **давтан хийгээрэй**.
- Ялтаснуудыг өөрийн код бүхий түгжээтэй уутанд **хийж битүүмжилнэ үү**.

НҮХ үр дүн (үр дүнгийн **бүтэн** схем). Энэ зурган дээр НҮХ ялтасны схем зурсанаар дараах асуултуудад хариулахад тус болж магадгүй. Схемд оноо өгөхгүй.



Тэмцээний төгсгөлд лабораторын туслах дараах зүйлсийг авах болно.

- Сурагчийн кодоор хаяглагдсан дахин талстжуулалтын бүтээгдэхүүн агуулсан шилэн сав;
- Сурагчийн код бүхий түгжээтэй уутанд байгаа А ба В гэсэн НҮХ ялтаснууд.

Өгсөн зүйлс

Дахин талстжуулалтын бүтээгдэхүүн ☐

НҮХ ялтас А ☐

НҮХ ялтас В ☐

Гарын үсэг

Сурагч

Лабораторын туслах

Асуулт

1. 4-нитробензол ба Охоне® урвалаар үүссэн эцсийн органик бүтээгдэхүүний томьёо ямар байхыг зурна уу.

2. НҮХ шинжилгээний дүнд үндэслэн дараах асуултуудад хариулна үү.

- Урвалын явцыг хянахад аль элюэнт нь илүү сайн тохирч байна вэ?

☐ А ☐ В

- Бүтээгдэхүүн (С) нь 4-нитробензальдегидийн үлдэгдэл агуулсан байна.

☐ Үнэн ☐ Худал

- Дахин талстжуулалтын бүтээгдэхүүн (R) 4-нитробензальдегидийн үлдэгдэл агуулсан байна.

☐ Үнэн ☐ Худал

Сорилын даалгавар Р2	Асуулт	Жиших муруй	Төмөр тодорхойлох	P2.1	P2.2	P2.3	Стехиометрийн тодорхойлолт	P2.4	P2.5	Нийт
Нийт онооны 14%	Оноо	10	6	3	4	3	9	3	2	40
	Дүн									

Сорилын даалгавар Р2. Дарсны нас – төмөр

Төмөр нь дарсанд угаас байдаг элемент юм. Литр тутам дахь түүний агуулга 10 – 15 мг –аас их үед төмөр(II) нь төмөр(III) уруу исэлдэж тунадас үүсгэж чанарыг муутгадаг. Тиймээс дарс үйлдвэрлэх явцад төмрийн агуулгыг зайлшгүй тодорхойлох шаардлагатай байдаг.

Төмрийн жижиг хэсгийн маш бага концентрацитай үед тиоцианат SCN^- -ын лигандтай төмөр(III) өнгөт комплекс үүсгэдэгт үндэслэн төмрийн агуулгыг спектрофотометрийн аргаар тодохойлдог.

