



БОЛОВСРОЛЫН
ЯАМ



ФИЗИК

Лабораторийн ажлын хуудас
(Сурагчид зориулав)

Х анги

2024 он



ФИЗИК

ЛАБОРАТОРИЙН АЖЛЫН ХУУДАС

(Сурагчид зориулав)

Х А Н Г И

Улаанбаатар хот
2024 он



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

Сурагчид та бүхэн байгалийн ухааны сургалтын хөтөлбөрт тусгасан лабораторийн ажлуудыг хийснээр

1. Туршилт, судалгааг төлөвлөх
2. Ажиглалт, хэмжилт, тооцоолол 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 ур чадваруудыг эзэмшинэ.

Иймд лабораторийн ажилд оролцохдоо дараах зүйлд анхаарал хандуулаарай.
Үүнд:

1. Туршилтын ажлын зорилготой танилцаж, тухайн туршилт ажлыг хийснээр ямар үр дүнд хүрэх, ямар мэдлэг, ур чадвар эзэмшихийг тунгаан бодох хэрэгтэй.
2. Туршилт эхлэхийн өмнө онолын мэдээлэл хэсгийг уншиж, мэдлэгээ бататгана.
3. Туршилтын хэрэглэгдэхүүнийг сонгохдоо тухайн туршилтад шаардагдах тоо хэмжээгээр сонголт хийнэ.
4. Туршилт хийх явцад аюулгүй ажиллагааг баримтлах нь өөрийн болон бусдын эрүүл мэнд, аюулгүй байдалд тустай гэдгийг санаарай.
5. Лабораторийн ажлын хуудаст тусгасан туршилт хийх аргачлал, алхмын дагуу туршилтыг нягт нямбай, хийж гүйцэтгэнэ.
6. Туршилтын үр дүнг таамагласан, мөн туршилтын явцад ажигласан, цуглуулсан өгөгдлийг зааврын дагуу тэмдэглэнэ.
7. Таамаглалаа нотлохын тулд цуглуулсан өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийж, тайлбарлана.
8. Туршилт ажлынхаа тоо, чанарын үр дүнг үнэлэх, сайжруулах санааг эрэлхийлээрэй.
9. Туршилт дууссаны дараа ажлын байраа эмх цэгцтэй болгож, бусдад туслах нь чухал гэдгийг мартуузай.

ГАРЧИГ

СЭДЭВ: 10.2. ХӨДӨЛГӨӨН

Туршилт ажил: Жигд хурдсах хөдөлгөөний зүй тогтол..... 5

СЭДЭВ: 10.2. ХӨДӨЛГӨӨН

Туршилт ажил: Хэвтээ чигт өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөнийг судлах 10

СЭДЭВ: 10.2. ХӨДӨЛГӨӨН

Туршилт ажил: Эргэвч, эргүүлгийн системийг судлах..... 17

СЭДЭВ: 10.8. ДУЛААН БАГТААМЖ

Туршилт ажил: Тогтмол чадалтай халаагуураар усны хувийн дулаан багтаамжийг тодорхойлох 26

СЭДЭВ: 10.8. ДУЛААН БАГТААМЖ

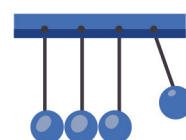
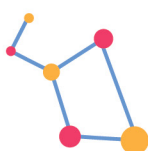
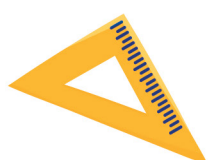
Туршилт ажил: Хайлахын хувийн дулааныг тодорхойлох 32

СЭДЭВ: 10.10. ДОЛГИОНЫ ЕРӨНХИЙ ШИНЖ ЧАНАР

Туршилт ажил: Долгионы шинж чанарыг судлах..... 36

СЭДЭВ: 10.3. ДОЛГИОНЫ ШИНЖ ЧАНАР

Туршилтын ажил: Резонансын хоолой ашиглан агаарт дуу тархах хурдыг тодорхойлох 43



БҮЛЭГ МЕХАНИК

Сэдэв: 10.2. Хөдөлгөөн

Анги

Суралцагчийн нэр

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



Онолын мэдээлэл

Жигд бус хөдөлгөөний хувьд хурд өөрчлөгдөн хувьсдаг. Хурдны өөрчлөлтийн хурд буюу хурдатгалыг траекторын цэг бүрт нэгж хугацаан дахь хурдны өөрчлөлтөөр тодорхойлдог.

Хурдны хэмжээ нь жигд өөрчлөгдөх хөдөлгөөнийг **жигд хувьсах хөдөлгөөн** гэнэ.

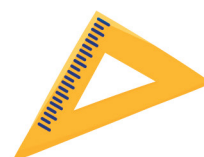
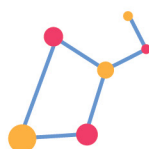
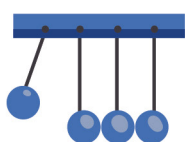
Хурдсан хөдлөх галт тэрэг, автомашин тоормозлон удаашрах, уулын уруу гулсах, унаж буй бие зэрэг олон хөдөлгөөний зарим хэсгийг жигд хувьсах хөдөлгөөн гэж үзэж болдог. Жигд хувьсах хөдөлгөөний үед хурдатгал нь

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

болно. Энд v_0 – анхны хурд, v – эцсийн хурд.

$$v = v_0 + at$$

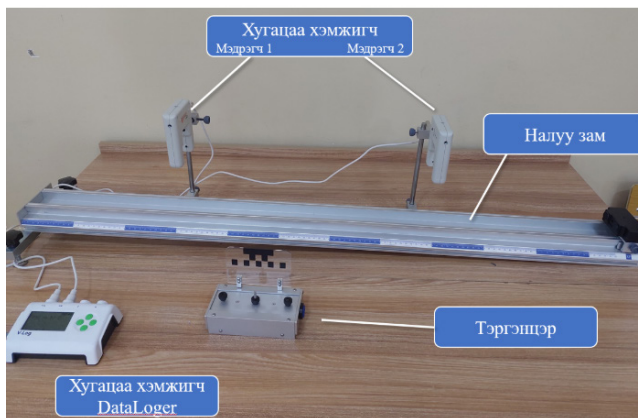
Хурд хугацаанаас шугаман хамаарч байна.





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.



Туршилт судалгаа

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

Тогтмол байлгах аргачлал:

.....

.....

.....

.....

Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр:

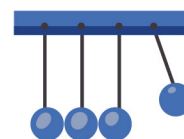
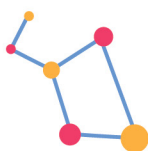
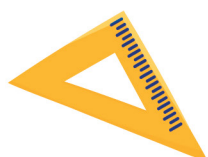
Өөрчлөх аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

.....

.....

.....

.....



Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр:

Хэмжих аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

.....

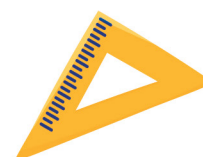
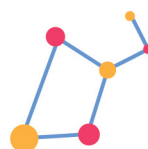
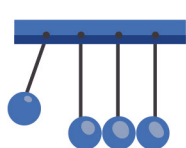
.....

.....

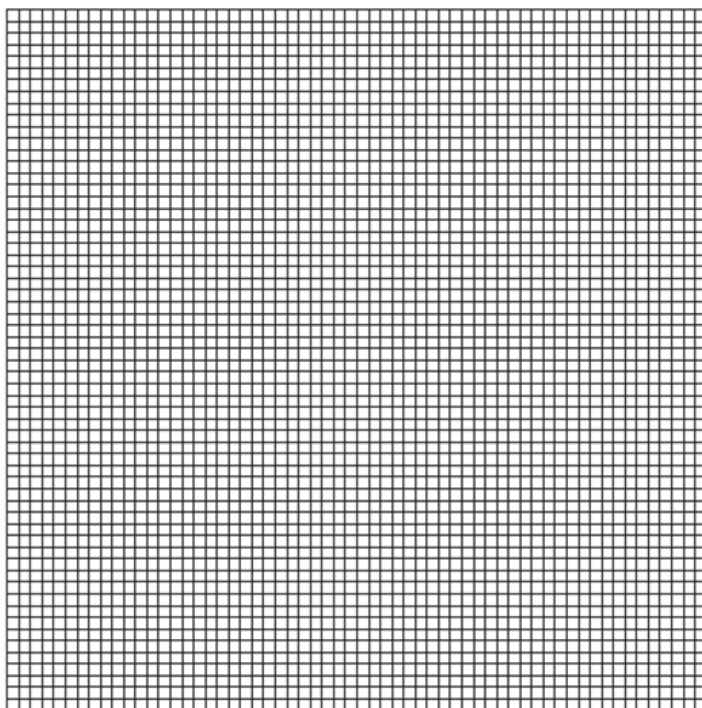
.....

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

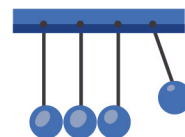
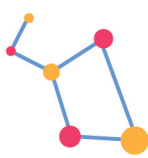
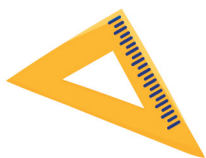
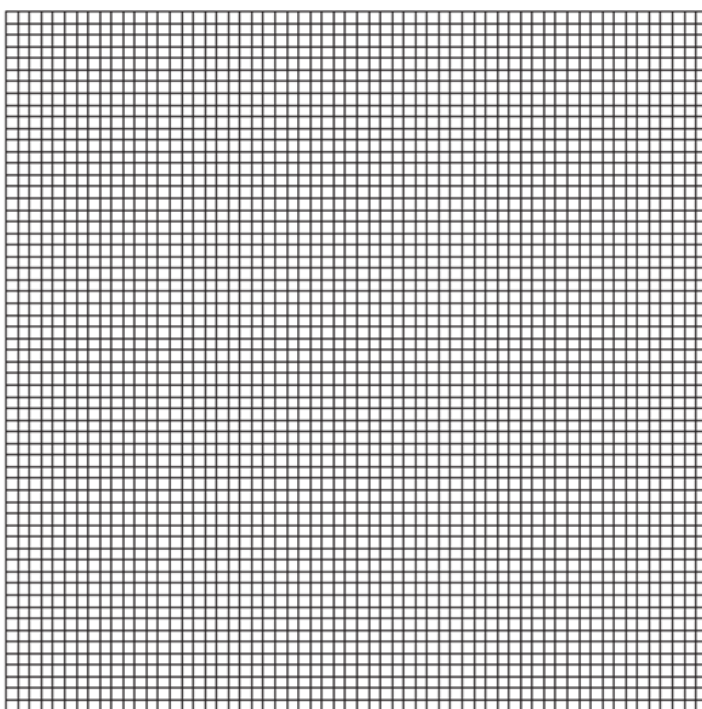
Зам, m	Хугацаа, s		Хурд, m/s
	Хэмжилтийн утга	Дундаж утга	
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			



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



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



Г. Хурд-хугацааны графикаас налалтыг тооцоолоорой.

