



БОЛОВСРОЛЫН  
ЯАМ



# ФИЗИК

Лабораторийн ажлын удирдамж  
(Багшид зориулав)

XI анги

2024 он



# ФИЗИК

## ЛАБОРАТОРИЙН АЖЛЫН УДИРДАМЖ

(Багшид зориулав)

XI АНГИ

Улаанбаатар хот  
2024 он



БОЛОВСРОЛЫН  
ЯАМ



Азийн хөгжлийн банкны Эдийн засгийн хүндрэлийн үед боловсролын чанар, хүртээмжийг сайжруулах төслийн санхүүжилтээр Боловсролын Судалгааны Үндэсний Хүрээлэнгээс бэлтгэв.

Зөвлөх:	А.Энхтогтох	Төслийн хосолсон сургалтын зөвлөх
Боловсруулсан:	Х.Батболд	МУБИС, МБУС, Физикийн тэнхимийн эрхлэгч
	Б.Гүррагчаа	Нийслэлийн ХУД-ийн 32-р сургуулийн багш
	С.Ариунтунгалаг	Хөвсгөл аймгийн Дэлгэрмөрөн ЦС-ийн багш
	С.Анхзаяа	МУБИС-ийн харьяа ЕБС-ийн багш
Эксперт:	М.Ганбат	Цахим сургуулийн зөвлөх багш
Хэвлэлийн эх бэлтгэсэн:	В.Лут-Очир	“И-Монгол академи” УТҮГ-ын Сургалтын хэлтэсийн дарга

## ӨМНӨХ ҮГ

2016 онд боловсруулж, 2019 онд сайжруулалт хийсэн бүрэн дунд боловсролын байгалийн ухааны сургалтын хөтөлбөрүүдэд шинжлэх ухааны арга зүйг ойлгоход хувь нэмэр оруулах, сурагчдад эрэл хайгуул хийх ур чадвар эзэмшүүлэх шинжлэх ухаанч эрэл хайлт хийх (inquiry based learning) арга барилыг тусгасан билээ. Иймд байгалийн ухааны сургалтын цагийн 20-30 орчим хувийг практик ажил (Practical work)-д хуваарилж хэрэгжүүлэх хэрэгцээ шаардлага байсаар байна.

Практик ажил бол шинжлэх ухааныг сургах, сурах үйл явцын салшгүй нэг хэсэг юм. Сайн төлөвлөж хэрэгжүүлсэн практик ажил нь сурагчдын сурах сонирхол, сэдэл тэмүүллийг өдөөж, шинжлэх ухааны судалгааны үйл явцыг ойлгон, эрэл хайгуул хийх ур чадвараа хөгжүүлэхэд нь тусалдаг гэдэгтэй ихэнх судлаачид санал нийлдэг. Байгалийн ухааны практик ажлыг лаборатори болон анги танхим, хичээлээс гадуурх үйл ажиллагаагаар хэрэгжүүлж болно.

### **Лабораторийн ажил (laboratory work)**

Багшийн сайн бэлтгэж хэрэгжүүлсэн лабораторийн ажил (laboratory work) нь сурагчид эрэл хайгуул хийх ур чадвар эзэмших, өөрсдийн чадварт илүү итгэлтэй болох, цаашлаад шинжлэх ухааны чиглэлээр үргэлжлүүлэн суралцах хүсэл тэмүүллийг төрүүлэх сайн талтай.

Өмнөх жилүүдэд сургалтын хөтөлбөрт тусгасан лабораторийн ажлын удирдамж, ажлын хуудсыг бүрэн эхээр нь боловсруулж, багш нар сургалтад ашиглаж байсан туршлага бага тул энэ удаагийн сургалтын материал нь энэ талаараа шинэлэг ч, зөвхөн бүрэн дунд боловсролын 10, 11 дүгээр ангийн сургалтын хөтөлбөрт нийцүүлэн лабораторид хийж гүйцэтгэх удирдамж, ажлын хуудсыг санал болгож байгаараа хязгаарлагдмал юм. Иймд цаашид энэхүү лабораторийн ажлын удирдамж, ажлын хуудсыг технологийн дэвшил, техник хэрэгсэлийг ашиглан цахим, симуляци туршилт болгон сургалтад нэвтрүүлэх, боловсролын бүх түвшний сургалтын хөтөлбөрт тусгасан практик ажлуудын удирдамж, ажлын хуудсыг боловсруулж, хөгжүүлэх хэрэгцээ байсаар байна.

Сурагчид байгалийн ухааны сургалтын хөтөлбөрт тусгасан практик ажлуудыг хийснээр дараах эрэл хайгуул хийх ур чадварыг эзэмшинэ. Үүнд:

1. Туршилт, судалгааг төлөвлөх
2. Ажиглалт, хэмжилт, тооцоолоо хийж, өгөгдөл цуглуулах, бүртгэх, танилцуулах
3. Дүгнэлтэд хүрэхийн тулд өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийж, тайлбарлах
4. Өгөгдлийн тоо ба чанарын үр дүнг үнэлэх, сайжруулах санал гаргах.

Багшид зориулсан лабораторийн ажлын удирдамж, сурагчийн ажлын хуудас бүхий энэхүү сургалтын материал нь зөвхөн лабораторийн орчинд хийгдэх тул сургуулийн удирдлага, багш нар лабораторийн тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл, бодис урвалжийн бэлэн байдлыг хангаж ажиллах нь чухал юм. Мөн багш лабораторийн ажлыг төлөвлөхдөө сурагчид бие даан ажиллах болон багаар хамтарч ажиллах боломжийг олгодог олон янзын сурах арга барилыг авч үзэхийг чухалчлах хэрэгтэй.

Практик ажил нь үргэлж лабораторид суурилсан байх албагүй.

Зарим практик ажлууд хязгаарлагдмал нөөц ашигладаг, хугацаа их зарцуулдаг, бүлгээр гүйцэтгэхэд хүндрэлтэй, зарим сурагчдын ур чадварын түвшнээс давсан тул тэдний анхаарал сарниж, үр дүн гарах боломжгүй байж болно.

1. Танхимийн хичээлээр загвар бүтээх, дүрд тоглох бүлгийн ажил, үзүүлэх туршилт хийх зэрэг нь лабораторийн ажлын адил үнэ цэнэтэй байдаг.
2. Мөн хээрийн судалгаа, төсөл хэрэгжүүлэх нь сурагчдын шинжлэх ухааныг үнэлэх үнэлэмж, тэдний сэдэл, тухайн сэдэв, агуулгыг судлахад ихээхэн хувь нэмэр оруулдаг.

Иймд лабораторийн ажлаас гадна хичээлийн танхимд болон хичээлээс гадуур хээрийн судалгаа хийх зарим хувилбарыг багш нар төлөвлөж хэрэгжүүлэх хэрэгцээ, шаардлага гардаг тул сургалтын хөтөлбөрт нийцүүлэн төлөвлөж хэрэгжүүлэх боломжтой зарим практик ажлын жишээг товч дурдлаа. Багш нар энэхүү санал болгосон практик ажлуудыг төлөвлөн хэрэгжүүлэх боломж нээлттэй байх болно.

### ***Багшийн үзүүлэх туршилт (Teacher demonstrations)***

Багшийн үзүүлэх туршилт нь бага хугацаа шаарддаг, практик хичээлийн эхэнд танил бус процедурыг үзүүлэх үнэ цэнэтэй арга боловч сурагчид хязгаарлагдмал хүрээнд оролцдог тул тэдэнд туршилтыг өөрсдөө хийж, ур чадвараа хөгжүүлэх эсвэл тоног төхөөрөмжтэй танилцах боломжийг олгодоггүй сул талтай.

### ***Бүлгийн ажил (Group work)***

Сурагчид нэг зорилгын төлөө хамтран ажилладаг тул олон шинэ санааг гаргаж, хөгжүүлэх боломжийг бүрдүүлдэг. Харин шинжлэх ухааны зориулалтын багаж тоног төхөөрөмж, сургалтын материал хомс байгаа тохиолдолд энэ арга нь хэрэгжихгүй байх магадлал өндөр байж болно.

### ***Жижиг бүлгийн ажил (Small group work)***

Хязгаарлагдмал нөөцийг ашиглаж, олон тооны хувьсагчдыг туршиж, олон хэмжилт цуглуулахад сурагчид жижиг бүлгээр ажиллаж болно. Хэдийгээр ижил процедурыг хийж болох ч сурагч бүр зөвхөн нэг өгөгдлийг цуглуулж, дараа нь хамтарч багц өгөгдлийг нэгтгэхээр жижиг бүлгийн ажлыг төлөвлөж болно.

### ***Хээрийн судалгаа (Field studies)***

Богино хугацаанд их мэдээлэл цуглуулдаг тул хээрийн судалгаа нь бүлгийн үйл ажиллагаанд тохиромжтой. Сурагчдын үйл ажиллагааг судалгааны тайлан бичихэд чиглүүлнэ.

### ***Төсөлм ажил (Project work)***

Төсөл нь лабораторид суурилсан судалгаа багатай сургалтын хөтөлбөрийн агуулгуудад, мөн сургалтын хөтөлбөрт тусгагдаагүй ч, тодорхой сэдвийг сонирхож буй сурагчдын сонирхол, чадварыг хөгжүүлэхэд ашигладаг арга зүй юм. Жишээлбэл, сурагчид тодорхой сэдвийн жишээг олохын тулд интернетийн судалгааг ашиглаж, олж

авсан үр дүнгээ харуулсан постер илтгэл бэлтгэж болно. Төсөлт ажил нь хувь хүн эсвэл бүлгийн үйл ажиллагаа байж болно. Багш сэдвүүдийг сонгох, цагийн хуваарийг тогтооход анхаарч, бүлэг, хувь хүмүүсийн зурагт хуудас, илтгэл, тайлан гаргахад чиглүүлж ажиллана. Харин сурагчид төсөл хэрэгжиж эхэлмэгц ихэнх ажлыг анги танхимаас гадуур бие даан гүйцэтгэнэ.

### ***Хичээлээс гадуурх клубууд (Extra-curricular clubs)***

Хичээлээс гадуурх клубын үйл ажиллагаа нь шинжлэх ухааны судалгааны аргуудыг өдөөх явдал юм. Клубын үйл ажиллагааг дэмжих хэд хэдэн арга байж болно.

1. Нэг арга зам нь бол бүх сурагчид эрэл хайгуул хийх үр чадвараа дадлагажуулах нэмэлт хичээлийн цаг байдлаар лабораторийн ажил төлөвлөж хэрэгжүүлж болно.
2. Өөр нэг арга нь бол клубийн үйл ажиллагааг нь хичээлээс гадуур зохион байгуулж болно. Энэ тохиолдолд бүх сурагчид хамрагдах боломжгүй, сайн дурын үндсэн дээр хамрагдах үйл ажиллагаа байна. Хичээлээс гадуурх клубууд нь шинжлэх ухаантай холбоотой, нийгэм, эдийн засгийн ач холбогдолтой, жишээлбэл, ховордсон амьтад эсвэл орон нутгийн ашигт малтмалын нөөцтэй холбоотой олж мэдсэн зүйлээ анги, танхимын хичээлтэй уялдуулан судалж болно.

Физикийн хичээлийн хувьд “механик хөдөлгөөн”, “хүчний эргүүлэх үйлчлэл”, “дулаан багтаамж”, “долгион ба дуу”, бүлэг сэдвийн агуулгаар дүйцүүлсэн туршилт, АХБ-ны санхүүжилтээр сургуулиудад нийлүүлсэн багаж хэрэгслийг ашиглан лабораторийн туршилт төлөвлөн хэрэгжүүлэх боломжтой юм.

Багш та 21 дүгээр зууны хэрэгцээ шаардлагад нийцүүлэн танхим, цахим хосолсон сургалтыг зохион байгуулах бол шинэ мэдлэг ойлголтыг сурагчид бие даан цахим, онлайн, зайнаас судалсаны дараа лабораторид туршилт ажлыг төлөвлөн хэрэгжүүлж эзэмшсэн мэдлэг, үр чадварыг бататгах боломжтой юм.

Энэхүү багшид зориулсан лабораторийн ажлын удирдамж, сурагчийн ажлын хуудас бүхий сургалтын материал нь физикийн сургалтын хөтөлбөрийг хэрэгжүүлэх, хичээлээр эзэмшсэн онолыг бататгах төдийгүй, зүй тогтлыг бие даан илрүүлэх, эрэл хайгуул хийх үр чадварыг хөгжүүлэхэд үнэтэй хувь нэмэр оруулна гэдэгт итгэлтэй байна.

БОЛОВСРОЛЫН СУДАЛГААНЫ ҮНДЭСНИЙ ХҮРЭЭЛЭН  
ЗАХИРАЛ М.ИТГЭЛ (Ph.D)

## ХI АНГИЙН ФИЗИКИЙН ХИЧЭЭЛИЙН ЛАБОРАТОРИЙН АЖЛЫН ЖАГСААЛТ

Бүлэг сэдэв	Суралцахуйн зорилт	Туршилт ажил
11.1. Хүч ба хөдөлгөөн	11.1д. Өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөнийг графикаар дүрслэн харуулах	Сумны унах зайг хэмжих
	11.1ж. Ньютоны динамикийн хуулийг санах, хэрэглэх	Хүчний үйлчлэл дор тэргэнцэр
11.2. Хөдөлгөөний тоо хэмжээ	11.2а. Хөдөлгөөний тоо хэмжээг масс болон хурдны үржвэр гэж тодорхойлох, импульс ба хөдөлгөөний тоо хэмжээний ялгааг жишээгээр харуулах, хүчний импульс ба импульсийн хамаарлыг ашиглах	Мөргөлдөөний зүй тогтлыг судлах
11.5. Цахилгаан орон	11.5а. Цэгэн цэнэгийн цахилгаан орны хүчлэгийн Кулоны томьёо санах, хэрэглэх	Кулоны туршилт
11.5. Идеал хий	11.5г. Идеал хийн изобар процессыг диаграмм ба текстээр илэрхийлэх	Изобар процессын хуулийг шалгах
11.8. Тогтмол гүйдлийн цахилгаан хэлхээ (сонгон судлах)	11.8а. Электролизийн Фарадейн хуулийг санах, хэрэглэх	Электролизийн хуулийг шалгах
	11.8а. Соронзон орныг шугамаар загварчлах аргыг тайлбарлах. шулуун, дугуй, соленоид дамжуулагчийн үүсгэх соронзон орныг шугамаар дүрслэн үзүүлэх	Соронзон орны дүр төрхийг судлах
11.10. Гармоник хэлбэлзэл	11.10а. Пүрш ба утсан дүүжингийн хэлбэлзэлд буцаагч хүчийг ялган таних, үеийн томьёог санах, хэрэглэх	Биеийн хэлбэлзэх хөдөлгөөнийг гарын доорх материал ашиглан турших

## БҮЛЭГ | МЕХАНИК

### Сэдэв: 11.1. Хүч ба хөдөлгөөн

#### СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.1д. Өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөнийг графикаар илэрхийлэх

#### Туршилт ажил

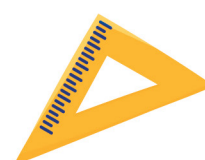
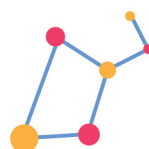
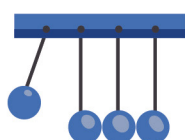
Сумны унах зайгаар анхны хурдыг тодорхойлох

#### Туршилтын зорилго

Хэвтээ чигт шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөнийг судлах

#### Туршилтын явцад эзэмших чадвар

Эзэмших чадвар	Энэ чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Туршилтын ур чадвар (нягт нямбай, дэс дараалалтай ажиллах)	Туршилтын багаж хэрэгсэлтэй ажиллах, туршилтын ажлыг зааврын дагуу гүйцэтгэх, хүснэгтээр илэрхийлэх
Хэрэглэх	Туршилтын үр дүнг боловсруулах хүснэгт, график байгуулах, налалтыг тодорхойлох
Анализ, дүгнэлт хийх	Туршилтаар гарсан үр дүн жинхэнэ утгын ялгааг харьцуулж үнэлэх
Үнэлэх	Туршилтыг сайжруулах, хөгжүүлэх арга замыг олох, асуултад хариулах





### Бие даан болон багаар ажиллах зааварчилгаа

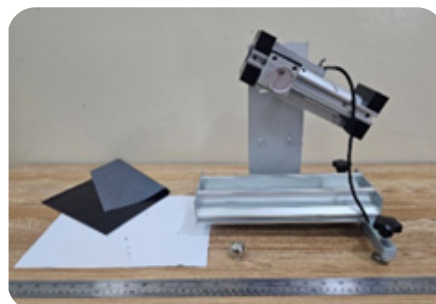
Сурагч бүр бие даан ажлын хуудаст тэмдэглэл хөтөлж, дүгнэлт гаргана.