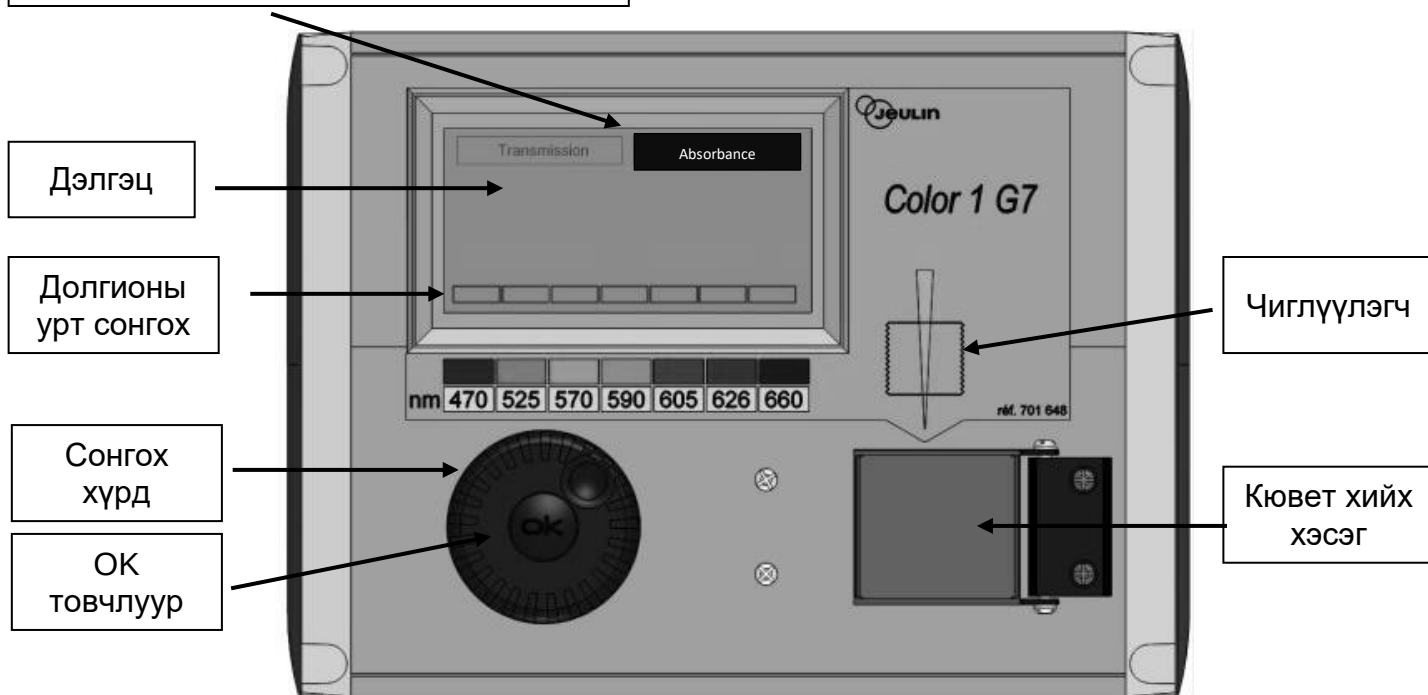
Энэхүү даалгавараар та спектрофотометрээр өгөгдсөн цагаан дарсан дахь нийт төмрийн хэмжээг, болон тиоцианат-төмөр(III) комплексийн стехиометрийг тодорхойлно.

АНХААР

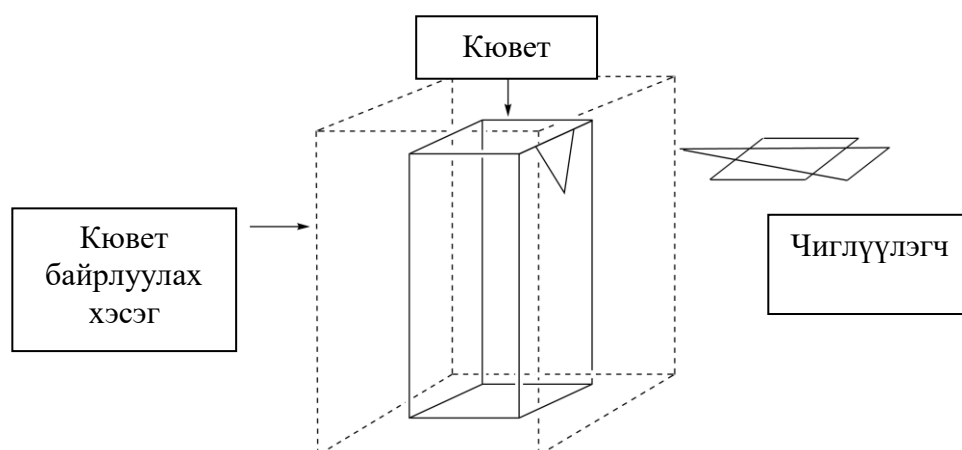
- Энэ ажилд танд концентрациуд нь ялгаатай төмөр(III) –ийн 2 уусмал, болон калийн тиоцианатын 2 уусмал өгнө. Анхааралтай байж будилахаас сэрэмжлэнэ үү.
- Спектрофотометрийн хэмжилтэд уусмалуудаа бэлтгэсэн бол тиоцианатыг нэмснээс хойш цагийн дотор хэмжилтээ хийнэ үү.
- Колориметр хэрэгтэй үедээ HELP картаа дээш нь өргөөрэй. Лабораторын туслах танд хаягласан колориметрийг өгөх болно. Та 15 минутын турш хэмжилтээ хийх боломжтой байна. Лабораторын туслах таны хэмжилт хийж дуусангуут эсвэл 15 минут дуусангуут хурааж авах болно. Хэрэв тухайн үед колориметр байхгүй бол таныг хүлээлгийн жагсаалтад оруулна.
- Колориметртэй ажиллах зааварыг дараагийн хуудаст өгсөн байгаа.
- Колориметрийг энэ даалгаварт зөвхөн 3 удаа л ашиглах эрхтэй.