Налалт.

Налалтын утга юуг илэрхийлэх вэ?

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

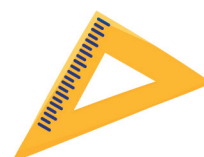
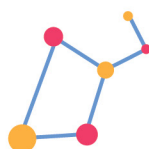
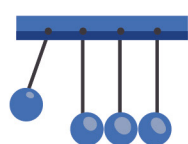
Дүгнэлт

Тэргэнцэр налуугаар буух үед байрлал нь хугацааны турш хэрхэн өөрчлөгдөхийг зам- хугацааны графикаас тайлбарлаарай.

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

Хурд нь хугацааны турш хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг хурд- хугацааны графикаас тайлбарлаарай.

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



БҮЛЭГ МЕХАНИК

Сэдэв: 10.2. Хөдөлгөөн

Анги

Суралцагчийн нэр

**СУРАЛЦАХУЙН
ЗОРИЛТ**

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

Туршилт ажил

Хэвтээ чигт өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөнийг судлах

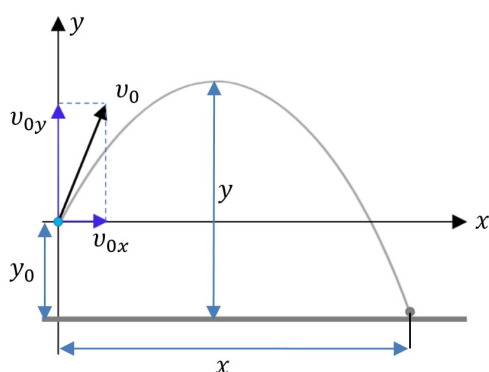
Туршилтын зорилго

Өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн анхны хурдыг тодорхойлох

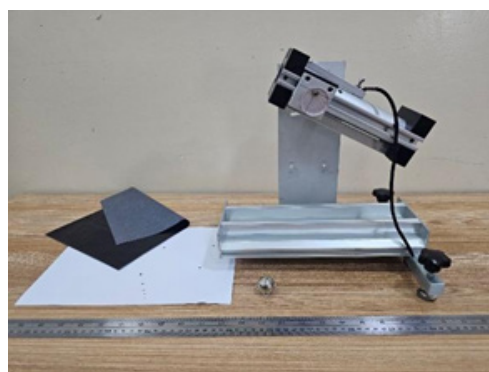


Онолын мэдээлэл

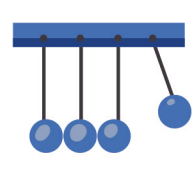
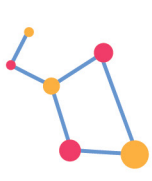
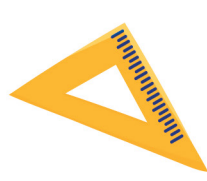
Хэвтээ чигтэй өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөн нь хоёр хэмжээст хөдөлгөөн юм. Таталцлын хүчний нөлөөгөөр бие Y чиглэлд тогтмол хурдатгалтай, харин X тэнхлэгт агаарын эсэргүүцлийг үл тооцвол хүч үйлчлэхгүй тул жигд хөдөлдөг. (Зураг 1)



Зураг 1



Зураг 2



Ньютоны хоёрдугаар хууль ба кинематикийн үндсэн зарчмуудыг ажиглан хөдөлгөөнийг задлан дараах байдлаар бичиж болно.

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \quad (1)$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \quad (2)$$

Хөдөлгөөн эхлэх координат $x_0 = 0$ гэж тохируулж болно.

Хурдны хэвтээ ба босоо байгуулагч

$$u_{0x} = u_0 \cos \alpha \quad (3)$$

$$u_{0y} = u_0 \sin \alpha \quad (4)$$

Хурдатгалыг дараах байдлаар бичиж болно.

$$a_x = 0 \quad (5)$$

$$a_y = -g \quad (6)$$

Эдгээрийг (1) ба (2) -д орлуулбал

$$x = u_0 t \cos \alpha \quad (7)$$

$$h = u_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2 \quad (8)$$

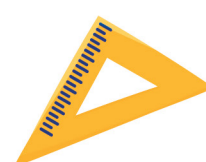
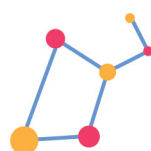
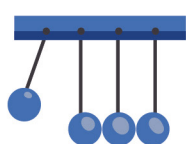
Нисэлтийн хугацааг (7) ба (8) тэгшитгэлээс тооцоолно. h

$$t = \frac{2u_0 \sin \alpha}{g} \quad (9)$$

Хөөрөх өндөр болон унах зай

$$h = \frac{2u_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (10)$$

$$l = \frac{u_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (11)$$

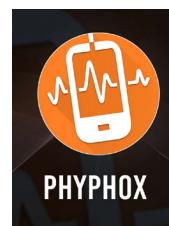
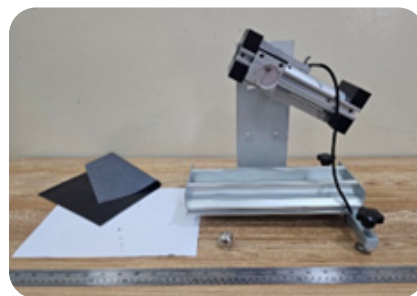




Хэрэглэгдэхүүн

Хоёр хэмжээст хөдөлгөөний туршилтын иж бүрдэл F-7 (Зураг 2)

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

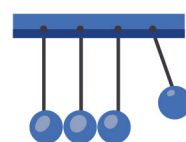
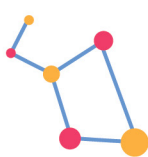
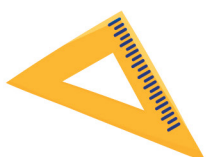
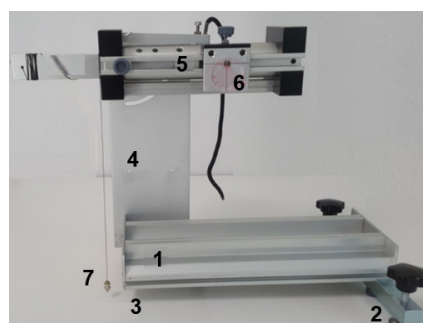


Аюулгүй, зөв ажиллагаа

- Сумны өндрийг харвагчийн 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 аппликейшнийг 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

Сурагч Хулан балластик буу ашиглан сумыг хамгийн хол зайд буудахыг хүсчээ. Ингэхийн тулд ямар туршилт хийх вэ? Туршилтын төлөвлөгөө гаргаарай.

Алхам 1. Сумыг хамгийн хол зайд унагах нөхцлийг тооцох туршилтын санаа гаргаарай.

Туршилтын 1-р санаа

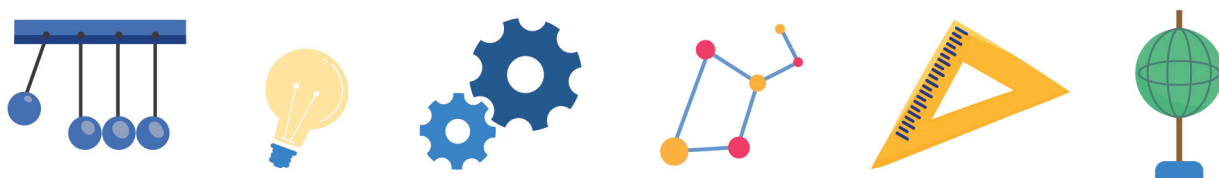
Туршилтын 2-р санаа

Туршилтын 3-р санаа

Алхам 2.

Балластик бугаар буудсан сумны хөдөлгөөнийг илэрхийлэх физик хэмжигдэхүүнүүдийг жагсаан бичнэ үү.

.....



Алхам 3. Хэмжигдэхүүнүүдийг ялгах

	Туршилт 1	Туршилт 2	Туршилт 3	
Тогтмол барих хэмжигдэхүүн				
Удирдан хувьсагч				
Дагалдан хувьсагч				

Алхам 4. Өөрийн дэвшүүлсэн нэг санаагаа туршаарай.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

Тогтмол байлгах аргачлалыг бичнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр:

Өөрчлөх аргачлал, хэмжилтийн утгыг завсрыг бичнэ үү.

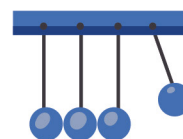
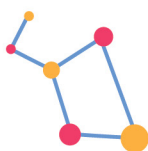
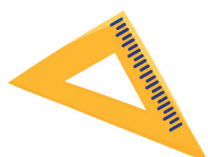
.....

.....

.....

.....

.....



Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр:

Хэмжих аргачлал, хэмжилтийн утгын завсрыг бичнэ үү.

.....

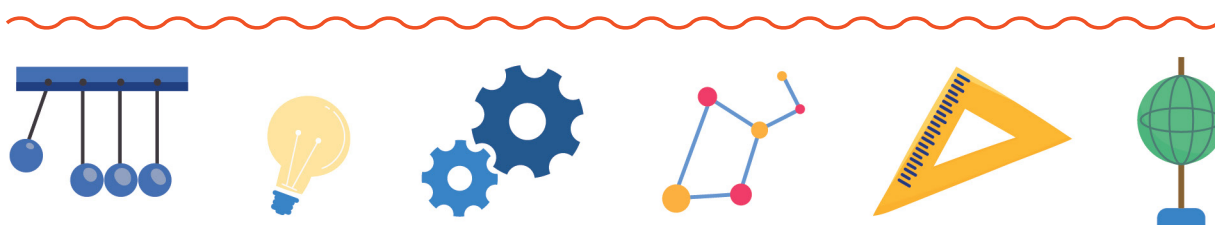
.....

.....

.....

.....

Хэмжилтийн үр дүнг тэмдэглэх хүснэгтийг төлөвлөнө.



Хэмжилтийн үр дүнд дүгнэлт хийнэ.

Ямар нөхцөлд сум хол унаж байна вэ?

