



БОЛОВСРОЛЫН
ЯАМ



ФИЗИК

Лабораторийн ажлын хуудас
(Сурагчид зориулав)

XI анги

2024 он

ФИЗИК

ЛАБОРАТОРИЙН АЖЛЫН ХУУДАС

(Сурагчид зориулав)

XI АНГИ

Улаанбаатар хот
2024 он



БОЛОВСРОЛЫН
ЯАМ



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

Зөвлөх:	А.Энхтогтох	Төслийн хосолсон сургалтын зөвлөх
Боловсруулсан:	Х.Батболд	МУБИС, МБУС, Физикийн тэнхимийн эрхлэгч
	Б.Гүррагчаа	Нийслэлийн ХУД-ийн 32-р сургуулийн багш
	С.Ариунтунгалаг	Хөвсгөл аймгийн Дэлгэрмөрөн ЦС-ийн багш
	С.Анхзаяа	МУБИС-ийн харьяа ЕБС-ийн багш
Агуулгын редактор:	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: 11.1. ХҮЧ БА ХӨДӨЛГӨӨН

Туршилт ажил: Сумны унах зайг хэмжих 5

СЭДЭВ: 11.1. ХҮЧ БА ХӨДӨЛГӨӨН

Туршилт ажил: Хүчний үйлчлэл доорх тэргэнцэр..... 11

СЭДЭВ: 11.2. ХӨДӨЛГӨӨНИЙ ТОО ХЭМЖЭЭ

Туршилт ажил: Мөргөлдөөний зүй тогтлыг судлах..... 21

СЭДЭВ: 11.7. ЦАХИЛГААН ОРОН

Туршилт ажил: Кулоны туршилт (Дүйцүүлэх туршилт)..... 26

СЭДЭВ: 11.5. ИДЕАЛ ХИЙ

Туршилт ажил: Изобар процессын хуулийг шалгах..... 33

СЭДЭВ: 11.8. ТОГТМОЛ ГҮЙДЛИЙН ЦАХИЛГААН ХЭЛХЭЭ

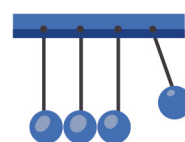
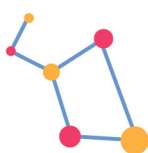
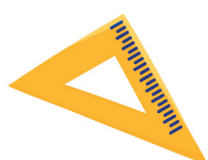
Туршилт ажил: Электролизийн хуулийг шалгах
(Нээлттэй эрэл хайгуул (Open inquiry)..... 39

СЭДЭВ: 11.8. СОРОНЗОН ОРОН

Туршилтын ажил: Соронзон орны дүр төрхийг судлах 44

СЭДЭВ: ГАРМОНИК ХЭЛБЭЛЗЭЛ

Туршилтын ажил: Биеийн хэлбэлзэх хөдөлгөөнийг гарын доорх материал
ашиглан судлах 51



БҮЛЭГ | МЕХАНИК

Сэдэв: 11.1. Хүч ба хөдөлгөөн

Анги

Суралцагчийн нэр

**СУРАЛЦАХУЙН
ЗОРИЛТ**

11.1д. Өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөнийг графикаар илэрхийлэх

Туршилт ажил

Сумны унах зайг хэмжих

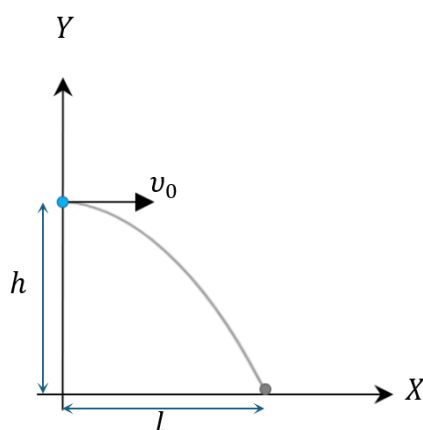
Туршилтын зорилго

Хэвтээ чигт шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөнийг судлах

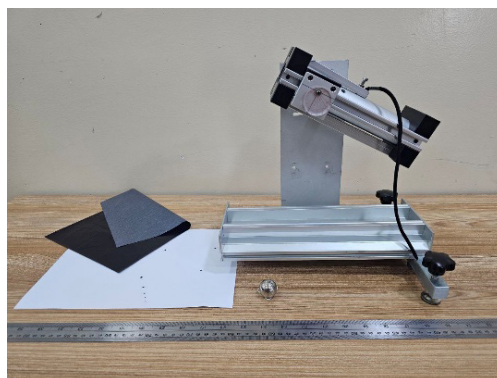


Онолын мэдээлэл

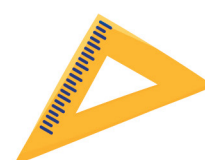
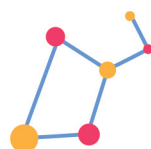
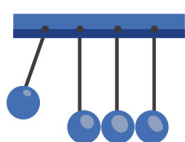
Хүндийн хүчний оронд хэвтээ чигтэй өнцөг үүсгэн шидэгдсэн биеийн хөдөлгөөн нь хоёр хэмжээст хөдөлгөөн юм. Таталцлын хүчний нөлөөгөөр бие Y чиглэлд тогтмол хурдатгалтай, харин X тэнхлэгт агаарын эсэргүүцлийг үл тооцвол хүч үйлчлэхгүй тул жигд хөдөлдөг. (Зураг 1)



Зураг 1



Зураг 2



Ньютоны хоёрдугаар хууль ба кинематикийн үндсэн зарчмуудыг ажиглан хөдөлгөөнийг задлан дараах байдлаар бичиж болно. Хөдөлгөөн эхлэх координат $x_0 = 0$ гэж тохируулж болно.

$$l = v_{0x}t \quad (1)$$

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

Хурдны хэвтээ ба босоо байгуулагч

$$v_{0x} = v_0 \quad (3)$$

$$v_{0y} = 0 \quad (4)$$

Хурдатгалыг дараах байдлаар бичиж болно.

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

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

Эдгээрийг (1) ба (2) -д орлуулбал

$$l = v_0 t \quad (7)$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (8)$$

Нисэлтийн хугацааг (8) тэгшитгэлээс тооцоолж (9), хэвтээ чигт шилжих зайг (10) – ийг тооцоолж болно.

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (9)$$

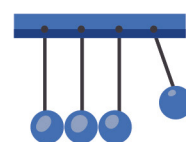
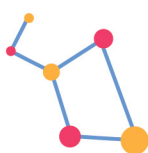
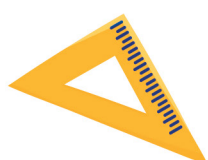
$$l = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (10)$$



Хэрэглэгдэхүүн

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

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





Аюулгүй, зөв ажиллагаа

Сумны өндрийг шидэгчийн үзүүрээс тооцно уу.

Шидэгчийн хошууны эгц доод цэгээс алслалтыг (унах зай) хэмжих тул нэмэлтээр эгцлүүр ашиглаж болно. Эсвэл хошууг доод суурьтай тэнцүүлэх хэрэгтэй



Туршилт судалгаа

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр: сумны масс, анхны хурд, хэвтээ чиглэл

Тогтмол байлгах аргачлал:

.....

.....

.....

.....

Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр: Шидэх анхны өндөр

Өөрчлөх аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

.....

.....

.....

.....

Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр: Унах зай

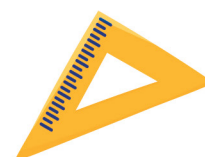
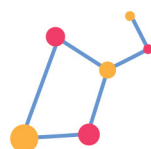
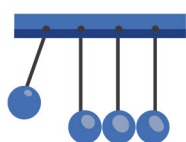
Хэмжих аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

.....

.....

.....

.....



1. Судлах хамаарал:

Сумны масс

Шидэх өндөр h, m	Унах зай l, m						l^2, m^2
	1	2	3	4	5	Дундаж	

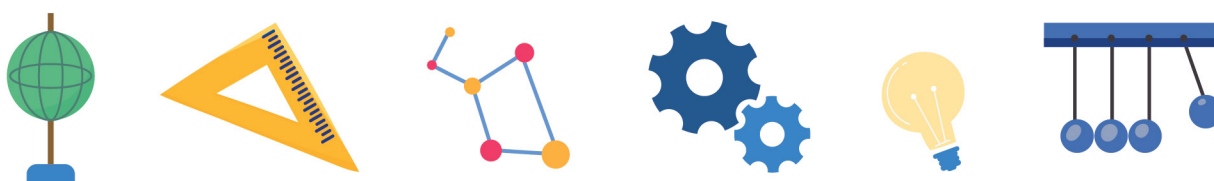
2. Унах зай шидэх өндрөөс хамаарах график

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

А. Туршилт хийх заавар

Туршилт хийх дарааллаа бичээрэй.

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



Б. Өгөгдөл цуглуулах

Хэмжилтийн үр дүнг хүснэгтэд бичнэ.

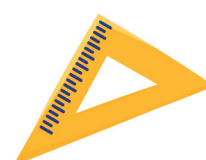
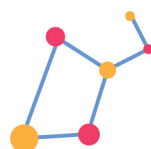
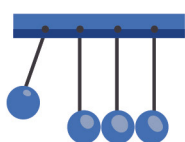
В. Туршилтын үр дүнг боловсруулах

- Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу шидэх өндөр h , m , босоо тэнхлэгийн дагуу l^2 , m^2 -ийг авч график байгуулна.
- Зүй тогтлыг хамгийн харуулах “сайн” шулууныг зурна.
- Сайн шулууны налалт k -ыг тодорхойлно.



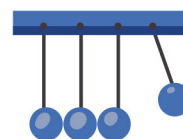
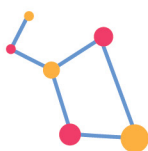
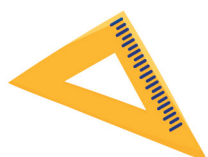
- Налалтын утгыг ашиглан сумны анхны хурдыг тодорхойлно. Тохирох нэгжийг бичээрэй.

$$v_0 = \sqrt{\frac{gk}{2}}$$



Үнэлгээ

№	Асуулт
1	Шидэгдсэн сумны хурдыг тодорхойлж буй энэ арга хэр оновчтой болох талаар дүгнэлт хийнэ үү.
2	Шидэх өндөр ба унах зайн хамаарлыг шугаман хэлбэрт оруулах өөр арга сэднэ үү.
3	Хэвтээ чигт шидэгдсэн биеийн унах зай биеийн массаас хэрхэн хамаарах бол? Үүнийг шалгах туршилтыг хэрхэн хийх вэ?
4	Туршилтын цэг бүрийн алдааг хэрхэн тооцох вэ?
5	Бусад сурагчдын гаргасан үр дүнгээс чиний туршилт хэр ялгаатай байна вэ? Ялгаа гарч байгаа шалтгааны талаар юу хэлж чадах вэ?



БҮЛЭГ МЕХАНИК

Сэдэв: 11.1. Хүч ба хөдөлгөөн

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.1ж. Ньютоны динамикийн хуулийг санах, хэрэглэх

Туршилт ажил

Хүчний үйлчлэл доорх тэргэнцэр

Туршилтын зорилго

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

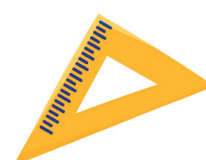
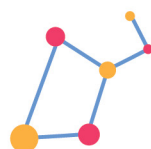
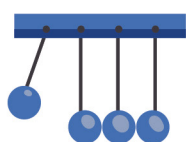


Онолын мэдээлэл

Жигд хурдсах хөдөлгөөний зам (анхны хурдгүй үед) $l = \frac{v^2}{2a}$ байдаг. Эндээс

Биеийн хурдатгалыг тооцоолж олж болно.

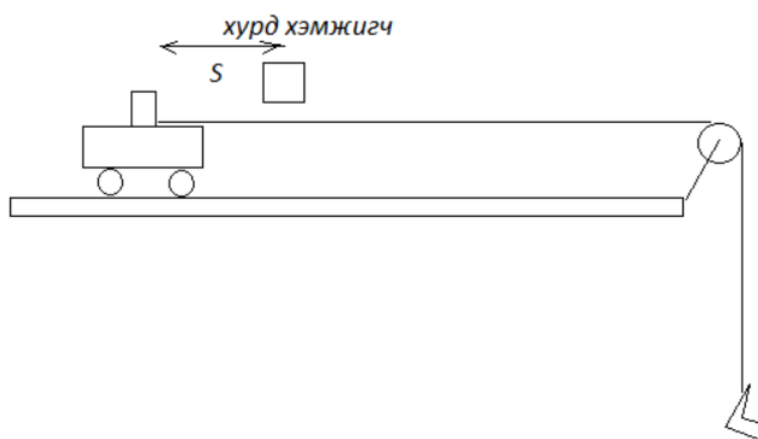
Биеийн олж авах хурдатгал нь биед үйлчлэх хүч ба биеийн массаас хамаарна. Энэ хамаарлыг туршилтаар нарийвчлан тогтооход туршилтын зорилго оршино.