### Хэрэглэгдэхүүн

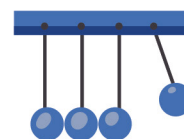
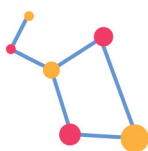
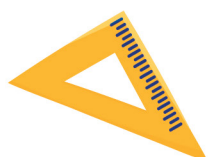
Хоёр хэмжээст хөдөлгөөний туршилтын иж бүрдэл F-7

- Сум шидэгч, цэнэглэгч 1 ш
- Сум (үрэл) 1 ш
- Хар бэхтэй цаас 1 ш
- Штатив 1 ш
- Урт шугам 1 ш
- Тэгш ус 1 ш



### Аюулгүй, зөв ажиллагаа

- Сумны өндрийг шидэгчийн үзүүрээс тооцно уу.
- Шидэгчийн хошууны эгц доод цэгээс алслалтыг /унах зай/ хэмжих тул нэмэлтээр эгцлүүр ашиглаж болно. Эсвэл хошууг доод суурьтай тэнцүүлэх хэрэгтэй.



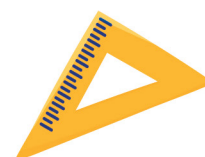
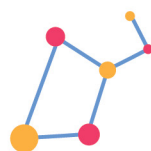
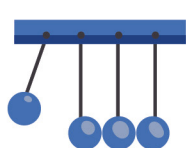


## Туршилтын жишиг гүйцэтгэл

Шидэх өндөр $h, m$	Унах зай $l, m$						$l^2, m^2$
	1	2	3	4	5	Дундаж	
0.263	0.643	0.627	0.635	0.642	0.649	0.639	0.408
0.435	1.285	1.287	1.312	1.300	1.283	1.293	1.672
0.598	1.522	1.514	1.571	1.567	1.530	1.541	2.374
0.699	1.738	1.730	1.643	1.690	1.576	1.680	2.822
1.035	2.097	2.015	2.014	1.956	1.933	1.995	3.980

### Унах зай шидэх өндрөөс хамаарах график

Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу  $X=h/m$ , босоо тэнхлэгийн дагуу  $Y=l^2/m^2$  авч хамаарлын график байгуулна. Зүй тогтлыг илэрхийлэх хамгийн “сайн” шулууныг зурна.



### А. Туршилт хийх заавар

Туршилт хийх дарааллаа бичээрэй.

1. Шидэгчийг штативд бэхэлж, тэгш ус ашиглан хэвтээ байрлалд тохируулан угсарна.
2. Цэнэглэгчийн тусламжтайгаар сумаа шидэгчийн аль 1 байрлалд цэнэглэнэ.
3. Шидэх өндрийг өөрчлөн унах зайг хэмжиж авна.
4. Хэмжилт бүрийг 5 удаа хийж, дунджийг олно.
5. Шидэх өндрийг 10-15 см-ээр ихэсгэж, 6-аас доошгүй утгын хувьд хэмжилтийг давтан гүйцэтгэнэ.

### Б. Өгөгдөл цуглуулах

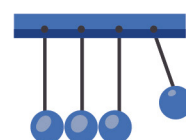
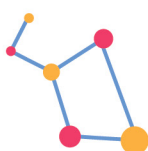
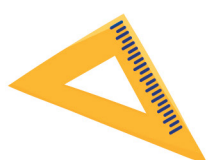
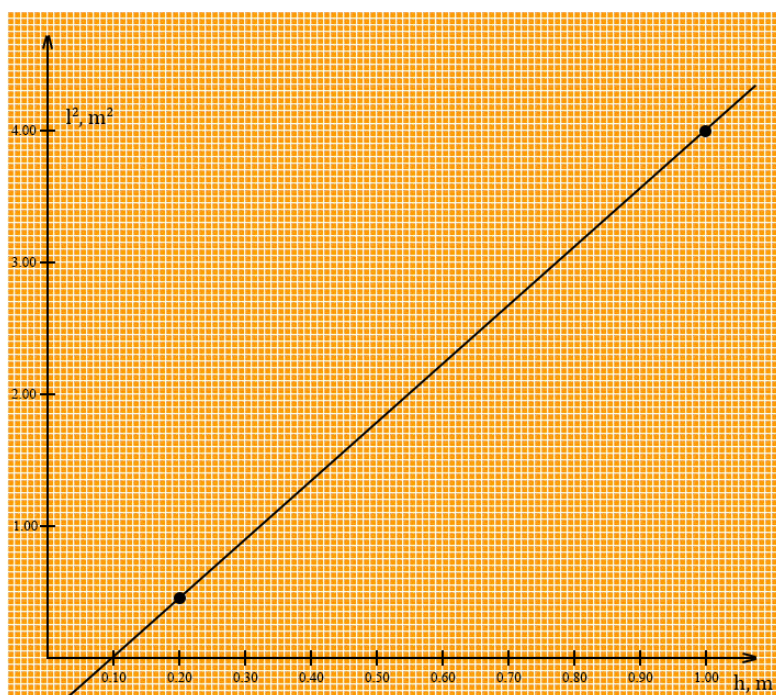
Хэмжилтийн үр дүнг хүснэгтэд бичнэ.

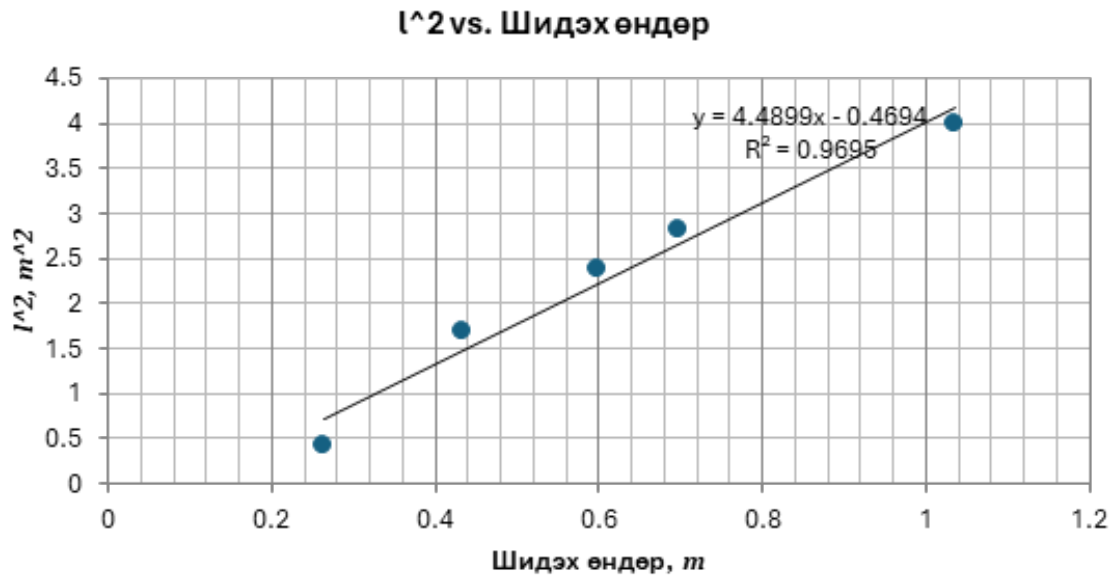
### В. Туршилтын үр дүнг боловсруулах

Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу шидэх өндөр  $h$ , м, босоо тэнхлэгийн дагуу  $l^2, m^2$ -ийг авч график байгуулна.

Зүй тогтлыг хамгийн харуулах “сайн” шулууныг зурна.

Сайн шулууны налалт  $k$  -ыг тодорхойлно.

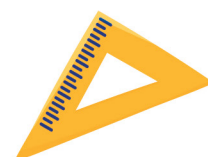
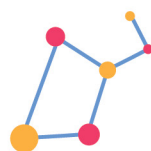
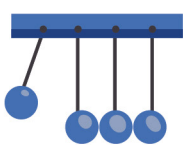




$$k = \frac{4.00 - 0.50}{1.00 - 0.20} = 4.4$$

Налалтын утгыг ашиглан сумны анхны хурдыг тодорхойлно. Тохирох нэгжийг бичээрэй.

$$u_0 = \sqrt{\frac{gk}{\lambda}} = \sqrt{\frac{9.8 \cdot 4.4}{\lambda}} = 4.64 \text{ m/s}$$



## БҮЛЭГ | МЕХАНИК

### Сэдэв: 11.2. Хөдөлгөөний тоо хэмжээ

#### СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.2а. Хөдөлгөөний тоо хэмжээг масс болон хурдны үржвэр гэж тодорхойлох, импульс ба хөдөлгөөний тоо хэмжээний ялгааг жишээгээр харуулах, хүчний импульс ба импульсийн хамаарлыг ашиглах

#### Туршилт ажил

Мөргөлдөөний зүй тогтлыг судлах

#### Туршилтын зорилго

Сурагч биеийн масс, хурдатгал, үйлчлэх хүчний хоорондын хамаарлыг туршилтаар судлах туршилтыг төлөвлөх, хэмжилтийн аргачлал боловсруулах, хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах чадвартаа ахиц гаргахад чиглэнэ.



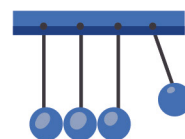
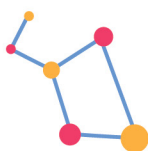
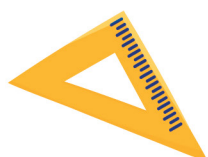
#### Хэрэглэгдэхүүн

- Тэргэнцэр хэрэгслийн хамт
- Тэргэнцрийн зам
- Хурд хэмжигч, логерийн хамт

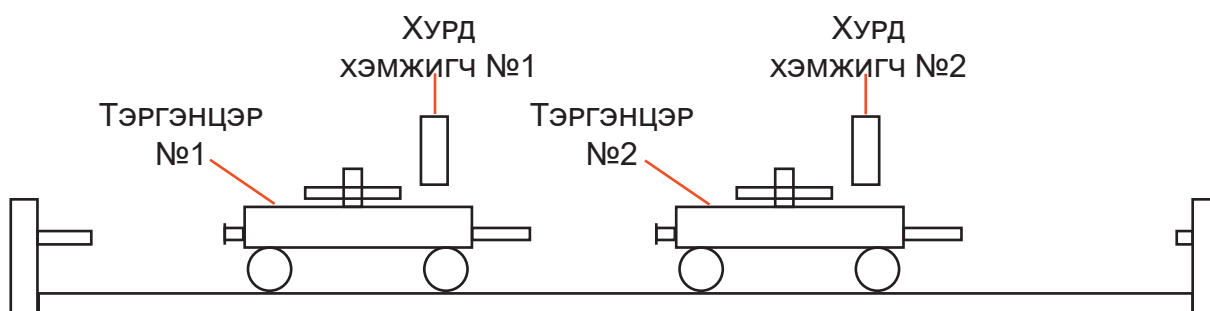


#### Аюулгүй, зөв ажиллагаа

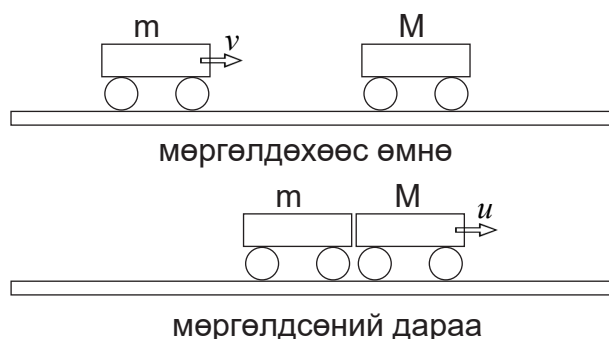
- Туршлагаас гарч болох эрсдэлийг үнэлэх хэрэгтэй.
- Туршилтын явцад замыг хөдөлгөх, тэргэнцэрийг зам дээр буруу байрлуулах, мэдрэгчийг унагахаас сэргийлэх үйлийг урьдчилан тооцож төлөвлөнө.



Туршилт судалгаа



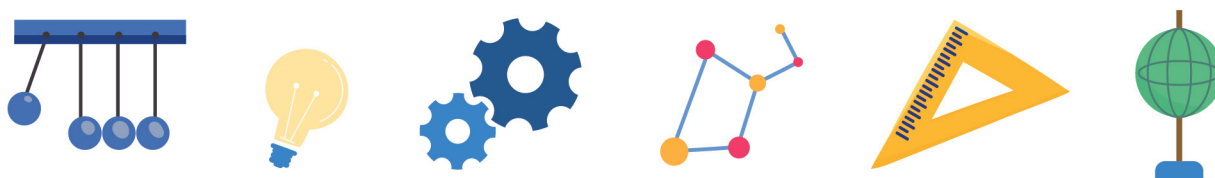
Сурагч хоёр тэргэнцрийн мөргөлдөөнийг судлах туршилт хийхээр төлөвлөв. Тэрээр хэвтээ тэгш чиглүүгч зам дээр хоёр тэргэнцэрийг тавьж хоёр хурд хэмжигчийг байрлуулав. Тэргэнцэр хэвтээ гадаргаар бараг үрэлтгүй хөдөлнө. Туршилтаар 2-р тэргэнцэрийг хөдөлгөөнгүй байрлуулаад 1-р тэргэнцэрийг 2-р уруу түлхэж хурдтай хөдөлгөнө. 1-р хурд хэмжигч 1-р тэргэнцрийн мөргөлдөөнөөс өмнөх  $v$  хурдыг хурдыг хэмжинэ. Мөргөлдөх үед тэргэнцэрүүд наагч зангууны тусламжтайгаар хоорондоо холбогдож цааш хамтдаа хөдөлнө. 2-р хурд хэмжигч хоёр тэргэнцрийн мөргөлдөөний дараах  $u$  хурдыг хэмжинэ.