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

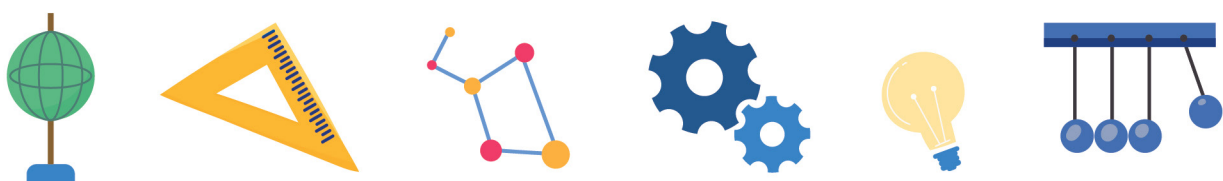
Туршилтыг сайжруулах санал гаргана.

Туршилтын явцад гаргасан нөлөө бүхий нэг алдааг бичнэ үү.

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

Туршилтыг сайжруулах арга замын талаар саналаа бичнэ үү.

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



БҮЛЭГ | МЕХАНИК

Сэдэв: 10.2. Хөдөлгөөн

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

10.5б. Эргэвч, эргүүлгийн системд хүчний моменты
дүрмийг хэрэглэх

Туршилт ажил

Эргэвч, эргүүлгийн системийг судлах

Туршилтын зорилго

Хөдлөх ба үл хөдлөх эргэвчийн систем ашиглан хүч хувиргах үйлчлэлийг судлах.



Онолын мэдээлэл

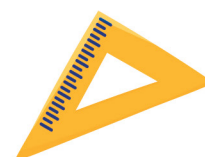
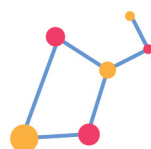
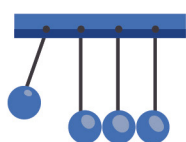
Хялбар механизмаар хүч хувиргах

Хялбар механизмд хөшүүрэг түүний хувирсан хэлбэр болох эргэвч ба эргүүлэг, налуу хавтгай түүний хувирсан хэлбэр шаантаг ба шураг ордог. Хялбар механизмыг хүчний чиглэл өөрчлөх хүч хэмнэх зорилгоор анх ашиглах болжээ. Хөшүүргийг хоёр төрөлд хуваадаг. Нэгдүгээр төрлийн хөшүүрэгт нь ачаа ба үйлчлэх хүч хоёрын хооронд тулах цэг нь байрладаг. Хоёрдугаар төрлийн хөшүүрэгт ачаа, үйлчлэх хүч хоёр тулах цэгийнхээ нэг талд байрладаг. Хоёрдугаар төрлийн хөшүүрэг хоёр хэлбэртэй: ачаа нь дотор талдаа эсвэл гадна талдаа байрладаг.

Хөшүүрэг хэрэглэн хүч хэд дахин хожно, замыг төчнөөн дахин алдана.

Хөшүүргийн хувирсан хэлбэрүүд нь эргэвч, эргүүлэг, эргэвчийн систем юм. Үл хөдлөх эргэвч хүч хожихгүй хүчний чиглэлийг өөрчлөнө. Энэ нь тэнцүү мөртэй хөшүүрэгтэй адил. Хөдлөх эргэвч хүчийг хоёр дахин хожно.

Эргүүлгийг худгаас устатахээрэгт өргөн хэрэглэдэг.





Хэрэглэгдэх зүйлс:

- Цагаан самбар эсвэл штатив
- Хүч хэмжигч, соронзон тогтоогчийн хамт
- Утас
- Үл хөдлөх эргүүлэг (Зураг 4)
- Ачаа тогтоогч
- Ачаанууд 50 г 3 ш



Зураг 4

Туршилтын дараалал

Цагаан самбарт хүч хэмжигч болон эргүүлгийг зураг 1-т үзүүлснээр байрлуулна.

Хүч хэмжигчийг R_1 радиустай том эргэвчтэй утсаар холбоно.

R_2 радиустай жижиг эргэвчинд утсаар холбон ачаа зүүнэ.

Ачааны массыг 50, 50 граммаар нэмэгдүүлж, хүч хэмжигчээр тэнцүүлэгч хүчийг хэмжинэ.



Аюулгүй, зөв ажиллагаа

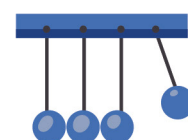
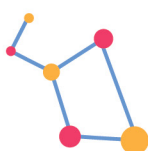
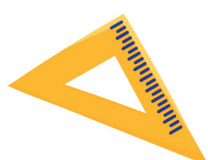
Туршилтыг гүйцэтгэхдээ хүч хэмжигчийг эгц татахад анхаараарай.

Ачааг хөл дээрээ унагахаас болгоомжлоорой.



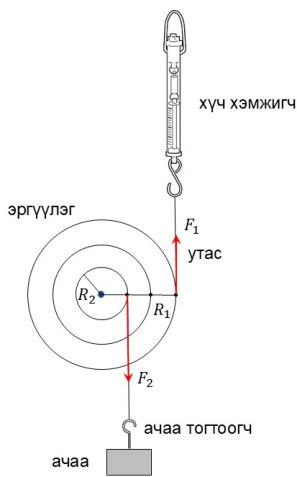
Туршилт судалгаа

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

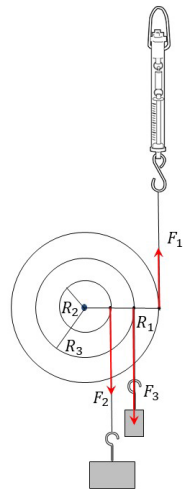


$$F_1 R_1 = F_2 R_2,$$

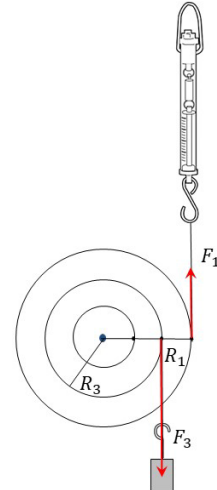
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{R_2}{R_1}$$



Зураг 1



Зураг 2



Зураг 3

Эргүүлгийг хөшүүргийн нэгэн адилаар хүчийг хувиргахад ашиглах боломжтой юу?

Таамаглал:

.....

.....

.....

.....

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

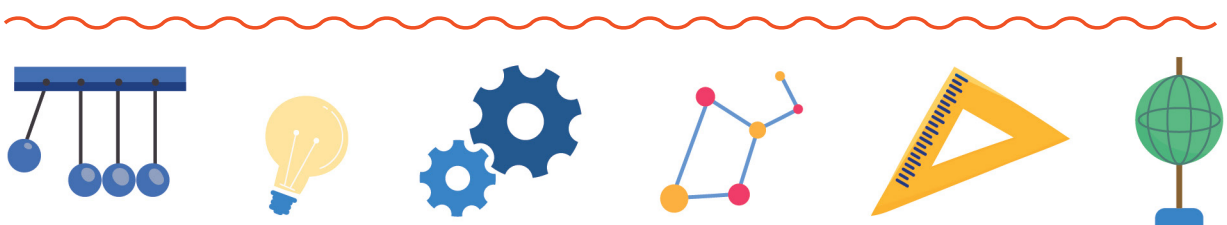
Тогтмол байлгах аргачлал:

.....

.....

.....

.....



Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр:

Өөрчлөх аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

.....

.....

.....

.....

Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр:

Хэмжих аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

.....

.....

.....

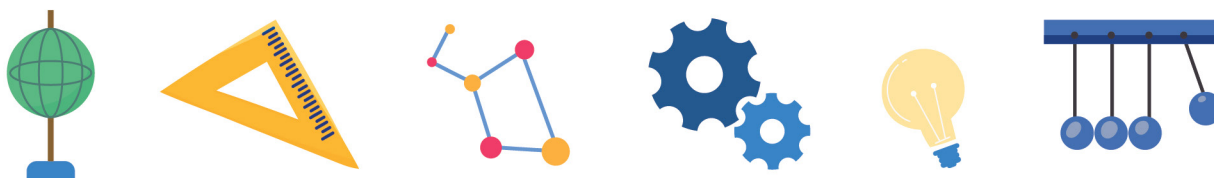
.....

Туршилт 1

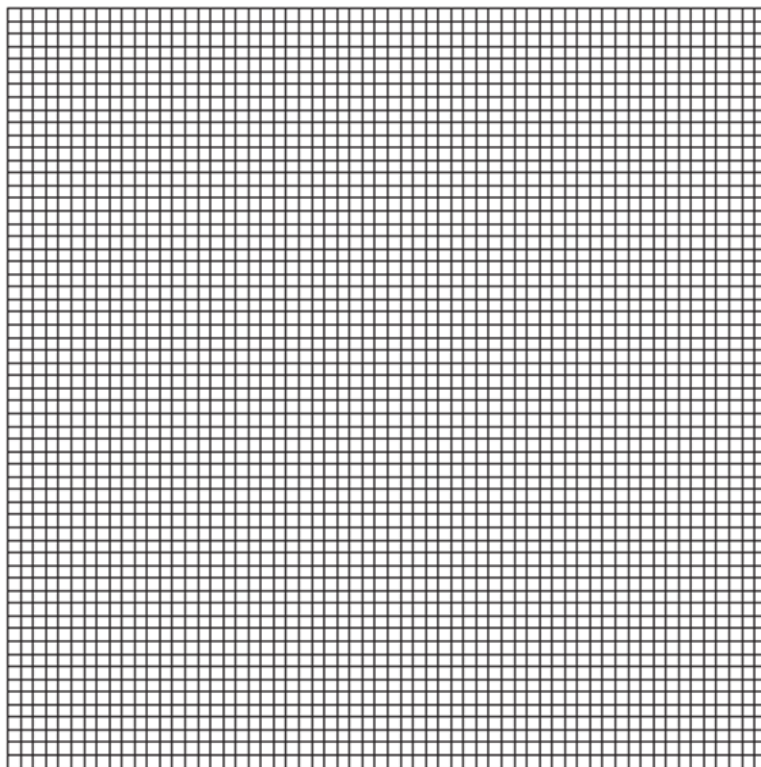
Зураг 1-т үзүүлсэн системийг угсарч тэнцвэрийн нөхцөлийг туршилтаар судална. Ачааны масс ба эргэвчийн радиусыг өөрчилж, хүч хэмжигчээр тэнцүүлэгч хүчийг хэмжинэ.