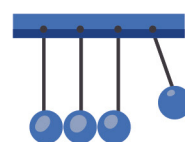
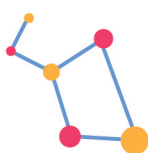
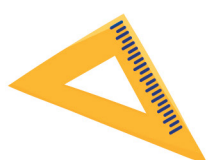
Хэрэглэгдэхүүн

1. Чиглүүлэгч хэвтээ зам
2. Тэргэнцэр хэрэгслийн хамт
3. 100 граммын 10 ачаа
4. Хурд хэмжигч, логерийн хамт
5. Хөнгөн эргэвч
6. Утас 80 см орчим урттай
7. Ачаа тогтоогч дэгээ 24.3 g масстай
8. Жинлүүр



Аюулгүй ажиллагаа

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





Туршилт судалгаа

Туршилтын ажлын явц:

Дараах зурагт үзүүлснээр тэргэнцэрээс хөнгөн ачаа зүүнэ.

1. Тэргэнцрийн дээр ачаа нэмж гараар хөдөлгөн, тэргэнцрийн тавцан дугуйтайгаа хавирч байгаа эсэхийг шалгаж, тэргэнцэрт нэмэх ачааны дээд хязгаарыг тогтооно.
2. Ачаатай тэргэнцэрийг зам дээр тавина.
3. Тэргэнцрийн дээд ирмэгт байрлах шурагт утасны нэг үзүүрийг бэхэлнэ.
4. Замын ирмэгт эргэвчийг бэхэлнэ.
5. Тэргэнцэрт бэхэлсэн утасны нөгөө үзүүрт жижиг дэгээ зүүж эргэвч дээгүүр тохно.
6. Тэргэнцрийг сонгосон $l = 50 \text{ cm}$ тогтмол зайд тохируулж тавина.
7. Мэдрэгчийн асаах товчийг дарж хөдөлгөөнийг эхлүүлнэ.
8. Хурд хэмжигчээр тэргэнцрийн олж авах v хурдны утгыг бүртгэж авна.
9. Тэргэнцэр ширээний ирмэгт дөхөхөд мөргөхөөс нь өмнө хөдөлгөөнийг таслан зогсооно.

Туршилт 1: Биеийн хурдатгал үйлчлэх хүчнээс хамаарах

Энэ туршилтад биеийн явах зам тогтмол, системийн масс (тэргэнцэртэй ачаа ба доош зүүсэн дэгээтэй ачаа хамтдаа системийн масс болно) тогтмол байна.

Тэргэнцэр дээрээс ачаа авч түүнийг дэгээнд өлгөх замаар системд үйлчлэх хүчний утгыг өөрчилж массыг тогтмол барина. Энэ талаар хэрхэн ойлгосноо, хэрхэн хэрэгжүүлэхээ дараах цонхонд нөхөж бичнэ үү.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр: _____

Тогтмол байлгах аргачлал:

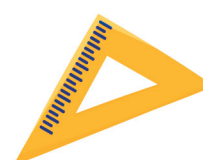
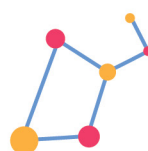
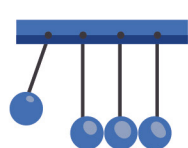
.....

.....

.....

.....

.....



Удирдан хувьсагчийн нэр: _____

Өөрчлөх аргачлал, хэмжилтийн утгыг завсар:

.....

.....

.....

.....

.....

Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр: _____

Хэмжих аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

.....

.....

.....

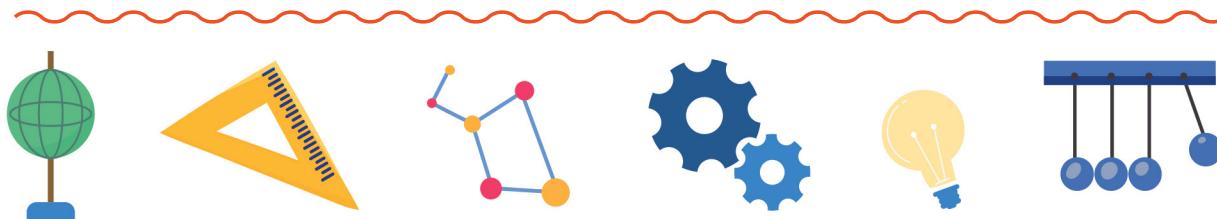
.....

.....

1. Судлах хамаарал:

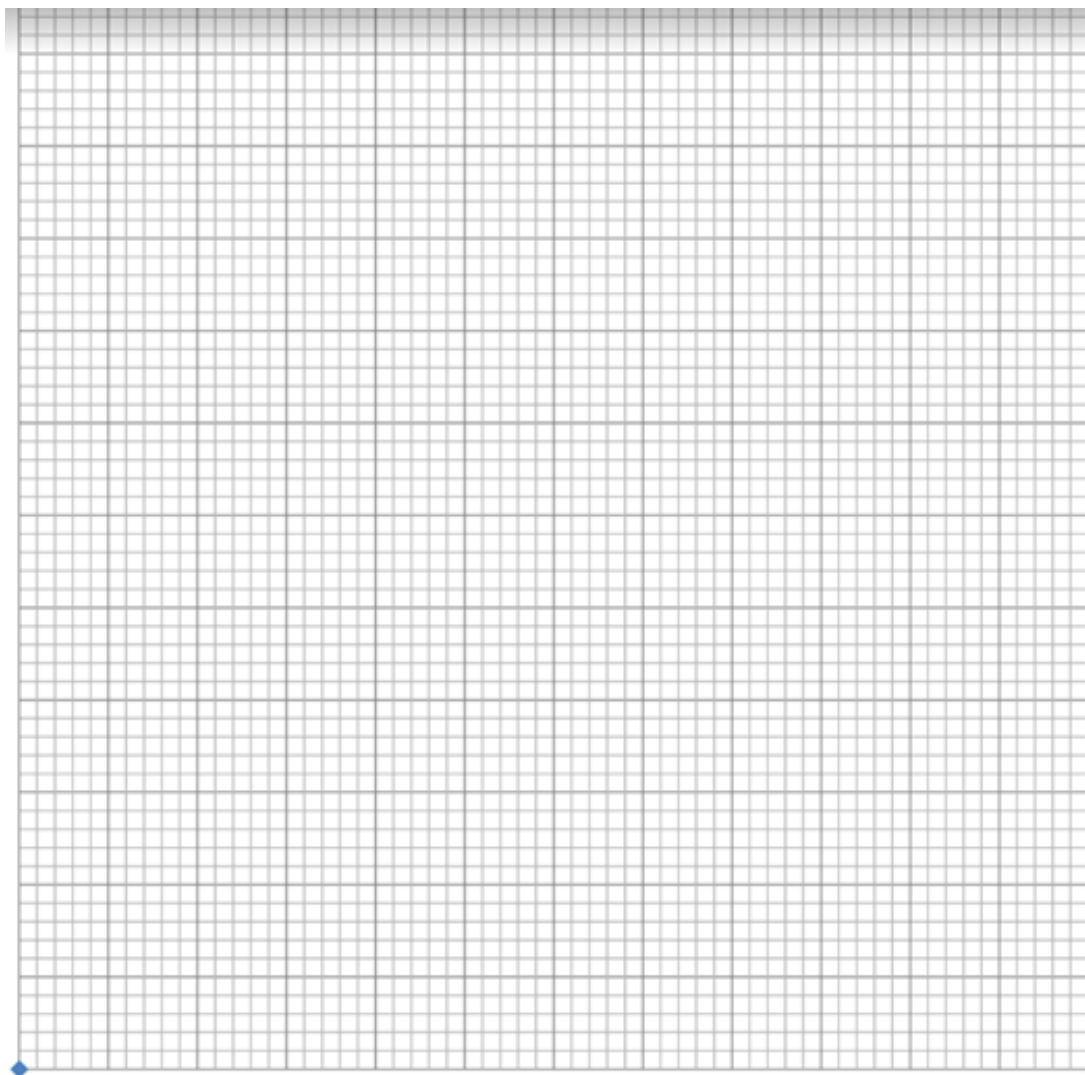
$$l = \dots\dots\dots \text{cm}$$

Зүүсэн ачааны масс m, g	Системд үйлчлэх хүч $F=mg$, mN	Системийн хурд v, cm/s	Системийн хурдатгал $a = \frac{v^2}{2l}$, cm/s ²



2. Хүч ба хурдатгалын хамаарлын график

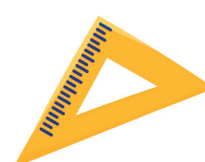
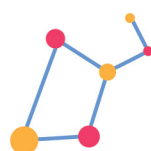
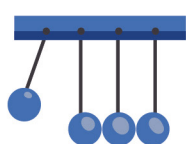
Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу хурдатгал, босоо тэнхлэгийн дагуу хүчийг авч хамаарлын график байгуулна. Зүй тогтлыг илэрхийлэх хамгийн “сайн” шулууныг зурна.



3. Графикийн налалт:

Шулууны налалтыг тооцоолж олно.

Графикаас олох хэмжигдэхүүн: Налалтын утгыг системийн масстай холбож системийн массыг олно. Электрон жингээр системийн массыг хэмжиж алдааг тодорхойлно.



Туршилт 2: Биеийн хурдатгал массаас хамаарах

Энэ туршилтад биеийн явах зам тогтмол, хүч тогтмол (зүүсэн ачааны массыг өөрчлөхгүй) тэргэнцэр дээр гаднаас ачаа нэмэх замаар системийн массаас (тэргэнцэр ба түүний дээрх ачаа, мөн зүүсэн ачааны масс хамтдаа системийн масс болно) хурдатгал хэрхэн хамаарахыг судална.

Энэ талаар хэрхэн ойлгосноо, хэрхэн хэрэгжүүлэхээ дараах цонхонд нөхөж бичнэ үү.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр: _____

Тогтмол байлгах аргачлал:

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

Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр: _____

Өөрчлөх аргачлал, хэмжилтийн утгыг завсар:

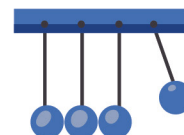
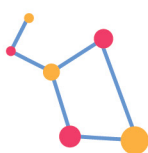
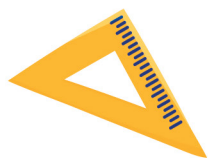
.....
.....
.....
.....

Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр: _____

Хэмжих аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

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



1. Судлах хамаарал:

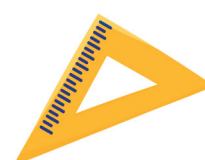
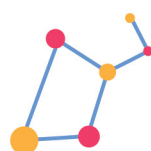
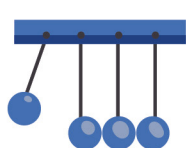
$$l = \dots \text{ cm}$$

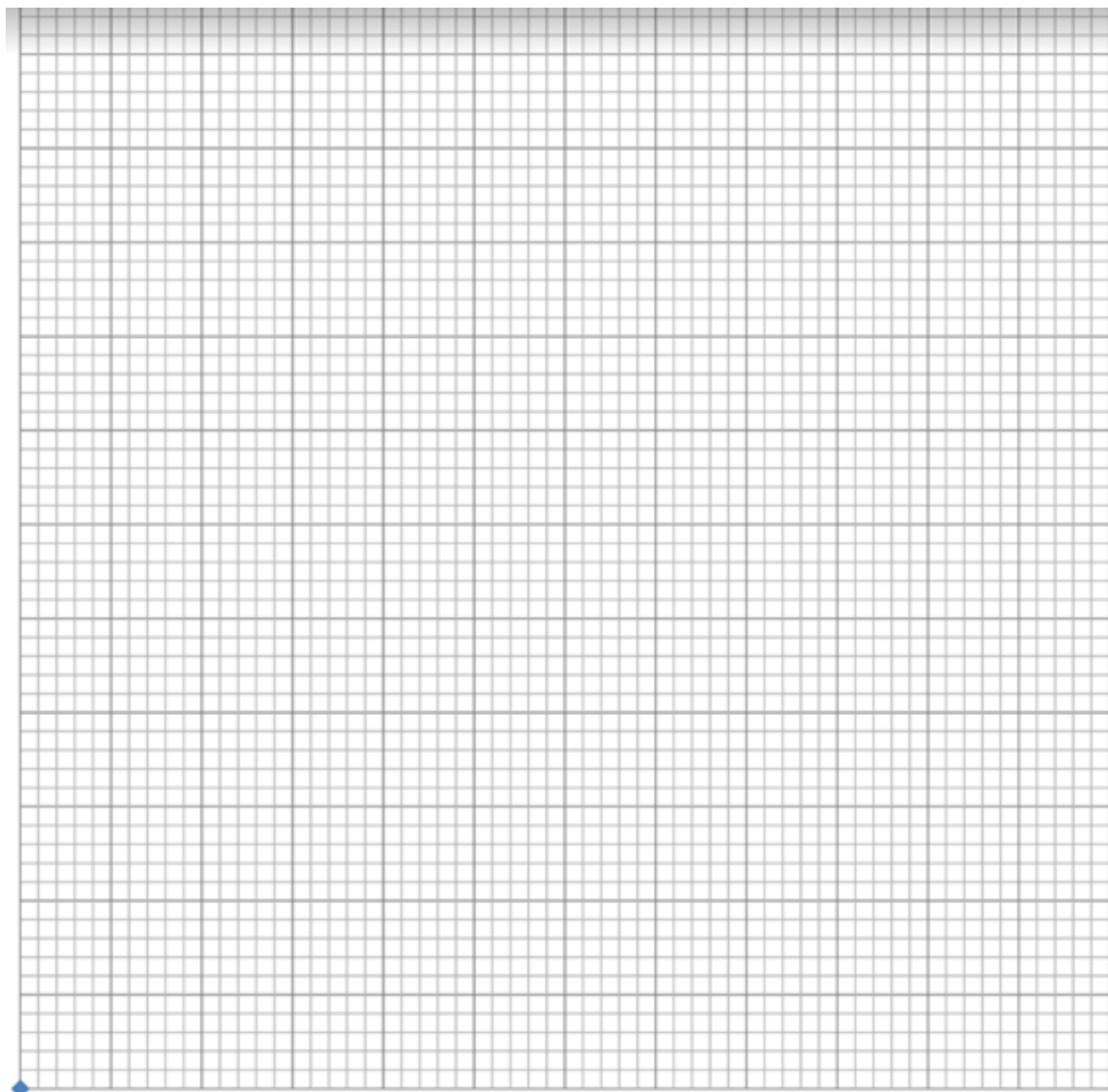
Зүүсэн ачааны масс ба системд үйлчлэх хүч

Системийн масс m, g	Массын урвуу $\frac{1}{m}$, kg ⁻¹	Системийн хурд v, cm/s	Системийн хурдатгал $a = \frac{v^2}{2l}$, cm/s ²

2. Масс ба хурдатгалын хамаарлын график

Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу массын урвуу ($1/m$) хэмжигдэхүүн, босоо тэнхлэгийн дагуу a хурдатгалыг авч хамаарлын график байгуулна. Зүй тогтлыг илэрхийлэх хамгийн “сайн” шулууныг зурна.