Колориметртэй ажиллах заавар

Шингээлт/нэвтрүүлэлтийг сонгох



- Колориметрийг залгана уу.
- “Absorbance” сонгогдсон эсэхийг шалгана уу. Хэрэв сонгоогүй бол сонгох хүрдийг эргүүлж “Absorbance” тасархай зураасаар идэвхжих хүртэл эргүүлэн ОК товчийг дарна уу.
- Сонгох хүрдийг тасархай шугам 470 нм –т долгионы уртад очих хүртэл эргүүлж тохируулна уу. ОК товчийг дараарай.
- Ойролцоогоор 3 см –ийн өндөртэй кюветэд харьцуулах уусмалаа хийн кювет байрлуулах хэсэгт хийгээрэй. Кюветээ зөв байрлуулаарай (колориметр дээрх шар шугам нь гэрлийн эх үүсвэрийг зааж байгаа, доорх зургийг харна уу), мөн кюветийг доош тултал нь дарж байрлуулаарай. Тагийг таглаарай.
- Сонголтын хүрдийг эргүүлэн тасархай шугам “Absorbance” –ыг хүрээлж байхад ОК товчлуур дарахад “Calibration” гарч ирэх ба ОК товчийг дарж сонгоно уу.
- Дэлгэц дээр 0.00 (эсвэл –0.00) унших хүртэл хүлээнэ үү.
- Ойролцоогоор 3 см-ийн өндөр хүртэл шинжилж буй уусмалаас кюветэнд хийж, кюветийг байрлуулж, тагийг нь хаана уу.
- Шингээлтийг хэмжиж, тэмдэглээрэй.



I. Дарсан дахь төмрийг тодорхойлох

Энэ хэсэгт та 0.000200 М төмөр(III)-ийн уусмал болон 1 М –ийн калийн тиоцианатын уусмал ашиглана.

Ажлын явц

- Дараах хүснэгтэд үзүүлсэнчлэн 6 хуруу шилэнд өгөгдсөн уусмалуудаас заасан эзлэхүүнийг авч уусмал **бэлтгэнэ үү**.