Сурагчид хоорондоо хэлэлцээд дараах таамаглал дэвшүүлжээ.

**Таамаглал 1:** Мөргөж байгаа тэргэнцрийн  $v$  хурд их бол хүчтэй мөргөх учир мөргөлдөөний дараах  $u$  хурд дагаж ихсэнэ. Шууд пропорционал хамаарах байх.

**Таамаглал 2:** Хоёр биеийн массаас хамаарна. Мөргөж байгаа биеийн масс ихэсвэл мөргөлдөөний дараах  $u$  хурд нэмэгдэнэ.



**Туршилт 1.** Тэргэнцрүүдийн мөргөлдөөний дараах хурд мөргөлтийн хурдаас хэрхэн хамаарахыг судалъя.

**1-р таамаглалыг шалгах туршилтын төлөвлөлт:**

1-р таамаглалыг шалгахын тулд хоёр тэргэнцрийн массыг өөрчлөхгүй, зөвхөн мөргөж байгаа тэргэнцрийн  $v$  хурдыг өөрчилнө. Тэгээд мөргөлдөөний дараах  $u$  хурдыг хэмжинэ. Дараа нь тэдгээрийн хамаарлын график байгуулна. Мөн хурдны  $\frac{v}{u}$  харьцааг авч тогтмол гарах эсэхийг нь шалгахар тогтов.

**Шинжлэх ухаанч санаа ба таамаглал:**

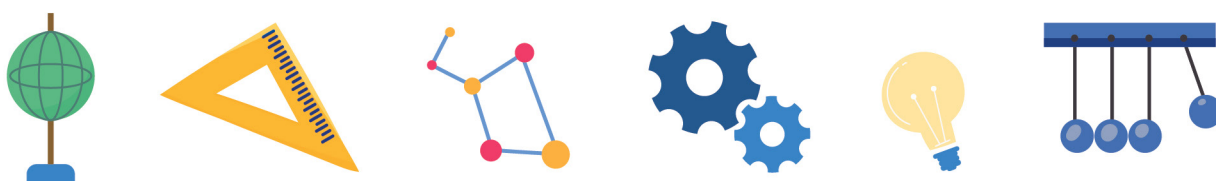
$u \sim v$  буюу шууд пропорционал хамаарал үнэн бол хэмжигдэхүүнүүдийн харьцаа нь тогтмол  $v/u = const$  байх ёстой.

$$m = \dots, M \dots$$

**Хэмжилтийн хүснэгт**

Хурд, $u$ , m/s	Хурд, $v$ , m/s	Харьцаа, $v/u$

$u = f(v)$  хамаарлын график байгуулна. Хамаарлын талаар анализ хийж, дэвшүүлсэн таамаглалтай тохирч байгаа эсэх талаар дүгнэлт хийхээр шийдэв.



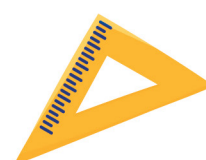
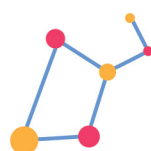
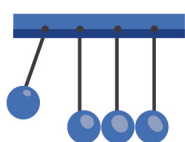


## Туршилтын жишиг гүйцэтгэл

Нэгэн сурагчийн хийсэн хэмжилтийн тоон өгөгдлийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

1 ба 2-р тэргэнцрийн масс харгалзан  $m=373$  г,  $M=389$  г.

№	$v$ , m/s	$u$ , m/s	$v/u$
1	0.32	0.160	
2	0.41	0.201	
3	0.59	0.285	
4	0.83	0.403	
5	1.05	0.508	
6	1.25	0.612	
7	1.44	0.701	
8	1.63	0.805	



**Даалгавар 1:** Хүснэгтийн өгөгдлийг ашиглан  $u = f(v)$  хамаарлын графикийг байгуулна уу. Цэгүүдээр дүрслэгдэх зүй тогтлыг хамгийн сайн илэрхийлэх “сайн” шулууныг байгуулна уу. Шулууны налалтын коэффициент буюу градиентыг олно уу.

градиент = .....

Хэрэв үйлдлийг алдаа багатай хийсэн бол шулууны градиент  $0.49 \pm 0.01$  завсарт гарах болно. Градиентын урвуу нь  $2.04 \pm 0.04$  завсарт гарна.

**Даалгавар 2:** Дээрх хүснэгтийн дутуу  $\frac{v}{u}$  баганыг гүйцээнэ үү. Олсон тоон утгаа

таслалын ард гурван утгат орны нарийвчлалтайгаар тоймлож бичээрэй. Мөргөлдөөний дараах ба өмнөх хурдны харьцааны дундаж утгыг олно уу.

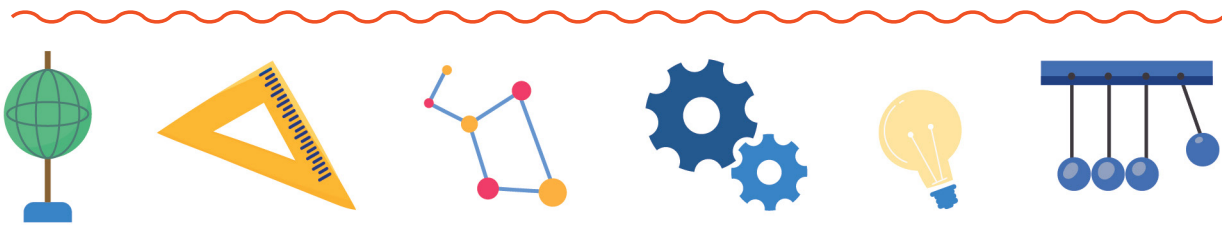
$$\left\langle \frac{v}{u} \right\rangle = \dots\dots\dots$$

**Даалгавар 3:** Гүйцэтгэсэн даалгавруудынхаа үр дүнд тулгуурлан, сурагчдын дэвшүүлсэн 1-р таамаглал үнэн эсэх талаар дүгнэлт хийнэ.

**Туршилт 2:** Мөргөлдөөний дараах хурд биесийн массаас хэрхэн хамаарахыг судалъя.

**Шинжлэх ухаанч санаа ба таамаглал:**

Мөргөж байгаа 1-р тэргэнцрийн  $m$  массыг ихэсгэвэл, мөргөлдөөний дараах хурд нэмэгдэнэ, эсрэгээр нь зогсож байгаа 2-р тэргэнцрийн  $M$  массыг нэмэгдүүлбэл мөргөлдөөний дараах хурд багасна. Иймд хоёр тэргэнцрийн массын  $\frac{M}{m}$  харьцааг удирдан хувьсагч болгон аваад хурдны  $\frac{v}{u}$  харьцааг дагалдан хувьсагч болгон авч болох юм.  $\frac{M}{m}$  харьцаа харьцааг ихэсгэвэл  $\frac{v}{u}$  харьцааг ихсэх буюу шууд хамааралтай байх гэсэн таамаглал дэвшүүлжээ.



### 2-р таамаглалыг шалгах туршилтын төлөвлөлт:

2-р таамаглалыг шалгахын тулд тэргэнцэрүүдийн массыг өөрчилнө. Эхлээд 2-р тэргэнцрийн массыг боломжийн хэмжээгээр бага байлгаад 1-р тэргэнцрийн массыг хамгийн их утгаас шатлан багасгана, дараа нь 1-р тэргэнцрийн массыг бага байлгаад 2-р тэргэнцрийн массыг шатлан нэмэгдүүлнэ. Өмнөхийн адилаар 2-р тэргэнцэрийг хөдөлгөөнгүй байлгаж  $v$  ба  $u$  хурдуудыг хэмжинэ. 1-р тэргэнцрийн хурдны хэмжээнээс мөргөлдөөний дараах хурд хамаарах хамаарлыг бид өмнө нь судалсан учир  $v$  хурдыг тогтмол барих гэж оролдох шаардлагагүй,  $v/u$  харьцаа  $v$ -ээс хамаарахгүй.

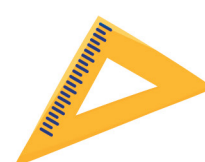
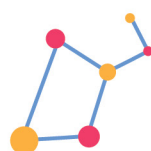
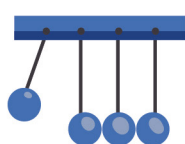
$M/m$  харьцаанаас  $v/u$  хурдны харьцаа хэрхэн хамаарахыг судлахын тулд хэмжилтийн үр дүнг дараах хүснэгтэд бичнэ.

### Хэмжилтийн хүснэгт

$m, g$	$M, g$	$v, m/s$	$u, m/s$	$M/m$	$v/u$
789	373	0.912	0.615		
539	373	0.953	0.558		
389	373	1.230	0.630		
373	489	1.314	0.567		
373	589	1.029	0.395		
373	689	1.068	0.374		
373	789	0.976	0.316		

Массын харьцааны 5–аас доошгүй ялгаатай утгад хэмжилтийг хийнэ.

Хэмжилтийн үр дүнгээр  $\frac{v}{u} = f\left(\frac{M}{m}\right)$  хамаарлын график байгуулна.



**Туршилтын гүйцэтгэл ба өгөгдөл:**

Хулангийн хийсэн хэмжилтийн тоон өгөгдлийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

$$\frac{v}{u} = f\left(\frac{M}{m}\right) \text{ хамаарал}$$

Даалгавар 1: Дээрх хүснэгтийн дутуу баганыг гүйцээнэ үү. Олсон тоон утгаа гурван утгат орны нарийвчлалтайгаар тоймлож бичээрэй. Хүснэгтийн өгөгдлийг ашиглан  $v/u = f(M/m)$  хамаарлын графикийг байгуулна.

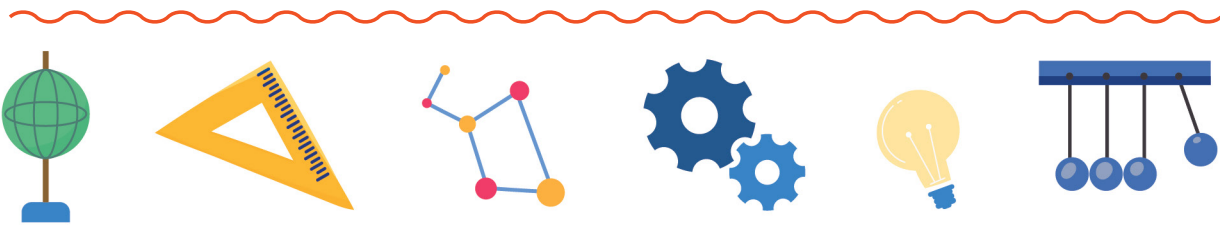
Цэгүүдээр дүрслэгдэх зүй тогтлыг хамгийн сайн илэрхийлэх “сайн” шулууныг байгуулна.

Шулууны налалтын коэффициент (градиент) ба  $y$ -тэнхлэгийг огтлох цэгийг олно.

градиент = . . . . .

$y$  тэнхлэг огтлох цэг = . . . . .

**Даалгавар 2:** Туршилтаар олсон коэффициентийн утгаа ашиглан  $v/u = f(M/m)$  шулууны математик илэрхийллийг бичнэ.



## БҮЛЭГ | МЕХАНИК

### Сэдэв: 11.5. Идеал хий

#### СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.5г. Идеал хийн изобар процессыг диаграмм ба текстээр илэрхийлэх

#### Туршилт ажил

Изобар процессын хуулийг шалгах

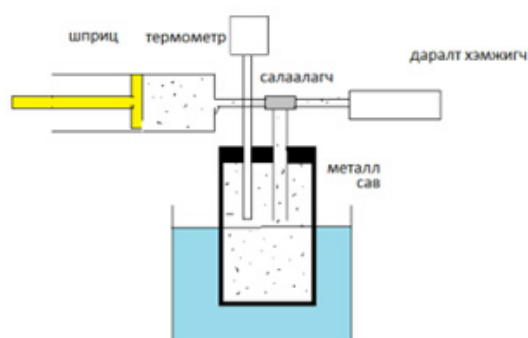
#### Туршилтын зорилго

Хийн даралтыг тогтмол үед температур, эзлэхүүний хоорондын хамаарлыг судлах, хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах чадвартаа ахиц гаргахад чиглэнэ.



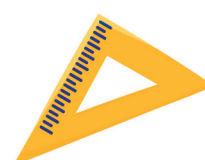
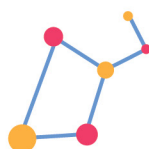
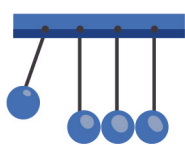
#### Хэрэглэгдэхүүн

- 200 ml багтаамжтай металл сав.
- Даралт хэмжигч барометр
- 1 ml-ийн хуваарьтай 20 ml – ийн тариур
- Салаалагч
- Холбох резин хоолой
- Электрон термометр
- Халуун устай сав
- Хүйтэн устай сав



Сурагчид багшийн дэвшүүлсэн асуудлыг урьдчилан зааж санал болгосон, эсвэл бэлэн ажлын хуудсанд бичигдсэн арга, аргачлал, алхмын дагуу багшийн дэмжлэгтэйгээр явуулж, дүгнэлтийг өөрсдөө хийнэ. Туршилт хийх алхамд суралцана.

Өгөгдсөн масстай хийн даралтыг тогтмол байлган температурыг ихэсгэвэл эзлэхүүн нь хэрхэх бол? Өөрийн санааг дэвшүүлнэ үү.



**Таамаглал:**

Хийг халаахад молекулын хөдөлгөөн нэмэгдэх учир даралт ихсэнэ. Даралтыг тогтмол байлгахын тулд хийн эзлэхүүнийг ихэсгэх хэрэгтэй. Иймд температурыг ихэсгэхэд хийн эзлэхүүн шууд хамаарах нэмэгдэх байх

**Туршилтын алхам:**

Металл савны резин бөглөөнд нүх гаргаж гуурс шургуулан завсраар нь агаар гарахааргүй жийрэглэнэ. Хоолойг салаалагчаар дамжуулан, даралт хэмжигч ба эзлэхүүний өөрчлөлтийг хэмжих хуваарьтай тариурт холбоно. Баллонд металл зүүтэй термометрийг шургуулна.