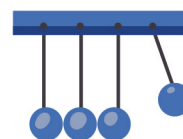
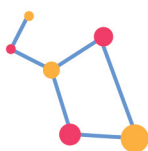
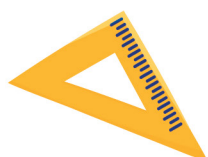




3. Графикийн налалт:

Шулууны налалтыг тооцоолж олно.

Графикаас олох хэмжигдэхүүн: Налалтын утгыг системд үйлчлэх хүчтэй холбож системд үйлчлэх хүчийг олно. Өмнө тооцоолсон хүчний утгатай жишиж туршилтын алдааны талаар дүгнэлт хийнэ.



4. Хийх дүгнэлт:

Харьцангуй алдаа:

.....

.....

.....

.....

.....

5. Туршилтын хүлээгдэж буй дүгнэлт:

Туршилтаар олсон зүй тогтлыг тэгшитгэлээр илэрхийлнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

6. Туршилтыг улам алдаа багатай, нарийвчлалтай хийхийн тулд ямар санаа дэвшүүлэх вэ?

.....

.....

.....

.....

.....

Туршилтын төлөвлөгөөг танилцуулна уу.

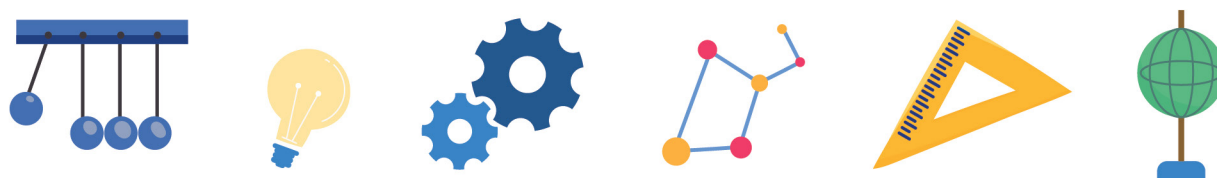
.....

.....

.....

.....

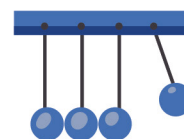
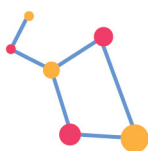
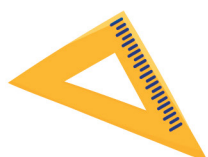
.....



Үнэлгээ

Туршилтын үйл явцаа дүгнэн өөрийн үйл ажиллагааг үнэлээрэй.

№	Асуулт
1	Багаж, төхөөрөмж онолын загвартай хэр нийцэж байна вэ?
2	Туршилтаар тооцогдоогүй, алдаа гаргах үндсэн шалтгаан байсан эсэх талаар юу хэлж чадах вэ?
3	Ньютоны 2-р хуулийг уг багажийн ашиглаад өөрөөр хэрхэн гүйцэтгэх боломжтой вэ?
4	Ньютоны 2-р хуулийг томъёолж хэлнэ үү.
5	Туршилтад үрэлтийн хүчний нөлөө ямар байсан бэ? Түүнийг хэрхэн илрүүлэх талаар юу хэлж чадах вэ?
6	Та гүйцэтгэсэн туршилтаа дүгнэнэ үү.
7	Уг туршилтыг ашиглан үл мэдэгдэх хэмжигдэхүүнийг илрүүлэх боломжтой болов уу?



БҮЛЭГ МЕХАНИК

Сэдэв: 11.2. Хөдөлгөөний тоо хэмжээ

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

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

Туршилт ажил

Мөргөлдөөний зүй тогтлыг судлах

Туршилтын зорилго

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



Онолын мэдээлэл

Нэг шулууны дагуу хөдлөх биесийн мөргөлдөөнийг авч үзье. Нэг шулууны дагуу хөдөлж буй А биеийн масс m_1 , хурд v_1 , В биеийн масс m_2 , хурд v_2 байв. А бие В-ийг гүйцэж мөргөнө. Мөргөлдөх үед бие биедээ тэнцүү хэмжээтэй эсрэг чиглэлтэй хүчээр Δt хугацааны турш үйлчилнэ. Мөргөлдөөний дараа биесийн хурд харгалзан v_1' , v_2' болжээ. Бие тус бүрийн хөдөлгөөний тоо хэмжээний өөрчлөлт буюу хүчний импульсийг бичвэл

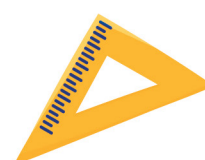
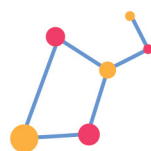
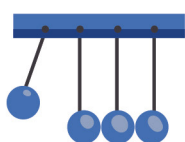
$$m_1 \vec{v}_1' - m_1 \vec{v}_1 = -\vec{F} \Delta t$$

$$m_2 \vec{v}_2' - m_2 \vec{v}_2 = -\vec{F} \Delta t \text{ тэгшитгэлүүдийг тэнцүүлбэл}$$

$$m_1 \vec{v}_1' - m_1 \vec{v}_1 = -(m_2 \vec{v}_2' - m_2 \vec{v}_2)$$

$$\Delta \vec{p}_1 = -\Delta \vec{p}_2 \quad \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

Хоёр бие харилцан үйлчлэлцэхэд бие бүрийн хурд ба хөдөлгөөний тоо хэмжээ нь өөрчлөгддөг боловч биесийн харилцан үйлчлэлийн өмнөх хөдөлгөөний тоо хэмжээний нийлбэр харилцан үйлчлэлийн дараах хөдөлгөөний тоо хэмжээний нийлбэртэй тэнцүү.





Хэрэглэгдэхүүн

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



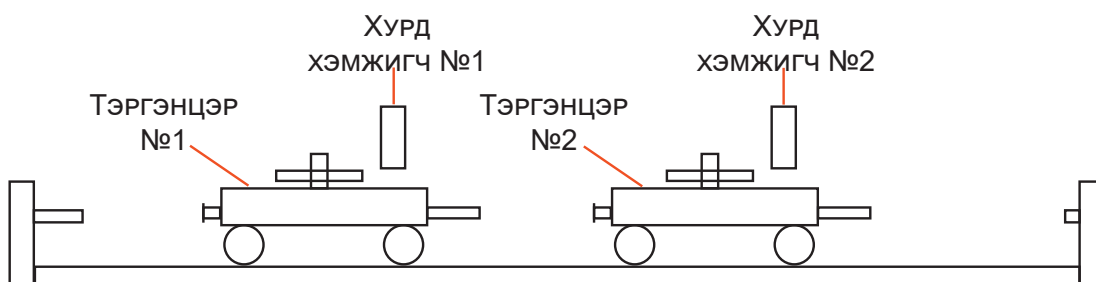
Аюулгүй ажиллагаа

Туршлагаас гарч болох эрсдэлийг үнэлэх хэрэгтэй.

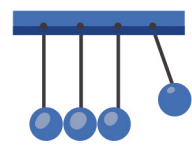
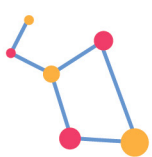
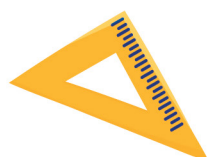
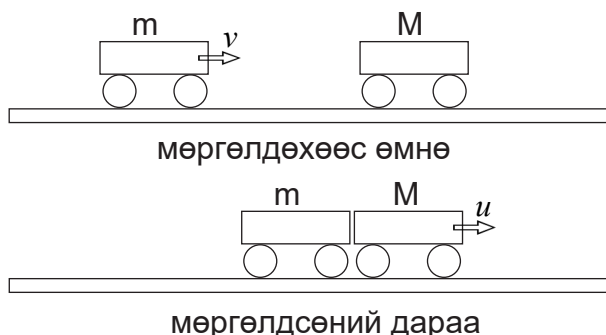
Туршилтын явцад замыг хөдөлгөх, тэргэнцэрийг зам дээр буруу байрлуулах, мэдрэгчийг унагахаас сэргийлэх үйлийг урьдчилан тооцож төлөвлөнө.



Туршилт судалгаа



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



Дэвшүүлсэн асуудал: Тэргэнцрүүдийн мөргөлдөөний дараах u хурд юунаас хамаарах бол?

Таамаглал ба төлөвлөлт:

- Асуудлын талаар таамаглал дэвшүүлнэ үү.
- Дэвшүүлсэн таамаглалаа хэлэлцэж нягталж, туршилтаар шалгаж болохуйц хэлбэрт оруулна уу.
- Таамаглал бүрийг шалгах туршилтын төлөвлөгөө, дизайныг гаргаарай.
- Туршилтыг зөв хийхийн тулд удирдан хувьсагч (x), дагалдан хувьсагч (y), өөрчлөхгүй тогтмол барих (c) хувьсагчдыг ялгаж тэмдэглээрэй.

Туршилтаар ямар үр дүн гарна гэж бодож байна вэ? Хариултын боломжит хувилбаруудыг гаргаж цэгцлээрэй.

1. Өөрийн гаргасан таамаглал тэмдэглэнэ үү.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Таамаглалаа шалгах туршилтын төлөвлөлт боловсруулна уу.

.....

.....

.....

.....

.....

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр:

Тогтмол байлгах аргачлал:

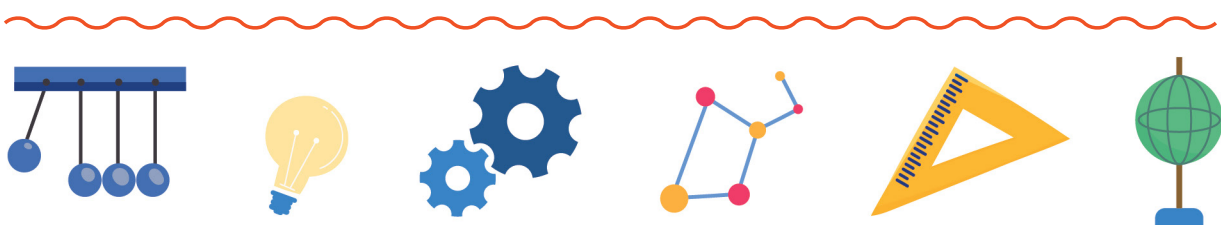
.....

.....

.....

.....

