



БОЛОВСРОЛЫН
ЯАМ



ФИЗИК

Лабораторийн ажлын удирдамж
(Багшид зориулав)

Х анги

2024 он



ФИЗИК

ЛАБОРАТОРИЙН АЖЛЫН УДИРДАМЖ

(Багшид зориулав)

Х АНГИ

Улаанбаатар хот
2024 он



МОНГОЛ УЛСЫН
ЗАСГИЙН ГАЗАР

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:	Р.Даваахүү	Хөвсгөл аймгийн Дэлгэрмөрөн ЦС-ийн физикийн багш
	Б.Пүрэвдорж	Хөвсгөл аймгийн Дэлгэрмөрөн ЦС-ийн физикийн багш
	Б.Бадам	Шинэ эрин сургуулийн физикийн 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.

Төсөлт 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)

Х АНГИЙН ФИЗИКИЙН ХИЧЭЭЛИЙН ЛАБОРАТОРИЙН АЖЛЫН ЖАГСААЛТ

Бүлэг сэдэв	Суралцахуйн зорилт	Туршилт ажил
10.2. Хөдөлгөөн	10.2а. Шулуун жигд хувьсах хөдөлгөөний хурд, хурдатгалыг тодорхойлох	Жигд хурдсах хөдөлгөөний зүй тогтол
	10.2б. Координат-хугацаа, хурд-хугацаа, хурдатгал-хугацааны график ашиглан хөдөлгөөнийг илэрхийлэх	
	10.2в. Хурд-хугацааны, хурдатгал-хугацааны графикаас хурдатгал, хурдыг тооцоолох	
10.5. Хүчний эргүүлэх үйлчлэл	10.2е. Өнцөг үүсгэн шидсэн биеийн хөдөлгөөнийг перпендикуляр хөдөлгөөнүүд болгон дүрслэх, тайлбарлах	Өнцөг үүсгэн шидсэн биеийн хөдөлгөөнийг судлах
	10.5б. Эргэвч, эргүүлгийн системд хүчний моментын дүрмийг хэрэглэх	Эргэвч, эргүүлгийн системийг судлах
10.8. Дулааны багтаамж	10.8в. Усны хувийн дулаан багтаамжийг туршилтаар тодорхойлох	Тогтмол чадалтай халаагуураар усны хувийн дулаан багтаамжийг тодорхойлох
	10.8г. Температур - хугацааны хамаарлын график ашиглан үзэгдлийн талаар мэдээлэл хийх	

10.9.

Ууршихын
ба хайлахын
дулааны
энерги

10.9б. Бодисын хайлахын хувийн
дулааныг туршилтаар тодорхойлох

Хайлахын
хувийн дулааныг
тодорхойлох

10.10.

Долгионы
ерөнхий шинж
чанар

10.10а. Усны гадаргын
чичирхийллээр долгионыг үүсгэж
харуулах, усны гадаргын долгион
ашиглан

- Хавтгай гадаргаас ойх - Хугарах
үед хурд нь өөрчлөгдөх
- Нарийн болон өргөн завсраас
үүсэх дифракцийн үзэгдлийг
үзүүлэх
- Долгионы фронт гэсэн ойлголтыг
тодорхойлох

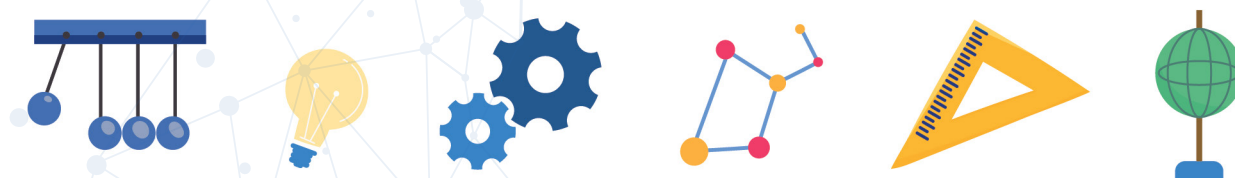
Долгионы шинж
чанарыг судлах

10.3.

Дууны
долгион
(сонгон
судлах)

10.3г. Хатуу, шингэн, хийд дуу
тархахыг туршилтаар үзүүлэх

Резонансын хоолой
ашиглан агаарт
дуу тархах хурдыг
тодорхойлох



БҮЛЭГ МЕХАНИК

Сэдэв: 10.2. Хөдөлгөөн

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

10.2а. Шулуун жигд хувьсах хөдөлгөөний хурд, хурдатгалыг тодорхойлох

10.2б. Координат-хугацаа, хурд-хугацаа, хурдатгал-хугацааны график ашиглан хөдөлгөөнийг илэрхийлэх

10.2в. Хурд-хугацааны, хурдатгал-хугацааны графикаас хурдатгал, хурдыг тооцоолох

Туршилт ажил

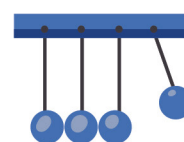
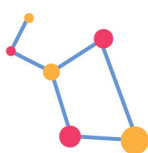
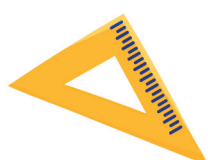
Жигд хурдсах хөдөлгөөний зүй тогтол

Туршилтын зорилго

Жигд хурдсах хөдөлгөөнийг судалж, зүй тогтлыг илрүүлэх

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	Туршилтын үр дүнгээс дүгнэлт гаргах
Үнэлэх	Туршилтыг сайжруулах, хөгжүүлэх арга замыг олох, асуултад хариулах





Бие даан болон багаар ажиллах зааварчилгаа

Сурагчид туршилт ажлыг багаар хамтран гүйцэтгэсний дараа хэмжилтийн боловсруулалтыг бие даан гүйцэтгэнэ.



Хэрэглэгдэхүүн

- Налуу зам
- Тэргэнцэр
- Дата логгер
- Хугацаа хэмжигч (мэдрэгч 1, мэдрэгч 2)

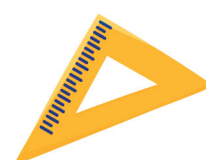
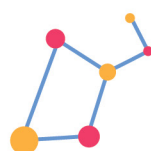
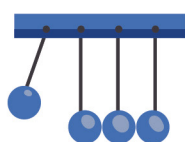
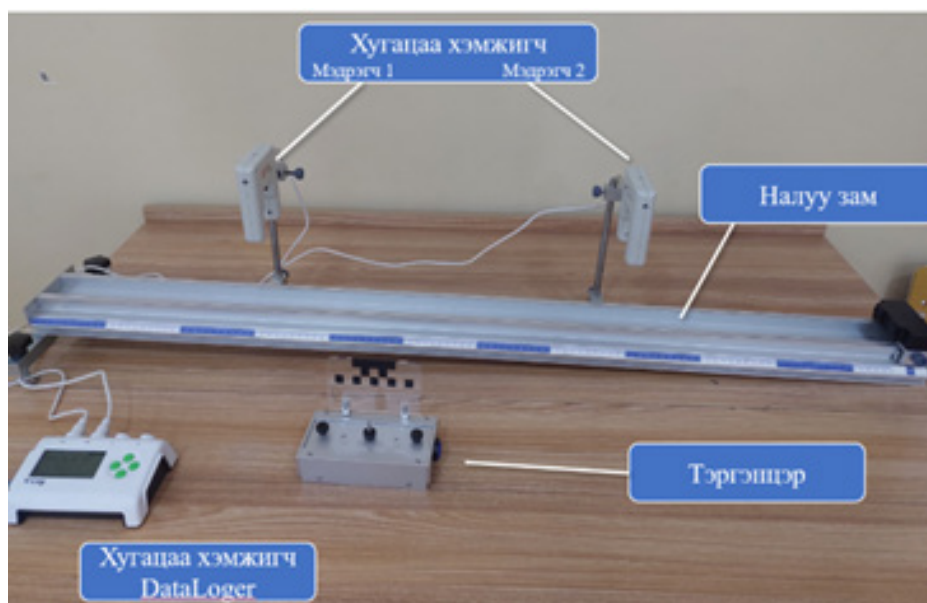


Аюулгүй, зөв ажиллагаа

Туршилтын дараалал

Налуу замаа бэлтгээд хугацаа хэмжигчийн эхний мэдрэгчийг хөдөлгөөнгүй бэхэлнэ.