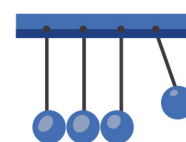
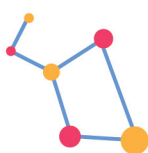
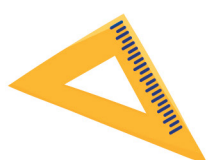
Баллоныг сайтар халаасан халуун устай саванд хийнэ. Савтай хий халахад хийн даралт нэмэгдэж тогтворжино. Энэ үед тариурын бүлүүрийг шилжүүлж, даралтыг тодорхой утгад өөрчлөхгүйгээр барина. Хийн температураас эзлэхүүнийг хамааруулан хэмжинэ. Үүний өмнө температурыг өөрчлөх хүрээ, интервалыг сонгож авна. Савтай хийн тасалгааны температур дахь анхны  $V_{анх}$  эзлэхүүнийг тооцоолж олно. Энд сав дахь хийн эзлэхүүн дээр дамжуулагч хоолой доторх агаарын эзлэхүүнийг нэмж олно.

$t=0^{\circ}\text{C}$  үеийн эзлэхүүнийг олъё. Графикаас  $\Delta V_0 = -8^{\circ}\text{C}$ ; учир  $V_0 = 130 - 8 = 122^{\circ}\text{C}$ ;

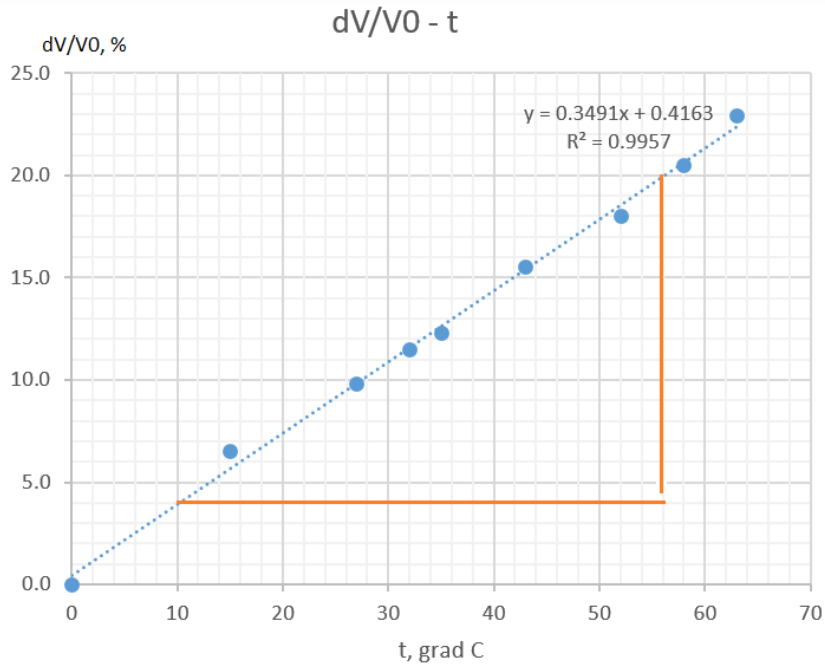
Хэмжилтийн дүнг дараах хэлбэрийн хүснэгтэд бичнэ. Агаарын даралтын утгыг багшаас авна. Сав дахь агаарын даралтыг олохдоо агаар мандлын даралт дээр багажийн заалтыг нэмж олно.

**$\Delta V_0/V_0-t$  хамаарал**

$P, \text{hPa}$	866	866	866	866	866	866	866	866	866
$t, ^{\circ}\text{C}$	63	58	52	43	35	32	27	15	0
$\Delta V, \text{ml}$	20	17	14	11	7	6	4	0	
$\Delta V_0, \text{ml}$	28	25	22	19	15	14	12	8	0
$V = V_0 + \Delta V_0$	150	147	144	141	137	136	134	130	$V_0 = 122\text{ml}$
$\Delta V_0/V_0$	0.230	0.205	0.180	0.156	0.123	0.115	0.098	0.066	0



Хэмжилтийн дүнгээр  $\Delta V_0/V_0-t$  график байгуулна.



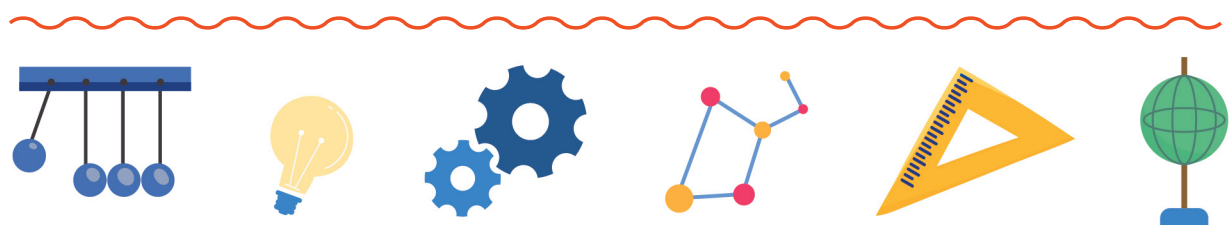
**Дүгнэлт:** Агаарын эзлэхүүн температураас . . . шууд пропорционал. . . . хуулиар хамаарч өөрчлөгдөнө.

Шулууны налалтыг тооцоолно уу.

$$\alpha_{\text{туришилт}} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0.200 - 0.040}{56 - 10} = 3.478 * 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$$

.....  
 .....  
 .....

Шулууны налалт  $\alpha_{\text{туришилт}} = 3.48 * 10^{-3} \text{ K}^{-1}$



Хийн төлөвийн хууль ёсоор даралт тогтмол үед агаарын даралт температурын хамаарлыг дараах хэлбэртэй бичиж болно.

$$\frac{V + \Delta V}{V} = \frac{T_0 + t}{T_0};$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{t}{T_0} = \alpha t;$$

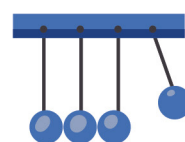
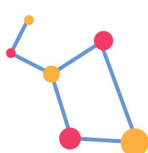
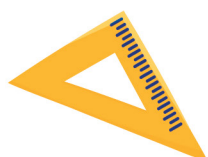
$$T_{0,онол} = \frac{1}{\alpha} = 273K;$$

Туршилтаар олсон шулууны налалтын урвууг тооцоолж олно уу.

$$T_{0,туршилт} = \frac{1}{\alpha_{туршилт}} = 287^\circ C;$$

$T_0=273K$ -тай харьцуулж, харьцангуй алдааг олно уу.

$$\varepsilon = \frac{T_{0,туршилт} - T_{0,онол}}{T_{0,онол}} * 100\% = \frac{287 - 273}{273} * 100\% = 5.3\%...;$$



## БҮЛЭГ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН

### Сэдэв: 11.7. Цахилгаан орон

#### СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.5а. Цэгэн цэнэгийн цахилгаан орны хүчлэгийн Кулоны томъёог санах, хэрэглэх

#### Туршилт ажил

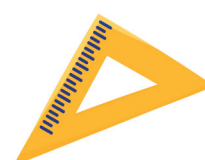
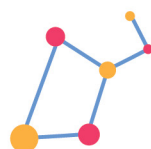
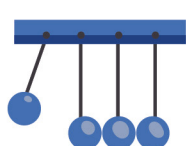
Кулоны туршилт (Дүйцүүлэх туршилт)

#### Туршилтын зорилго

- Кулоны туршилтын дизайн, түүнийг хэрэгжүүлэх PASCO ES9070 багажтай танилцах
- Өгөгдсөн хэмжилтийн үр дүнг боловсруулж, туршилтаар хэмжсэн физик хэмжигдэхүүнүүд хоорондын хамаарлыг тодорхойлох
- Туршилтын явцад хэмжилтийн алдаанд нөлөөлж болох хүчин зүйлсийг таамаглах, тэдгээрийг шийдвэрлэх санаа гаргах

#### Туршилтын явцад сурагчдын эзэмших чадвар

Эзэмших чадвар	Чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Ойлгох	Өгөгдөлд тооцоолол хийх, тооцооллын үр дүнг утгат орноор тоймлох
Хэрэглэх	Тохиромжтой хэлбэрээр хэмжигдэхүүнүүд хоорондын хамаарлын график байгуулах
Дүн шинжилгээ хийх	Графикийг шинжилж, огтлолцох цэг, градиентыг тодорхойлох, түүний физик утгыг тайлбарлах
Үнэлэх	Туршилтад анхаарах зүйлийг бичиж, тайлбар өгөх, түүнийг шийдвэрлэх арга замыг санал болгох





## Хэрэглэгдэхүүн

- Тунгалаг шугам
- Харандаа
- Тооны машин
- Ажлын хуудас

### Туршилтын үнэлгээ:

#### 1. Туршилт-А. Утасны мушгиралтын коэффициентийг тодорхойлох

1.1. Энд утгат орноор тоймлох, хүснэгтэн мэдээлэлтэй ажиллах чадварыг үнэлнэ.

- Хүндийн хүчний хурдатгал  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$  буюу 2 утгат оронтой тул ачааны жинг хүснэгтэд 2 утгат оронтой бичих ба зэрэгт хэлбэрээр илэрхийлж болно.
- Ачаатай ба ачаагүй тэнцвэрт орсон үед харгалзах өнцгийн ялгавраар ачаа тус бүрд харгалзах мушгиралтын өнцгийг олох ба хүснэгтийн толгой дахь нэгжийг гүйцээж бичнэ.

1.2. Энд график байгуулах чадварыг үнэлнэ.

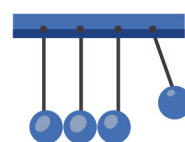
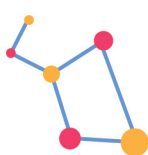
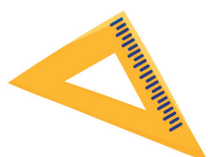
- Өгөгдсөн талбарын 80%-аас багагүй зайд график байгуулах
- Графикийн хэвтээ, босоо тэнхлэгүүдийн тэмдэглэгээг хийх
- Хүснэгтийн өгөгдлөөс цэгийг нямбай (байрлал зөв, цэгийн нарийвчлал 1 мм орчим) тэмдэглэх (хүснэгтийн өгөгдлийг буруу тооцоолсон эсэх нь энэ үйлдлийн үнэлгээнд нөлөөлөхгүй)
- Цэгүүдийн хандлагад хамгийн сайн нийцсэн “сайн” (цэгүүд шулууны хоёр талд жигд тархсан) шулууныг тасархайгүй, жигд нарийхан зурах.

1.3. Энд графикийн налалтыг тооцоолох чадварыг үнэлнэ.

- Графикийн шулуун ба хэвтээ тэнхлэгийн хооронд тохиромжтой гурвалжныг ашиглан градиентыг гурвалжны катетуудын харьцаагаар тодорхойлно.
- Графикийн шулууны нарийвчлалаас хамааран налалтын утга 5% орчим зөрөөтэй байж болно.

1.4. Энд налалтыг тооцоолох аргад үндэслэн түүнд физик утга оноох чадварыг үнэлнэ.

- Градиент нь босоо тэнхлэг ба хэвтээ тэнхлэгт харгалзах тэгш өнцөгт гурвалжны катетийн харьцаагаар илэрхийлэгдэнэ.



## 2. Туршилт-Б. Цэнэгтэй бөмбөлгүүдийн харилцан үйлчлэлийн хүч хоорондох зайнаас хамаарах хамаарлыг тодорхойлох

2.1. Энд утгат орноор тоймлох, хүснэгтэн мэдээлэлтэй ажиллах чадварыг үнэлнэ.

- Бөмбөлгүүдийн хоорондох зай  $R$  нь 2 утгат оронтой (хэмжилтийн алдаа 1 мм), байх тул хүснэгтэд  $1/R^2$ -ийг 2 утгат орноор тоймлон бичнэ.

2.2. Энд график байгуулах чадварыг 1.2 дахь шалгууруудыг баримтлан үнэлнэ.

2.3. Энд графикийн налалтыг тооцоолох чадварыг 1.3 дахь шалгууруудыг баримтлан үнэлнэ.

2.4. Энд таамаглалыг үгүйсгэж буй баталгааг таних, түүний учир шалтгааныг тайлбарлах чадварыг үнэлнэ. Дараах үндэслэлийг дурдсан байх ёстой.

- градиент 1-ээс ялгаатай байгаа нь таамаглал үгүйсгэгдсэн болохыг батална.
- Бөмбөлгүүдийн хоорондох зай нь тэдгээрийн шугаман хэмжээг тооцохгүй орхих хэмжээнд биш байгаа тул тэдгээрийг цэг цэнэг гэж үзэх боломжгүй юм.
- Цэнэгжсэн биес хоорондоо харилцан үйлчлэл, нөлөөгөөр цэнэгжих үзэгдлийн улмаас бөмбөлгүүдэд цэнэг жигд тархахгүй.

2.5. Энд утгат орноор тоймлох, хүснэгтэн мэдээлэлтэй ажиллах чадварыг үнэлнэ.

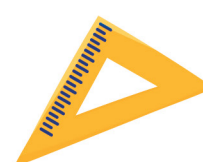
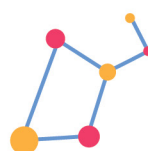
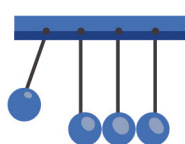
- Бөмбөлгүүдийн хоорондох зай  $R$  нь 2 утгат оронтой (хэмжилтийн алдаа 1 мм), мушгиралтын өнцөг бүхэл утгатай (хэмжилтийн алдаа 1 градус) 2-3 утгат оронтой байх тул хүснэгтэд  $\ln(R, m)$  ба  $\ln(\Delta\alpha_{\text{зас}}, \text{градус})$ -ийг харгалзах утгат орнуудаар тоймлон бичнэ.

2.6. Энд график байгуулах чадварыг 1.2 дахь шалгууруудыг баримтлан үнэлнэ.

2.7. Энд графикийн налалтыг тооцоолох чадварыг 1.3 дахь шалгууруудыг баримтлан үнэлнэ.

2.8. Энд график унших (огтлолын цэг, градиент) чадварыг үнэлнэ.

- Логарифм функцийн графикийн градиент нь хувьсагчийн зэрэг, огтлолын цэг нь үржвэрийн коэффициент байна.



3. Туршилт-С. Утасны мушгиралтын өнцөг бөмбөлгүүдийн цэнэгийн хэмжээнээс хамаарах хамаарлыг тодорхойлох

3.1. Цахилгаан багтаамж, түүний бусад хэмжигдэхүүнүүд хоорондын хамаарлыг сэргээн санах чадварыг үнэлнэ.

- Тусгаарлагдсан цэнэгтэй бөмбөрцгийн цахилгаан багтаамж, түүний цэнэгийн хэмжээ хоорондын хамаарлыг ашиглана.
- Потенциалын ялгавар ойлголтыг хэрэглэнэ.

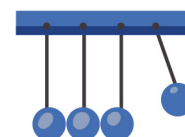
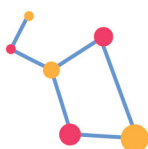
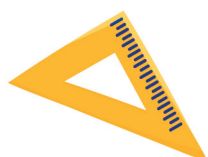
3.2. Энд график байгуулах чадварыг 1.2 дахь шалгууруудыг баримтлан үнэлнэ.

3.3. Энд график унших, үр дүнг нэгтгэн дүгнэх чадварыг үнэлнэ.