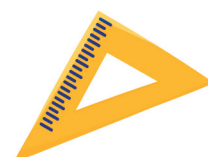
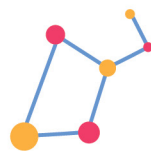
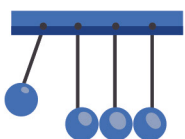
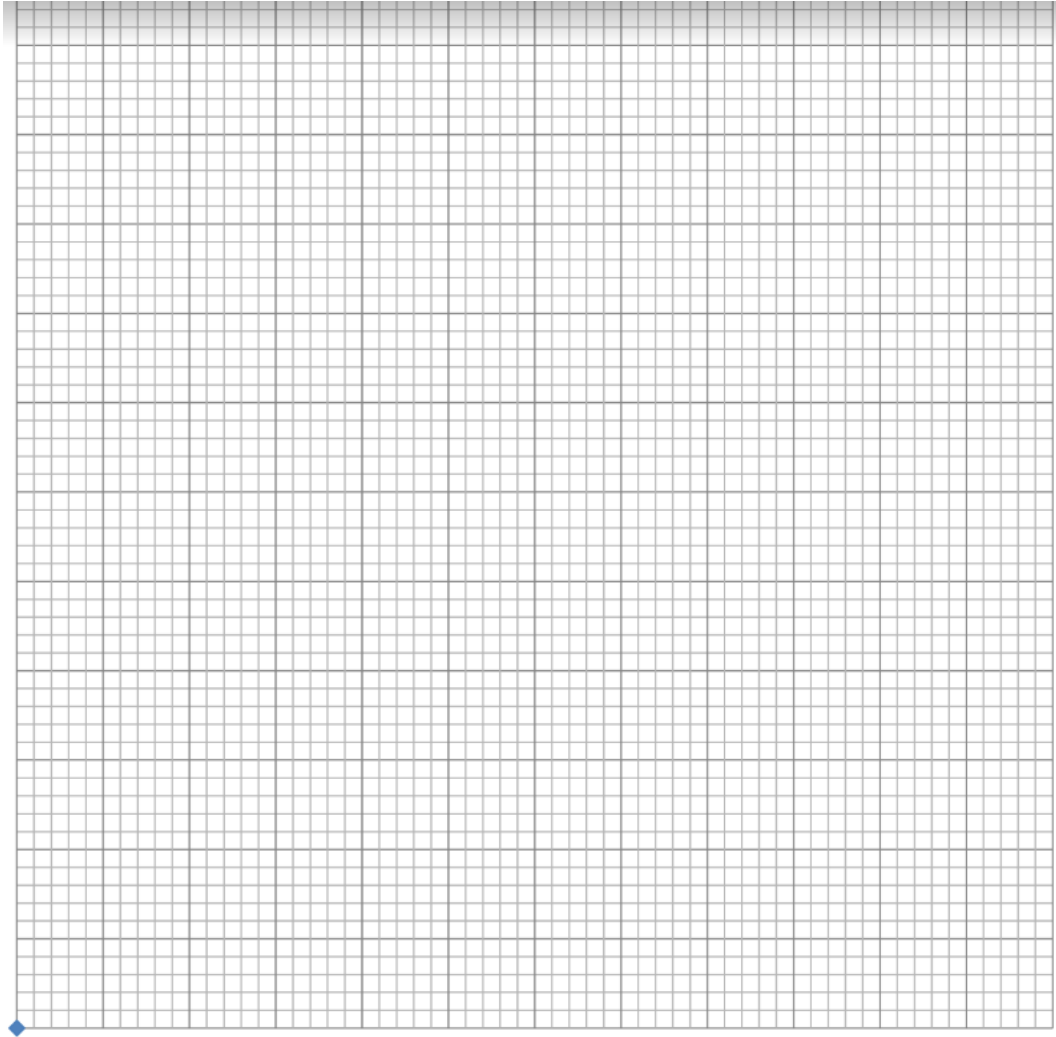
.....



5. Хүснэгтийн өгөгдлийг ашиглан $u = f(v)$ хамаарлын графикийг байгуулна уу.

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

Шулууны налалтын коэффициент буюу градиентыг олно уу.



БҮЛЭГ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН

Сэдэв: 11.7. Цахилгаан орон

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

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

Туршилт ажил

Кулоны туршилт (Дүйцүүлэх туршилт)

Туршилтын зорилго

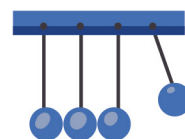
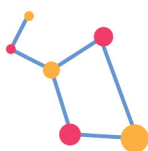
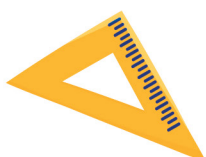
Энэ туршилтаар бид Кулоны туршилтын багаж төхөөрөмжтэй танилцаж, хэмжилтийн үр дүнг боловсруулж, туршилтаар хэмжсэн физик хэмжигдэхүүнүүдийн хоорондын хамаарлыг тодорхойлж, туршилтын хэмжилтийн алдаанд нөлөөлж болох зүйлс, тэдгээрээс хэрхэн зайлсхийх санаа гаргах болно.



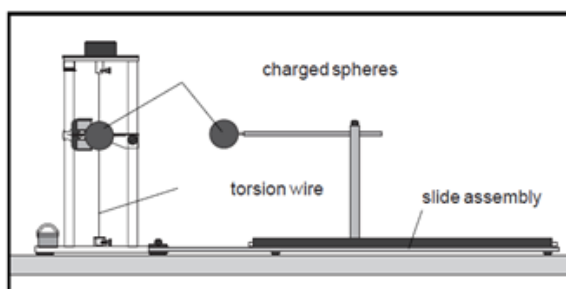
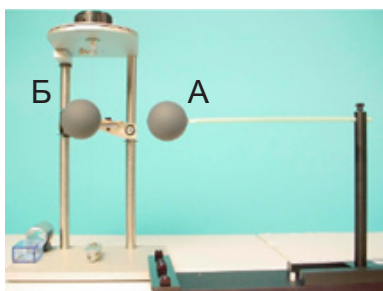
Онолын мэдээлэл

Кулон 1780 онд цэнэгтэй биесийн харилцан үйлчлэлийн хүчийг механик эргүүлэх (мушгих) үйлчлэлийг хэмжих замаар ойролцоогоор тодорхойлжээ. Түүний туршилтыг сурагч PASCO ES9070 загварын туршилтын багаж ашиглан гүйцэтгэж, цэнэг ба биесийн хоорондох зайнаас цахилгаан харилцан үйлчлэлийн хүч хамаарах хамаарлыг тодорхойлжээ.

Энэ туршилтад цэнэгтэй бөмбөрцөг А нь утсанд бэхэлсэн цэнэгтэй бөмбөрцөг Б-тэй харилцан үйлчлэлцэж, бөмбөрцөг Б-г түлхэж улмаар утас мушгирч эрчлэгдэх ба энэ мушгиралтын өнцгийг хэмжсэнээр бөмбөрцөгүүдийн цахилгаан харилцан үйлчлэлийг тэдгээрийн хоорондох зай, цэнэгийн хэмжээнээс хамааруулан тодорхойлох боломж олгоно.



Туршилтад хэрэглэсэн багажийн бодит зураг ба схемийг үзүүлэв.

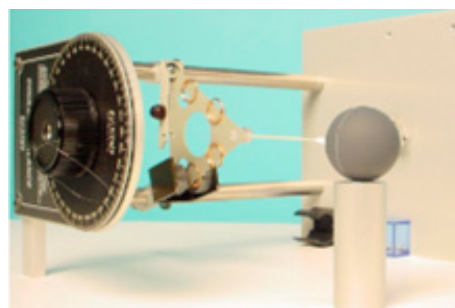


Туршилт судалгаа

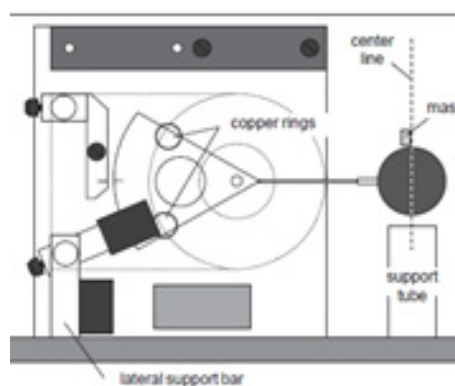
Туршилт-1. Утасны мушгиралтын коэффициентийг тодорхойлох

Сурагч Кулоны туршилтыг гүйцэтгэхийн өмнө туршилтад хэрэглэж буй утасны мушгиралтын коэффициентийг мэдэх шаардлагатай болов. Тэрээр багажийг зураг-2А д үзүүлснээр хажуу талаар нь хэвтүүлэн байрлуулж бөмбөлөг-Б тэнцвэрт ортол утсыг мушгиж энэ үед харгалзах өнцгийг хэмжиж авсан. Дараа нь утсанд бэхлэгдсэн бөмбөлөг-А дээр маш бага масстай ачаануудыг тавьж бөмбөлөг дахин тэнцвэрт орох мушгиралтын өнцгүүдийг хэмжсэн. Хэмжилтийн үр дүнг хүснэгт-1 д үзүүлэв.

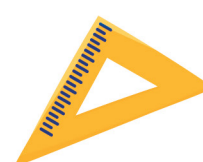
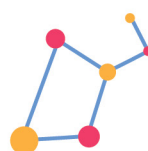
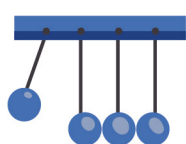
1.1. Энд хүндийн хүчний хурдатгалыг $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ гэж үзээд хэмжилт тус бүрд харгалзах ачааны жин, утасны мушгиралтын өнцгийг тооцоолж, үр дүнгийн утгат орныг хэмжилтийн нарийвчлалд харгалзуулан бич.



Зураг-2А



Зураг-2Б



Хүснэгт-1. Утасны мушгиралтын өнцөг ба ачааны жингийн хамаарлыг судлах туршилтын хэмжилтийн үр дүн

Ачааны масс m, mg	Ачааны жин mg, ...	Багаж тэнцвэрт орох өнцөг $\alpha_{\text{тэнцвэр}}$, градус	Ачаатай үед тэнцвэрт орсон өнцөг α , градус	Утасны мушгиралтын өнцөг, ... $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_{\text{тэнцвэр}}$
0	0	152	152	0
20			282	
40			414	
50			497	
70			635	

1.2. Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу мушгиралтын өнцөг $\Delta\alpha$, босоо тэнхлэгийн дагуу ачааны жин mg сонгон хүснэгт дэх утгуудаар график байгуул. (Хавсралт дахь график байгуулах талбарыг ашигла.)

1.3. Графикийн градиентыг (налалт) тодорхойл.

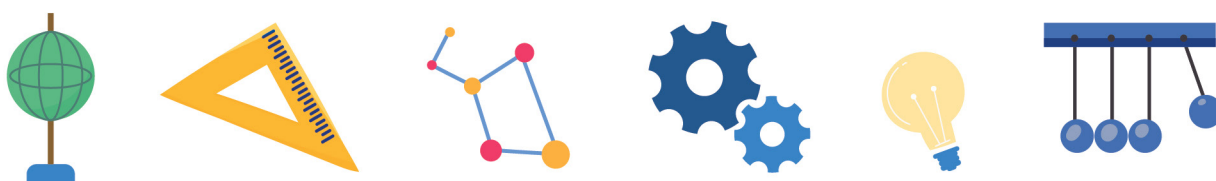
Градиент =

1.4. Графикийн градиентын физик утга, түүний нэгжийн талаар юу хэлэх вэ?

.....

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

Сурагч газардуулгын тусламжтайгаар Бөмбөлөг-А ба Бөмбөлөг-Б-г бүрэн цэнэггүй болгож, утсанд бэхлэгдсэн Бөмбөлөг-Б-г өнцөг хэмжигчийн тусламжтайгаар тэнцвэрийн байрлалд тохируулаад түүнээс 20 см зайд Бөмбөлөг-А-г байрлуулжээ. Дараа нь сурагч өндөр хүчдлийн үүсгүүр ашиглан бөмбөлгүүдийг 6000 В хүчдэлээр цэнэглэхэд бөмбөлгүүдийн хоорондох цахилгаан харилцан



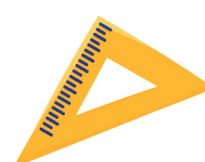
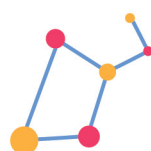
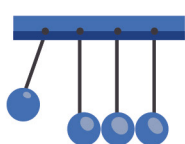
үйлчлэлийн үр дүнд Бөмбөлөг-А түлхэгдэн эргэж улмаар утас мушгирав. Сурагч Бөмбөлөг-Б -ийг дахин тэнцвэрийн байрлалд байрлуулахын тулд өнцөг хэмжигчийг эргүүлэх ба энэ эргэлтийн өнцөг нь утасны мушгиралтын өнцөгтэй тэнцүү байна. (Өмнөх туршилтаар сурагч утасны мушгиралтын өнцөг ба утсыг мушгих хүчний хамаарлыг тодорхойлсон тул мушгиралтын өнцгийг ашиглан бөмбөлгүүдийн хоорондох цахилгаан харилцан үйлчлэлийн хүчийг тодорхойлох боломжтой.)

Сурагч утасны мушгиралтын өнцөг $\Delta\alpha$ -ийг тэмдэглэж, бөмбөлгүүдийн хоорондох зай R-ийг өөрчлөн дахин дээрх үйлдлүүдийг давтан гүйцэтгэв. Дараах хүснэгтэд түүний хэмжилтийн үр дүнг үзүүлэв. Энэ туршилтад сурагч ижилхэн $r = 1.9$ см радиустай, хуванцар бөмбөлгүүдийг ашигласан.

2.1. Сурагч цэнэгтэй Бөмбөлөг-А ба Бөмбөлөг-Б-ийн хоорондын цахилгаан харилцан үйлчлэлийн хүч нь Кулоны хуулиар тэдгээрийн хоорондын зайнаас $F \sim \frac{1}{R^2}$ хамааралтай гэж үзжээ. Энэ таамаглалыг шалгахын тулд хэмжилтийн утгуудыг ашиглан хүснэгтийн нэмэлт нүдэнд ($1/R^2, m^{-2}$) функцийн утгыг олж бич.

Хүснэгт-2. Утасны мушгиралтын өнцөг ба бөмбөлгүүдийн хоорондох зайн хамаарлыг судлах туршилтын хэмжилтийн үр дүн

№	U, В	$\Delta\alpha$, градус				
1	0.2	20				
2	0.14	37				
3	0.10	62				
4	0.09	89				
5	0.08	120				
6	0.07	150				
7	0.06	191				
8	0.05	241				



2.2. Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу $1/R^2$, босоо тэнхлэгийн дагуу $\Delta\alpha$ хэмжигдэхүүнийг сонгон тэдгээрийн хамаарлын график байгуул. (Хавсралт дахь график байгуулах талбарыг ашигла.)