2-р мэдрэгчийг 1-р мэдрэгчээс 10 см, 20 см, 30 см, 40 см, 50 см зайд байрлуулан, Тэргэнцрийн хоёр мэдрэгчийн хооронд явсан зам болон хугацааг хэмжинэ. Хэмжилтийг 3 удаа давтан хийж дундаж утгыг авна.

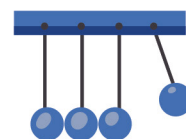
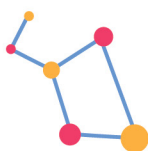
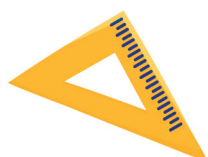




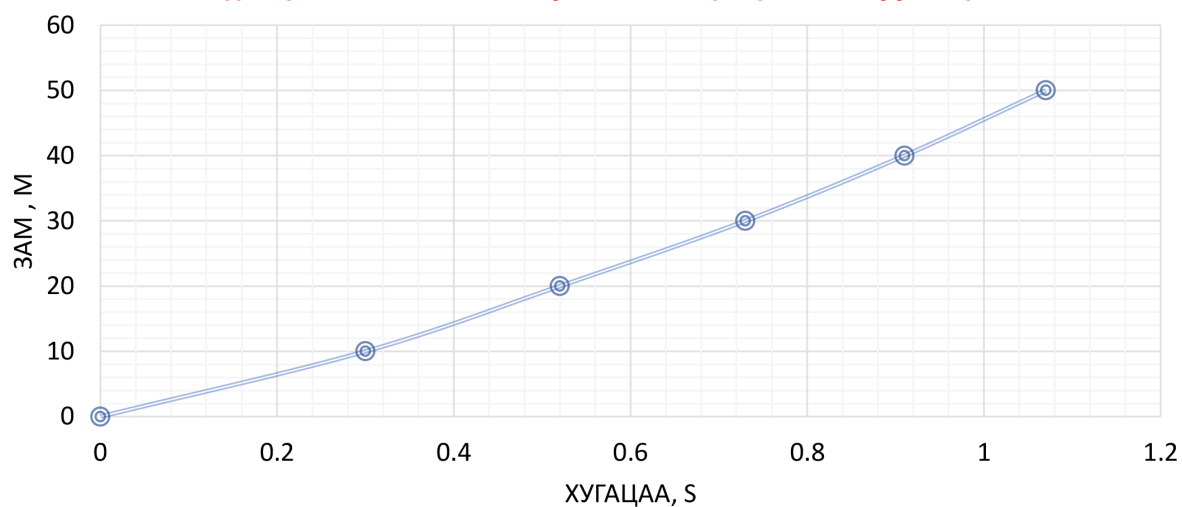
Туршилтын жишиг гүйцэтгэл

А. Хэмжилтийн үр дүнг дараах хүснэгтэд тэмдэглэж, хэмжилтийн дундаж утга болон хурдыг тооцоолоорой.

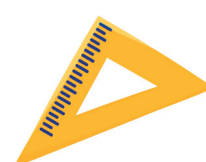
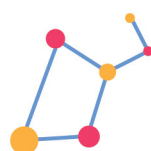
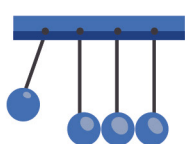
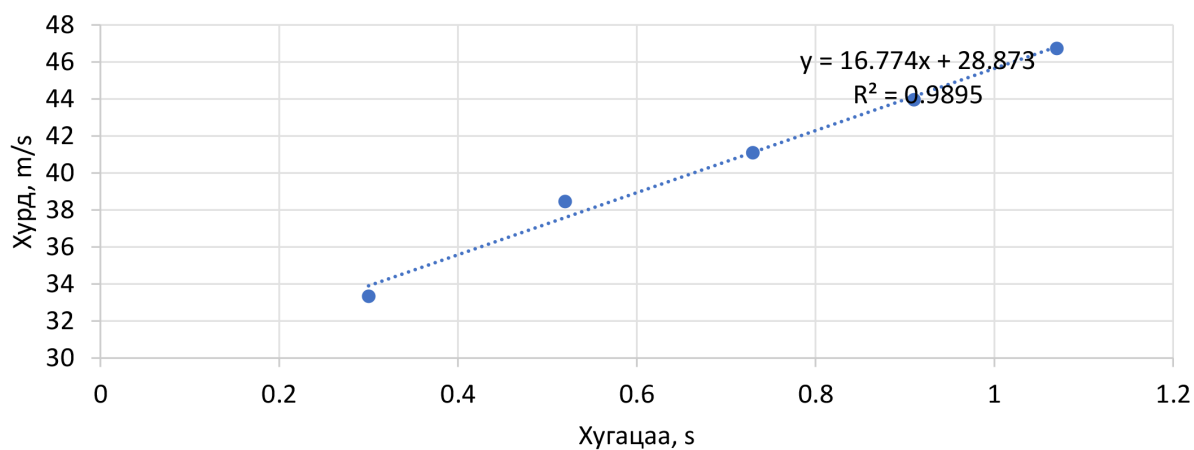
Зам, м	Хугацаа, s		Хурд, m/s
	Хэмжилтийн утга	Дундаж утга	
0.1	0.29	0.30	0.33
	0.31		
	0.29		
0.2	0.52	0.52	0.38
	0.52		
	0.51		
0.3	0.76	0.73	0.41
	0.72		
	0.71		
0.4	0.90	0.91	0.44
	0.92		
	0.92		
0.5	1.10	1.07	0.47
	1.06		
	1.06		



Б. Хэмжилтийн үр дүнг ашиглан зам-хугацааны график байгуулаарай.



В. Хэмжилтийн үр дүнг ашиглан хурд-хугацааны график байгуулаарай.



БҮЛЭГ МЕХАНИК

Сэдэв: 10.2. Хөдөлгөөн

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

10.2е. Өнцөг үүсгэн шидсэн биеийн хөдөлгөөнийг перпендикуляр хөдөлгөөнүүд болгон дүрслэх, тайлбарлах

Туршилт ажил

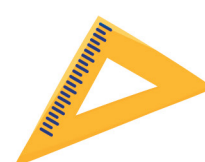
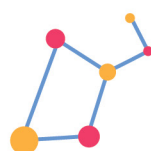
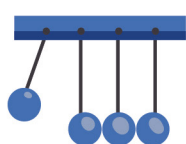
Хэвтээ чигт өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөнийг судлах

Туршилтын зорилго

Өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн анхны хурдыг тодорхойлох

Туршилтын явцад эзэмших чадвар

Эзэмших чадвар	Энэ чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Туршилтын ур чадвар (нягт нямбай, дэс дараалалтай ажиллах)	Туршилтыг төлөвлөх, шинэ сана гаргах, туршилтын багаж хэрэгсэлтэй ажиллах, өөрийн гаргасан санааг турших, туршилтын үр дүнг тохирмжтой аргаар илэрхийлэх
Хэрэглэх	Туршилтын үр дүнг боловсруулах хүснэгт, график байгуулах,
Анализ, дүгнэлт хийх	Туршилтын үр дүнгээс дүгнэлт гаргах
Үнэлэх	Туршилтыг сайжруулах, хөгжүүлэх арга замыг олох, асуултад хариулах





Бие даан болон багаар ажиллах зааварчилгаа

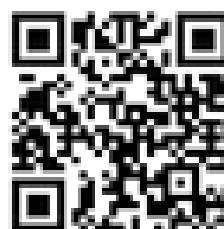
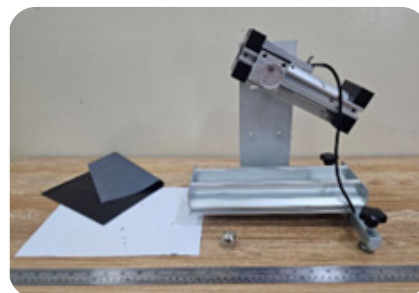
Сурагчид туршилтыг төлөвлөж, хамтран гүйцэтгэсний дараа ажлын хуудаст бие даан тэмдэглэл хөтөлж, дүгнэлт гаргана.