- Мушгиралтын өнцөг ба бөмбөлөг-Б-ийг цэнэглэсэн хүчдэл шугаман хамааралтай.
- Утсыг мушгих хүч ба мушгиралтын өнцөг шугаман хамааралтай.
- Бөмбөлгийн цэнэгийн хэмжээ ба цэнэглэсэн хүчдэл шугаман хамааралтай.
- Иймд бөмбөлөг-Б-ийн цэнэгийн хэмжээ бөмбөлгүүдийн харилцан үйлчлэлийн хүч шугаман хамааралтай байна.

3.4. Цахилгаан статик цэнэгийн шинж чанарыг санах, хэрэглэх чадварыг үнэлнэ.

- Орчны статик цэнэгтэй биеүдийн нөлөөг харгалзан үзэж, тэдгээрийг туршилтын төхөөрөмжөөс тусгаарлах санаа гаргана.





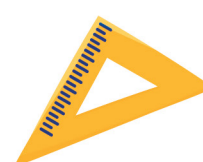
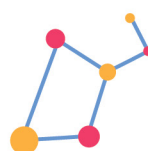
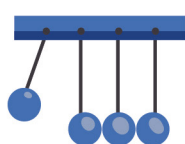
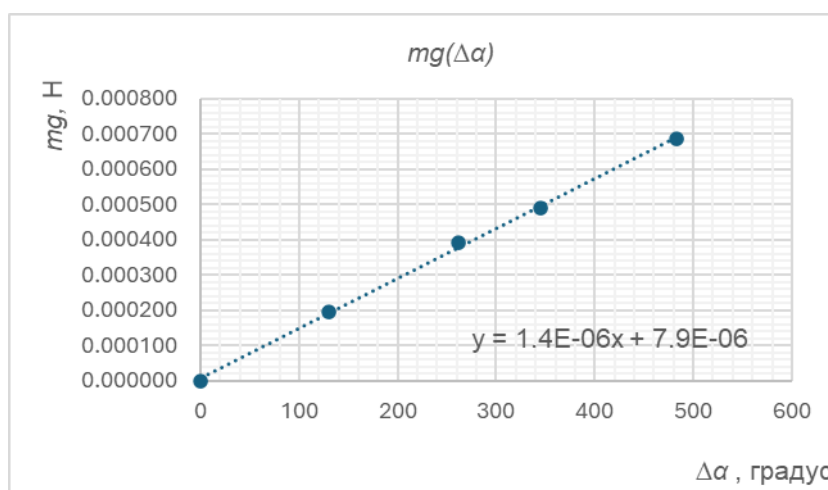
## Туршилтын жишиг гүйцэтгэл

### 1. Туршилт-А. Утасны мушгиралтын коэффициентийг тодорхойлох

#### 1.1. Хэмжилтийн утгуудыг ашигласан тооцооллын үр дүн.

Ачааны масс $m, \text{mg}$	Ачааны жин $mg, \text{H}$	Багаж тэнцвэрт орох өнцөг $\alpha_{\text{тэнцвэр}}, \text{градус}$	Ачаатай үед тэнцвэрт орсон өнцөг $\alpha, \text{градус}$	Утасны мушгиралтын өнцөг, градус $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_{\text{тэнцвэр}}$
0	0	152	152	0
20	0.00020		282	130
40	0.00039		414	262
50	0.00049		497	345
70	0.00069		635	483

#### 1.2. Ачааны жин мушгиралтын өнцгөөс хамаарах хамаарлын график.



1.3. Градиент =  $1.33 \cdot 10^{-6} - 1.47 \cdot 10^{-6}$

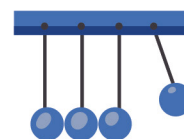
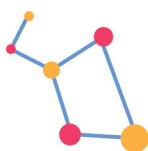
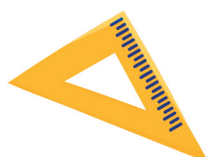
1.4. Градиент түүний физик утга, нэгж.

- Графикийн градиент нь ачааны жин ба мушгиралтын өнцгийн харьцаа тул утсыг 1 градусаар мушгихад шаардагдах хүч буюу утасны мушгиралтын коэффициенттой тэнцүү.
- Түүний нэгж нь [Н/градус]

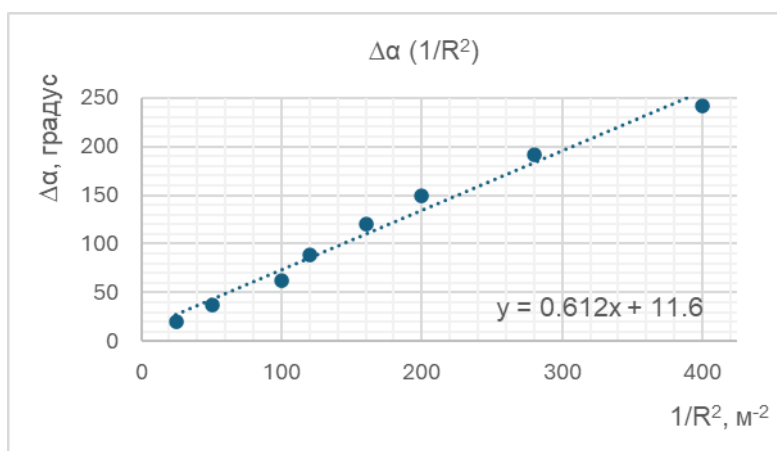
## 2. Туршилт-Б. Цэнэгтэй бөмбөлгүүдийн харилцан үйлчлэлийн хүч хоорондох зайнаас хамаарах хамаарлыг тодорхойлох

2.1. (2.5) Хэмжилтийн утгуудыг ашигласан тооцооллын үр дүн.

$R, m$	$\Delta\alpha$ , градус	$1/R^2, m^{-2}$	$\Delta\alpha_{зас}$ , градус	$\ln R (m)$	$\ln \Delta\alpha_{зас}$ (градус)
0.20	20	25	20	-1.6	3.0
0.14	37	51	37	-2.0	3.6
0.10	62	100	64	-2.3	4.2
0.09	89	120	92	-2.4	4.5
0.08	120	160	127	-2.5	4.84
0.07	150	200	163	-2.7	5.09
0.06	191	280	219	-2.8	5.39
0.05	241	400	309	-3.0	5.73



2.2. Мушгиралтын өнцөг бөмбөлгүүдийн хоорондох зайн квадратын урвуугаас хамаарах хамаарлын график.



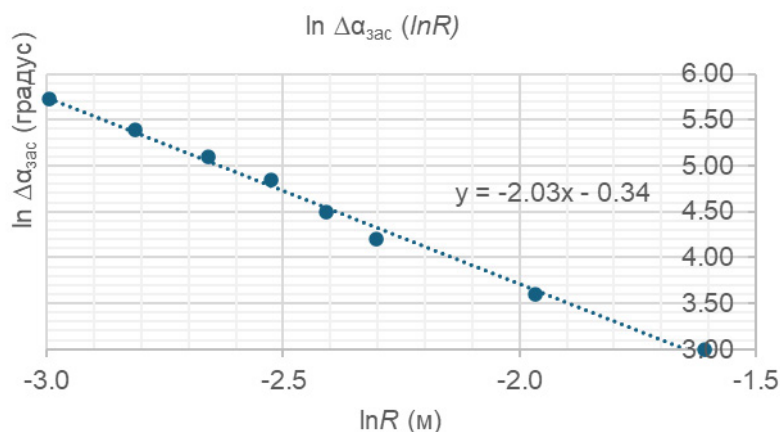
2.3. Градиент = 0.58 – 0.64

2.4. Таамаглалыг нотолж байгаа эсэх: ■ Тийм ■ Үгүй

Шалтгаан: Шулууны градиент 1-ээс ялгаатай байгаа нь таамаглалыг үгүйсгэж байна. Шалтгаан нь цэнэглэгдсэн бөмбөлгүүд хоорондоо ойр тохиолдолд тэд цэг цэнэгээс ялгаатай болно. Өөрөөр хэлбэл тэд хамгийн бага цахилгаан статик энергитэй байхыг эрмэлзэх ба нөлөөгөөр цэнэгжих үзэгдлийн улмаас цэнэгийн дахин хувиарлалт явагдаж бөмбөлгүүдийн гадаргуугаар цэнэг жигд тархахгүй. Ингэснээр урвуу квадрат хамаарал биелэхгүй байна.

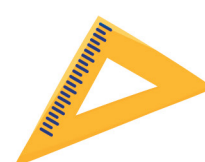
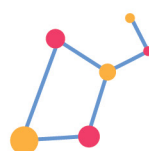
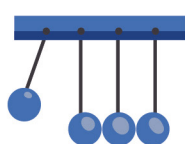
2.5. Хэмжилтийн утгуудыг ашиглан дээрх хүснэгтийн нэмэлт нүдэнд харгалзах утгат орноор тоймлон бичнэ. Дээрх хүснэгтээс харах.

2.6.  $\ln \Delta\alpha_{\text{зас}}$  (градус) ба  $\ln R$  (m) хамаарлын график.



2.7. Градиент = -1.97 – -2.13

2.8.  $\Delta\alpha_{\text{зас}} = R^{-2.03} \cdot 0.34 - 1$  эсвэл  $\Delta\alpha_{\text{зас}} \sim R^{-2}$  байж болно.

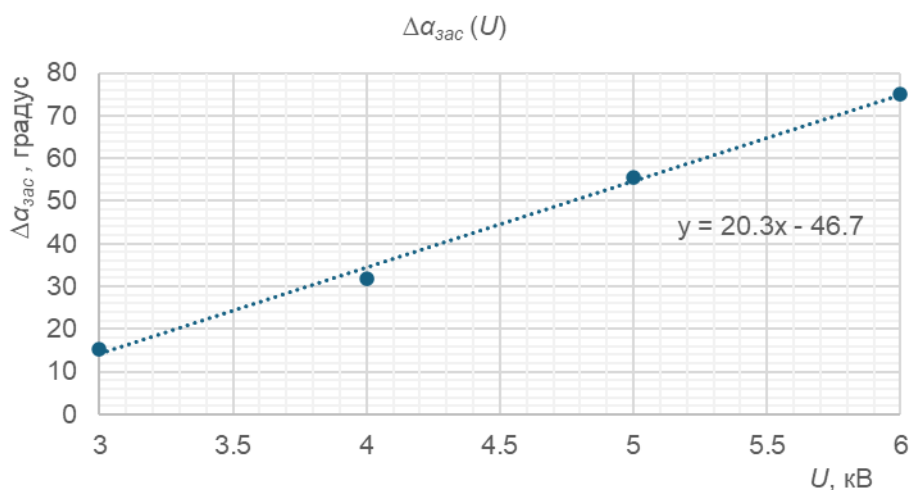


### 3. Туршилт-С. Утасны мушгиралтын өнцөг бөмбөлгүүдийн цэнэгийн хэмжээнээс хамаарах хамаарлыг тодорхойлох

3.1. Тусгаарлагдсан цэнэгтэй бөмбөрцгийн цахилгаан багтаамж  $C = 4\pi\epsilon_0 r$  (энд  $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12}$  Ф/м,  $r = 1.9$  см), цэнэгийн хэмжээ  $q = C\varphi$  тул  $q = 4\pi\epsilon_0 r\varphi$  буюу  $q \sim \varphi$ .

Бөмбөлгийг цэнэглэсэн хүчдэл  $U = \varphi - 0$  тул  $q = 4\pi\epsilon_0 rU$  буюу  $q \sim U$ .

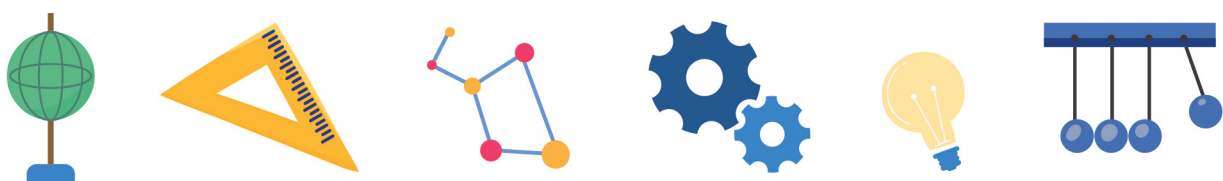
3.2. Мушгиралтын өнцөг бөмбөлөг-Б-ийг цэнэглэсэн хүчдэлээс хамаарах хамаарлын график.



3.3. Мушгиралтын өнцөг ба бөмбөлөг-Б-ийг цэнэглэсэн хүчдэлийн хамаарлын график шулуун хэлбэртэй буюу  $\Delta\alpha_{зас} = 20.3 \cdot U - 46.7$  функцээр илэрхийлэгдэж байгаа тул эдгээр нь шууд хамааралтай ( $\Delta\alpha_{зас} \sim U$ ) байна. Иймд туршилт-А-ийн үр дүн ( $F \sim \Delta\alpha$ ) ба 3.1 даалгаврын үр дүн ( $q \sim U$ )-ээс цэнэгтэй Бөмбөлөг-А ба Бөмбөлөг-Б-ийн хоорондын цахилгаан харилцан үйлчлэлийн хүч нь Бөмбөлөг-Б-ийн цэнэгийн хэмжээнээс шууд хамааралтай ( $F \sim q_B$ ) байна.

3.4. Энд орчны цахилгаан статик цэнэгтэй биеүдтэй харилцан үйлчлэлд орсноор цэнэгийн хэмжээ өөрчлөгдөж хэмжилтэд алдаа гарч болно. Үүнд:

- Цэнэгтэй бөмбөлгүүд агаарын урсгалаар орчинд цэнэгээ алдах
- Агаарын урсгалын механик үйлчлэлээр бөмбөлөг хазайх
- Туршигч ба орчны цэнэгтэй биеүдтэй үйлчлэлцэж цэнэгийн хэмжээ өөрчлөгдөж болно. Иймд эдгээрээс туршилтын төхөөрөмжийг тусгаарлах төрөл бүрийн санаа байж болно.



## БҮЛЭГ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН

### Сэдэв: 11.8. Тогтмол гүйдлийн цахилгаан хэлхээ

#### СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.8а. Электролизийн Фарадейн хуулийг санах, хэрэглэх

#### Туршилт ажил

Электролизийн хуулийг шалгах (Нээлттэй эрэл хайгуул (Open inquiry))

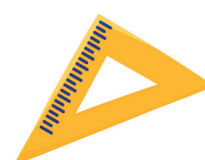
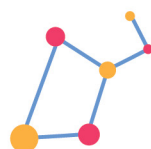
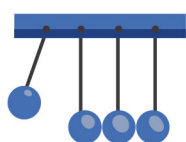
#### Туршилтын зорилго

Шингэн дэх цахилгаан гүйдлийн шинж чанарыг судлах туршилтыг төлөвлөх

Туршилтыг гүйцэтгэж хэмжилт хийж, хэмжилтийн үр дүнг ашиглан Фарадейн хуулийг томъёолж, Фарадейн тогтмолыг тодорхойлох.