Хэмжилтийн дүнг хүснэгтэд бичнэ үү. Хүснэгтийн нэмэлт багананд 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								
100								
150								



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



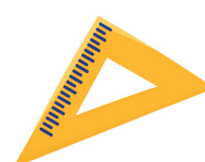
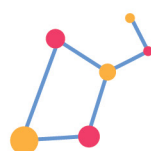
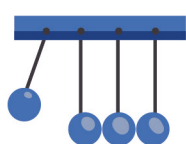
Графикаас налалтыг тооцно уу.

Налалт

Дүгнэлт:

Туршилтаас дүгнэлт хийнэ үү.

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



Хүчийг хэд дахин хожиж байна вэ?

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

Туршилт 2

Зураг 2-г үзүүлснээр эргэвчийн радиусыг өөрчилж, туршилтыг давтан хийнэ үү.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

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

Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

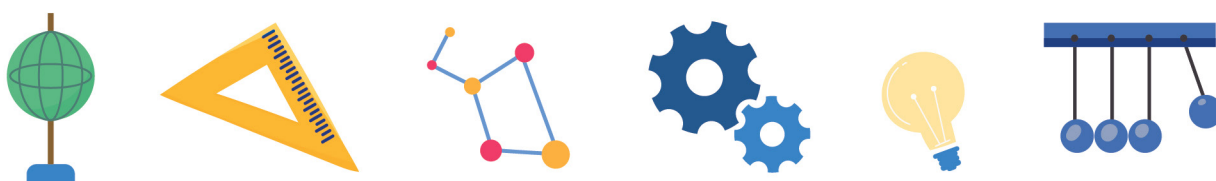
Удирдан хувьсагчийн нэр:

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

Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр:

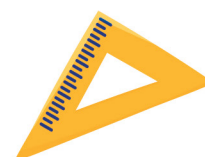
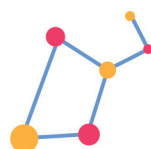
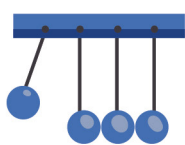
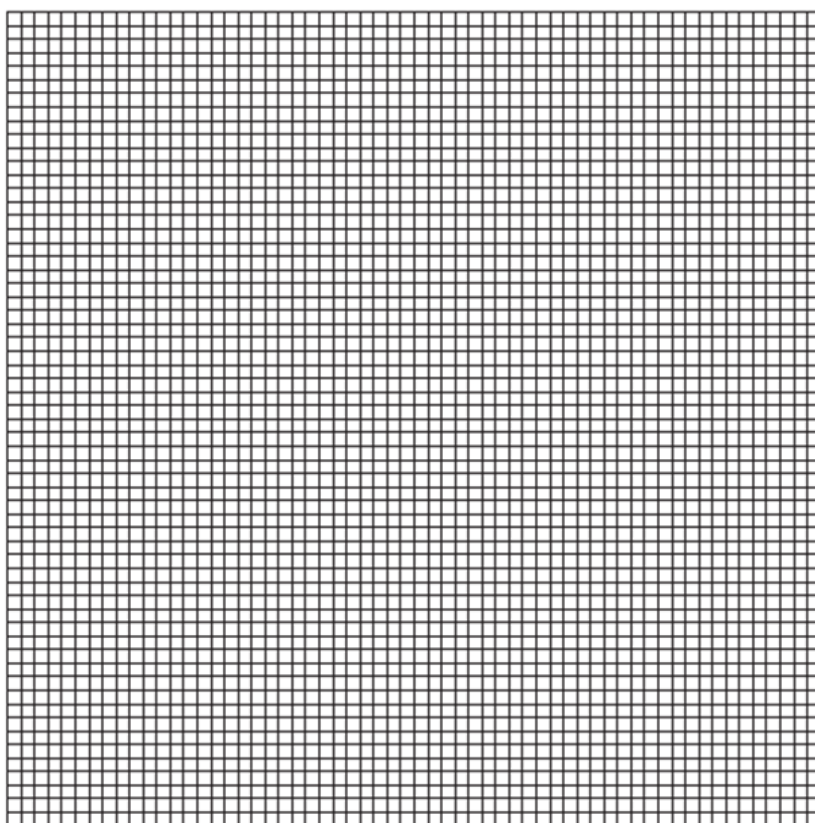
.....
.....
.....
.....



Туршилтын үр дүнг хүснэгтэд тэмдэглэнэ үү.

Ачааны масс m , г	F_3 , N	R_2 , см	F_1 , N	R_1 , см	Үржвэр		Харьцаа	
					$F_3 R_2$, N·см	$F_1 R_1$, N·см	$\frac{F_3}{F_1}$	$\frac{R_2}{R_1}$
50								
100								
150								

Хэмжилтийн үр дүнг ашиглан хамаарлыг F_1 болон F_3 хамаарлын график байгуулна уу.



Графикаас налалтыг тооцно уу.

Налалт

Дүгнэлт:

Туршилтаас дүгнэлт хийнэ үү

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

Хүчийг хэд дахин хожиж байна вэ?

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

Туршилт 3

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

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

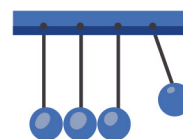
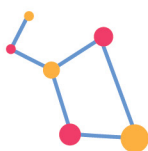
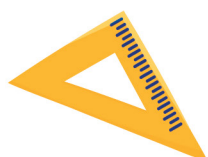
Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

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

Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр:

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



Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр:

Туршилтын үр дүнг хүснэгтэд тэмдэглэнэ үү.

Ачааны масс m , г	F_3 , N	R_3 , cm	F_2 , N	R_2 , cm	F_1 , N	R_1 , cm
50						
100						
150						

Дүгнэлт:

Туршилтаас момелтын дүрмийг бичнэ үү.

.....

.....

.....

.....

Хүчийг хэд дахин хожиж байна вэ?

.....

.....

.....

.....

Дүгнэлт: Дээрх гурван туршилтын үр дүнг нэгтгээд дүгнэлт хийнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

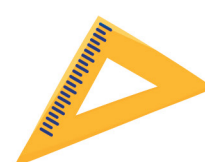
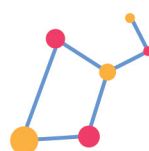
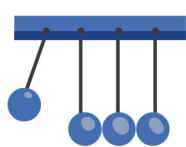
.....

.....

.....

.....

.....



БҮЛЭГ **МЕХАНИК**

Сэдэв: 10.8. Дулаан багтаамж

Анги

Суралцагчийн нэр

**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



Онолын мэдээлэл

Халаагуураар шилжүүлж буй дулааны тоо хэмжээ нь түүний хүчдэл гүйдлийн хүч хугацааны үржвэрээр тодорхойлогдоно.

$$Q = IUt$$

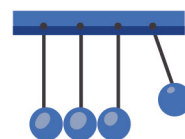
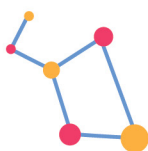
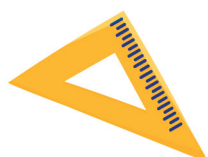
Үүнийг калориметр дулаан тусгаарлагдсан гэж үзвэл зэс ба усыг халаахад хэрэглэнэ.

$$Q = m_{\text{ус}} \cdot c_{\text{ус}} \cdot \Delta t^0 + m_{\text{зэс}} \cdot c_{\text{зэс}} \cdot \Delta t^0$$

Эндээс

$$c_{\text{ус}} = \frac{IUt - m_{\text{зэс}} \cdot c_{\text{зэс}} \cdot \Delta t^0}{m_{\text{ус}} \cdot \Delta t^0}$$

гэж тодорхойлогдоно.



Туршилт судалгаа

Туршилтаа хэрхэн гүйцэтгэхээр төлөвлөснөө тайлбарлан бичээрэй.

.....

.....

.....

.....

Туршилтын ажлын явц:

- Калориметрийн халаагчийг хүчдэл үүсгэгчид залгана.
- Термометрээр температурыг хугацаанаас хамааруулан хэмжинэ.
- Хэмжилтийг хүснэгтэд тэмдэглэнэ.
- Дулааны тоо хэмжээ ба температурын хамаарлын график байгуулна.
- Графикаас усны хувийн дулаан багтаамжийг тодорхойлно.

Тогтмол чадалтай халаагуур болгон гар утасны цэнэглэгч хэрэглэв.

Туршилтын явцад тогтмол байсан хэмжигдэхүүнүүд:

Халаагуурын хүчдэл нь 3.84 В Калориметрийн зэс савны масс 43.6 g

Халаагуурын гүйдлийн хүч 0.48 А Усны масс 55 g

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

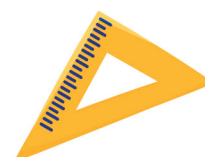
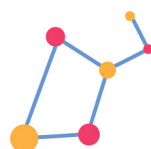
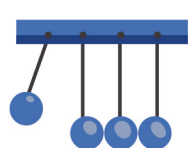
Тогтмол байлгах аргачлал:

.....

.....

.....

.....



Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр:

Өөрчлөх аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

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

Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр:

Хэмжих аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

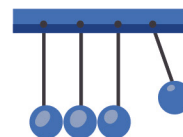
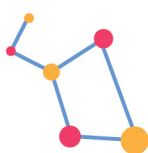
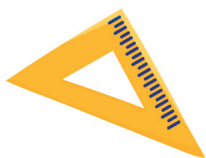
.....
.....
.....
.....

Өгөгдөл цуглуулах

1. Туршилтын үр дүнг тэмдэглэх хүснэгтийг төлөвлөнө үү.

№		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2. Туршилтын үр дүнг боловсруулах



Туршилтын тооцоо:

1. Халаагуураар шилжүүлж буй дулааны тоо хэмжээ нь түүний хүчдэл гүйдлийн хүч хугацааны үржвэрээр тодорхойлогдоно.