Хэрэглэгдэхүүн

Хоёр хэмжээст хөдөлгөөний туршилтын иж бүрдэл F-7

- Сум харвагч, цэнэглэгч 1ш
- Сум /үрэл/ 1ш
- Өнцөг хэмжигч 1ш
- Хар бэхтэй цаас 1ш
- Штатив 1ш
- Урт шугам 1ш
- Тэгш ус 1ш
- Гар утас, PhyPhox

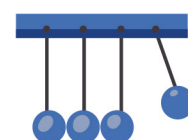
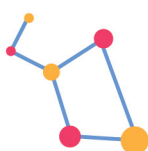
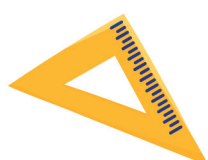


Аюулгүй, зөв ажиллагаа

- 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.
- Гар утсан дээр PhyPhox апплейкешнийг татаж дуу чимээ мэдэрч хугацаа хэмжигч /Acoustic Stopwatch/ сонголтыг хийсэн байна.

Багажийг туршилтад бэлтгэх

Багажийг зурагт үзүүлсэн байдлаар угсарна. Суурь тавцан (1) -д (2) ба (3) хөлийг суулгасны дараа харвагч бэхлэх (4) баганыг суурийн ирмэгт тулгаж бэхэлнэ. Тэгээд харвагч (5) -ыг багананд бэхэлнэ. Өнцөг хэмжигч (6) -г харвагчийн ховилд суулгана. Тавцангийн хөлийг өндөр нам болгох, ивээс хийх замаар өнцгийг тэглэнэ. Эгцлүүр (7) -ийн утсыг ашиглаж харвах хэвтээ координатын эхийг тэмдэглэхийн зэрэгцээ өндрийг хэмжинэ, мөн босоо байрлалыг нягтлахад хэрэглэнэ.



Туршилт ажлын төлөвлөгөө гаргах

Туршилтын төлөвлөлт хийхээс өмнө сурагчдад багажийг харуулж, ажиллах зарчмыг тайлбарлана.

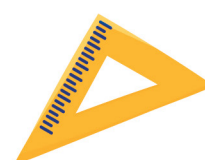
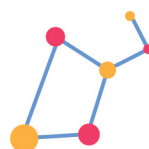
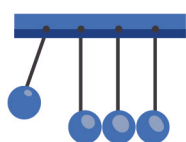
Дэвшүүлсэн санаа	Туршилт 1	Туршилт 2	Туршилт 3
	шидэх өнцгөөс хамаарах	анхны хурдаас хамаарах	сумны массаас хамаарах
Тогтмол барих хэмжигдэхүүн, тогтмол байлгах аргачлал	Сумны масс - туршилтад нэг сум ашиглах Шидэх өндөр Анхны хурд-сумлах 1,2,3 тохиргоог өөрчлөхгүй байх	Шидэх өнцөг Сумны масс Шидэх өндөр	Шидэх өнцөг Шидэх өндөр Анхны хурд
Удирдан хувьсагч, хэмжилтийн утгын завсар	Шидэх өнцөг -5, 10	Анхны хурд - сумлах тохиргоо 1,2,3	Сумны масс - ижил эзлэхүүнтэй өөр өөр масстай
Дагалдан хувьсагч			

Туршилт 1. (Phet симуляци ашиглан туршилтыг гүйцэтгэх боломжтой.)

Судлах хамаарал:

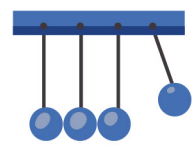
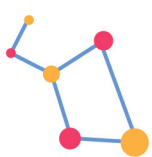
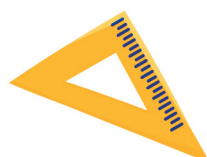
Сумны масс Шидэх өндөр

Анхны хурд



Шидэх өнцөг α	Нисэлтийн хугацаа t, s		Унах зай l, m		Хурд $u, m/s$	Хөөрөх өндөр h, m
30						
35						
40						
45						

Шидэх өнцөг α	Нисэлтийн хугацаа t, s		Унах зай l, m		Хурд $u, m/s$	Хөөрөх өндөр h, m
30		1.94		29.98		
35		2.19		32.10		
40		2.44		33.33		
45		2.66		33.63		
50		2.87		32.92		
55		3.06		31.36		
60		2.23		28.83		



БҮЛЭГ | МЕХАНИК

Сэдэв: 10.5. Хүчний эргүүлэх үйлчлэл

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

10.5б. Эргэвч, эргүүлгийн системд хүчний моментын дүрмийг хэрэглэх

Туршилт ажил

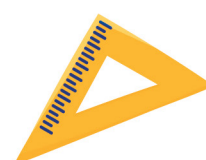
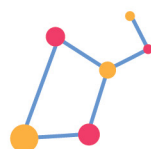
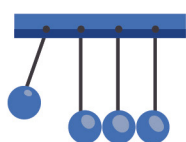
Эргэвч, эргүүлгийн системийг судлах

Туршилтын зорилго

Хөдлөх ба үл хөдлөх эргэвчийн систем ашиглан хүч хувиргах үйлчлэлийг 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	Туршилтын үр дүнгээс дүгнэлт гаргах
Үнэлэх	Туршилтыг сайжруулах, хөгжүүлэх арга замыг олох, асуултад хариулах





Бие даан болон багаар ажиллах зааварчилгаа

Сурагчид туршилт ажлыг багаар хамтран гүйцэтгэсний дараа хэмжилтийн боловсруулалтыг бие даан гүйцэтгэнэ.



Хэрэглэгдэхүүн

- Цагаан самбар/ эсвэл штатив
- Хүч хэмжигч, соронзон тогтоогчийн хамт
- Утас
- Үл хөдлөх эргүүлэг
- Ачаа тогтоогч
- Ачаанууд 50 g 3 ш



Үл хөдлөх эргүүлэг

Туршилтын дараалал

1. Цагаан самбарт хүч хэмжигч болон эргүүлгийг зураг 1-т үзүүлснээр байрлуулна.
2. Хүч хэмжигчийг R_1 радиустай том эргэвчтэй утсаар холбоно.
3. R_2 радиустай жижиг эргэвчинд утсаар холбон ачаа зүүнэ.
4. Ачааны массыг 50, 50 граммаар нэмэгдүүлж, хүч хэмжигчээр тэнцүүлэгч хүчийг хэмжинэ.



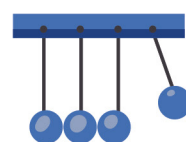
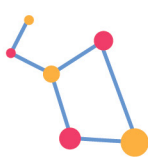
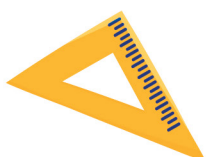
Аюулгүй, зөв ажиллагаа

Туршилтыг гүйцэтгэхдээ хүч хэмжигчийг эгц татахад анхаараарай. Ачааг хөл дээрээ унагахаас болгоомжлоорой.



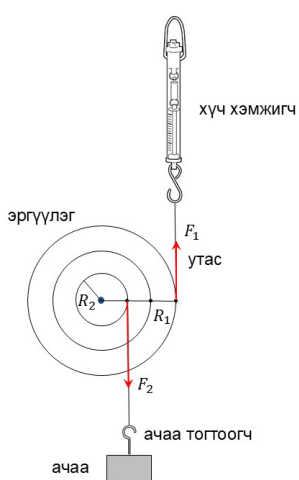
Туршилтын жишиг гүйцэтгэл

Гурван өөр диаметр бүхий эргэвчээс тогтсон системийг үзүүлэв. Түүнийг эргүүлэг болгон ашиглаж болно. Эргүүлгийг ашиглан хүчийг олон дахин (радиусын харьцаатай тэнцүү) хожих боломжтой.

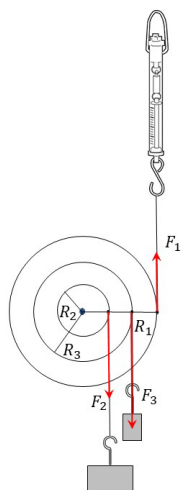


$$F_1 R_1 = F_2 R_2,$$

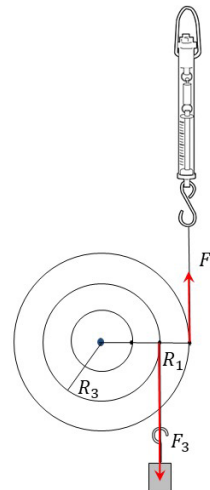
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{R_2}{R_1}$$



Зураг 1



Зураг 2



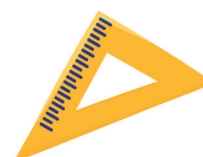
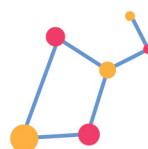
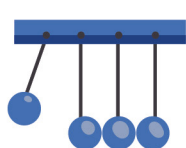
Зураг 3

Туршилт 1

Зураг 1-т үзүүлсэн системийг угсарч тэнцвэрийн нөхцөлийг туршилтаар судална. Ачааны масс ба эргэвчийн радиусыг өөрчилж, хүч хэмжигчээр тэнцүүлэгч хүчийг хэмжинэ.