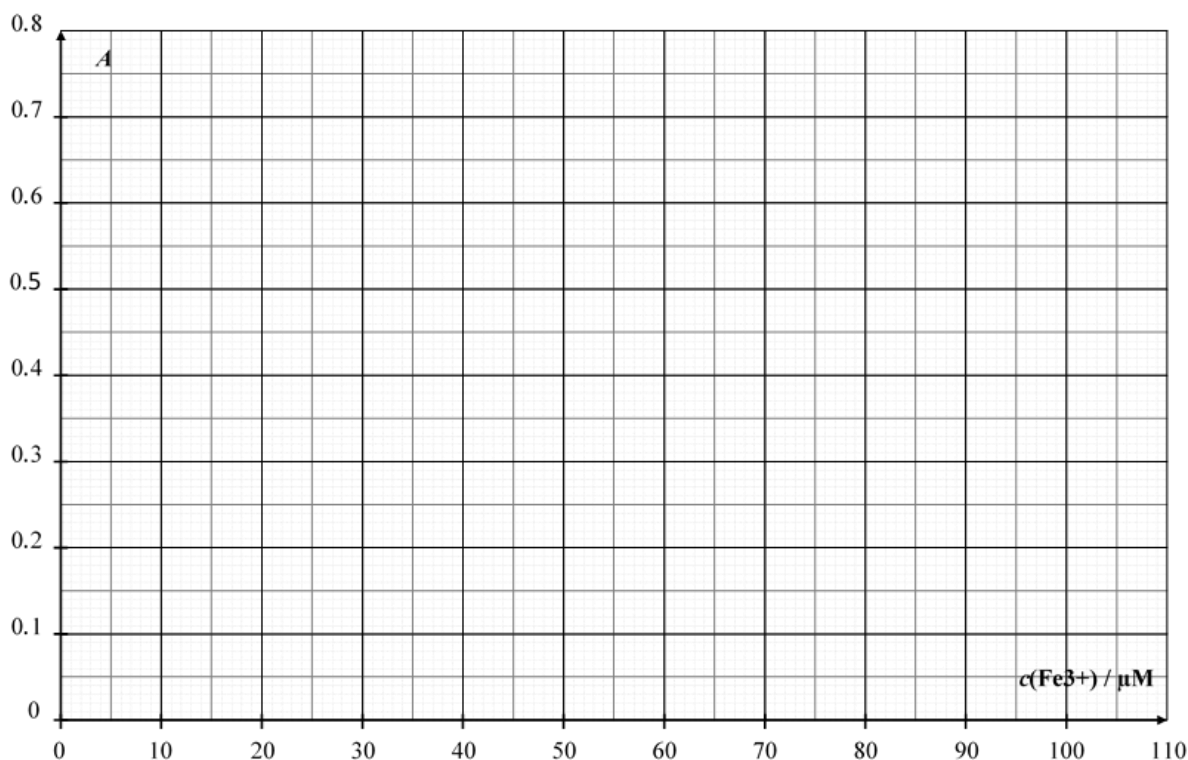
Хуруу шил #	1	2	3	4	5	6
0.000200 М төмөр(III) –ийн уусмал	1.0 мл	2.0 мл	4.0 мл	6.0 мл		
1 М перхлорын хүчлийн уусмал	1.0 мл	1.0 мл	1.0 мл	1.0 мл	1.0 мл	1.0 мл
Дарс					10.0 мл	10.0 мл
Устөрөгчийн хэт ислийн уусмал					0.5 мл	0.5 мл
Нэрмэл ус	9.5 мл	8.5 мл	6.5 мл	4.5 мл		1.0 мл

- Хуруу шилнүүдийг **таглаж, нэгэн төрлийн уусмал болтол** сэгсэрнэ үү.
- 1, 2, 3, 4, ба 5 дугаар хуруу шилнүүдэд 1 М –ийн калийн тиоцианатаас 1.0 мл **нэмнэ үү**. Хуруу шил 6 –д **нэмэхгүй**. Хуруу шилнүүдийг **таглаж, нэгэн төрлийн уусмал болтол** сэгсэрнэ үү.
- Бүх хуруу шилнүүд бэлэн болоход HELP картаа **дээш өргөж** колориметрийг лабораторын туслахаас аваарай.
- Өмнө дурьдсан аргачлалын (хуудас 16) дагуу колориметрийг **бэлтгээрэй**. Долгионы уртыг 470 нм –т тохируулаарай. Нэрмэл ус (deionized water)-ыг харьцуулах уусмалаар авч **ашиглаарай**.
- Энэхүү долгионы уртад хуруу шил (1-ээс 6) –нүүдийн гэрэл шингээлтийг хэмжиж **тэмдэглэнэ үү**. Доорх хүснэгтэд үр дүнг **бичээрэй**. HELP картаа **өргөж** колориметрээ буцааж өгөөрэй.

Хуруу шил #	1	2	3	4	5	6
Шингээлт (470 нм)						
Хуруу шилэн дэх Fe^{3+} -ийн аналитик концентраци $c(\text{Fe}^{3+}) / \mu\text{M}$	16	32	64	96		
Колориметрийн код						

Асуулт

1. 1-ээс 4 дүгээр хуруу шилний гэрэл шингээлт хуруу шилэн дэх Fe^{3+} -ийн аналитик концентрациас хамаарсан жиших муруйг байгуулна уу.



- Жиших муруйд ашиглах үр дүнгээ шалгаж тэмдэглэнэ үү.