#### Туршилтын явцад сурагчдын эзэмших чадвар

Эзэмших чадвар	Чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Ойлгох	Өгөгдөлд тооцоолол хийх, тооцооллын үр дүнг утгат орноор тоймлох.
Хэрэглэх	Өгөгдсөн багажийг ашиглан хэмжилт хийх Хэмжилтийн үр дүнг ашиглан график байгуулах.
Дүн шинжилгээ хийх	Туршилтын хэмжигдэхүүнүүдийн тохиромжтой мужийг сонгох, түүнийгээ үндэслэлтэй тайлбарлах. График шинжилж, огтлолцох цэг, градиентыг тодорхойлох.
Үнэлэх	Туршилтыг зөв, аюулгүй, хялбараар гүйцэтгэх үйл ажиллагааг төлөвлөх. Туршилтын үр дүнг нарийвчлах, өргөтгөх санаа гаргах.



### Туршилтын багаж, хэрэглэгдэхүүнээс гадна нэмэлтээр хэрэглэх зүйлс

Сурагчийн дэвтэр, тооны машин, тунгалаг шугам, харандаа гэх мэт хичээлийн хэрэглэгдэхүүнүүд

**Санамж:** Туршилтад зэсийн байван ( $\text{CuSO}_4$  зэсийн сульфат) ашиглах тул электролизийн урвалын тэгшитгэл:  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$  байна. Энд катод буюу тэжээл үүсгэгчийн “-” шонтой холбогдсон электрод дээр  $\text{Cu}^{2+}$   $\text{H}^{4+}$ , анод буюу тэжээл үүсгэгчийн “+” шонтой холбогдсон электрод дээр  $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{OH}^-$  элементүүд цуглана. Энд  $\text{Cu}^{2+}$  учир  $A=63.5$  г/моль, валентын электроны тоо  $n=2$  байна. Иймд:

$$m(F, I, t) = \frac{A}{n} \cdot \frac{1}{F} \cdot I \cdot t$$

хамаарлыг шалгаж, үр дүнгээс Фарадейн тогтмол  $-F$  утгыг тодорхойлно.

### Туршилтын үнэлгээ

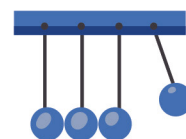
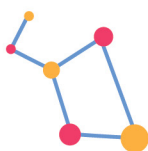
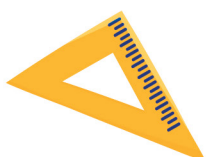
#### 1. Туршилт төлөвлөх

1.1. Энд туршилтын цахилгаан хэлхээний схемийг зурах, хэрэглэгдэхүүнүүдийг үнэлнэ.

- Хэлхээний элементүүдийг зөв дүрслэх, электродуудад амперметрийг цуваа, вольтметрийг зэрэгцээ холбох, Реостат, түлхүүр ашиглавал давуу тал болно.
- Шилэн аягатай уусмалд электродуудыг байрлуулан зурна. Цуваа холбосон элементүүдийн дараалал энд чухал биш.

1.2. Энд туршилтын асуудлыг тодорхойлж таамаглал дэвшүүлэх, түүнийгээ үндэслэлтэй тайлбарлах, туршилтын үл хамаарах ба тогтмол байх хэмжигдэхүүнийг таних чадварыг үнэлнэ.

- $m(I)$  хамаарлыг тодорхойлох туршилтын үл хамаарах ба тогтмол байх хэмжигдэхүүнүүдийг тодорхойлж, үндэслэл бичнэ.
- $m(t)$  хамаарлыг тодорхойлох туршилтын үл хамаарах ба тогтмол байх хэмжигдэхүүнүүдийг тодорхойлж, үндэслэл бичнэ.



1.3. Энд туршилтын асуудлыг тодорхойлж таамаглал дэвшүүлэх, түүнийгээ үндэслэлтэй тайлбарлах, туршилтын үл хамаарах ба тогтмол байх хэмжигдэхүүнийг таних чадварыг үнэлнэ.

- $m(l)$  хамаарлыг тодорхойлох туршилтын алхмуудыг бичнэ.
- $m(t)$  хамаарлыг тодорхойлох туршилтын алхмуудыг бичнэ.

1.4. Энд туршилтаар юуг хэмжих, хэмжигдэхүүний нэгжийг сонгох чадварыг үнэлнэ.

- $m(l)$  хамаарлыг тодорхойлох туршилтын хэмжилтийн утгуудыг тэмдэглэх хүснэгт зохионо.
- $m(t)$  хамаарлыг тодорхойлох туршилтын хэмжилтийн утгуудыг тэмдэглэх хүснэгт зохионо.

## 2. Аюулгүй ажиллагаа

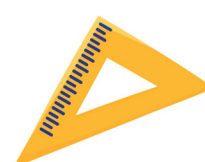
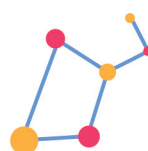
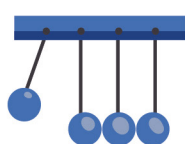
2.1. Энд туршилтыг гүйцэтгэх явцад тохиолдож болох аюул, түүнээс урьдчилан сэргийлэх арга замыг тодорхойлох чадварыг үнэлнэ.

- Уусмалын шинж чанартай холбоотой болзошгүй аюулыг бичнэ.
- Туршилтад хэрэглэж буй багажтай холбоотой болзошгүй аюулыг бичнэ.

## 3. Өгөгдөл цуглуулах

3.1. Энд туршилтыг зөв, хялбар гүйцэтгэхийн тулд хэмжигдэхүүний тохиромжтой (үзэгдлийн мөн чанарыг харуулах) завсрыг сонгох, түүнийг үндэслэлтэй тайлбарлах чадварыг үнэлнэ. Энд сурагчид хангалттай чадвартай тохиолдолд хэмжилт хийх завсар, үндэслэлийг сурагчдаас хүсэж болно.

- Тэжээл үүсгэгчийн хүчдэлийн утгыг сонгох үндэслэлийг бичнэ.
- Электролит уусмалын концентрацийг сонгох үндэслэлийг бичнэ.
- Туршилтын нэг циклийн хугацааг сонгох үндэслэлийг бичнэ.



3.2. Энд туршилтыг зөв, хялбар гүйцэтгэхийн тулд багажийн тохируулга хийх чадварыг үнэлнэ.

- Электродуудыг уусмалд ямар байрлалд байрлуулахыг үндэслэлийн хамт бичнэ.
- Реостат хэрэглэх шалтгааныг үндэслэлтэй тайлбарлан бичнэ.

3.3. Энд хэмжилт хийх, хэмжилтийн утгыг утгат орноор тоймлох чадварыг үнэлнэ.

- $m(I)$  хамаарлыг шалгах 1.3-т тодорхойлсон хэмжигдэхүүнүүдийг хэмжиж, 1.4-т зохиосон хүснэгтүүдэд бичих.
- $m(t)$  хамаарлыг шалгах 1.3-т тодорхойлсон хэмжигдэхүүнүүдийг хэмжиж, 1.4-т зохиосон хүснэгтүүдэд бичих.

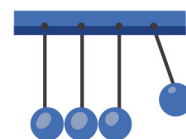
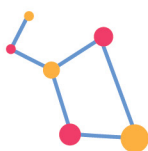
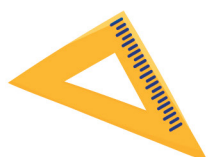
#### 4. Өгөгдөл шинжлэх

4.1. Энд график байгуулах чадварыг үнэлнэ.

- Өгөгдсөн талбарын 80%-аас багагүй зайд  $m(I)$  график байгуулах
- График тус бүрд хэвтээ, босоо тэнхлэгүүдийн тэмдэглэгээг хийх
- Хүснэгтийн өгөгдлөөс цэгийг нямбай (байрлал зөв, цэгийн нарийвчлал 1 мм орчим) тэмдэглэх (хүснэгтийн өгөгдлийг буруу тооцоолсон эсэх нь энэ үйлдлийн үнэлгээнд нөлөөлөхгүй)
- Цэгүүдийн хандлагад хамгийн сайн нийцсэн “сайн” (цэгүүд шулууны хоёр талд жигд тархсан) шулууныг тасархайгүй, жигд нарийхан зурах.

4.2. Энд график байгуулах чадварыг үнэлнэ.

- Өгөгдсөн талбарын 80%-аас багагүй зайд  $m(t)$  график байгуулах
- График тус бүрд хэвтээ, босоо тэнхлэгүүдийн тэмдэглэгээг хийх
- Хүснэгтийн өгөгдлөөс цэгийг нямбай (байрлал зөв, цэгийн нарийвчлал 1 мм орчим) тэмдэглэх (хүснэгтийн өгөгдлийг буруу тооцоолсон эсэх нь энэ үйлдлийн үнэлгээнд нөлөөлөхгүй)
- Цэгүүдийн хандлагад хамгийн сайн нийцсэн “сайн” (цэгүүд шулууны хоёр талд жигд тархсан) шулууныг тасархайгүй, жигд нарийхан зурах.



4.3. Энд хэмжигдэхүүнүүд хоорондох хамаарлыг тодорхойлох чадварыг үнэлнэ.

- Графикийн налалтыг ашиглан эсвэл хэмжилтийн утгуудыг ашиглан тооцоолох замаар Фарадейн тогтмолыг олж болно.



## 5. Туршилтыг сайжруулах санаа

5.1. Энд туршилтын үр дүнг нарийвчлах, туршилтын үр дүнг үнэлэх чадварыг чадварыг үнэлнэ.

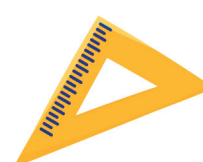
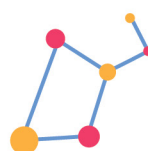
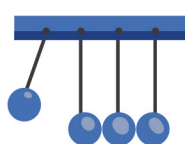
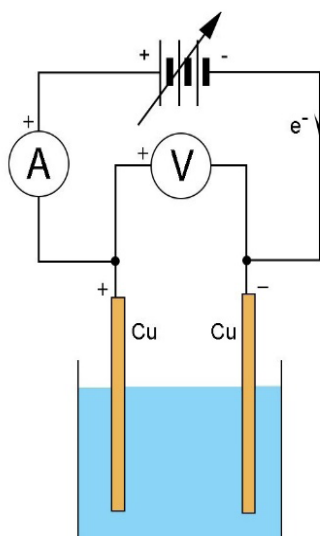
- Хэмжилтийн алдааг багасгах нэг санаа бичнэ.
- Туршилтыг өргөтгөх нэг санаа бичнэ.



## Туршилтын жишиг гүйцэтгэл

### 1. Туршилт төлөвлөх

1.1. Туршилтын багажуудын холболт болон хэрэглэгдэхүүнүүдийг хэрхэн байрлуулахыг дэвтэртээ зургаар үзүүлнэ үү.



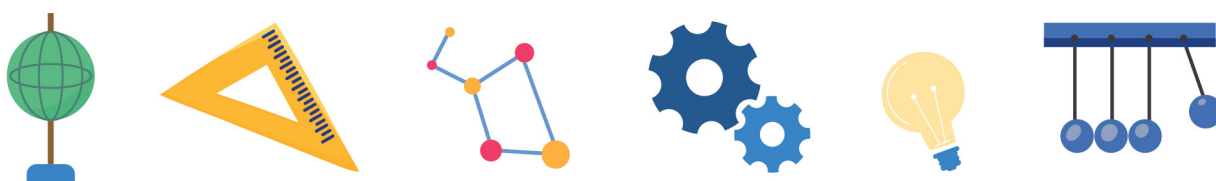
1.2. Электролизийн хуулийг шалгахын тулд бид багадаа 2 таамаглалыг шалгах туршилтуудыг хийх шаардлагатай.

Таамаглал	Үл хамаарах хэмжигдэхүүн	Тогтмол барих хэмжигдэхүүн	Үндэслэл
Электродуудаар гүйх гүйдэл нэмэгдвэл электрод дээр ялгарах элементийн масс нэмэгдэнэ.	Гүйдлийн хүч	Хугацаа	Гүйдэл нэмэгдэхэд тогтмол хугацаанд уусмалаар нэвтрэх цэнэгийн хэмжээ нэмэгдэж электрод руу илүү олон ионыг зөөж улмаар катодод ялгарах элементийн масс нэмэгдэнэ.
Электродуудаар удаан хугацаанд гүйдэл гүйвэл электрод дээр ялгарах элементийн масс нэмэгдэнэ.	Хугацаа	Гүйдлийн хүч	Гүйдэл гүйх хугацаа нэмэгдэхэд уусмалаар илүү их цэнэг нэвтэрч тэр хэрээр электрод руу илүү олон ион зөөгдөх тул катодод ялгарах элементийн масс нэмэгдэнэ.

1.3. Туршилтуудыг гүйцэтгэх алхам, дарааллыг дэвтэртээ бичнэ үү.

Туршилт А.  $m(I)$  тодорхойлох

1. Электродуудыг хуурай алчуураар зүлгэж сайтар цэвэрлэнэ. (Шаардлагатай гэж үзвэл 100 мл ацетоны уусмалд дүрж хэсэг хугацаанд агаарт хатааж болно.)
2. Хоёр электродын жинг электрон жин хэмжигчээр хэмжинэ. Энд анод ба катодыг ялган тэмдэглэнэ.



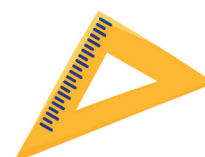
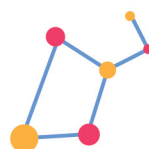
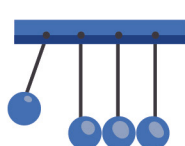
- 100 ml саванд 60 ml зэсийн байван хийж, электродуудыг дүрээд тэжээл үүсгэгчийн "+" шонд анодыг, "-" шонд катодыг холбоно. Энд электродуудыг дээд хэсгээр бага зэрэг нугалж аяганы амсарт тогтоовол электродууд хоорондоо хүрэлцэхгүй, тогтвортой байна.
- Электродуудаар гүйх гүйдлийг  $I_0$ -д тохируулан хугацаа хэмжигчийг бэлэн эсэхийг шалгаад туршилтыг  $\Delta t=15$  мин хугацаанд үргэлжлүүлж, тэжээлээс салгана.
- Дээрх 1-3 алхмыг хийж, гүйдлийн утгыг өөрчлөн туршилтыг 5-6 удаа давтан гүйцэтгэнэ.

Туршилт Б.  $m(t)$  тодорхойлох

- Электродуудыг хуурай алчуураар зүлгэж сайтар цэвэрлэнэ. (Шаардлагатай гэж үзвэл 100 ml ацетоны уусмалд дүрж хэсэг хугацаанд агаарт хатааж болно.)
- Хоёр электродын жинг электрон жин хэмжигчээр хэмжинэ. Энд анод ба катодыг ялган тэмдэглэнэ.
- 100 ml саванд 60 ml зэсийн байван хийж, электродуудыг дүрээд тэжээл үүсгэгчийн "+" шонд анодыг, "-" шонд катодыг холбоно. Энд электродуудыг дээд хэсгээр бага зэрэг нугалж аяганы амсарт тогтоовол электродууд хоорондоо хүрэлцэхгүй, тогтвортой байна.
- Электродуудаар гүйх гүйдлийг  $I_0$ -д тохируулан хугацаа хэмжигчийг бэлэн эсэхийг шалгаад туршилтыг  $\Delta t$  хугацаанд үргэлжлүүлж, тэжээл үүсгэгчийг салгана.
- Дээрх 1-3 алхмыг хийж, гүйдлийн утгыг тогтмол  $I_0$  байлган туршилтын үргэлжлэх хугацааг өөрчлөн туршилтыг 5-6 удаа давтан гүйцэтгэнэ.