Хэмжилтийн дүнг хүснэгтэд бичнэ үү. Хүснэгтийн нэмэлт баганад хэмжигдэхүүнүүдийн үржвэр, харьцаа гэх мэт нэмэлт боловсруулалтыг бичнэ үү.

Ачааны масс m, g	F ₂ , N	R ₂ , cm	F ₁ , N	R ₁ , cm	Үржвэр		Харьцаа	
					F ₂ R ₂ , N·cm	F ₁ R ₁ , N·cm	$\frac{F_2}{F_1}$	$\frac{R_2}{R_1}$
50	0.5	1.2	0.2	3.1	0.6	0.62	2.5	0.4
100	1.0		0.4		1.2	1.24	2.5	0.4
150	1.5		0.6		1.8	1.86	2.5	0.4



Хэмжилтийн үр дүнг ашиглан F_1 болон F_2 хамаарлын график байгуулна уу.

Графикаас налалтыг тооцно уу.

Налалт . . . 2.5

Дүгнэлт:

Туршилтаас дүгнэлт хийнэ үү

Эргүүлэг нь хүчийг хожих систем юм. Эргүүлгийн радиус ихтэй эргэвчид бага хүч ногдож байна.

Хүчийг хэд дахин хожиж байна вэ?

Хүчийг 2.5 дахин хожино.

Туршилт 2

Зураг 2-т үзүүлснээр эргэвчийн радиусыг өөрчилж, туршилтыг давтан хийнэ үү
Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

R_3, R_1 - эргэвчийн радиус.

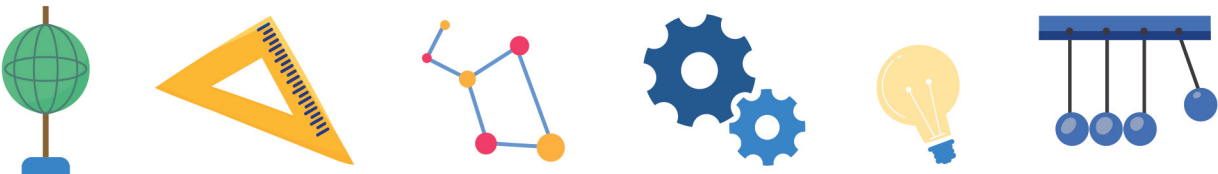
Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр:

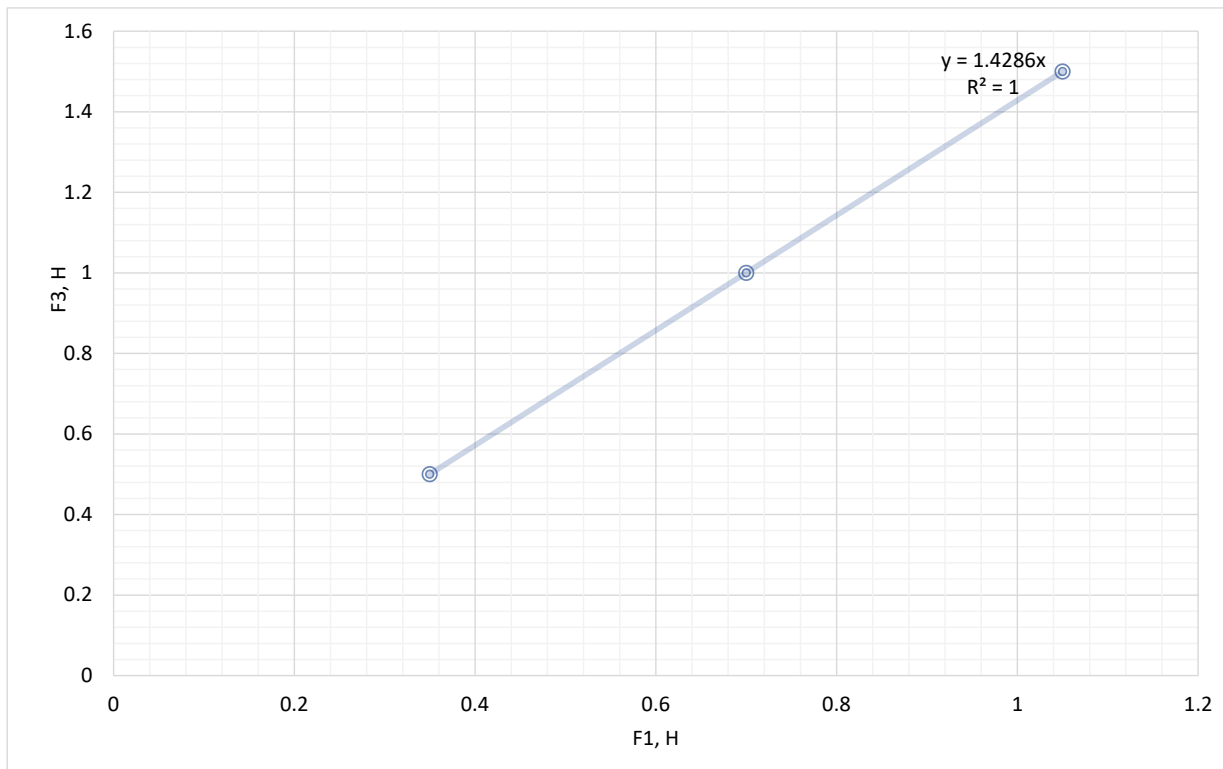
Биеийн жин.

Туршилтын үр дүнг хүснэгтэд тэмдэглэнэ үү.

Ачааны масс m , g	F_3 , N	R_3 , cm	F_1 , N	R_1 , cm	Үржвэр		Харьцаа	
					$F_3 R_3$, N·cm	$F_1 R_1$, N·cm	$\frac{F_3}{F_1}$	$\frac{R_3}{R_1}$
50	0.5	2.3	0.35	3.1	1.15	1.09	1.4	1.3
100	1.0	2.3	0.70	3.1	2.3	2.17	1.4	1.3
150	1.5	2.3	1.05	3.1	3.45	3.26	1.4	1.3



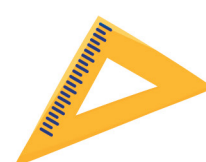
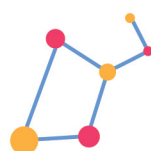
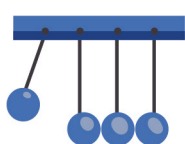
Хэмжилтийн үр дүнг ашиглан F_1 болон F_2 хамаарлын график байгуулна уу.



Графикаас налалт нь 1.4 байна.

Графикийг ашиглан сурагчдаар тооцоолуулна уу.

$$\frac{F_2}{F_1} = 1.4$$



Дүгнэлт:

Туршилтаас дүгнэлт хийнэ үү.

Эргүүлгийн радиус ихтэй эргэвчинд бага хүч ногдож байна.

Хүчийг хэд дахин хожиж байна вэ?

Хүчийг 1.4 дахин хожино.

Туршилт 3

Зураг 3-т үзүүлснээр багажийг бэлтгэж, туршилтыг давтан хийнэ үү

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

..... R_1, R_2, R_3 - радиустай эргэвч, F_2 - ачааны жин

Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр:

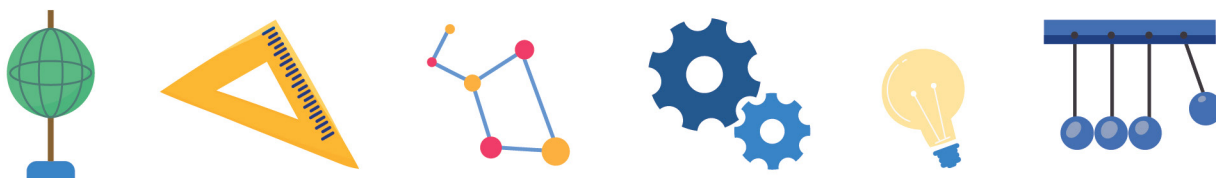
..... Ачааны жин

Дагалдан хувьсагч:

..... F_1 буюу динамометрийн заалт

Туршилтын үр дүнг хүснэгтэд тэмдэглэнэ үү.