Хуруу шил #	1	2	3	4
Жиших муруйд ашигласан шингээлтийн утгууд				

2. Жиших муруй, сонгосон утгаа ашиглан жиших муруйн шулууныг татаж, хуруу шил 5 дахь Fe^{3+} -ийн аналитик концентраци ($\mu\text{моль л}^{-1}$)-ийг олно уу.

$$c(\text{Fe}^{3+})_{\text{хуруу шил 5}} = \underline{\hspace{2cm}} \mu\text{моль л}^{-1}$$

Хэрвээ $c(\text{Fe}^{3+})$ -г тооцоолж чадаагүй бол цаашидын тооцоонд $c(\text{Fe}^{3+}) = 50 \text{ } \mu\text{моль л}^{-1}$ утгыг ашиглана уу.

3. Шинжилж байгаа цагаан дарсан дахь төмрийн массын концентрацийг **тооцоолж**, мг л^{-1} – ээр илэрхийлнэ үү.

$$c_{\text{м}}(\text{төмөр}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{мг л}^{-1}$$

II. Комплексийн стехиометрийг тодорхойлох

Энэ ажилд та 0.00200 М төмөр(III)-ийн уусмал, 0.00200 М калийн тиоцианатын уусмалыг ашиглана.

Ажлын явц

Энэхүү сорилын нэгдүгээр хэсэгт дарсны дээжин дэх төмрийн концентрацийг төмөр(III)-тиоцианатын өнгөт комплексор тодорхойлсон. Сорилын хоёрдугаар хэсэгт $[\text{Fe}_a(\text{SCN})_b]^{(3a-b)+}$ комплекс (усны координацийг харуулаагүй болно),-ийн стехиометрийг судлах зорилготой. Энд a, b нь 3-аас ихгүй бүхэл тоо байна.

Танд дараах усан уусмалуудыг өгсөн. Үүнд:

- 0.00200 М төмөр(III)-ийн уусмал (хүчиллэгжүүлсэн) (80 мл)
- 0.00200 М калийн тиоцианатын уусмал (80 мл)

Танд мөн хуруу шил, бөглөө (угааж, хатаагаад ашиглах)-ний хамт, пипетка, спектрофотометрийн кювет, колориметр (асуухаар өгөх), болон бусад лабораторын шил савнуудыг өгсөн байгаа.

1. Доорх хүснэгтийн эхний гурван мөрт спектрофотометрийн хэмжилтээр комплексийн стехиометрийг тодорхойлоход шаардлагатай эзлэхүүнийг **бөглөнө үү**. Бүх баганыг бөглөх шаардлагагүй. Дараах томъёогоор төмөр(III)-ийн молийн фракцийг **тооцоолно үү**.

$$x(\text{Fe}^{3+}) = \frac{V_{\text{Fe(III)}}}{V_{\text{Fe(III)}} + V_{\text{SCN}^-}}$$