2.3. Графикийн градиентыг (налалт) тодорхойл.

Градиент =

2.4. Хэмжилтийн үр дүн сурагчийн таамаглалыг нотолж байна уу? Тийм эсвэл үгүй бол шалтгааныг бич.

Таамаглалыг нотолж байгаа эсэх: Тийм Үгүй

Шалтгаан:

2.5. Сурагчийн хэмжилтээр тодорхойлсон мушгиралтын өнцгийн утгад $\Delta\alpha_{зас} = \Delta\alpha/B$ гэсэн засвар оруулъя. Энд $B = 1 - 4 \frac{r^3}{R^2}$ бол хэмжилтийн утгуудыг ашиглан хүснэгтийн нэмэлт нүдэнд $\ln(R, m)$ ба $\ln(\Delta\alpha_{зас}, \text{градус})$ функцийн утгыг олж бич.

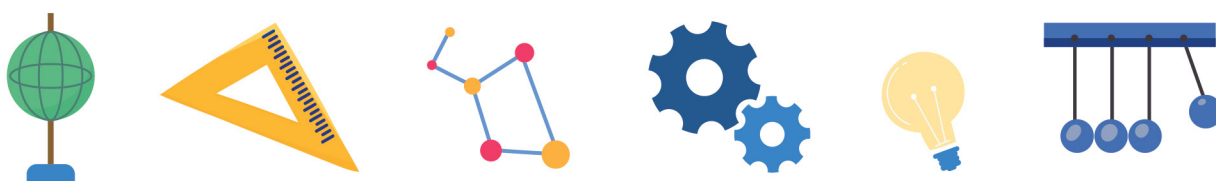
2.6. Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу $\ln(R, m)$, босоо тэнхлэгийн дагуу $\ln(\Delta\alpha_{зас}, \text{градус})$ хэмжигдэхүүнийг сонгон тэдгээрийн хамаарлын график байгуул. (Хавсралт дахь график байгуулах талбарыг ашигла.)

2.7. Графикийн градиент (налалт) тодорхойл.

Градиент =

2.8. Графикийг шинжилж $\Delta\alpha_{зас} \sim f(R)$ хамаарлыг бич. ($\ln(\Delta\alpha_{зас}) = \ln(m) + n \cdot \ln(R)$ функцийг ашиглана.)

.....



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

Сурагч дараагийн туршилтаар Бөмбөлөг-А ба Бөмбөлөг-Б-ийн хоорондох цахилгаан харилцан үйлчлэлийн хүч тэдгээрийн цэнэгийн хэмжээнээс хамаарах хамаарлыг тодорхойлов.

3.1. Хэрэв тусгаарлагдсан цэнэгтэй бөмбөлгийн радиус - r , цахилгаан потенциал - φ мэдэгдэж байгаа бол уг бөмбөлгийн цэнэгийн хэмжээг тодорхойлох томъёог гарга.

.....

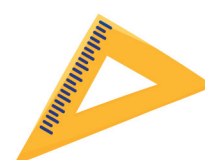
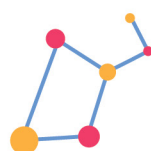
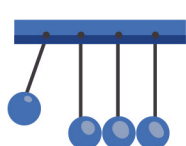
3.2. Энэ томъёонд үндэслэн бөмбөлгийн цэнэгийн хэмжээ q ба бөмбөлгийг цэнэглэсэн хүчдэл U хоорондоо ямар хамааралтай байж болох вэ?

.....

3.3. Доорх хүснэгтэд бөмбөлгүүдийг 10 см зайд байрлуулан бөмбөлөг-А-г 3 кВ хүчдэлээр цэнэглэж бөмбөлөг-Б-г цэнэглэх хүчдэлийг 3 кВ-оос 6 кВ хүртэл өөрчлөн харгалзах утасны мушгиралтын өнцгийг хэмжсэн хэмжилтийн үр дүнг үзүүлэв.

Хүснэгт-3. Утасны мушгиралтын өнцөг ба бөмбөлгүүдийн цэнэгийн хамаарлыг судлах туршилтын хэмжилтийн үр дүн

№	U, кВ	$\Delta\alpha$, градус	$\Delta\alpha_{\text{зас}}$, градус
1	3	15	15
2	4	31	32
3	5	54	56
4	6	73	75



3.4. Өмнөх туршилтын адилаар хэмжилтээр тодорхойлсон мушгиралтын өнцгийн утгад $\Delta\alpha_{\text{зас}} = \Delta\alpha/B$, ($B = 1 - 4 \frac{r^3}{R^3}$) гэсэн засвар оруулсан байна. Хүснэгтийн өгөгдлийг ашиглан хэвтээ тэнхлэгийн дагуу бөмбөлөг-Б-г цэнэглэсэн хүчдэл U , босоо тэнхлэгийн дагуу засварласан мушгиралтын өнцөг $\Delta\alpha_{\text{зас}}$ -ийг сонгон график байгуул. (Хавсралт дахь график байгуулах талбарыг ашигла.)

3.5. Туршилтын үр дүнгээс цэнэгтэй Бөмбөлөг-А ба Бөмбөлөг-Б-ийн хоорондын цахилгаан харилцан үйлчлэлийн хүч нь Бөмбөлөг-Б-ийн цэнэгийн хэмжээнээс ямар хамааралтай байна вэ? Үндэслэлтэй тайлбарла.

.....

.....

.....

.....

.....

3.6. Цахилгаан статик цэнэгийн энэ туршилтуудын хэмжилтийн алдаанд нөлөөлж болох хоёр зүйлийг бичиж, тэдгээрээс хэрхэн зайлсхийх санаа гарга.

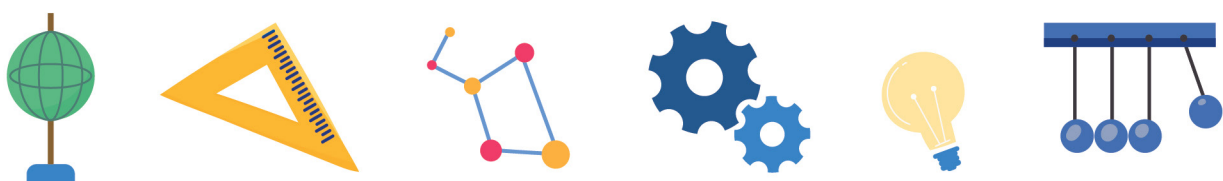
.....

.....

.....

.....

.....



БҮЛЭГ | МОЛЕКУЛ ФИЗИК

Сэдэв: 11.5. Идеал хий

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.5г. Идеал хийн изобар процессыг диаграмм ба текстээр илэрхийлэх

Туршилт ажил

Изобар процессын хуулийг шалгах

Туршилтын зорилго

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



Онолын мэдээлэл

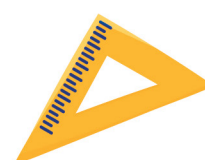
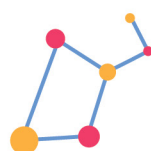
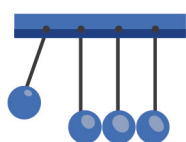
Хийн даралт тогтмол үед эзлэхүүн температураас шугаман хуулиар хамаардаг.

$$V \sim T; \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Үүнийг Гей-Люссакын хууль гэдэг.

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$

$$\Delta V = V_0 \alpha t$$





Хэрэглэгдэхүүн

200 ml багтаамжтай металл сав.

Даралт хэмжигч барометр

1 ml –ийн хуваарьтай 20 ml –ийн тариур

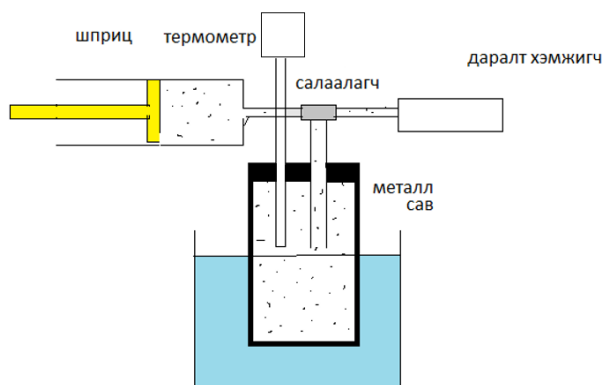
Салаалагч

Холбох резин хоолой

Электрон термометр

Халуун устай сав

Хүйтэн устай сав



Аюулгүй, зөв ажиллагаа

.....

.....

.....

.....

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

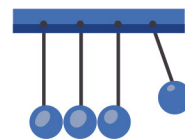
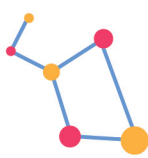
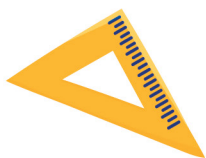
ТААМАГЛАЛ:

.....

.....

.....

.....



Туршилтын алхам:

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

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

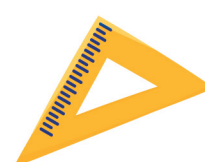
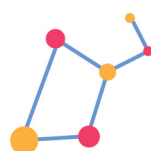
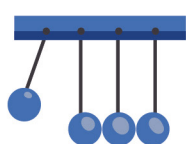
$t=0^{\circ}\text{C}$ үеийн эзлэхүүнийг олъё. Өмнөх графикаас $\Delta V_0 = -8^{\circ}\text{C}$ учир $V_0 = 130 - 8 = 122^{\circ}\text{C}$.

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

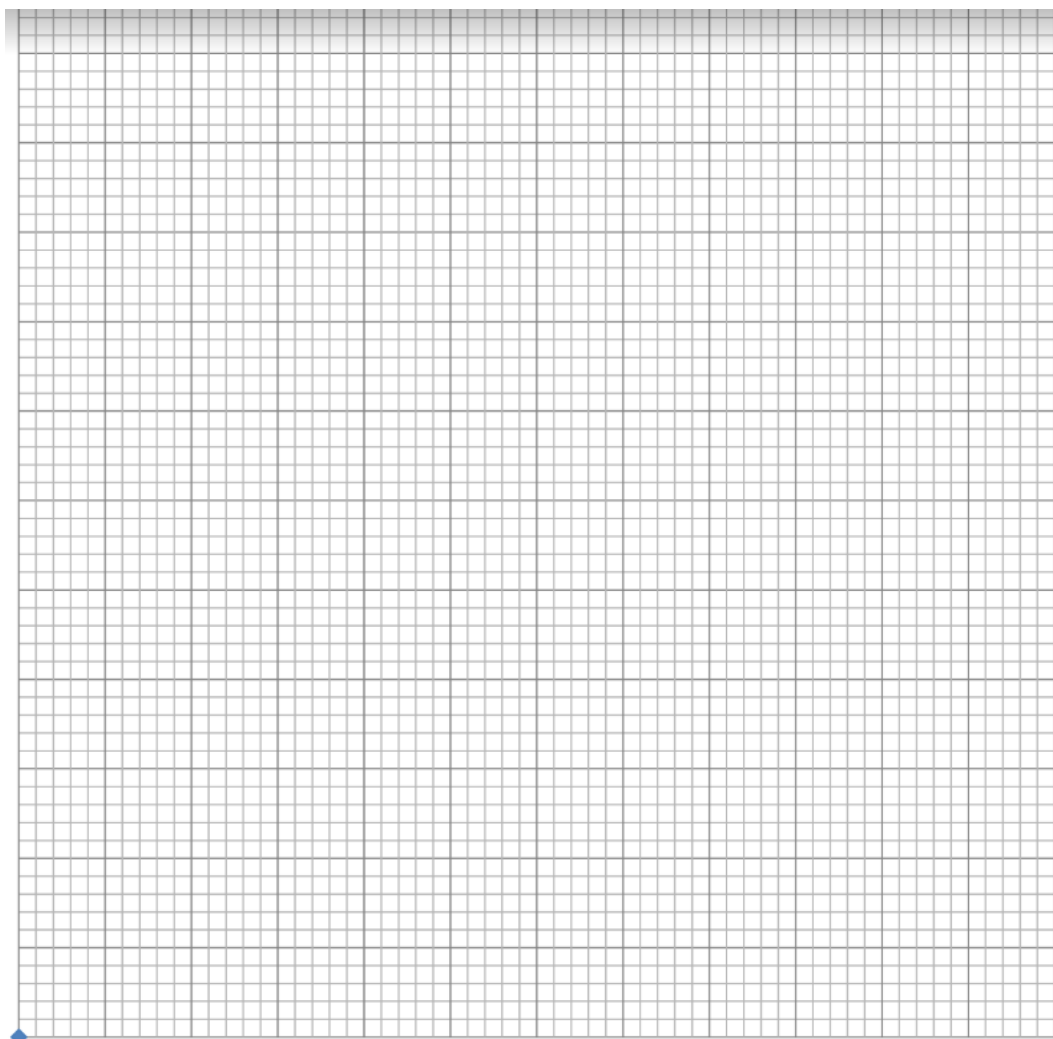
Хэмжилтийн үр дүнг тэмдэглэх хүснэгт:

$\Delta V_0/V_0 - t$ хамаарал

P, hPa								
$t, ^{\circ}\text{C}$								
$\Delta V, \text{ml}$								
$\Delta V_0, \text{ml}$								
$V = V_0 + \Delta V_0$								
$\Delta V_0/V_0$								



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

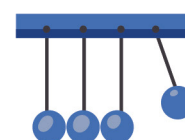
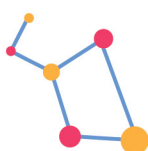
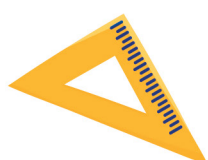


Дүгнэлт: Агаарын эзлэхүүн температураас хуулиар хамаарч өөрчлөгдөнө.