Ачааны масс m , g	F_3 , N	R_3 , cm	F_2 , N	R_2 , cm	F_1 , N	R_1 , cm
50	0.5	2.3	0.5	1.3	0.55	3.1
100	1.0	2.3	0.5	1.3	0.80	3.1
150	1.5	2.3	0.5	1.3	1.25	3.1



БҮЛЭГ | МЕХАНИК

Сэдэв: 10.8. Дулаан багтаамж

**СУРАЛЦАХУЙН
ЗОРИЛТ**

10.8в. Усны хувийн дулаан багтаамжийг туршилтаар тодорхойлох

Туршилт ажил

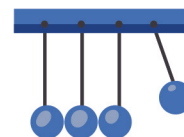
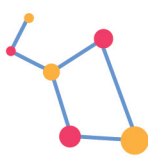
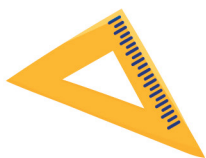
Тогтмол чадалтай халаагуураар усны хувийн дулаан багтаамжийг тодорхойлох

Туршилтын зорилго

Тогтмол чадалтай халаагуураар усны хувийн дулаан багтаамжийг судлах


Туршилтын явцад сурагчийн эзэмших чадвар

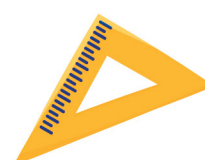
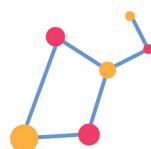
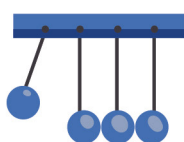
Эзэмших чадвар	Энэ чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Туршилтын ур чадвар (нягт нямбай, дэс дараалалтай ажиллах)	Туршилтын багаж хэрэгсэлтэй ажиллах, туршилтын ажлыг зааврын дагуу гүйцэтгэх, үр дүнг график, хүснэгтээр илэрхийлэх
Хэрэглэх	Туршилтын үр дүнг боловсруулах хүснэгт, график байгуулах
Анализ, дүгнэлт хийх	үр дүнгийн хүснэгтэд тэмдэглэх, график байгуулж дүгнэлт гаргах
Үнэлэх	Туршилтын явцад гарсан алдааг олох, сайжруулах арга замыг санал болгох, асуултад хариулах





Аюулгүй ажиллагаа

Багаж зураг	Ажиллах зарчим
 <p data-bbox="204 689 584 763">Багаж бүрийн зургийн дэргэд нэр, тайлбар хийх</p> <p data-bbox="204 835 496 909">Параметрийг бичих шаардлагатай.</p>	<p data-bbox="643 421 839 454">Анхааруулга:</p> <p data-bbox="643 472 1342 618">Калориметрийн дулаан тусгаарлалт: физикийн лабораторийн бэлэн байгаа калориметр шууд ашиглахаасаа өмнө дулаан тусгаарлагч нь юу байгааг шалгах хэрэгтэй.</p> <ul data-bbox="643 640 1342 880" style="list-style-type: none"> • Хөөсөнцөр, болон эсгий голдуу байгаа байх тэлгээрийн бүрэн бүтэн байгааг шалгах хэрэгтэй. • Мөн цахилгаан халаагуур нь нихром утас ашиглаж байгаа тул заавал эсэргүүцлийг хэмжиж авах хэрэгтэй. <p data-bbox="643 902 1310 976">Калориметр байхгүй бол: бэлэн болон гарын доорх материал ашиглах</p> <ul data-bbox="643 999 1374 1155" style="list-style-type: none"> • Дулаан алдагдал багатай вакуумт сав ашиглах (150-200 ml) • Жижиг соруултай ундаа, сүүний сав ашиглах (гадуур нь хөөсөнцөрөөр бүрэж болно) <p data-bbox="643 1178 1134 1211">Хэмжилт хийхэд анхаарах зүйлс:</p> <ul data-bbox="643 1234 1374 1854" style="list-style-type: none"> • Усны температурыг 25-35°C завсарт халааж хэмжилт хийх хэрэгтэй • Бага хугацаанд хэмжилт хийхэд алдагдал бага байсан тул хугацааг 0-5 минутын завсарт хэмжилт хийнэ гэж төлөвлөнө • Чадлыг тооцоолох боломжтой, энергийн алдагдал багатай байхын тулд тагтай, дулаан тусгаарлагч сав, дотор нь дүрдэг халаагуур ашиглана. • 45°C-аас өндөр температурт ууршилтаар үүсэх дулааны алдагдал огцом ихэснэ • Савыг доороос нь халаах шаардлагатай үед, металл сав ашиглах учраас конвекцоор үүсэх дулааны алдагдал их байна. Чадлыг тооцоолох боломж муудна.





Бие даан болон багаар ажиллах чиглүүлэг

Хэрэглэгдэхүүн хангалттай тохиолдолд туршилтыг хүүхэд нэг бүрчлэн хийх бололцоотой. Хэрвээ хүүхэд бүр хийх боломжгүй бол 5 сурагчийг нэг баг болгон хувааж, сурагч бүр оролцоотой байхаар төлөвлөөрэй.

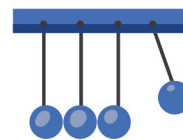
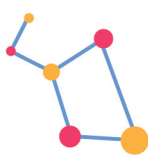
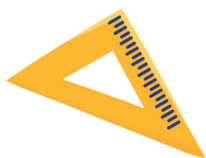


Туршилтын хэрэглэгдэхүүн

Нэг сурагчид шаардлагатай бодис уралж, хэрэглэгдэхүүн	Тоо хэмжээ	<input checked="" type="checkbox"/>
Гар утасны цэнэглэгч	1 ш	<input type="checkbox"/>
Калориметр	1 ш	<input type="checkbox"/>
Ус	55 г	<input type="checkbox"/>
Термометр	1 ш	<input type="checkbox"/>
Мультиметр	1 ш	<input type="checkbox"/>

Туршилтын багаж, төхөөрөмжийг бэлтгэх заавар

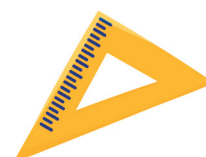
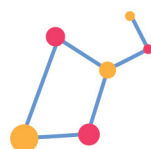
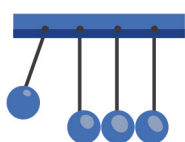
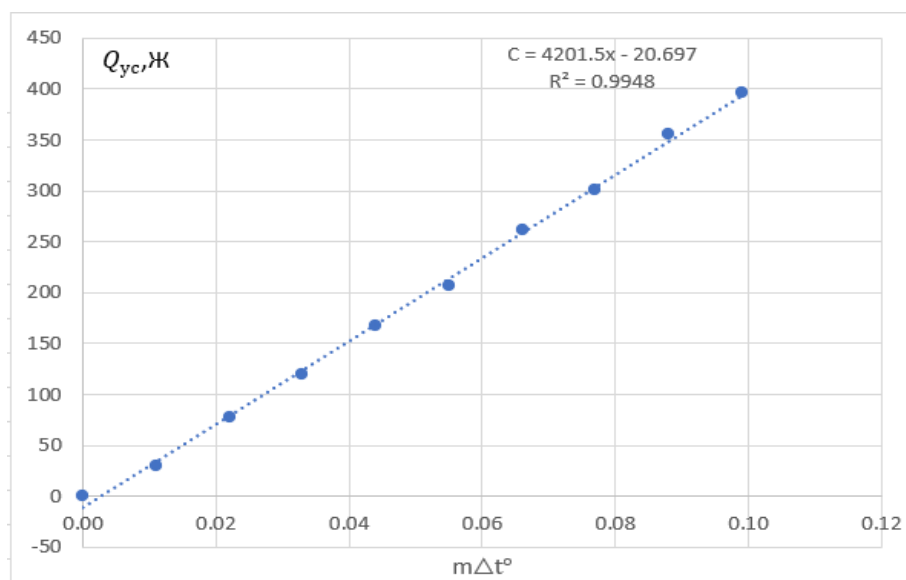
- Тогтмол чадалтай халаагуураа бэлдэх
- Усаа зэс саванд хийх
- Анхны температур хэмжих
- Тогтмол чадалтай халаагуураа ашиглан усаа халаах
- Термометрээр температурыг хэмжих
- Хугацааг тэмдэглэх