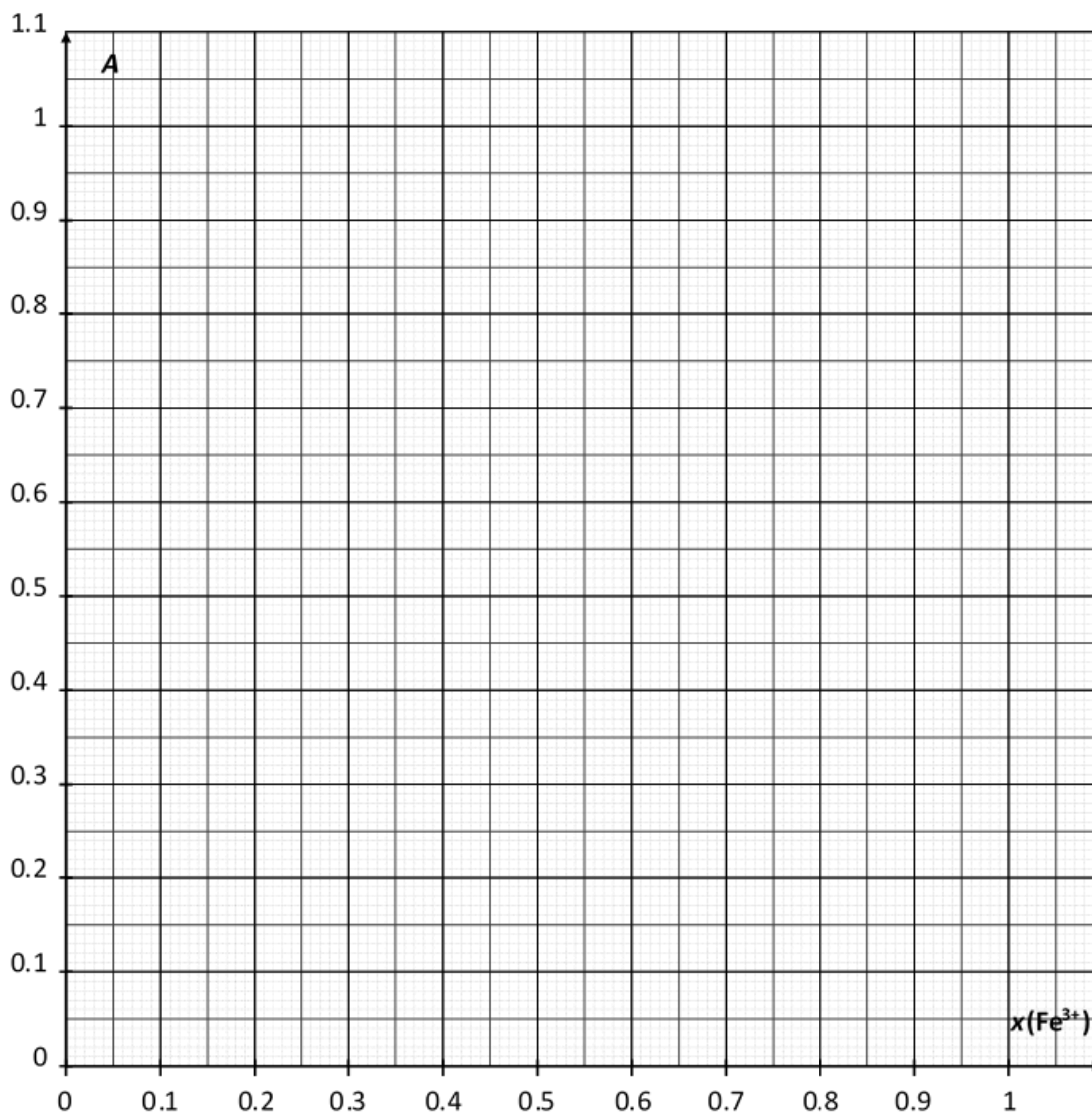
Хуруу шил #	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.00200 М төмөр(III)-ийн уусмалын эзлэхүүн $V_{\text{Fe(III)}}$ / мл									
0.00200 М калийн тиоцианатын уусмалын эзлэхүүн V_{SCN^-} / мл									
Төмөр(III) дахь молийн фракц $x(\text{Fe}^{3+})$									
Шингээлт (470 нм)									
Колориметрийн код									

2. Хуруу шилнүүдийг **бэлтгээрэй**. Хуруу шилнүүд бүгд бэлэн болсоны дараа HELP картаа **өргөн** колориметрийг лабораторын туслахаас аваарай.
3. Хуудас 16-т тайлбарласанчлан колориметрийг **бэлтгээрэй**. Долгионы уртыг 470 нм –т **тохируулаарай**. Харьцуулах уусмалаар нэрмэл ус **ашиглаарай**.

4. Энэхүү долгионы уртад хуруу шил тус бүрийн гэрэл шингээлтийг тэмдэглэж авна уу.
Өмнөх хүснэгтэд үр дүнг нэгтгэнэ үү.

Асуулт

4. Гэрэл шингээлт A төмөр(III)-ийн молийн фракц $x(\text{Fe}^{3+})$ -аас хамаарсан хамаарлыг зурна уу.



5. Хийсэн туршилтын үр дүнд үндэслэн $[(\text{Fe})_a(\text{SCN})_b]^{(3a-b)+}$ комплексийн стехиометрийг тооцоолно уу.