1.4. Туршилтуудад харгалзах хэмжилтийн утгуудыг тэмдэглэх хүснэгт зохио.

№	$m_{\text{анод}}, \text{g}$	$m_{\text{катод}}, \text{g}$	$\Delta m = (\Delta m_{\text{катод}} + \Delta m_{\text{анод}})/2, \text{g}$	$I, \text{A}$	$\Delta t, \text{min}$
0					
1					



## 2. Аюулгүй ажиллагаа

### 2.1. Уусмалтай холбоотой:

Зэсийн сульфат нүдэнд орвол хорсож, цочрол өгөх учир нүдний шил зүүнэ. Мөн мэдрэг арьстай хүний арьс цочроож болзошгүй тул бээлий өмсөнө.

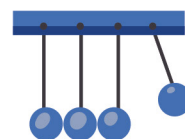
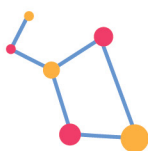
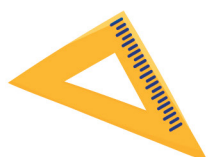
### 2.2. Багажтай холбоотой:

Цахилгаан гүйдэлд цохиулах эрсдэлтэй тул тэжээлийн үүсгүүрийг салгасан эсэхийг шалгасны дараа электродуудад хүрэх хэрэгтэй.

## 3. Өгөгдөл цуглуулах

3.1. Хүснэгтэд электролизийн туршилтад дараах хэмжигдэхүүнүүдийн тохиромжтой утгыг бичжээ. Эдгээр хэмжигдэхүүнүүд энэ утгаас бага эсвэл их байх нь туршилтын үр дүнд хэрхэн нөлөөлөхийг үндэслэлтэй тайлбарла.

Хэмжигдэхүүн	Тохиромжтой утга	Үндэслэл
Тэжээл үүсгэгчийн хүчдэл	5 – 8 В	Хүчдэл нь гүйдэлтэй шууд хамааралтай тул бага хүчдэл өгвөл зэсийн ионууд катодод хүрэх хурд удааширна. Хүчдэл өндөр үед сөрөг урвал явагдаж катодод ялгарах элементийн масс багасдаг.
Электролит уусмалын концентрац	0.1 – 0.6 М	Концентрац бага үед катод дээр мэдэгдэхүйц хэмжээгээр зэс ялгарах хүртэл нэлээд урт хугацаанд туршилтыг гүйцэтгэх шаардлагатай болно. Концентрац их үед анод дээр зэсийн ионууд хатуу хэлбэрээр тунадасжиж туршилтын үр дүнд сөрөг нөлөөтэй.
Туршилтын нэг циклийн үргэлжлэх хугацаа	10 – 15 min	Катод дээр мэдэгдэхүйц хэмжээгээр зэс ялгарах хангалттай хугацаанд туршилтыг гүйцэтгэх шаардлагатай Энэ нь гүйдлийн хэмжээ, жин хэмжигчийн нарийвчлалаас хамаарна.



3.2. Электродуудыг уусмалд хэр хэмжээтэй дүрэх вэ? Үндэслэлтэй тайлбарла.

Электродуудыг уусмалд хангалттай хэмжээнд дүрснээр туршилтын үр дүнд эерэг нөлөөтэй. Учир нь дүрэгдсэн хэсгийн талбай их байх тусам катод дээр ялгарах элементийн масс их байна.

Гэхдээ электродуудыг уусмалтай савны ёроолд хүргэж болохгүй. Уусмалын ёроолд нягт ихтэй давхрага үүсдэг тул энэ нь электродуудын хооронд богино холболт үүсгэж катод дээр ялгарах элементийн массыг бууруулна. Мөн электродуудыг угааж хатаахад тунадас хаягдаж туршилтын үр дүнд сөрөг нөлөө үзүүлнэ.

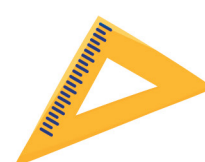
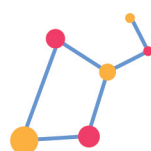
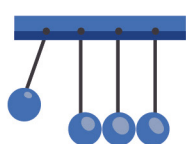
Туршилтад реостатыг ямар зорилгоор ашиглах вэ? Үндэслэлтэй тайлбарла.

Туршилтад тогтмол гүйдлийн эсвэл хүчдэлийн үүсгүүрийг ашиглаагүй тохиолдолд гүйдлийг хянах хүндрэлтэй байдаг. Учир нь туршилтын явцад уусмал халж түүний дамжуулах чадвар нэмэгдэж улмаар гүйдэл өснө. Иймд реостатын тусламжтайгаар туршилтад гүйдлийг хянах боломжтой юм.

3.3. Туршилтуудыг гүйцэтгэж хэмжилтийн утгуудыг өөрийн зохиосон хүснэгтэд бич.

Туршилт А.  $m(I)$  тодорхойлох

$m_{\text{анод}}, \text{g}$	$m_{\text{катод}}, \text{g}$	$\Delta m = (\Delta m_{\text{катод}} + \Delta m_{\text{анод}})/2, \text{g}$	$I, \text{A}$	$\Delta t, \text{min}$
38.50	40.61			
38.44	40.67	0.06	0.20	15
38.32	40.77	0.11	0.40	15
38.14	40.97	0.19	0.60	15
37.91	41.21	0.24	0.80	15
37.60	40.54	0.32	1.00	15

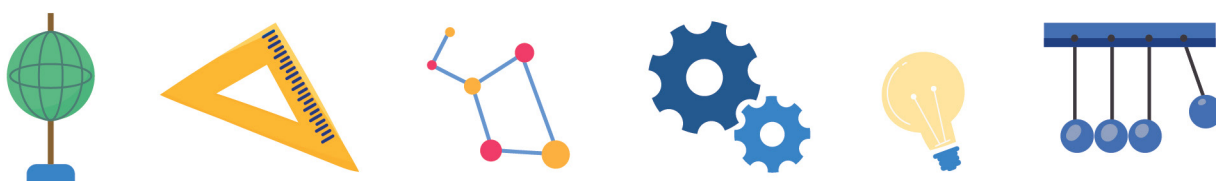
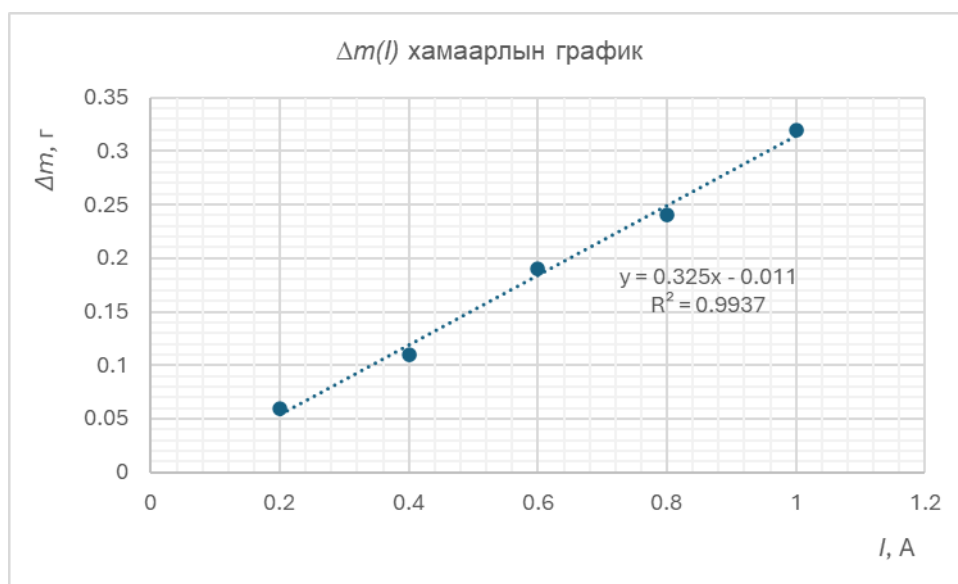


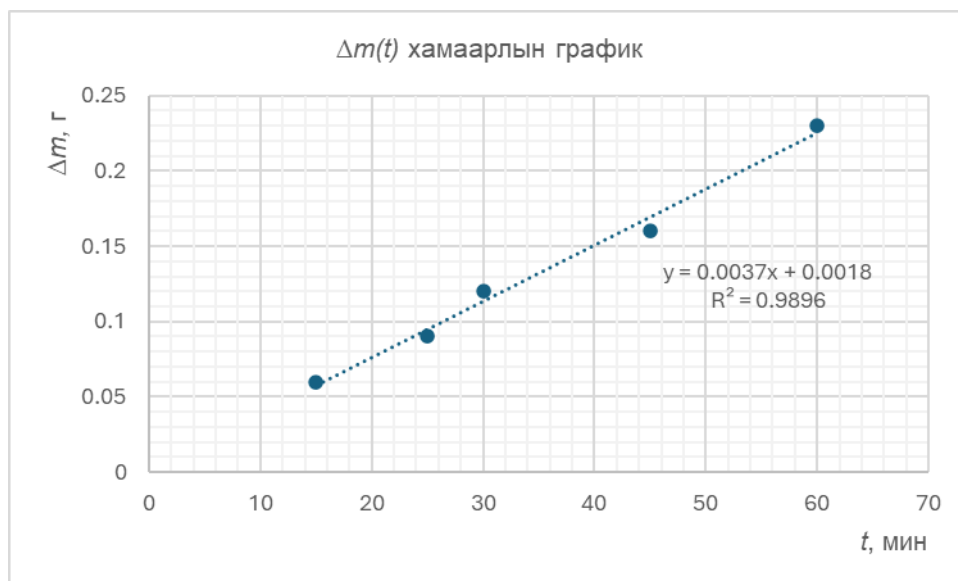
Туршилт Б.  $m(t)$  тодорхойлох

$m_{\text{анод}}, \text{g}$	$m_{\text{катод}}, \text{g}$	$\Delta m = (\Delta m_{\text{катод}} + \Delta m_{\text{анод}})/2, \text{g}$	$I, \text{A}$	$\Delta t, \text{min}$
35.62	38.15			
35.56	38.21	0.06	0.20	15
35.47	38.30	0.09	0.20	25
35.36	38.42	0.12	0.20	30
35.21	38.59	0.16	0.20	45
34.98	38.81	0.23	0.20	60

4. Өгөгдөл шинжлэх

4.1. График ашиглан Фарадейн хуулийн  $m(I)$  хамаарлыг шалга.



4.2. График ашиглан Фарадейн хуулийн  $m(t)$  хамаарлыг шалга.

## 4.3. Фарадейн тогтмолыг тооцоол.

Туршилт А-д байгуулсан графикийн градиентыг ашиглан Фарадейн тогтмолыг олж, онолын  $F_0 = 96500 \text{ K/mol}$  утгыг ашиглан харьцангуй алдаа, үнэмлэхүй алдааг олбол:

$$F = 88000 \pm 1600 \text{ K/mol.}$$

Хэмжилтийн утгуудыг ашиглан тооцоолбол:  $F = 95000 \pm 2600 \text{ K/mol.}$

## 5. Туршилтыг сайжруулах санаа

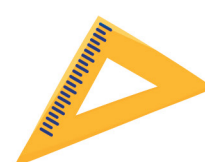
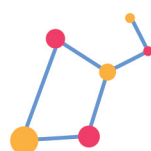
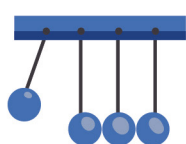
## 5.1. Хэмжилтийн алдааг багасгах нэг санаа гарга.

Электродуудын талбайг ихэсгэж хэмжилтийн утгын масштабыг нэмэгдүүлэх

Туршилтыг өргөтгөх нэг санаа гарга.

Катодод ялгарах элементийн масс электродуудын уусмалд дүрэгдсэн талбайгаас хамаарах хамаарлыг тодорхойлох.

Катодод ялгарах элементийн масс уусмалын температураас хамаарах хамаарлыг тодорхойлох.



## БҮЛЭГ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН

### Сэдэв: 11.8. Соронзон орон

#### СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.8а. Соронзон орныг шугамаар загварчлах аргыг тайлбарлах. шулуун, дугуй, соленоид дамжуулагчийн үүсгэх соронзон орныг шугамаар дүрслэн үзүүлэх

#### Туршилт ажил

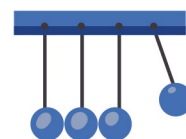
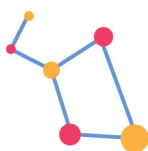
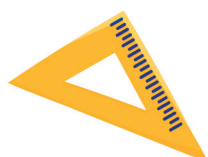
Соронзон орны дүр төрхийг судлах

#### Туршилтын зорилго

Сурагчид тогтмол соронз ба шулуун, дугуй, соленоид дамжуулагчийн үүсгэх соронзон орныг цахим болон бодит лабораторийн багажаар судлах замаар туршилт төлөвлөх, хэмжилтийн аргачлал боловсруулах, хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах төлөвлөгөө гаргах чадвартаа ахиц гаргана.

#### Туршилтын явцад эзэмших чадвар

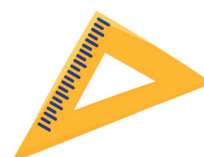
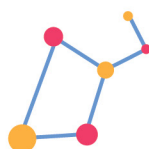
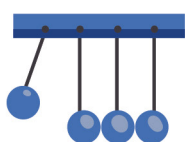
Эзэмших чадвар	Энэ чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Туршилтын ур чадвар	Туршилтын арр болон багаж хэрэгсэлтэй ажиллах, туршилтын ажлыг зааврын дагуу гүйцэтгэх, үр дүнг зургаар илэрхийлэх
Хэрэглэх	Туршилтын үр дүнг боловсруулах, үр дүнгээ үгээр, зургаар гаргах
Анализ, дүгнэлт хийх	Физик үзэгдэл, шинж чанарыг физик хэмжигдэхүүн хоорондын холбоо хамаарал, зүй тогтлын тусламжтайгаар илэрхийлэх
Үнэлэх	Туршилтын явцад гаргасан өөрсдийн алдааг олох, сайжруулах арга замыг олох





## Хэрэглэгдэхүүн

Нэг сурагчид шаардлагатай бодис урвалж, хэрэглэгдэхүүн	Тоо хэмжээ	<input checked="" type="checkbox"/>
Шулуун соронз	4 ш	<input type="checkbox"/>
Бичгийн цаас	1 ш	<input type="checkbox"/>
Төмрийн үртэс	1 сав	<input type="checkbox"/>
Луужин	5 ш	<input type="checkbox"/>
<a href="https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_wire_en/">https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_wire_en/</a>		<input type="checkbox"/>
<a href="https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_circular_wire_en/">https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_circular_wire_en/</a>		<input type="checkbox"/>
<a href="https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_coil_en/">https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_coil_en/</a>		<input type="checkbox"/>
Цахим орчин бүрдүүлэх		<input type="checkbox"/>





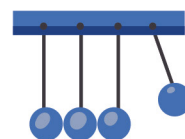
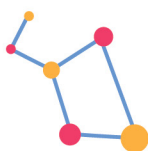
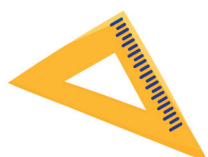
## Аюулгүй ажиллагаа

Туршлагаас гарч болох эрсдэлийг үнэлэх хэрэгтэй.