Шулууны налалтыг тооцоолно уу.

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

Шулууны налалт $\alpha_{\text{туршилт}} = \dots\dots\dots \text{K}^{-1}$



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

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

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

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

Туршилтаар олсон шулууны налалтын урвууг тооцоолж олно уу.

$$T_{0, \text{туршилт}} = \frac{1}{\alpha_{\text{туршилт}}}$$

$T_0 = 273 \text{ K}$ –тай харьцуулж, харьцангуй алдааг олно уу.

.....

.....

.....

.....

.....

Туршилтын үр дүн, алдаа, олсон зүй тогтлын талаар дүгнэлт хийнэ үү.

Туршилтын үр дүн:

.....

.....

.....

.....

.....

Алдаа:

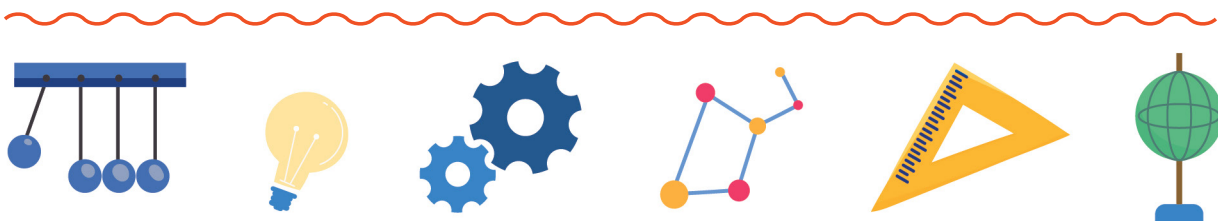
.....

.....

.....

.....

.....



Олж илрүүлсэн зүй тогтол:

.....

.....

.....

.....

.....

Туршилтыг сайжруулах санал:

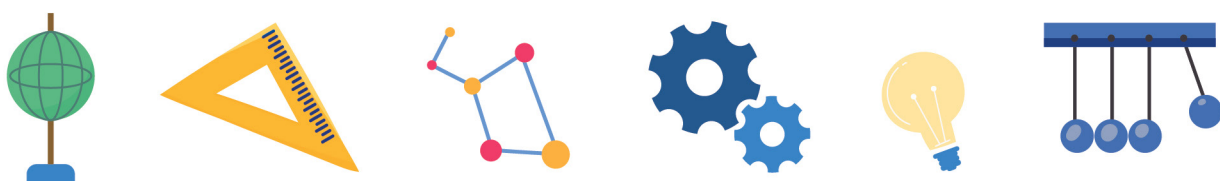
.....

.....

.....

.....

.....



БҮЛЭГ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН

Сэдэв: 11.8. Тогтмол гүйдлийн цахилгаан хэлхээ

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

11.8а. Электролизийн Фарадейн хуулийг санах, хэрэглэх

Туршилт ажил

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

Туршилтын зорилго

Шингэн дэх цахилгаан гүйдлийн шинж чанарыг судлах туршилтыг төлөвлөх, туршилтыг гүйцэтгэж хэмжилт хийх, хэмжилтийн үр дүнг ашиглан Фарадейн хуулийг томъёолох, Фарадейн тогтмолыг тодорхойлох.

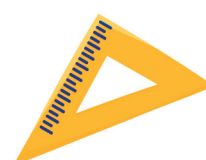
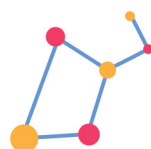
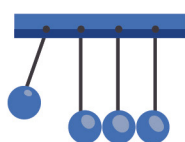


Онолын мэдээлэл

Майкл Фарадей (1833) металл агуулсан шингэнд хоёр электрод дүрж тогтмол цахилгаан гүйдэл гүйлгэхэд электродууд дээр ялгарсан элементүүдийн масс m нь тэдгээрээр урсан Q цэнэгтэй шууд хамааралтай байгааг тогтоосон байна. Электродуудаар гүйх гүйдлийн цэнэгийн хэмжээ нь шингэн дэх металлын ионы цэнэгээс (валентын электроны тоо) хамаарах тул 1 моль бодист харгалзах цэнэгийн хэмжээ буюу Фарадейн тогтмол хэмээх пропорционалийн коэффициентийг хэрэглэн Электролизийн хуулийг дараах хэлбэрээр илэрхийлжээ.

$$m = \frac{A}{F \cdot n} Q = \frac{A}{F \cdot n} \cdot I \cdot t$$

Энд: A – элементийн атомын масс тоо, F - Фарадейн тогтмол, n – элементийн валентын электроны тоо, I – электродуудаар гүйсэн гүйдлийн хүч, t – гүйдэл гүйсэн хугацаа.





Хэрэглэгдэхүүн

- 60 ml, 0.3 M зэсийн байван (CuSO_4)
- Хавтгай зэс катод 2 ш (ойролцоогоор 7 см x 3 см)
- Ионгүйжүүлсэн ус (нэрмэл ус эсвэл рН нь 0.3 – 0.4 цэвэр ус байж болно.)
- Тогтмол гүйдлийн тэжээлийн үүсгүүр
- Шилэн аяга (100 ml хэмжих цилиндр)
- Холбогч утас (матар хавчаартай 2 ш) 5 ш
- Электрон жин хэмжигч (0.1 g дээш нарийвчлалтай байх)
- Хугацаа хэмжигч (гар утас байж болно.)
- Амперметр 1 ш
- Вольтметр 1 ш
- Реостат 1 ш
- Хуурай алчуур



Туршилт судалгаа

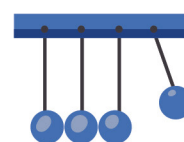
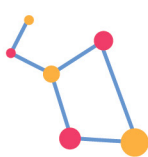
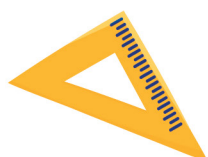
1. Туршилт төлөвлөх

Дээрх туршилтад хэрэглэгдэх зүйлсийг ашиглан электролизийн хуулийг шалгаж, F – Фарадейн тогтмолын утгыг тодорхойлох туршилтын төлөвлөгөө боловсруулна.

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

1.2. Электролизийн хуулийг шалгахын тулд бид багадаа 2 таамаглалыг шалгах туршилтуудыг хийх шаардлагатай. Дараах хүснэгтийг дэвтэртээ гүйцээж бич.

№	Таамаглал	Үл хамаарах хэмжигдэхүүн	Тогтмол барих хэмжигдэхүүн	Үндэслэл
1				
2				



1.3. Туршилтуудын хэмжилт хийх алхам, дарааллыг бичнэ үү.

.....

1.4. Туршилтуудад харгалзах хэмжилтийн утгуудыг тэмдэглэх хүснэгт зохио.

2. Аюулгүй ажиллагаа

Туршилтыг гүйцэтгэхэд тохиолдож болох хоёр аюул, түүнээс урьдчилан сэргийлэх арга замыг бичнэ.

Уусмалтай холбоотой:

.....

Багажтай холбоотой:

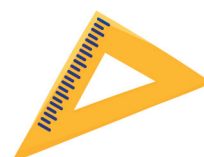
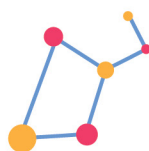
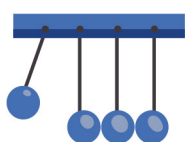
.....

3. Өгөгдөл цуглуулах

Туршилтыг зөв, аюулгүй, хялбар гүйцэтгэхийн тулд үл хамаарах ба тогтмол барих хэмжигдэхүүнүүдийг тохиромжтой завсарт сонгох, хэмжих хэрэгслийг оновчтой сонгох шаардлагатай.

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

Хэмжигдэхүүн	Тохиромжтой утга	Үндэслэл
Тэжээл үүсгэгчийн хүчдэл	5 – 8 В	
Электролит уусмалын концентрац	0.1 – 0.6 М	
Туршилтын нэг циклийн үргэлжлэх хугацаа	10 – 15 мин	



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

.....

Туршилтад реостатыг ямар зорилгоор ашиглах вэ? Үндэслэлтэй тайлбарла.

.....

3.4. Туршилтуудыг гүйцэтгэж хэмжилтийн утгуудыг өөрийн зохиосон хүснэгтэд бич.

4. Өгөгдөл шинжлэх

Хэмжилтийн үр дүнгүүдээр график байгуулан шинжилнэ. (Хавсралт дахь график байгуулах талбарыг ашигла.)

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

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

4.3. Фарадейн тогтмолыг тооцоол.

5. Туршилтыг сайжруулах санаа

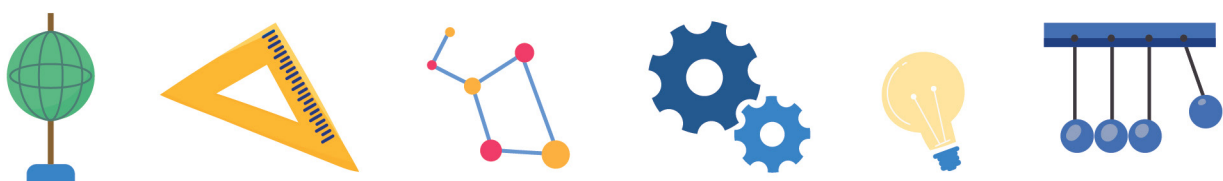
Туршилтын үр дүнг сайжруулах санаа бичнэ.

5.1. Хэмжилтийн алдааг багасгах нэг санаа гарга.

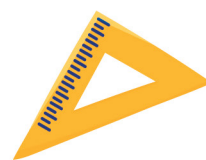
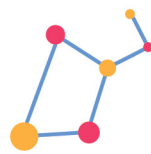
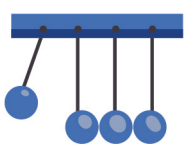
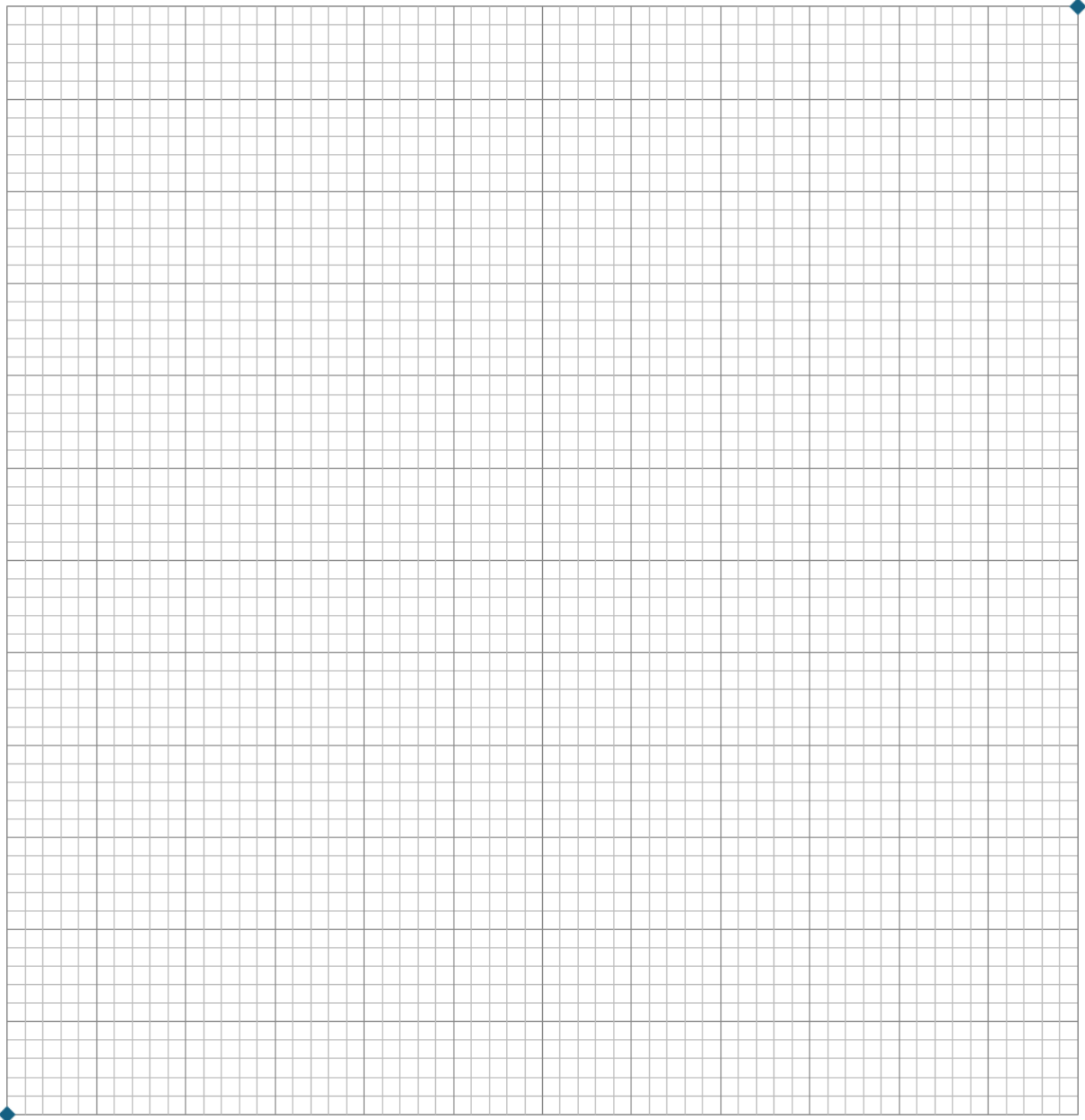
.....