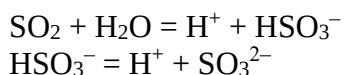
$a =$ _____

$b =$ _____

Сорилын даалгавар РЗ Нийт онооны 13%	Асуулт	Титрлэлт I	Титрлэлт II	Титрлэлт III	РЗ.1	РЗ.2	РЗ.3	РЗ.4	РЗ.5	Нийт
	Оноо	10	10	8	4	4	2	2	2	42
	Үнэлгээ									

Сорилын даалгавар РЗ. Дарсны хадгалалт

Дарсыг хадгалахад хүхрийн диоксид, SO_2 –ыг нөөшлөгч болгон хэрэглэдэг. Дарс уруу SO_2 –ыг нэмэхэд устай урвалд орж бисульфит ионууд HSO_3^- , болон протонууд H^+ үүсгэдэг. Бисульфит мөн хоёр дахь протоноо алдсанаар сульфит, SO_3^{2-} руу шилжиж болно.



Усан дахь хүхрийн диоксидын эдгээр гурван өөр хэлбэрүүд нь дарсанд агуулагдах цууны альдегид, будагч бодисууд, элсэн чихэр зэрэг бодисуудтай урвалд орж бүтээгдэхүүн Р –г үүсгэдэг. Хүхрийн диоксидын нийт концентрац бол “чөлөөт” хэлбэрүүд болох SO_2 , HSO_3^- , SO_3^{2-} болон бүтээгдэхүүн Р –ийн концентрацын нийлбэр байна.

Сульфитууд болон хүхрийн диоксид нь хүний биед хортой тул хадгалагч бодисын концентрацад хяналт тавьдаг. Европын холбоонд нийт хүхрийн диоксидын хамгийн дээд агуулга улаан дарсанд 100 мг л^{-1} , цагаан эсвэл сарнай ягаанд 150 мг л^{-1} байхаар тогтсон.

Та энэхүү ажлаар өгөгдсөн цагаан дарсны нийт хүхрийн диоксидын концентрацыг иодометрийн титрлэлтээр тодорхойлох юм.

Ажлын явц

I. Натрийн тиосульфатын уусмалын стандартыг тогтоох

1. Танд цэвэр калийн иодат KIO_3 –ын 100 мг орчим дээж өгсөн. Нарийвчилсан массыг шошгон дээр бичсэн байгаа. Энэхүү массыг доорх хүснэгтэд **бичээрэй**.
2. Калийн иодатын бүх хатуу дээж болон нэрсэн ус (deionized water) –ыг хэрэглэн 100 мл –ын хэмжээст колбонд 100 мл калийн иодатын уусмалыг **бэлтгэ**. Энэ уусмалыг **S** гэж нэрлэнэ.
3. 100 мл –ийн Эрленмейрийн шувтан колбонд дараах уусмалуудыг **хий**:
 - Морын пипеткээр 20 мл **S** уусмал;
 - 5 мл –ийн хэмжээст цилиндрээр 5 мл калийн иодидын уусмал (0.5 M);
 - 10 мл –ийн хэмжээст цилиндрээр 10 мл хүхрийн хүчлийн уусмал (2.5 M).
4. Эрленмейрийн шувтан колбоо **зөөлөн сэгсрэх замаар хольж**, Парафильмээр **таглаад**, багадаа 5 минут шүүгээн дотор **тавь**.
5. Шил аяга хэрэглэн өгөгдсөн тиосульфатын уусмалаар бюреткийг **дүүргэ**. Эрленмейрийн шувтан колботой холимог уусмалаа тогтмол сэгсэрч **титрлээрэй**. Шингэний өнгө цайвар шар болоход арван дусал цардуулын уусмал **нэмж**, уусмалаа өнгөгүй болтол **үргэлжлүүлэн титрлээрэй**. Титрлэсэн эзлэхүүн V_1 –ийг **тэмдэглэ**.
6. Ажлын явцын 3-5 –р алхмыг гурваас доошгүй удаа **давтаж хийх**.