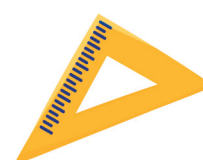
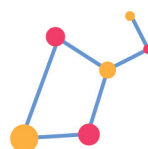
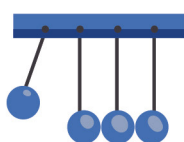
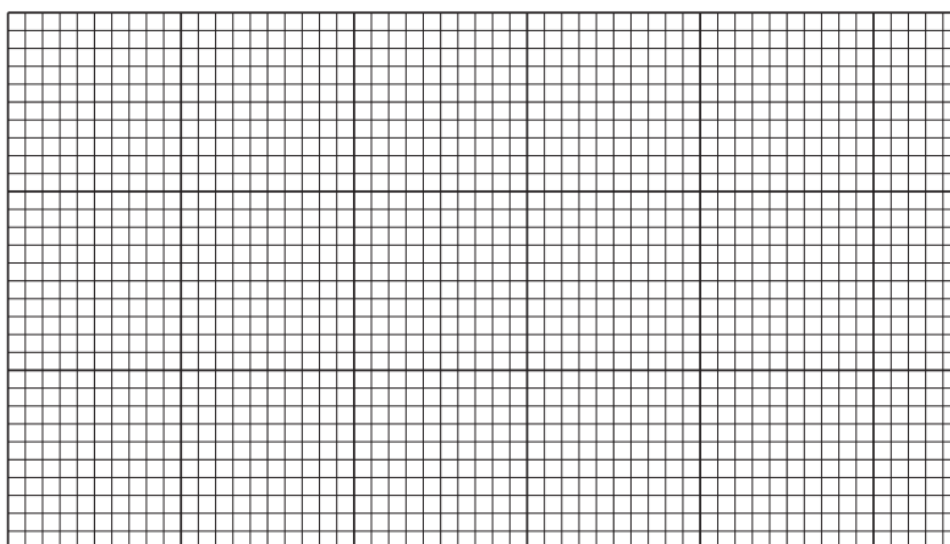
$$Q = \dots\dots\dots$$

Үүнийг калориметр дулаан тусгаарлагдсан гэж үзвэл зэс сав ба усыг халаахад хэрэглэнэ.

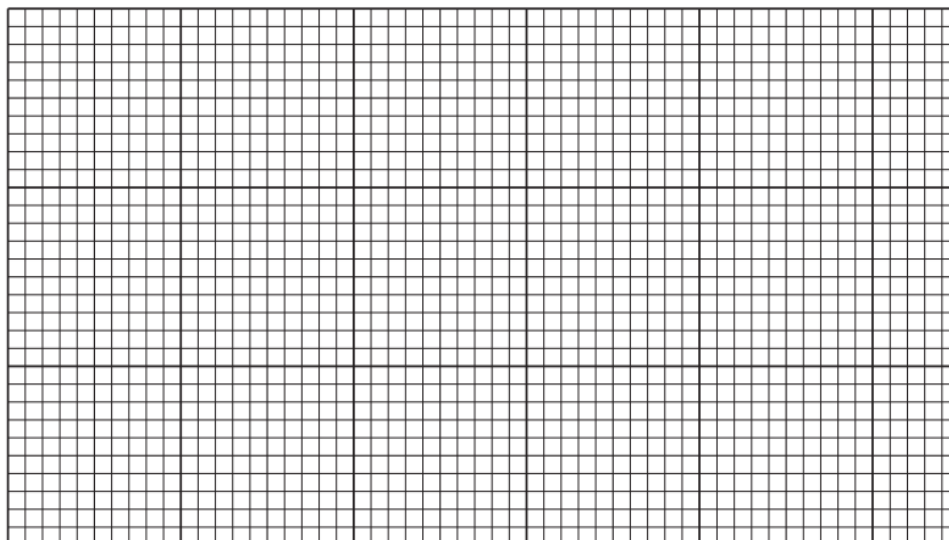
..... гэж тодорхойлогдоно.

2. Хэмжилтийг°C-ээс°C хооронд 4 минутын хугацаанд ав. Хэмжилтийн үр дүнг хүснэгтэнд бич.

3. Усны авсан дулааны тоо хэмжээ хугацаанаас хамаарах график байгуул.



Усны авсан Q-дулааны тоо хэмжээ, $m_{\text{ус}} \cdot \Delta t^\circ$ усны масс температурын өөрчлөлтийн үржвэрээс хамаарах графикаар тус тус илэрхийлэв.



Туршилтын үр дүнг дүгнэн бичнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

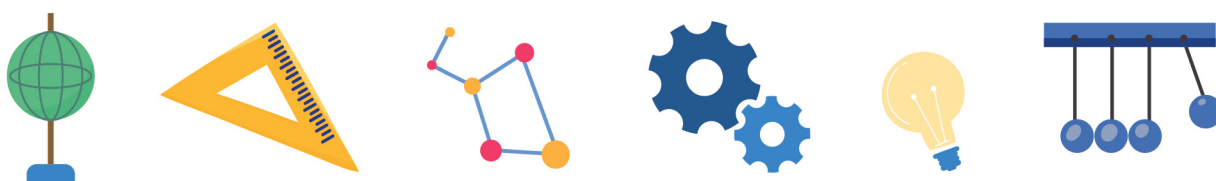
.....

.....

.....

.....

.....



Туршилтын явцад гаргасан байж болох 1 алдааг бичнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

Энэ алдааг арилгаж, сайжруулах арга замыг зөвлөнө үү.

.....

.....

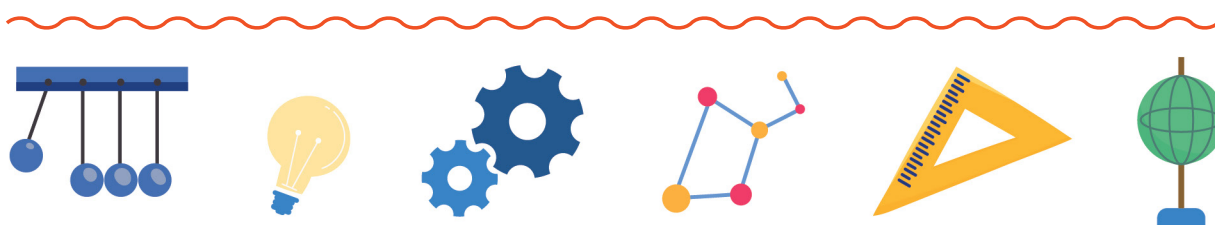
.....

.....

.....

**Өөрийн болон багийн гишүүдийн үйл ажиллагааг үнэлээрэй.
(+, -)**

№	Асуулт	Өөрийн үнэлгээ	Багийн үнэлгээ
1	Багаж, төхөөрөмжийг зөв угсарсан уу?		
2	Та аюулгүй ажиллагааны зааварчилгааг мөрдсөн үү?		
3	Та туршилтыг зааврын дагуу гүйцэтгэсэн үү?		
4	Та туршилтын ажлын явцыг ойлгож, хэмжилтийн хүснэгтийг зөв хийсэн үү?		
5	Та бие даан туршилтын үр дүнгээр график байгуулсан уу?		
6	Та бие даан туршилтын үр дүнгээс дүгнэлт гаргасан уу?		
7	Та бие даан туршилтын алдааг илрүүлж, сайжруулах санаа гаргасан уу?		



БҮЛЭГ (ДУЛААН)

Сэдэв: 10.8. Дулаан багтаамж

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

10.96 Хайлахын хувийн дулааныг тодорхойлох

Туршилт ажил

Хайлахын хувийн дулааныг тодорхойлох

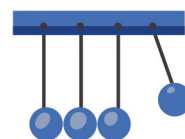
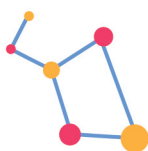
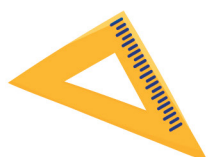
Туршилтын зорилго

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



Онолын мэдээлэл

Аливаа бодис тодорхой температурт хатуу төлөвөөс шингэн төлөвт шилждэг буюу хайлдаг. Үүнийг хайлах температур гэнэ. Бодис бүр харилцан адилгүй температурт хайлж, тэр температуртаа шингэн төлөвөөс хатуу төлөвт шилжин царцдаг. Гэхдээ бодисын хайлах (царцах) температур нь гаднах агаарын даралтаас хамааран өөрчлөгддөг. Жишээлбэл мөс ердийн даралтад 0°C -д хайлдаг бөгөөд өндөр даралтад түүнээс бага температурт хайлдаг байна. Өөрөөр хэлбэл даралт их байх тусам хайлах температур бага байна гэсэн үг юм.





Хэрэглэгдэхүүн

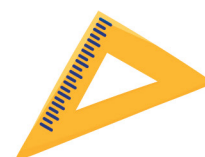
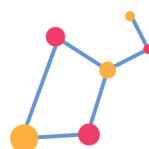
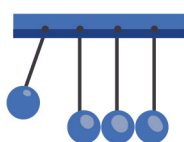
- Электрон термометр 2 ш
- Электрон жин (500 g)
- Мөс 40 g
- Ус 100 g
- Хуурай алчуур
- Хуванцар халбага
- Калориметр тагтай, термометр хийх нүхтэй

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 $m_{\text{мөс}}$ массыг олно.
9. Хэмжилтийг дараах хэлбэрийн хүснэгтэд бичнэ.

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

10. Тооцоо хийхдээ дараах томъёог ашиглана уу.

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

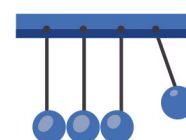
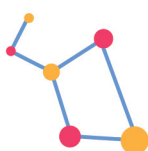
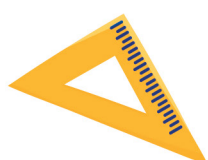
$$Q_{\text{ус}} + Q_{\text{мөс}} = 0$$

Мөсний хайлахын хувийн дулаан

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

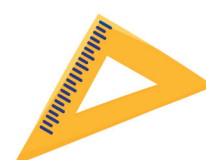
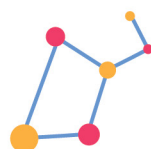
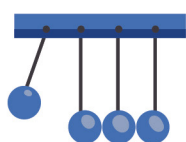
11. Туршилтыг 3 удаа давтан гүйцэтгэж хайлахын хувийн дулааны дундаж утга ба абсолют хазайлт ба харьцангуй хазайлтыг олно.

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



Үнэлгээ

- 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

Анги

Суралцагчийн нэр

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.

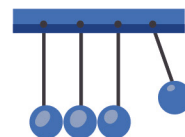
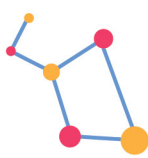
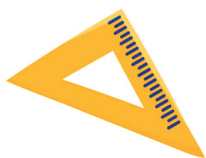


Онолын мэдээлэл

Долгионы шинж чанарыг анхан шатанд долгионы урт, далайц, долгионы үе, давтамж гэх мэт физик хэмжигдэхүүнүүдээр илэрхийлдэг.