Туршилтын жишиг гүйцэтгэл

$m\Delta t^\circ$	$Q_{yc}, \text{Ж}$
0.00	0
0.01	30
0.02	78
0.03	120
0.04	167
0.06	207
0.07	262
0.08	301
0.09	356
	396



БҮЛЭГ (ДУЛААН)

Сэдэв: 10.8. Дулаан багтаамж

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

10.9б Хайлахын хувийн дулааныг тодорхойлох

Туршилт ажил

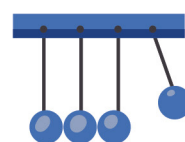
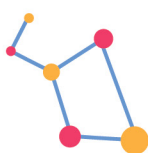
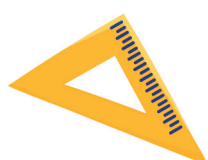
Хайлахын хувийн дулааныг тодорхойлох

Туршилтын зорилго

Дулааны туршилтыг хийх замаар туршилт төлөвлөх, хэмжилтийн аргачлал боловсруулах, хэмжилтийн алдааг багасгах чадвартаа ахиц гаргахад чиглэнэ

Туршилтын явцад эзэмших чадвар

Эзэмших чадвар	Энэ чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Туршилтын ур чадвар	Туршилтын багаж хэрэгсэлтэй ажиллах, туршилтын ажлыг зааврын дагуу гүйцэтгэх, үр дүнг хүснэгтээр илэрхийлэх
Хэрэглэх	Туршилтын үр дүнг тэмдэглэх, абсолют ба харьцангуй алдаа тооцоолох, алдаагаа ашиглан үр дүнгээ үнэлэх
Анализ, дүгнэлт хийх	Физик хэмжигдэхүүний тоон холбогдлыг туршилтаар тооцоолж, жинхэнэ утгаас хазайж байгаа шалтгааныг илрүүлэх
Үнэлэх	Туршилтын явцад гаргасан алдааг олох, сайжруулах арга замыг олох, асуултад хариулах





Туршилтын хэрэглэгдэхүүн

- Электрон термометр 2 ш
- Электрон жин (500 g)
- Мөс 40 g
- Ус 100 g
- Хуурай алчуур
- Хуванцар халбага
- Калориметр тагтай, термометр хийх нүхтэй

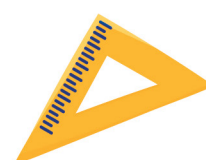
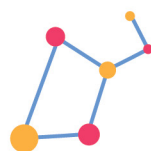
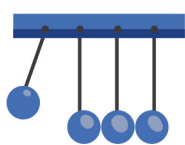
Туршилт хийхэд анхаарах зүйл:

Цахилгаан халаагуурын өгөх энерги бүгд мөсөнд өгөгдөх нөхцөлийг бүрдүүлэх нь алдааг багасгах хамгийн чухал зүйлд хамаарна.

1. Ийм төрлийн олон туршилтад савны доороос плитка ашиглаж халаах арга ашигладаг. Энэ үед савны хажуу талбайгаар маш их дулааны алдагдал үүсдэг учир авсан энергийн тооцоо алдаатай гарна.
2. Савтай ус халах тутам дулаан дамжуулал, конвекц, ууршилтаар орчинд алдах дулааны энерги нэмэгдэх учир түүнийг тооцоолоход бэрхшээлтэй. Анхан шатанд боломжгүй.
3. Мөс хайлах явцад системийн элементүүдийн температур жигд байх нь тодорхойгүй, түүнийг хэмжих нь бэрхшээлтэй.
4. Цахилгаан халаагуур өөртөө нэг хэсэг энергийг шингээх учир хугацааг халаагуурыг залгах үеэс тоолох уу, эсвэл жигд халсных дараах үеэс тоолох уу гэдэг нь асуудалтай.
5. Цахилгаан халаагуурын чадлыг хэрхэн хэмжихийг бодолцох ёстой.

Туршилтад тавигдах шаардлага:

- Иймд дулааны энергийн алдагдал хамгийн бага байхын тулд мөсийг хийх усны температур тасалгааны температураас их зөрөөгүй байвал зохино. Гэхдээ эхний ба эцсийн температурын зөрөө бага байвал температурыг хэмжихэд гарах алдаа их байх болно.
- Энергийн солилцоо зөвхөн ус ба мөсний хооронд явагдах ба хайлсан усны хэмжээг яг хэмжих боломжтой байх
- Температурыг нарийвчлалтай, инерц багатай хэмжихийн тулд электрон термометр (шингэнт термометрийн нарийвчлал муу, температурын өөрчлөлтийг муу мэдэрдэг) ашиглах



- Шингэний хэмжээг эзлэхүүнээр хэмжих нь нарийвчлал муутай байх учир нарийвчлал өндөртэй электрон дэнс ашиглах
- Мөсний температурыг 0°C-д барих. Богино хугацаанд дулааны солилцоог сайжруулахын тулд мөсийг нунтаглах, арчиж хуурай болгох
- Орчинтой дулаан солилцоог бага байлгахын тулд тагтай калориметр (давхар ханатай сав) ашиглах

1. $c_{зэс}$

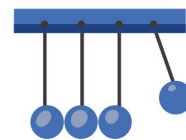
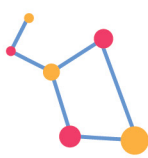
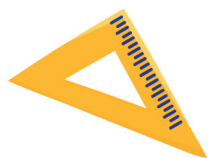
Туршилтын дараалал:

1. Калориметрийн зэс (хөнгөн цагаан) савны m_k массыг хэмжинэ. Түүний усан эквивалентийг тооцоолж олно. Энэ нь сав хэдэн грамм устай адилхан дулааны энерги шингээх чадвартай олно гэсэн үг. $m_k c_{зэс} = m_{эқв} c_{ус}$

$$m_{эқв} = m_k \frac{c_{зэс}}{c_{ус}}$$

2. Мөсийг цагаан будааны дайтай хэмжээтэй болтол нунтаглаж, температурыг хэмжинэ. 0°C -д хүрэхийг хүлээнэ.
3. Калориметрт бүлээн ус хийнэ. Хийсэн ус ба калориметрийн усан эквивалентийн масс нийлээд $m_1=100$ g байхаар бодож ус хийнэ. Калориметрийг гадуур саванд нь хийж дэнс дээр тавьж жигнээд заалтыг тэмдэглэнэ. Дараа нь заалтыг тэглэнэ. Дэнсэн дээрх саванд усаа хийж нэмэгдэх массыг тохируулна. Энд жишээлбэл калориметрийн усан эквивалент 8 g гарсан бол 92 g ус хийх хэрэгтэй. Савтайгаа нийлээд 100 g усыг орлох болно гэсэн үг.
4. Калориметртэй усны ϑ_1 температурыг хэмжинэ. Энэ усны температур 35°C-45°C байвал тохиромжтой.
5. Мөсөө хуурай алчуураар арчиж сав руугаа цувуулан хийнэ. Мөсний хайлсан усыг сав руу оруулахгүй байхыг анхаарна уу. Жигнэх шаардлагагүй.
6. Сав руугаа термометрээ хийж, термометрийн заалтын бууралт ба мөсний хайлалтыг хянана. 15°C-10°C хүртэл бууртал мөс нэмж хийж болно. Усыг байнга хутгаж байх хэрэгтэй.
7. Хэрэв хайлаагүй мөс үлдвэл түүнийг халбагаар гадагш шүүж авч болно. Мөс бүрэн хайлсны дараах усны ϑ_2 температурыг хэмжинэ.
8. Нийт массыг хэмжинэ. Нийт массаас калориметр ба усны анхны массыг хасаж хайлсан мөсний $m_{мөс}$ массыг олно.
9. Хэмжилтийг дараах хэлбэрийн хүснэгтэд бичнэ.

№	$m_{ус}, g$	$m_{мөс}, g$	$\vartheta_1, ^\circ C$	$\vartheta_2, ^\circ C$	$\lambda, J/g$
1					
2					
3					



10. Тооцоо хийхдээ дараах томъёог ашиглана.