Калийн иодатын масс (шошгон дээрх утгыг бичих)	
Анализ n°	V_1 / мл
1	
2	
3	
Тайлагнах утга V_1 / мл	

II. Иодын уусмалын стандартыг тогтоох

1. Морын пипеткээр I_2 гэсэн шошготой иодын уусмалаас 25 мл –ыг 100 мл –ийн Эрленмейрийн шувтан колбонд хийгээрэй.
2. Эрленмейрийн шувтан колботой уусмалыг натрийн тиосульфатын уусмалаар титрлэнэ үү. Шингэний өнгө цайвар шар болоход, арван дусал цардуулын уусмал нэмж, уусмал өнгөгүй болтол үргэлжлүүлэн титрлээрэй. Титрлэлтийн эзлэхүүн V_2 –ийг тэмдэглэ.
5. Ажлын явцын 1-2 –р алхмыг гурваас доошгүй удаа давтаж хийнэ үү.

Анализ n°	V_2 / мл
1	
2	
3	
Тайлагнах утга V_2 / мл	

III. Нийт хүхрийн диоксидаг тодорхойлох

1. Морын пипеткээр 50 мл дарсыг 250 мл –ийн Эрленмейрийн шувтан колбонд хийгээрэй.
2. 25 мл –ын хэмжээст цилиндрээр 12 мл натрийн гидроксидын уусмал (1 М) –ыг нэмээрэй. Колбоо парафильмээр таглаад, холимоогоо зөөлөн сэгсрэх замаар хольж, багадаа 20 минут тавина уу.
3. Өмнө хэрэглэсэн 10 мл –ийн хэмжээст цилиндрээр 5 мл хүхрийн хүчлийн уусмал (2.5 М), Пастерийн пипеткээр ойролцоогоор 2 мл цардуулын уусмал тус тус нэмээрэй.
4. Эрленмейрийн шувтан колботой холимоогоо бюретк дэх иодын уусмалаар бараан өнгө ядаж 15 секунд арилахгүй болтол титрлэнэ үү. Титрлэлтийн эзлэхүүн V_3 –ийг тэмдэглэж авна үү.
5. Ажлын явцын 1-4 –р алхмыг гурваас доошгүй удаа давтаж хийгээрэй.

Анализ n°	V_3 / мл
1	
2	
3	
Тайлагнах утга V_3 / мл	

Асуултууд

1. Натрийн тиосульфатын уусмалын стандарт тогтооход явагдах бүх урвалын тэгшитгэлүүдийг **бичиж тэнцүүлнэ үү.**

2. Натрийн тиосульфатын уусмалын молийн концентрацыг **тооцоолно үү.** Калийн иодатын молийн масс $M(\text{KIO}_3) = 214.0 \text{ г моль}^{-1}$.

$$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ моль л}^{-1}$$

Хэрэв та $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ –ыг тооцоолж чадаагүй бол даалгаврын үлдсэн хэсэгт $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.0500 \text{ моль л}^{-1}$ гэсэн утгыг хэрэглэж болно.

3. Иодын уусмалын молийн концентрацыг **тооцоолно үү.**

$$c(I_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ моль л}^{-1}$$

Хэрэв та $c(I_2)$ –ыг тооцоолж чадаагүй бол, даалгаврын үлдсэн хэсэгт $c(I_2) = 0.00700 \text{ моль л}^{-1}$ гэсэн утгыг хэрэглэж болно.

4. Хүхрийн диоксид SO_2 –ыг сульфат ион SO_4^{2-} болтол исэлдэнэ гэж үзэн иод I_2 –ын хүхрийн диоксидтой орох урвалын тэгшитгэлийг **бичнэ үү**.

5. Дарсан дахь нийт хүхрийн диоксидын массын концентрацыг (мг л^{-1}) **тооцоолно үү**.
Хүхрийн диоксидын молийн масс $M(SO_2) = 64.1 \text{ г моль}^{-1}$.

$$c_m(SO_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мг л}^{-1}$$

ТОРГУУЛЬ

Тохиолдлууд #	Сурагчийн гарын үсэг	Лабораторын туслахын гарын үсэг
1 (оноо хасахгүй)		
2		
3		
4		
5		