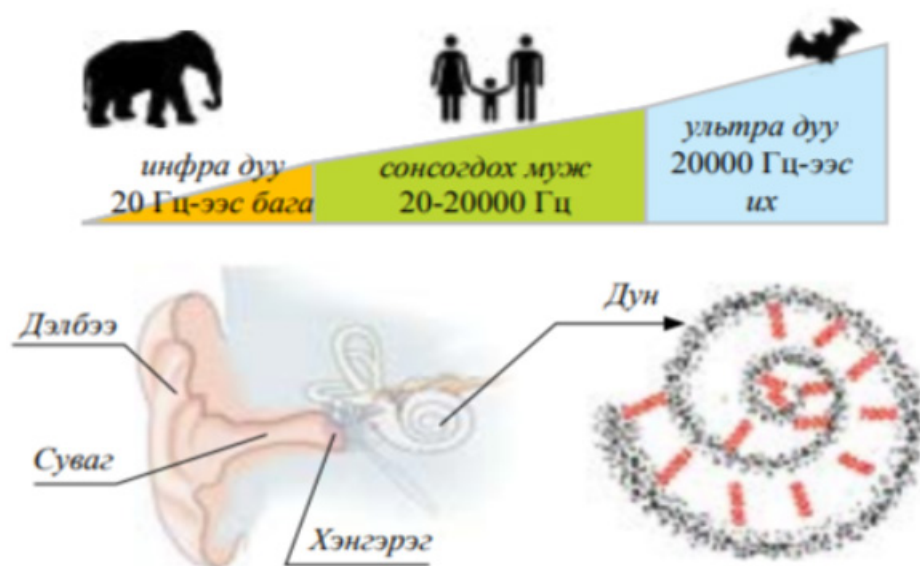
Давалгааны зэргэлдээ гүдгэрүүдийн хоорондох зайг долгионы урт гэнэ. λ үсгээр тэмдэглэнэ. см, м гэх мэт уртын нэгжээр илэрхийлнэ.

Давалгааны өндрийг (тэгш хэсгээс өргөгдөх) долгионы далайц гэнэ. Далайцыг A үсгээр тэмдэглэдэг. Долгион тархах үед тэр орчны цэг бүр тэнцвэрийнхээ орчимд хэлбэлзэх буюу бага хэмжээгээр савлан хэлбэлзэж байдаг. Энэ шилжилтийн хамгийн их хэмжээ нь долгионы далайц юм.



Өмнөх давалгаа байсан хэсэгт дараагийн давалгаа ирэх хугацааг долгионы үе гэнэ. Энэ хугацаанд долгион түүний долгионы урттай тэнцэх хэмжээний замыг туулна.

Долгионы үетэй тэнцүү хугацаанд долгион тархаж буй цэгүүд нэг бүтэн хэлбэлзэл хийнэ. Хэлбэлзэж буй хэсгийн 1 секундэд хийж байгаа хэлбэлзлийн тоог долгионы давтамж гэнэ. Давтамжийг $1/c$ буюу Гц (Герц) (Hz) нэгжээр илэрхийлнэ. Долгионы үе ба давтамж урвуу хамааралтай. Хүний чих бол дууны долгионыг мэдэрдэг эрхтэн юм.



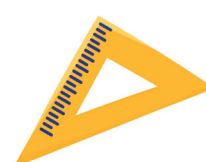
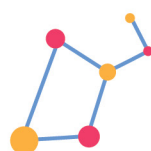
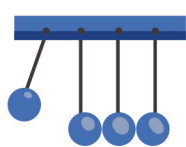
Хэрэглэгдэхүүн

Дууны долгионы иж бүрдэл



Аюулгүй, зөв ажиллагаа

Туршилтыг нэг дор олон дахин давтаж хийвэл чихний сонсгол муудах аюултай. Цахилгаан хэрэгсэлтэй ажиллаж буй учир цахилгаантай зохих дүрмийн дагуу болгоомжтой харьцах.

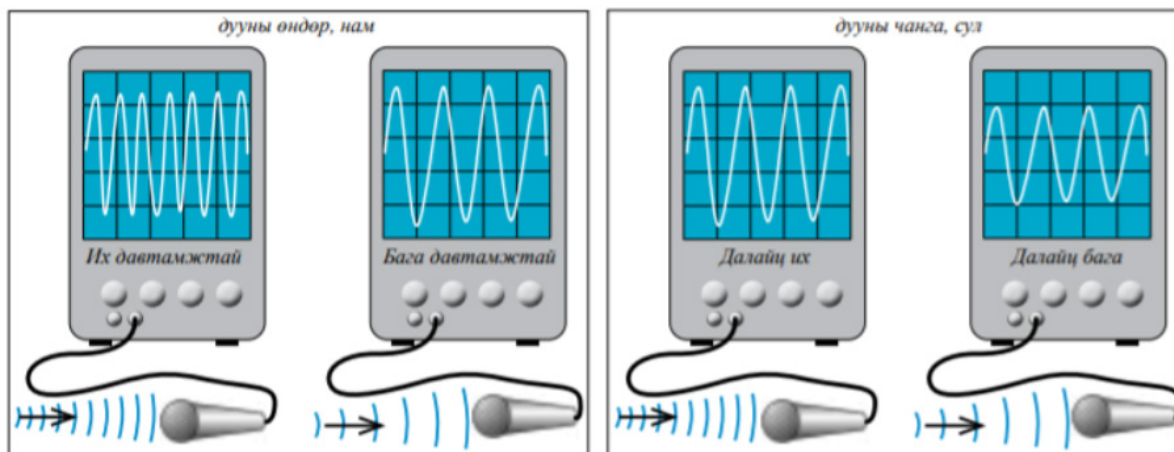




Туршилт судалгаа

Туршилт 1: /сонсох/

Дууны долгионы шинж чанарыг судлах, хурдыг тооцоолох

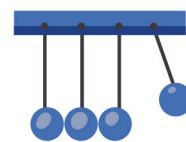
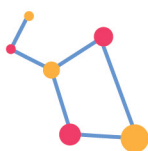
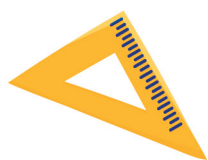


Далайц тогтмол үеийн дууны долгион

Давтамж тогтмол үеийн дууны долгион

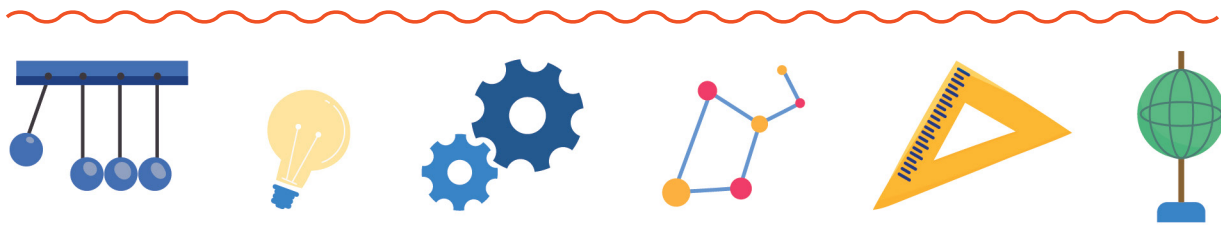
Туршилт гүйцэтгэх дараалал:

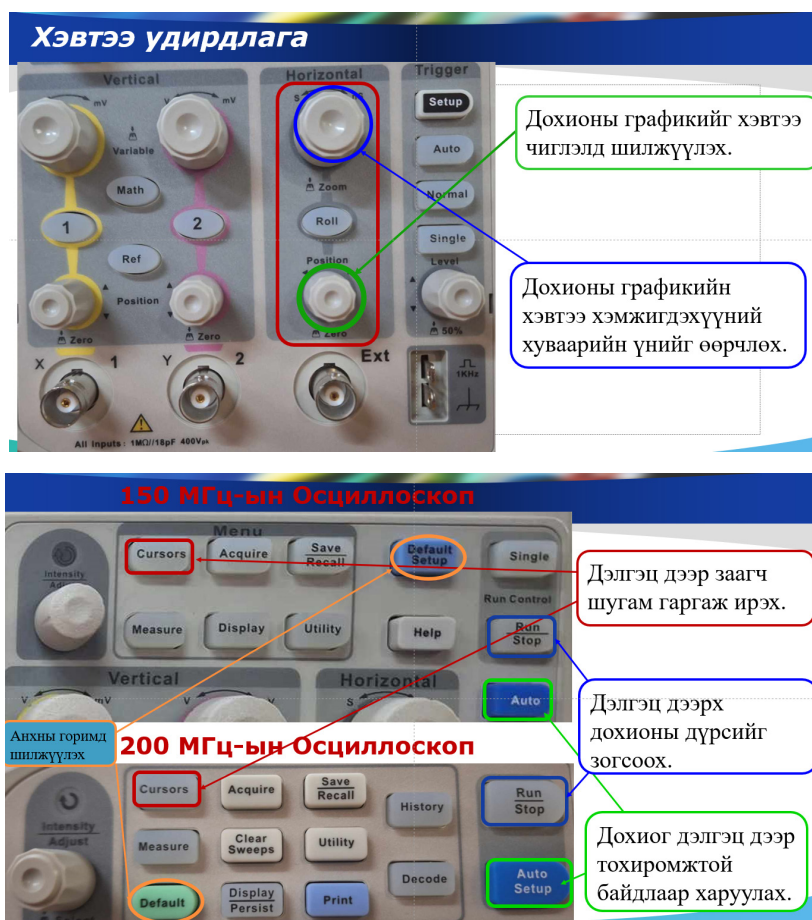
1. Дууны долгионы иж бүрдлийг зааврын дагуу угсарна.
2. Туршилт хийхэд багшид туслах 1-2 сурагчийг сонгоно. Хүүхдүүд аль болох анхаарлаа төвлөрүүлж, сонсож ялгааг ажиглана.
3. Багш дууны генераторын гаралтын давтамжийг 0-1500 Hz хүртэл 100 Hz-ийн алхамтайгаар нэмэгдүүлнэ.
4. Доорх хүснэгтэд өгсөн утгуудыг 200, 300, 400 Hz давтамж бүр дээр тэмдэглэж авна.