Дулааны энергийн солилцоо устай калориметр ба мөсний хооронд явагдсан гэвэл

Усны алдсан дулааны энерги $Q_{\text{ус}} = m_{\text{ус}} c_{\text{ус}} (\vartheta_2 - \vartheta_1)$

Мөс ба хайлсан усны авсан дулааны энерги $Q_{\text{мөс}} = m_{\text{мөс}} \lambda + m_{\text{мөс}} c_{\text{ус}} (\vartheta_2 - 0)$

Дулааны балансын тэгшитгэл $Q_{\text{мөс}} + Q_{\text{ус}} = 0$

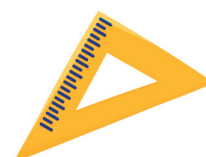
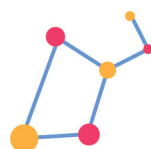
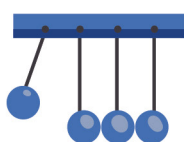
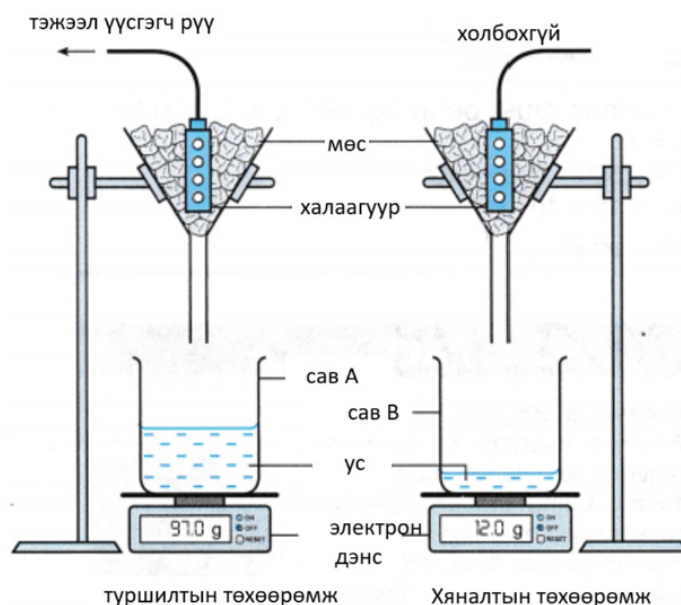
Мөсний хайлахын хувийн дулаан $\lambda = c_{\text{ус}} \frac{m_{\text{ус}} \vartheta_1 - (m_{\text{ус}} + m_{\text{мөс}}) \vartheta_2}{m_{\text{мөс}}}$

Туршилтыг 3 удаа давтан гүйцэтгэж хайлахын хувийн дулааны дундаж утга ба абсолют хазайлт ба харьцангуй хазайлтыг олно.

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{\lambda_{\text{туршилт}} - \lambda_{\text{стандарт}}}{\lambda_{\text{стандарт}}} \cdot 100\%$$

Туршилтын хувилбар (Цахилгаан халаагуурт)

1. Тогтмол чадлын халаагуур ашиглаж туршилтыг гүйцэтгэж болно. Үүний тулд хайлах температурт байгаа мөсөн дотроо жижиг чадлын халаагуур тогтооно.
2. Халаагуурт амперметр ба вольтметр залгаж ялгарч байгаа цахилгаан $P = iV$ чадлыг бүртгэж авна.
3. Нунтагласан мөсийг доороо цорготой саванд торон шүүлтүүр дээр тавьж штативт босоогоор бэхэлнэ.





Туршилтын хэрэглэгдэхүүн

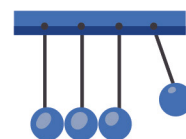
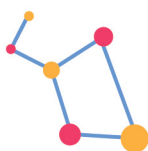
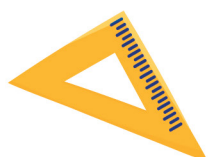
- Иммерсийн халаагуур 2 ш (амперметр ба вольтметр, залгуурын хамт)
- Юүлүүр 2 ш
- Электрон жин (100 g) 2 ш
- Нунтагласан мөс 200 g
- Хуурай алчуур
- Секундомер

Ажлын дараалал:

1. А ба В юүлүүрийг тус бүрийг электрон дэнсэн дээр тавина. Зэрэг хийх боломжгүй бол ээлжилж хийж болно. Заалтыг тэглэнэ.
2. Төхөөрөмжийг зурагт үзүүлснээр угсарч шүүлтүүр дээр мөсөө хийнэ. Эхлээд юүлүүрийг савны дээр байрлуулахгүй байх хэрэгтэй.
3. Халаагуурыг байрлуулж хэлхээнд залгана. А юүлүүрээс ус жигд дусаж эхлэх үед юүлүүрүүдийг А сав ба В савны дээр байрлуулж, секундомерийг ажиллуулж хугацааг тоолж эхэлнэ.
4. 10 минутын дараа А сав ба В саванд цугласан усны массыг хэмжиж авна.
5. Халаагуурын чадлыг тооцоолж авна.

Туршилтын үр дүн:

А саванд хуримтлагдсан усны масс	$m_1=97.0 \text{ g}$
В саванд хуримтлагдсан усны масс	$m_2=12.0 \text{ g}$
Халаагуурын чадал	$P=24V \cdot 2.0A=48W$
Хугацаа	$t=10 \cdot 60=600 \text{ s}$



Өгөгдлийн шинжилгээ:

Халаагуурын улмаас хайлсан усны масс

$$m = m_1 - m_2 = 97.0 - 12.0 = 85.0 \text{ g}$$

Халаагуураас авсан дулааны энерги

$$Q = P \cdot t = 48 \cdot 600 = 28.8 \text{ kJ}$$

Мөсний хайлахын хувийн дулаан

$$\lambda_{\text{мөс}} = \frac{Q}{m} = \frac{28.8 \cdot 10^3}{85.0} = 339 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

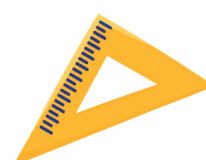
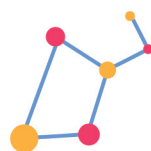
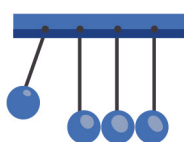
Эргэцүүлэл хэлэлцүүлэг хийнэ:

Дараах асуудалд хэлэлцүүлгийг төвлөрүүлнэ.

1. Мөсний температур өрөөний температураас бага байдаг. Мөс эргэн тойрноос энерги шингээж, өөрөө хайлна. Орчноос дулааны энерги авч хайлсан мөсний массыг тодорхойлохын тулд хяналтын төхөөрөмжийг суурилуулсан. Зөвхөн энэ үед л халаагуураар хайлуулсан мөсний массыг зөв тодорхойлж болно.
2. Буталсан мөсний гадаргын талбай их байх учир дулааныг илүү их шингээж авах учраас мөсийг буталсан.
3. Туршилтаар олсон мөсний хайлахын хувийн дулааны утга стандарт үзүүлэлтээс их гарсан байна. Халаагуураас гаргасан дулааны энергийн зарим хэсэг нь агаарт алдагдана. Тооцоололдоо орчинд ямар ч дулаан алдагдахгүй, бүх энерги зөвхөн мөсөөр шингээж авдаг гэж үзсэнээс алдаа гарсан байж магад.

Асуулт:

1. Дулааны алдагдлыг бага байлгахын тулд ямар арга хэрэглэсэн бэ?
2. Калориметрийн усан эквивалентийн физик утга юу вэ? Энэ ойлголтыг ашиглахын давуу тал юу вэ?
3. Мөсийг арчиж хуурай болгохын утга учир юу вэ?
4. Мөсийг бутлах нь туршилтын үр дүнд алдаа гарах үндэс болох болов уу?
5. Савыг гаднаас нь цахилгаан халаагуураар халаах аргыг ашиглахгүй байгаа үндэслэл юу вэ?
6. Туршилтын үр дүнгийн талаар, алдааны талаар юу хэлж чадах вэ?
7. Мөсний хайлахын хувийн дулааныг илүү нарийвчлал сайтайгаар тодорхойлох туршилтын санаа дэвшүүлнэ үү.