Туршилтыг өргөтгөх нэг санаа гарга.

.....



Хавсралт-1. График байгуулах талбар



БҮЛЭГ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН

Сэдэв: 11.8. Соронзон орон

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

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

Туршилт ажил

Соронзон орны дүр төрхийг судлах

Туршилтын зорилго

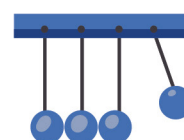
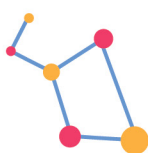
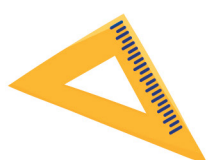
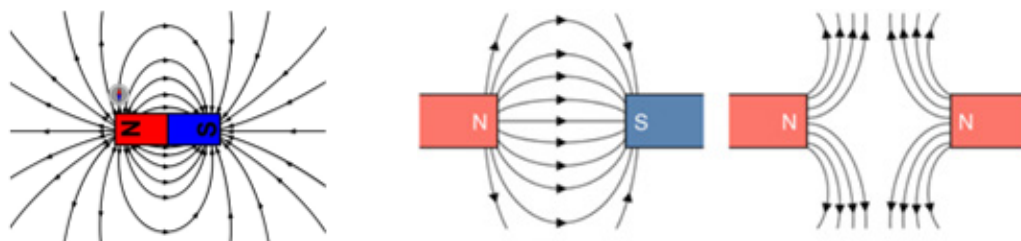
Сурагчид тогтмол соронз ба шулуун, дугуй, соленоид дамжуулагчийн үүсгэх соронзон орныг цахим болон бодит лабораторийн багажаар судлах замаар туршилт төлөвлөх, хэмжилтийн аргачлал боловсруулах, хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах төлөвлөгөө гаргах чадвартаа ахиц гаргана..



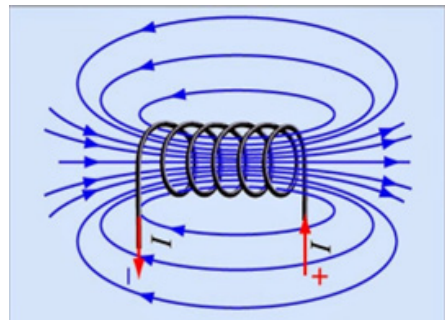
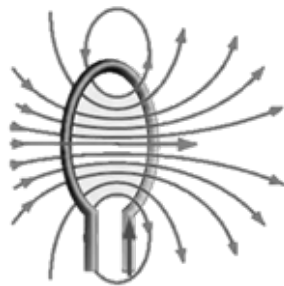
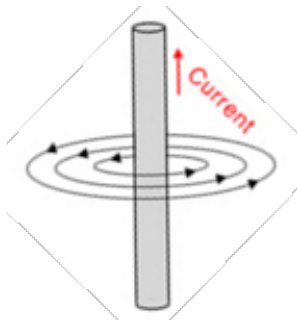
Онолын мэдээлэл

Соронз зайнаас үйлчилдэг. Үүнийг түүний орчимд үзэгдэхгүй атлаа хүчний үйлчлэл үзүүлэх чадвартай зүйл үүсдэг гэж үздэг. Түүнийг соронзон орон гэж нэрлэдэг. Орныг загварчлахын тулд орны шугам гэсэн ойлголт ашигладаг.

Тогтмол соронзын эргэн тойронд үүсэх соронзон орон



Гүйдлийн соронзон орон



Хэрэглэгдэхүүн

шулуун соронз
бичгийн цаас
төмрийн үртэс
луужин



Аюулгүй ажиллагаа

Туршилтын явцад анхаарах зүйлсийг тэмдэглэнэ үү.

.....

.....

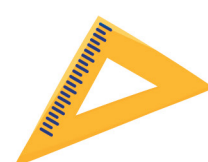
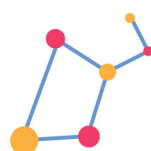
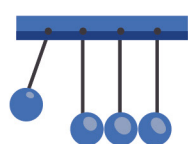
.....

.....



Туршилт судалгаа

Туршилт 1: Тогтмол соронзын эргэн тойронд үүсэх орны төрхийг илрүүлэх
Ширээн дээрх шулуун соронз, бичгийн цаас, төмрийн үртэс, луужинг ашиглан соронзон орны төрхийг илрүүлэх туршилт хийнэ. Төмрийн үртсээ жигд цацаад цаасаа зөөлөн товшино. Гарсан хэлбэрийг алдагдахаас өмнө зураарай.



А. Шулуун соронзын орны төрхийг илрүүлэх туршилтын зургаа доорх зайд зурна уу.

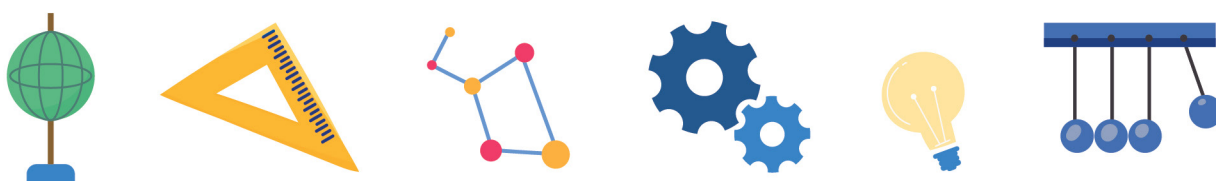
Туршилтын ажиглагдсан төрх	Шугамаар дүрсэлбэл

Б. Хоорондоо таталцаж буй хоёр шулуун соронзын орны төрхийг доорх зайд зурна уу.

Туршилтаар ажиглагдсан төрх	Шугамаар дүрсэлбэл

В. Хоорондоо түлхэлцэж буй хоёр шулуун соронзын орны төрхийг доорх зайд зурна уу.

Туршилтаар ажиглагдсан төрх	Шугамаар дүрсэлбэл



Туршилтын үр дүнгээ бусад багуудынхтай харьцуулан, дүгнэлт гаргана уу?

.....

.....

.....

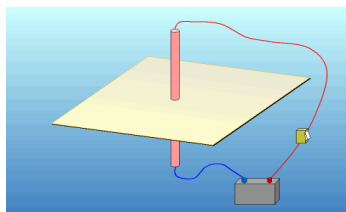
.....

.....

Туршилт 2: Гүйдлийн соронзон орны төрхийг илрүүлэх

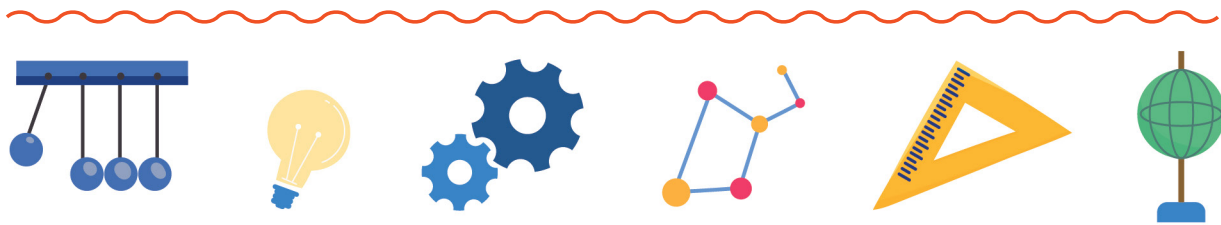
Цахилгаан гүйдэл соронзон үйлчлэл үзүүлэх чадвартай байдаг. Гүйдэлтэй дамжуулагчийн орчимд соронзон орон үүсдэг. Гүйдэл чиглэлтэй бөгөөд битүү хүрээгээр урсдаг, түүний үүсгэх соронзон орон чигтэй бас битүү шугамтай. Эдгээр туршилтаар ямар уялдаа байгааг цахим туршилт ашиглан илрүүлнэ.

А. Шулуун гүйдлийн соронзон орныг дүрслэх

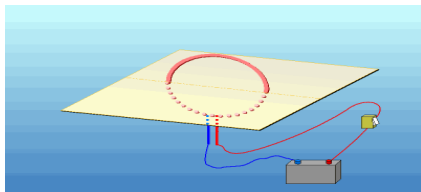


QR-ийг уншуулж цахим туршилтыг хийж шулуун дамжуулагчийн үүсгэх соронзон орны дүр төрхийг болон орны чиглэлийг тогтооё.

Туршилтаар ажиглагдсан төрх	Шугамаар дүрсэлбэл



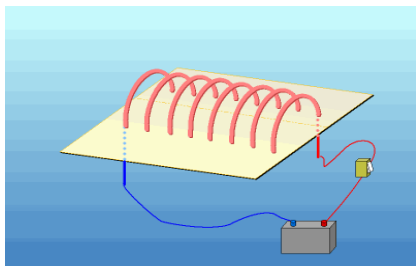
Б. Дугуй гүйдлийн соронзон орныг дүрслэх



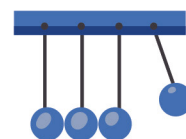
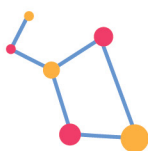
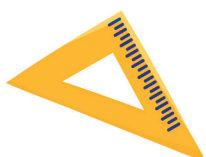
QR-ийг уншуулж цахим туршилтыг хийж дугуй гүйдлийн соронзон орны дүр төрхийг болон орны чиглэлийг тогтоогоорой.

Туршилтаар ажиглагдсан төрх	Шугамаар дүрсэлбэл

В. Ороомгоор гүйх гүйдлийн соронзон орныг дүрслэх



QR-ийг уншуулж цахим туршилтыг хийж ороомгийн үүсгэх гүйдлийн соронзон орны дүр төрхийг болон орны чиглэлийг тогтоогоорой.



Туршилтаар ажиглагдсан төрх	Шугамаар дүрсэлбэл

Туршилтын үр дүнгээ бусад багуудынхтай харьцуулан дүгнэлт гаргана уу?

.....

.....

.....

.....

Туршилтын нэгдсэн дүгнэлт:

.....

.....

.....

.....

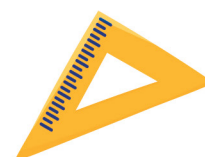
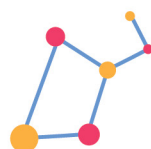
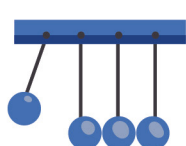
Туршилтын явцад гаргасан цаашид судлахыг хүссэн нэг асуудлыг бичнэ үү.

.....

.....

.....

.....



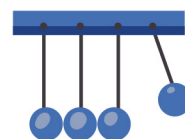
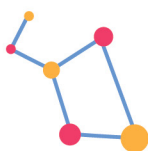
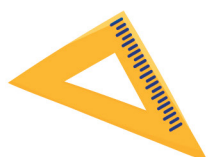
Уг асуудлыг судлах туршилтыг хэрхэн хийх арга замыг илэрхийлнэ үү.

.....

.....

.....

№	Асуулт	Өөрийн эргэцүүлэг
1	Багаж, төхөөрөмж судлахыг хүссэн зүйлийг харуулж чадсан уу?	
2	Та аюулгүй ажиллагааны ямар зааварчилгааг мөрдсөн бэ?	
3	Туршилтыг хийхийн өмнөх таны төсөөлөлтэй үр дүн хэр нийцсэн бэ?	
4	Та туршилтын явцад ажиглагдсан эргэлзээтэй зүйл юу байсан бэ?	
5	Та туршилтаас шинээр ямар зүй тогтол илрүүлсэн бэ?	
6	Туршилтаар цаашид судлахыг хүсэж байгаа зүйл юу вэ?	
7	Туршилтыг улам төгөлдөржүүлэх, сайжруулах санаа юу байна вэ?	