Дараах өгөгдлийг ашиглаж хүснэгтийг нөхнө үү. (нарийн дуу, бүдүүн дуу, далайц ихэснэ, далайц багасна)

№	f, Hz	λ , cm	$v = \lambda \cdot f$, m/s	Давтамж ихсэхэд дуу	Давтамж багасахад дуу	Дуу чангарах үед	Дуу сулрах үед
1	200						
2	300						
3	400						
4							
5							
6							





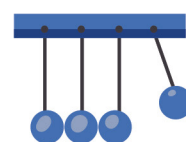
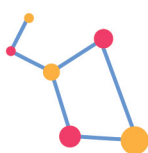
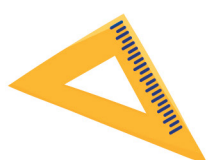
Туршилт 2: Осциллоскопоор дууны долгионы үеийг тооцоолох

Хэрэглэгдэхүүн: Осциллоскоп, дууны генератор,

Анхаарах зүйл: Хэт чанга, өндөр давтамжтай дууг удаан сонсохоос сэргийлэх.

Туршилт гүйцэтгэх дараалал:

1. Осциллоскопыг асаана.
2. Дууны генераторыг асааж генераторын гаралтыг осциллоскопод холбоно.
3. Генератороор дууны давтамжийг өөрчлөн дууны долгионы осциллоскопын дэлгэц дээрх графикийг уншин оролтын хугацаа болон гаралтын хугацааг тэмдэглэж авна.
4. Т-ийн утгыг ашиглан давтамжийг олж генераторын давтамжтай харьцуулан үр дүнгийн талаар дүгнэлт гаргана.



$f, \text{ Hz}$	$t_{\text{оролт}}, \text{ s}$	$t_{\text{гаралт}}, \text{ s}$	N	$\Delta t, \text{ s}$	$\frac{\Delta t}{N} = T, \text{ s}$	$f_{\text{тооцоолсон}} = \frac{1}{T}, \text{ Hz}$	$\varepsilon_f = \frac{\Delta f}{f}$
100							
200							
400							

Дүгнэлт:

Туршилтын үр дүнд нөлөөлсөн нэг алдааг бичнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

Энэ алдааг арилгаж, сайжруулах арга замыг илэрхийлнэ үү.

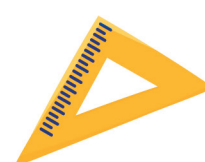
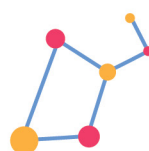
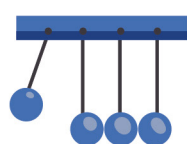
.....

.....

.....

.....

.....



№

Асуулт

1 Осцилоскоп ямар зориулалттай багаж вэ?

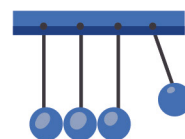
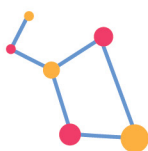
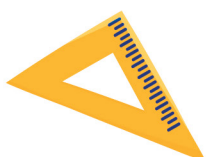
2 Дууны чанга сул, өндөр намын ямар ялгаатай вэ?

3 Долгионы урт, давтамж, үе, долгион тархах хурд ямар холбоотой вэ?

4 Хүн ямар давтамжтай дууг сонсдог вэ?

5 Долгионы давтамж ба үеийн хоорондох холбоо юу вэ?

6 Өгөгдсөн багажийг ашиглан хийх боломжтой туршилтын талаар саналаа дэвшүүлнэ үү.



БҮЛЭГ (ДОЛГИОН БА ДУУ)

Сэдэв: 10.3. Долгионы шинж чанар

Анги

Суралцагчийн нэр

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



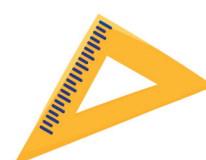
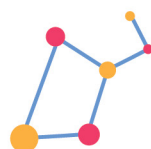
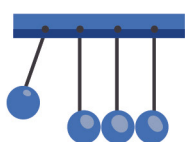
Онолын мэдээлэл

Орчинд хэлбэлзэл тархахыг долгион гэнэ.

Хугацааны $t=0$ агшинд 0 цэгт үүссэн хэлбэлзэл хугацааны t агшинд орчны x координаттай A цэгт ирсэн гээ. A цэгийн хэлбэлзэл 0 цэгээс $\frac{x}{v}$ хугацаагаар хоцорч явагдана. Иймд уг цэгийн хэлбэлзлийн тэгшитгэл дараах томъёогоор тодорхойлогдоно.

$$y = a \cdot \cos \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \right]$$

Үүний $\omega = \frac{2\pi}{T}$ нь тойрох давтамж, $v = \frac{\lambda}{T}$ нь долгион тархах хурд, a нь хэлбэлзлийн далайц. $\Phi = \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$ нь долгионы фаз. Тодорхой фазтай цэг долгионоор шилжин хөдөлдөг. Долгионыг фаз (тодорхой хазайлт) тархах процесс гэж үзэж болно. Ийм долгионыг гүйгч долгион гэнэ.



Хэрэв, хоёр долгионы фазуудын зөрөө хугацаанаас хамаарахгүй, тогтмол байвал тэдгээрийг когерент долгионууд гэнэ. Ижил давтамжтай гармоник дууны долгионууд ямагт когерент байдаг. Когерент долгионууд нэмэгдэхдээ фазын ялгаанаас хамааран тодорхой цэгүүд дээр нийлбэр долгионы далайц ихсэж, тодорхой цэгүүд дээр багсах явдал ажиглагддаг. Ийм үзэгдлийг долгионы интерференц гэдэг. Интерференцийн нэг онцгой тохиолдол бол зогсонги долгион юм. Өөд өөдөөсөө тархаж байгаа ижил давтамжтай, ижил далайцтай хоёр гүйгч долгион давхцах үед зогсонги долгион үүсдэг.

Өөд өөдөөсөө тархаж буй ижил далайцтай, ижил давтамжтай хоёр когерент долгионы тэгшитгэлийг бичье.

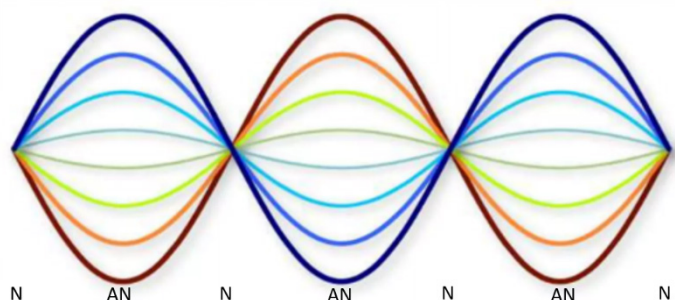
$$y_1 = a \cdot \cos \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \right]$$

$$y_2 = a \cdot \cos \left[\omega \left(t + \frac{x}{v} \right) \right]$$

Эдгээр долгион уулзахад нийлбэр долгион үүснэ.

$$y = y_1 + y_2$$

$$y = 2a \cos \frac{\omega}{v} x \cdot \cos \omega t$$

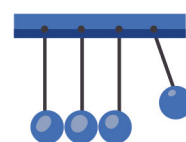
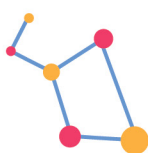
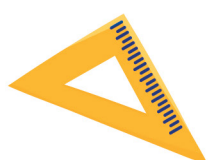


Зогсонги долгионы багцрал ба зангилаа

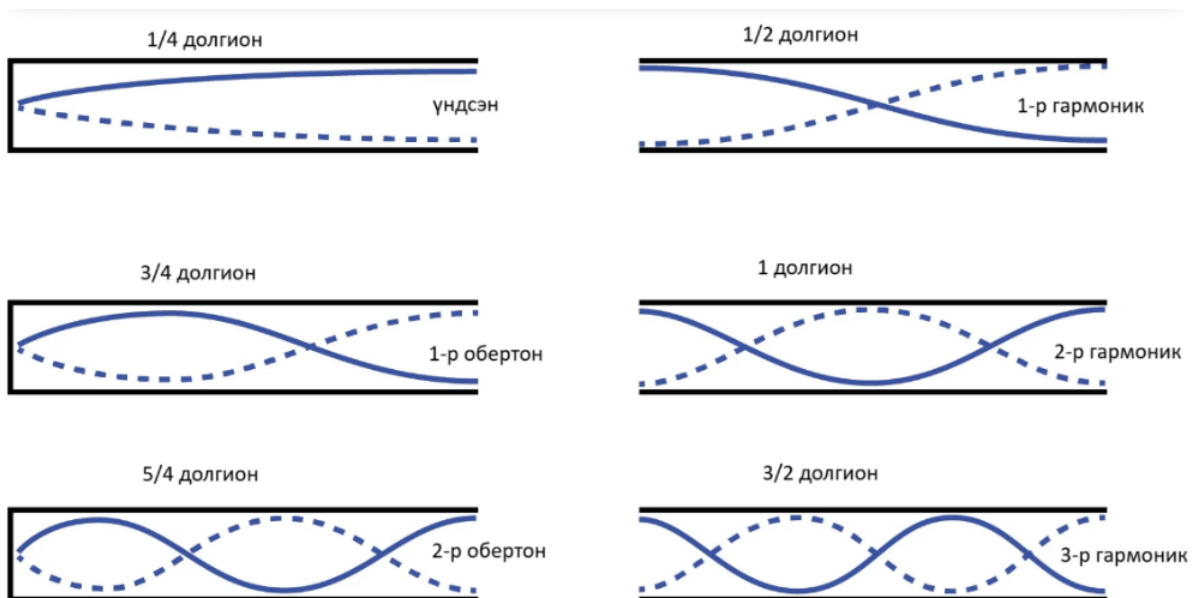
Энэ нь зогсонги долгионы тэгшитгэл юм. Учир нь координат, хугацаа хоёр салсан байна. Иймд цэгээс цэгт фаз шилжихгүй, энерги зөөгдөхгүй.

Зогсонги долгионы хэлбэлзлийн далайц хамгийн их $A_{max} = 2a$ утгадаа хүрэх цэгийг багцрал (antinode), хамгийн бага $A_{min} = 0$ утгадаа хүрэх цэгийг зангилаа цэг (node) гэнэ. Зэргэлдээ орших хоёр багцралын хоорондох зай гүйгч долгионы урт (λ)-ын хагастай тэнцүү байдаг. Энэ $\lambda_{зор} = \frac{\lambda}{2}$ хэмжигдэхүүнийг зогсонги долгионы урт гэж нэрлэдэг.