БҮЛЭГ (ДОЛГИОН БА ДУУ

Сэдэв: 10.10. Долгионы ерөнхий шинж чанар

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

10.10а. Усны гадаргын чичирхийллээр долгионыг үүсгэж харуулах, усны гадаргын долгион ашиглан

- Хавтгай гадаргаас ойх - Хугарах үед хурд нь өөрчлөгдөх
- Нарийн болон өргөн завсраас үүсэх дифракцийн үзэгдлийг үзүүлэх
- Долгионы фронт гэсэн ойлголтыг тодорхойлох

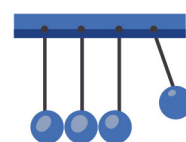
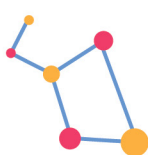
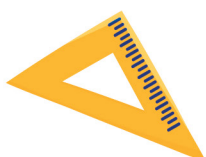
Туршилт ажил

Долгионы шинж чанарыг судлах

Туршилтын зорилго

Долгионы шинж чанарыг судлах туршилтыг хийх замаар туршилт төлөвлөх, хэмжилтийн аргачлал боловсруулах, хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах төлөвлөгөө гаргах чадвартаа ахиц гаргахад чиглэнэ.

Эзэмших чадвар	Энэ чадварыг хөгжүүлэх үйл ажиллагаа
Туршилтын ур чадвар (нягт нямбай, дэс дараалалтай ажиллах)	Туршилтын багаж хэрэгсэлтэй ажиллах, туршилтын ажлыг зааврын дагуу гүйцэтгэх, үр дүнг график, хүснэгтээр илэрхийлэх
Хэрэглэх	Туршилтын үр дүнг боловсруулах хүснэгт, график байгуулах
Анализ, дүгнэлт хийх	Үр дүнгийн хүснэгтэд тэмдэглэх, график байгуулж дүгнэлт гаргах
Үнэлэх	Туршилтын явцад гарсан алдааг олох, сайжруулах арга замыг санал болгох, асуултад хариулах





Хэрэглэгдэхүүн

Дууны долгионы иж бүрдэл



Аюулгүй, зөв ажиллагаа

Багажийн зураг

Ажиллах зарчим



Анхааруулга:

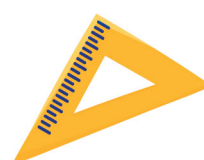
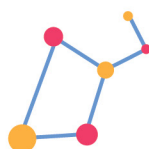
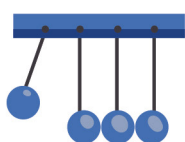
Туршилтыг нэг дор олон дахин давтаж хийвэл чихний сонсгол муудах аюултай.

Цахилгаан хэрэгсэлтэй ажиллаж буй учир цахилгаантай зохих дүрмийн дагуу болгоомжтой харьцах.



Бие даан болон багаар ажиллах чиглүүлэг

Хэрэглэгдэхүүн хангалттай тохиолдолд туршилтыг хүүхэд нэг бүрчлэн хийх бололцоотой.



БҮЛЭГ (ДОЛГИОН БА ДУУ

Сэдэв: 10.10. Долгионы шинж чанар

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

10.3г. Хатуу, шингэн, хийд дуу тархахыг туршилтаар үзүүлэх /с.с/

Туршилтын ажил

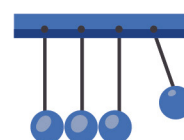
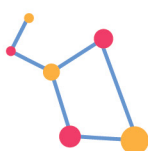
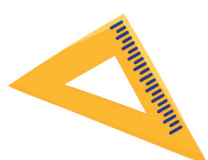
Резонансын хоолой ашиглан агаарт дуу тархах хурдыг тодорхойлох

Туршилтын зорилго

Агаарт дуу тархах хурдыг резонансын хоолой ашиглан тодорхойлох

Туршилтын явцад сурагчийн 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, үр дүнг график, хүснэгтээр илэрхийлэх
Хэрэглэх	Туршилтын үр дүнг боловсруулах хүснэгт, график байгуулах
Анализ, дүгнэлт хийх	Хэмжилтийн үр дүнг ашиглан агаарт дуу тарах хурдыг тодорхойлох, графикаас дүгнэлт гаргах
Үнэлэх	Туршилтын явцад гарсан алдааг олох, сайжруулах арга замыг санал болгох, асуултад хариулах





Бие даан болон багаар ажиллах чиглүүлэг

Хэрэглэгдэхүүн хангалттай тохиолдолд туршилтыг хүүхэд нэг бүрчлэн хийх бололцоотой.



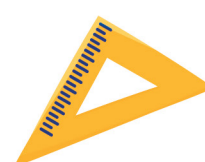
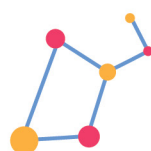
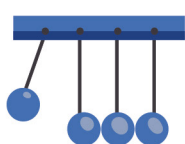
Хэрэглэгдэхүүн

Нэг баг ашиглах хэрэглэгдэхүүн	Тоо хэмжээ	<input checked="" type="checkbox"/>
Шилэн резонансын хоолой	1 ш	<input type="checkbox"/>
Дууны генератор	1 ш	<input type="checkbox"/>
Микрофон	1 ш	<input type="checkbox"/>
Хулдаасан метр	1 ш	<input type="checkbox"/>

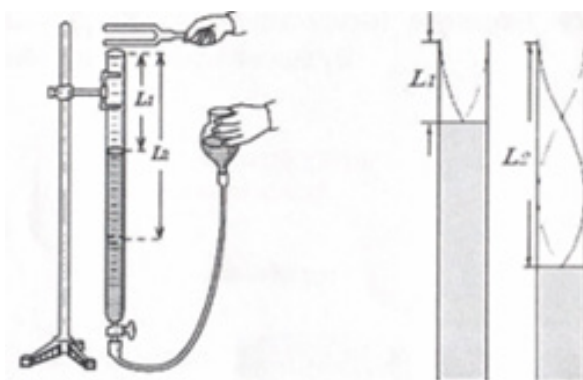


Аюулгүй, зөв ажиллагаа

Тодорхой давтамж бүхий дууны үүсгүүр ашиглан гармоник дууны долгион үүсгэнэ. Шилэн урт хоолойд талаас нь дээш ус хийнэ. Энэ нь дууны долгионыг ойлгогч гадарга болно. Зураг дээр $f=440$ Hz давтамжтай Ля-өнгө гаргадаг камертон ашигласан байна. Үүний оронд гар утсандаа гармоник дохио үүсгэдэг аппликейшн татаж, ийм давтамжийн авиа гаргаж ашиглаж болох юм. Долгион усны гадаргаас эргэж ойх ба үүсгэгчээс гарсан долгионтой давхцаж зогсонги долгион үүсгэнэ. Усыг гоожуулж усны түвшинг доошлуулах замаар хэлбэлзлийн хоолойн уртыг аажим нэмэгдүүлж дууны чанга сулыг ажиглана. Хэлбэлзлийн хоолойн урт дууны долгионы уртын дөрөвний нэгтэй тэнцэх агшинд дуу эрс чангарна.



Энэ нь үндсэн гармоник үүсэж байгааг илтгэнэ. Энд усны гадаргаас ойсон дуу үүсгэгчтэй болон хоолой дахь агаартай резонансад орж зогсонги долгионы хэлбэлзлийн далайц нь эрс нэмэгдэж байгаатай холбоотой. Дан өнгийн давтамжтай дуу үүсгэдэг камертон мэт үүсгүүрийн оронд янз бүрийн давтамжтай дуу үүсгэдэг sound wave generator ашиглавал усны түвшинг шилжүүлэхгүйгээр янз бүрийн гармоникийг үүсгэж болно. Үүсгүүрээ тодорхой зайд хөдөлгөөнгүй бэхэлнэ.



Хэт өндөр давтамжтай чихэнд чийртэй авиа ашиглах, нэгнийхээ чихэнд үүсгүүрийг ойртуулахгүй байх, шилэн хоолойг унагаж хагалахгүйн тулд ширээний дунд тавьж бэхлэх, ус асгаж дэвтрээ норгохгүй тулд хувин сав, алчуур бэлэн байлгах нь зүйтэй.

Долгион тархах хурдтай долгионы урт ба давтамж дээр томъёогоор холбогдоно.

$$c = \lambda f$$

$\vartheta = 20^\circ\text{C}$ температурт $c = 340 \text{ m/s}$ байх учир $f = 343 \text{ Hz}$ давтамжтай дууны долгионы урт $\lambda = 1 \text{ m}$ байна гэдгийг санаж хоолойн уртыг сонгож авна. $f = 343 \text{ Hz}$ давтамжтай үед $\frac{1}{4}$ **долгион** буюу үндсэн гармоник $L_1 = \frac{\lambda}{4} = 25 \text{ cm}$ урттай хоолойд үүснэ гэдгийг санаж тооцоог хийгээрэй.