Бие даан болон багаар ажиллах зааварчилгаа

(6 хүн бүхий жижиг багаар ажиллана.)

- 1 ба 2 сурагч. Багшийн ширээн дээрээс туршилтад хэрэглэгдэх багаж, төхөөрөмж хэрэглэгдэхүүнийг сонгон авч угсарна.
- 3 ба 4 сурагч. Сурагчид аюулгүй ажиллагааны зааварчилгааг гаргаж бичээд дараа нь бусдад зааварчилгаа өгнө.
- 5 ба 6 сурагч. Туршилтыг зааврыг бусад сурагчдаар уншуулж, ойлголтоо нэгтгэх үйл ажиллагааг чиглүүлж ажиллана.
- Сурагч бүр солигдож ажиллах ба бие даан ажлын хуудаст тэмдэглэл хөтөлж, дүгнэлт гаргана.



## БҮЛЭГ ХЭЛБЭЛЗЭЛ, ДОЛГИОН

### Сэдэв: 11.10. Гармоник хэлбэлзэл

#### СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.10а. Пүрш ба утсан дүүжингийн хэлбэлзэлд буцаагч хүчийг ялган таних, үеийн томъёог санах, хэрэглэх

#### Туршилт ажил

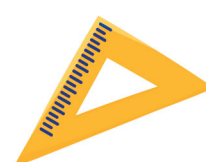
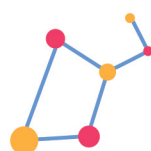
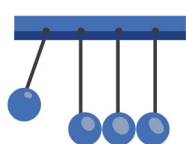
Биеийн хэлбэлзэх хөдөлгөөнийг гарын доорх материал ашиглан судлах

#### Туршилтын зорилго

Дүүжин ашиглан чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлох

#### Туршилтын явцад эзэмших чадвар

Эзэмших чадвар	Энэ чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Туршилтын ур чадвар (нягт нямбай, дэс дараалалтай ажиллах)	Туршилтын багаж хэрэгсэлтэй ажиллах, туршилтын ажлыг зааврын дагуу гүйцэтгэх, хүснэгтээр илэрхийлэх
Хэрэглэх	Туршилтын үр дүнг боловсруулах хүснэгт, график байгуулах, налалтыг тодорхойлох
Анализ, дүгнэлт хийх	Туршилтаар гарсан үр дүн жинхэнэ утгын ялгааг харьцуулж үнэлэх
Үнэлэх	Туршилтыг сайжруулах, хөгжүүлэх арга замыг олох, асуултад хариулах





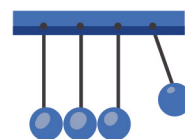
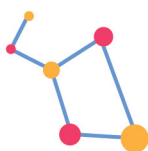
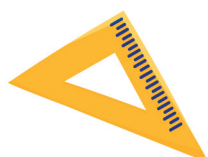
### Хэрэглэгдэхүүн

- Утас (80-100 см) 1ш
- Дэгээтэй ачаа 1ш
- Штатив 1ш
- Секундомер 1ш
- Урт шугам 1ш



### Аюулгүй, зөв ажиллагаа

- Өнцөг далайц их байх тутам үе өнцөг далайцаас хамаарах хандлагатайг анхаарч, өнцгийн бага утгын мужид ажиллана уу.
- Үеийг хэмжихдээ олон удаа хэлбэлзүүлэх, тэнцвэрийн байрлал дайрах үед хугацааг тоолох хэрэгтэй.



## БҮЛЭГ ХЭЛБЭЛЗЭЛ, ДОЛГИОН

### Сэдэв: 11.9. Гармоник хэлбэлзэл

#### СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.9д.  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ,  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  илэрхийллүүдийг санах, хэрэглэх

#### Туршилт ажил

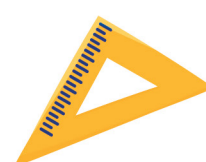
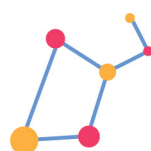
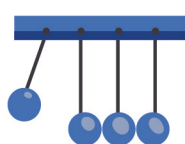
Утсан дүүжинг судлах

#### Туршилтын зорилго

- Утсан дүүжин ашиглан хүндийн хүчний хурдатгал  $g$ -г туршилтаар тодорхойлох
- Өгөгдсөн хэмжилтийн үр дүнг боловсруулж, туршилтаар хэмжсэн физик хэмжигдэхүүнүүд хоорондын хамаарлыг тодорхойлох
- Туршилтын явцад хэмжилтийн алдаанд нөлөөлж болох хүчин зүйлсийг таамаглах, тэдгээрийг шийдвэрлэх санаа гаргах

#### Туршилтын явцад сурагчдын эзэмших чадвар

Эзэмших чадвар	Чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Ойлгох	Өгөгдөлд тооцоолол хийх, тооцооллын үр дүнг утгат орноор тоймлох
Хэрэглэх	Тохиромжтой хэлбэрээр хэмжигдэхүүнүүд хоорондын хамаарлын график байгуулах
Дүн шинжилгээ хийх	Графикийг шинжилж, огтлолцох цэг, налалтыг тодорхойлох, түүний физик утгыг тайлбарлах
Үнэлэх	Туршилтад анхаарах зүйлийг бичиж, тайлбар өгөх, түүнийг шийдвэрлэх арга замыг санал болгох





## Хэрэглэгдэхүүн

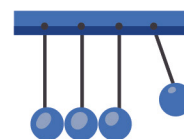
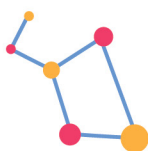
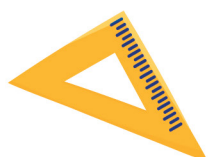
- Утсан дүүжин
- шугам
- хугацаа хэмжигч
- тооны машин
- ажлын хуудас

### Туршилтын үнэлгээ

Туршилтын нэр: Дүүжингийн урт ба хэлбэлзлийн үеийн хамаарал

1.1-1.4 Энд туршилт хийх ур чадварыг үнэлнэ.

- Утсан дүүжингийн бөмбөлөгийн радиусыг утасны уртад зөв тооцох, дүүжинг бага өнцгөөр ( $10^\circ$  - аас бага) хазалгайн хэлбэлзүүлэх
- Утсан дүүжингийн өөр өөр утгуудад хангалттай тооны өгөгдөл цуглуулах /6-аас дээш/
- Хэмжилт хийхдээ дүүжингийн уртыг ойролцоогоор 10 см, 20 см, 30 см, 40 см гэж илт ялгаатай сонгох
- Хэмжилтийн утгууд дээрх хүрээнд жигд тархсан байх
- Хэмжилтийг нягт нямбай хийх, тэмдэглэж авах, шаардлагатай бол хэмжилтийг давтан гүйцэтгэх
- Дүүжингийн утасны ( $l$ ) урт, тухайн урт бүрт хэдэн удаагийн ( $n$ ) хэлбэлзэл хийхэд ямар ( $t$ ) хугацаа зарцуулагдахыг хэмжиж, тоон өгөгдлийг нэг хүснэгтэд тэмдэглэх
- Хүснэгтийн баганы дагуу дээрх боловсруулаагүй өгөгдөл ба хэлбэлзлийн үе, хүндийн хүчний хурдатгалын тооцоолсон утгыг тус тус бичнэ.
- Хүснэгтийн толгойд хэмжигдэхүүний тэмдэглэгээ, нэгж ба масштабын коэффициентийг бичнэ.
- Утасны урт дээр зүүсэн бөмбөлөгийн радиусыг нэмэхэд 3 утгат оронтой тул бусад хэмжигдэхүүнийг ижил нарийвчлалтайгаар бичнэ.



1.5. Энд график байгуулах чадварыг үнэлнэ.

- Босоо тэнхлэгийн дагуу  $4\pi^2 l$ , хэвтээ тэнхлэгийн дагуу  $T^2$  хэмжигдэхүүнийг авна. Бичлэг хүснэгтийн баганын толгойтой адил байх
- Өгөгдсөн талбарын 80%-аас багагүй зайд график байгуулах
- Хүснэгтийн өгөгдлөөс цэгийг нямбай (байрлал зөв, цэгийн нарийвчлал 1 мм орчим) тэмдэглэх
- Цэгүүдийн хандлагад хамгийн сайн нийцсэн “сайн” (цэгүүд шулууны хоёр талд жигд тархсан) шулууныг тасархайгүй, жигд нарийхан зурах



1.6. Энд графикийн налалтыг тооцоолох чадварыг үнэлнэ.

- Графикийн шулуун ба хэвтээ тэнхлэгийн хооронд тохиромжтой гурвалжныг ашиглан шулууны налалтыг гурвалжны катетуудын харьцаагаар тодорхойлно.
- Графикийн шулууны нарийвчлалаас хамааран налалтын утга 5% орчим зөрөөтэй байж болно.



1.7. Энд налалтыг тооцоолох аргад үндэслэн түүнд физик утга оноох чадварыг үнэлнэ.

- Шулууны налалт нь босоо тэнхлэг ба хэвтээ тэнхлэгт харгалзах тэгш өнцөгт гурвалжны катетийн харьцаагаар илэрхийлэгдэнэ.



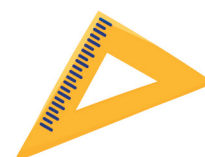
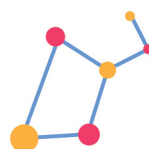
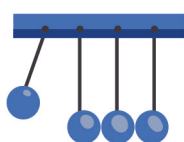
1.8. Энд график унших, үр дүнг нэгтгэн дүгнэх чадварыг үнэлнэ.

- Дүүжингийн урт ба хэлбэлзлийн үе хоорондын хамаарлыг сэргээн санах чадварыг үнэлнэ.
- Математик дүүжингийн үе  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  гэсэн томъёотой байдаг. Эндээс хүндийн хүчний хурдатгалыг олбол  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$  гэсэн хамаарал гарч ирнэ.
- Шулууны налалтаас хүндийн хүчний хурдатгалыг гаргах, гарсан тоон утгыг  $9.81 \text{ m/s}^2$  утгатай харьцуулж хэмжилтийн абсолют ба харьцангуй алдааг олно.



1.9. Энд туршилтын үед хэмжилтийн алдаанд нөлөөлж буй хүчин зүйлс, тэдгээрээс зайлсхийх санаа дэвшүүлэх чадварыг үнэлнэ.

- Туршилтын арга аргачлалыг сайжруулах санал дэвшүүлэх.
- Шинэ асуултад хариулахын тулд туршилтыг өргөтгөх, алдааг багасгах тодорхой биелэхүйц санал дэвшүүлэх

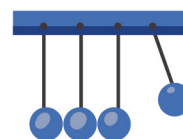
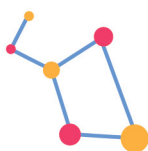
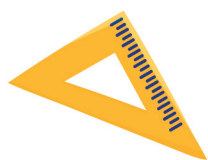


*Туршилтын жишиг гүйцэтгэл*

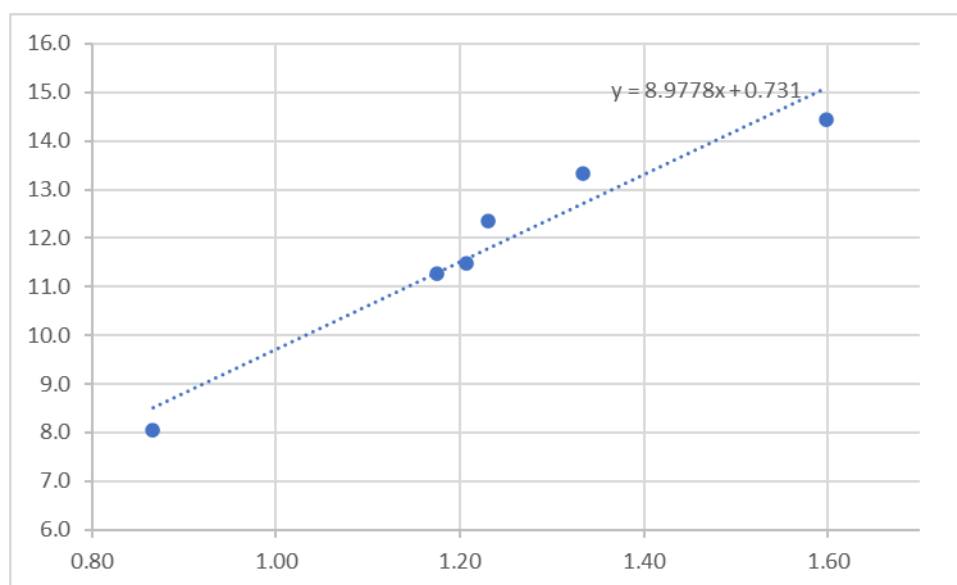
Дүүжингийн урт ба хэлбэлзлийн үеийн хамаарал

Бөмбөлгийн радиус 12.4 mm

$L$ , cm	$n$	$t$ , s	$T$ , s	$g$ , m/s <sup>2</sup>	$\langle g \rangle$ , m/s <sup>2</sup>	$g_n \langle g \rangle$ , m/s <sup>2</sup>	$\Delta g$ , m/s <sup>2</sup>	$\varepsilon$ , %	$x=T^2$	$y = 4\pi^2 L$
20.4	15	13.96	0.931	9.29	9.58	-0.29	0.3	3.13	0.87	8.0
28.6	15	15.74	1.084	9.60		0.02			1.18	11.3
29.1	15	16.27	1.099	9.51		-0.07			1.21	11.5
31.3	15	16.44	1.109	10.03		0.45			1.23	12.3
33.8	15	17.08	1.155	10.00		0.42			1.33	13.3
36.6	15	18.99	1.264	9.03		-0.55			1.60	14.4



$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}; \quad \varepsilon = \frac{\Delta g}{\langle g \rangle} \cdot 100\%$$



Градиент =  $9.01\text{m/s}^2$

Градиент түүний физик утга, нэгж.

- Графикийн градиент нь хүндийн хүчний хурдатгалыг илэрхийлнэ.

Энд хэлбэлзлийн нийт хугацааг тоолох, секундомерээр хэмжилт авах, уртыг хэмжих үед алдаа гарч болно. Иймд эдгээрээс туршилтын өөр төрөл бүрийн санаа гарч болно.