Агаарт тархах дууны долгионы хурд нь θ ($^{\circ}\text{C}$) температураас хамаардаг.



$$c = 331 + 0.6\theta \quad (\text{m/s})$$



Хагас битүү хоолой ба онгорхой хоолой ба дахь зогсонги долгион



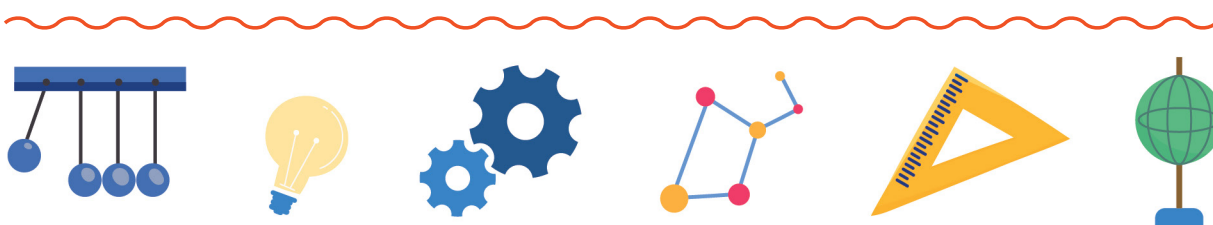
Хэрэглэгдэхүүн

Шилэн резонансын хоолой	1 ш
Камертон (дууны генератор)	1 ш
Микрофон	1 ш
Туузан метр	1 ш

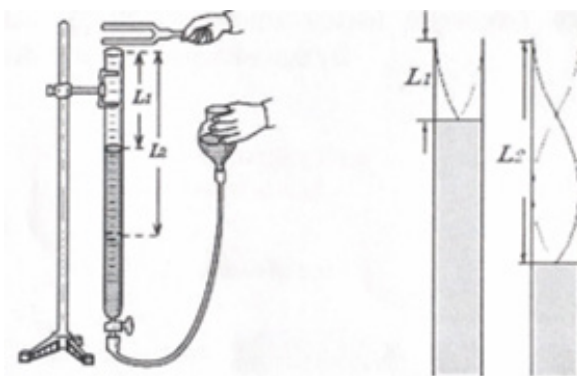


Аюулгүй, зөв ажиллагаа

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 $f=440 \text{ Hz}$ 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.

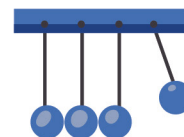
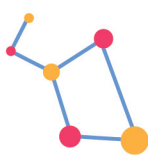
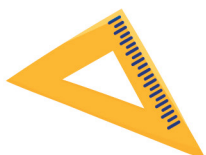


Хэт өндөр давтамжтай чихэнд чийртэй авиа ашиглах, нэгнийхээ чихэнд үүсгүүрийг ойртуулахгүй байх, шилэн хоолойг унагаж хагалахгүйн тулд ширээний дунд тавьж бэхлэх, ус асгаж дэвтрээ норгохгүй тулд хувин сав, алчуур бэлэн байлгах нь зүйтэй.

Долгион тархах хурдтай долгионы урт ба давтамж дээр томъёогоор холбогдоно.

$$c = \lambda f$$

$\vartheta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ температурт $c = 343\text{ m/s}$ 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.



Туршилт судалгаа

А. Туршилтыг дараах зааврын дагуу хийж гүйцэтгээрэй.

Тасалгааны температурыг термометрээр хэмжиж тодорхойлно.

$$\vartheta = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

Дууны үүсгүүрээс нам давтамжтай дуу үүсгэж давтамжийг аажим нэмнэ. Хоолойн амсар ба усны гадаргын хоорондох агаарт үүссэн зогсонги долгион резонансад орох хүртэл хайлтыг үргэлжлүүлнэ.

Дуу эрс чангарах үеийн хамгийн бага давтамж ба резонансын хоолойн уртыг хэмжиж авна.

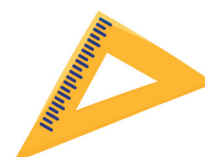
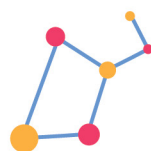
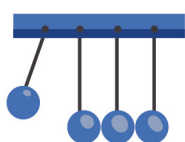
Дууны давтамжийг цааш нэмэгдүүлж, 1 ба 2-р обертон үүсэх давтамж ба резонансын хоолойн уртыг бүртгэж авна.

Ийм замаар дээд обертонуудыг бүртгэнэ.

Б. Өгөгдөл цуглуулах

Тасалгааны температур $\vartheta = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$

Гармоник n	Резонансын үеийн дууны давтамж f , Hz	$\frac{1}{f}$, Hz ⁻¹	Резонансын хоолойн урт L , cm	Дууны долгионы урт $\lambda = nL$, m	Агаарт дуу тархах хурд c , m/s

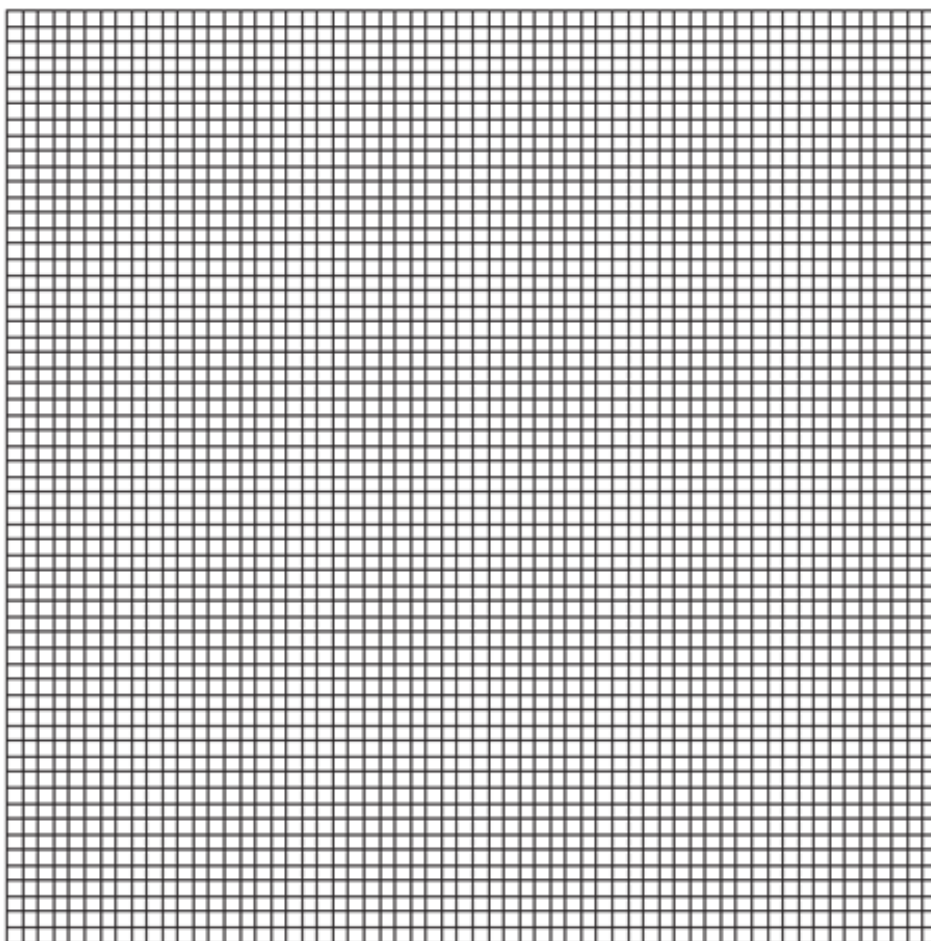


В. Туршилтын үр дүнг боловсруулах

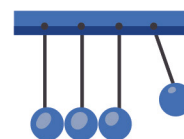
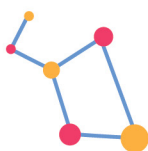
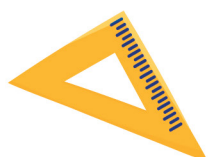
1. Дээрх хэмжилтийн үр дүнг ашиглан, томъёогоор агаарт дуу тархах хурдыг тодорхойлно уу.
2. Дууны хурдны дундаж утга ба алдааг олно уу.

$$c = \dots \pm \dots \text{ m/s}$$

3. Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу давтамжийн урвуу $\frac{1}{f}$, Hz^{-1} , босоо тэнхлэгийн дагуу долгионы урт λ , m -ийг авч график байгуулна.



Хамаарлыг хамгийн сайн харуулах сайн шулууныг байгуулна.



4. Шулууны налалтыг олно.

$$\text{налалт} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

5. шулууны налалтыг ашиглан агаарт тархах дууны хурдыг олно.

$$c = \dots \dots \text{m/s}$$

Дээрх хоёр аргаар олсон дууны хурд ба тооцоолж олсон дууны хурд гурвын хоорондох ялгааг олж дүгнэлт хийнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

Туршилтын явцад гаргасан нөлөө бүхий нэг алдааг бичнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

Энэ алдааг арилгаж, сайжруулах арга замын талаар саналаа бичнэ үү.

.....

.....

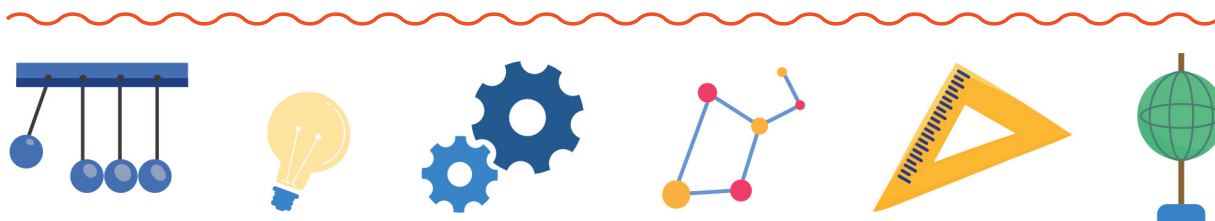
.....

.....

.....

.....

Туршилтын үйл ажиллагааны талаар дүгнэлтээ бичээрэй.



№	Асуулт
---	--------

1 Дууны хурд юунаас хамаарах вэ?

2 Туршилтад яагаад резонансын үзэгдэл ашиглаад байна вэ?

3 Обертоны талаар юу хэлж чадах вэ?

4 Дундаж утга олох арга, графикийн арга хоёрын онцлог ялгаа нь юу вэ?

5 Туршилтын үед алдаа гарсан байж болох нөлөө бүхий шалтгааны талаар юу хэлж чадах вэ?

6 Та туршилтын үр дүнгээс ямар дүгнэлт хийж байна вэ?

7 Дээрх туршилтын санааг ашиглан өөр ямар туршилт хийж болох талаар юу хэлж чадах вэ?