БҮЛЭГ ХЭЛБЭЛЗЭЛ, ДОЛГИОН

Сэдэв: Гармоник хэлбэлзэл

Анги

Суралцагчийн нэр

СУРАЛЦАХУЙН ЗОРИЛТ

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

Туршилт ажил

Биеийн хэлбэлзэх хөдөлгөөнийг гарын доорх материал ашиглан судлах

Туршилтын зорилго

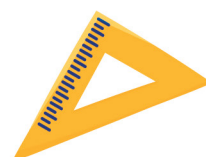
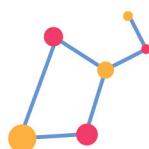
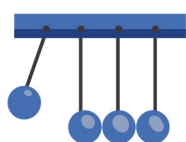
Бид утсан дүүжин ашиглан хүндийн хүчний хурдатгал g -г туршилтаар олох замаар туршилт төлөвлөх, хэмжилтийн аргачлал боловсруулах, хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах төлөвлөгөө гаргах чадвартаа ахиц гаргах болно

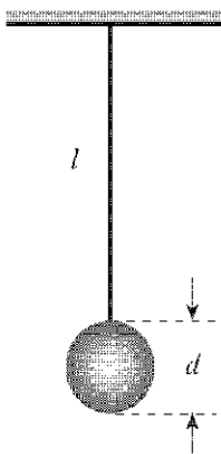


Онолын мэдээлэл

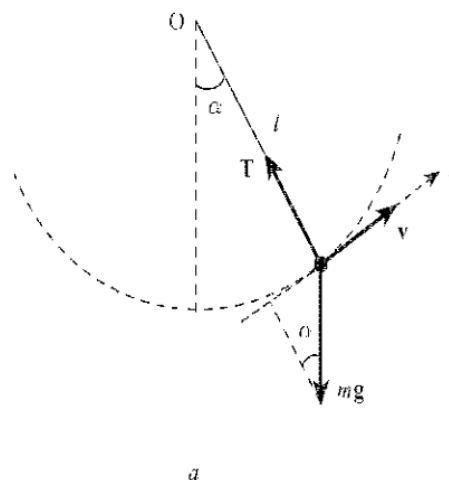
Жингүй шахам урт нарийн утсанд дүүжилсэн жижиг хэмжээний хатуу бие бүхэн математик дүүжин болж чадна. Энэ ажилд математик дүүжин болгож нэг үзүүр нь хөдөлгөөнгүй бэхлэгдсэн нөгөө үзүүрт m масстай жижиг шаариг дүүжилсэн l урттай утсыг авна.

Энэ нь математик дүүжин болж байхын тулд шааргийн диаметр d утасны урт l -ээс олон дахин бага $d \ll l$ ба утас жингүй ($m_{\text{шарик}} \gg m_{\text{утас}}$) байвал зохино. (Зураг 1). Дүүжинг тэнцвэрийн байрлалаас α өнцгөөр хазайлгасны дараа түүнийг чөлөөлбөл дүүжингийн уртад перпендикуляр чиглэлийн дагуух хүчний байгуулагчийн үйлчлэлээр хэлбэлзэх хөдөлгөөн хийнэ. (Зураг 2)





Зураг 1



Зураг 2

Математик дүүжингийн хэлбэлзлийн давтамж ба үеийг тодорхойлъё. Математик дүүжингийн хэлбэлзлийн давтамж дараах илэрхийллээр тодорхойлогдоно.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (1)$$

Хэлбэлзлийн үе $T = \frac{2\pi}{\omega}$ байдаг тул дүүжингийн хэлбэлзлийн үе дараах томъёогоор тодорхойлогдоно.

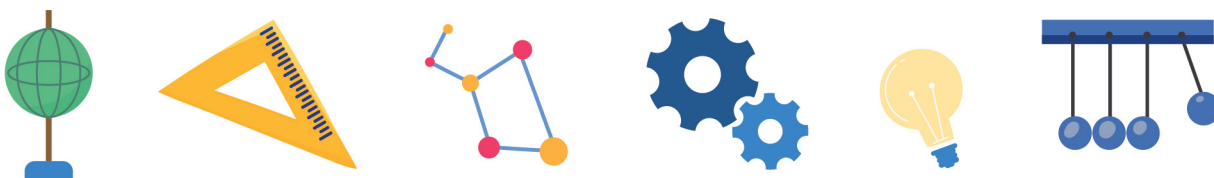
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (2)$$

Эндээс харвал давтамж ба үе зөвхөн математик дүүжингийн хийцээс хамаарч байна. Тэгвэл энэ хамаарал нь чөлөөт уналтын хурдатгалыг хялбархан олох боломжийг бий болгоно.

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2} \quad (3)$$

Тэгэхээр энэ томъёоноос үзвэл чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлохын тулд дүүжингийн урт, үеийг хэмжиж олсон байх шаардлагатай болно.

Үеийг олохын тулд N тооны бүтэн хэлбэлзэл хийх t -хугацааг хэмжээд $T = \frac{t}{N}$ (4) гэсэн харьцааг ашиглана.





Хэрэглэгдэхүүн

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



Аюулгүй, зөв ажиллагаа

Өнцөг далайц их байх тутам үе өнцөг далайцаас хамаарах хандлагатайг анхаарч, өнцгийн бага утгын мужид ажиллана уу.

Үеийг хэмжихдээ олон удаа хэлбэлзүүлэх, тэнцвэрийн байрлал дайрах үед хугацааг тоолох хэрэгтэй.



Туршилт судалгаа

Тогтмол барих хэмжигдэхүүнийг ялгана.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүний нэр: Дүүжингийн масс, өнцөг далайц, хэлбэлзлийн тоо

Тогтмол байлгах аргачлал:

.....

.....

.....

.....

.....

Өөрчлөх хэмжигдэхүүн буюу удирдан хувьсагчийг ялгана.

Удирдан хувьсагчийн нэр: Дүүжингийн урт

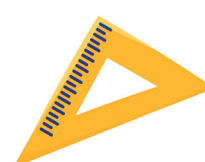
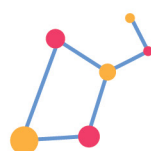
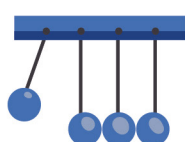
Өөрчлөх аргачлал, хэмжилтийн утгыг завсар:

.....

.....

.....

.....



Хамаарах хэмжигдэхүүн буюу дагалдан хувьсагчийг ялгана.

Дагалдан хувьсагчийн нэр: Хэлбэлзлийн үе

Хэмжих аргачлал, хэмжилтийн утгын завсар:

.....

.....

.....

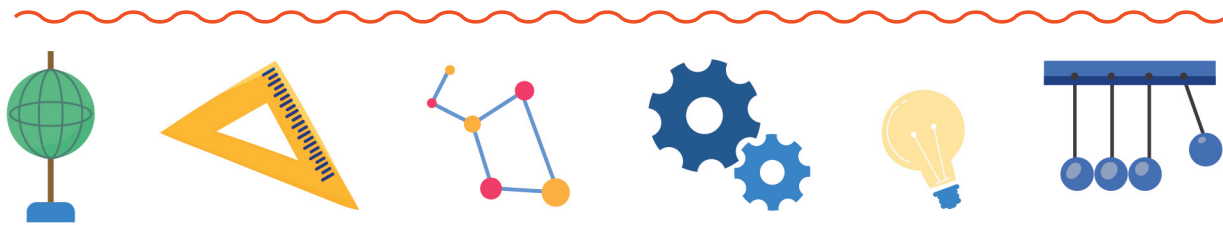
.....

.....

1. Судлах хамаарал:

Зүүсэн ачааны масс Өнцөг далайц

Дүүжингийн урт l , cm	Хэлбэлзлийн хугацаа t , s	Хэлбэлзлийн тоо N	Хэлбэлзлийн үе $T = \frac{t}{N}$, s	T^2 , s ²



2. Хэлбэлзлийн үе дүүжингийн уртаас хамаарах график

Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу $X = l / \text{cm}$, босоо тэнхлэгийн дагуу $Y = T^2 / \text{s}^2$ авч хамаарлын график байгуулна. Зүй тогтлыг илэрхийлэх хамгийн “сайн” шулууныг зурна.

А. Туршилт хийх заавар

Туршилт хийх дарааллаа бичээрэй.

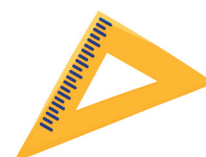
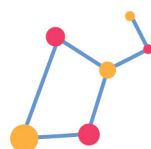
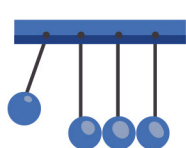
1. Ачааны дэгээнээс утас дэгээдэж утасны хоёр үзүүрийн нэгийг штативаас хөдөлгөөнгүй бэхэлнэ. Нөгөөг нь татаж дүүжингийн урт хамгийн их $l = 80 - 100 \text{ cm}$ байх утгад тохируулж бэхэлнэ.
2. $N=10$ удаа хэлбэлзэх хугацааг хэмжиж авна.
3. Дүүжингийн уртыг 10-15 cm –ээр багасгаж, туршилтыг давтана.
4. Дүүжингийн уртын 6 -аас доошгүй утгын хувьд хэмжилтийг давтан гүйцэтгэнэ.

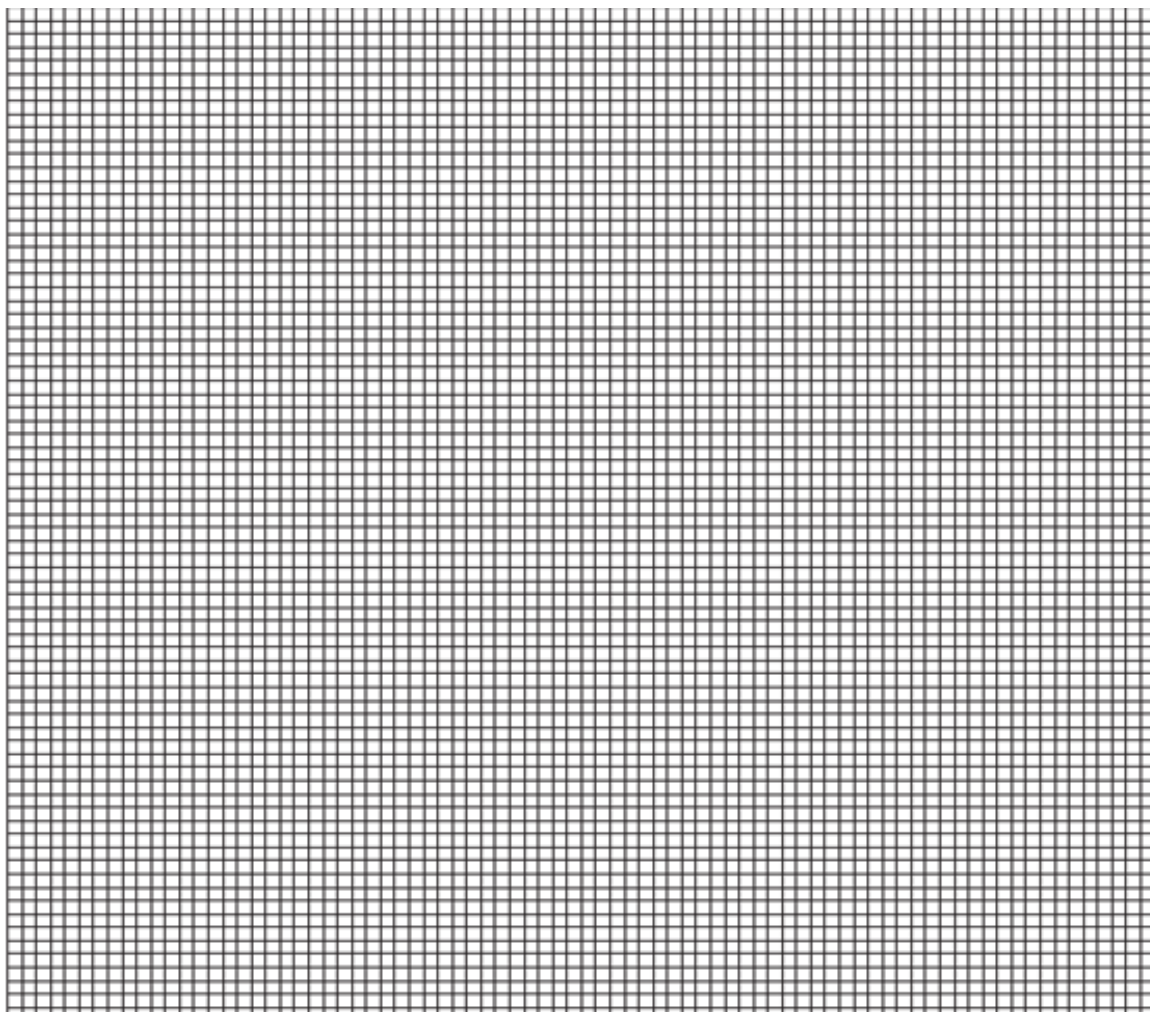
Б. Өгөгдөл цуглуулах

Хэмжилтийн үр дүнг хүснэгтэд бичнэ.

В. Туршилтын үр дүнг боловсруулах

- Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу дүүжингийн урт l, cm , босоо тэнхлэгийн дагуу T^2, s^2 -ийг авч график байгуулна.
- Зүй тогтлыг хамгийн харуулах “сайн” шулууныг зурна.
- Сайн шулууны налалт k -ыг тодорхойлно.



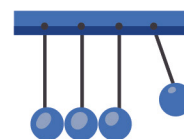
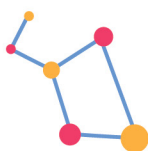
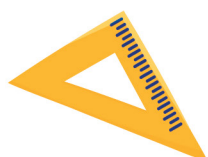


- Налалтын утгыг ашиглан чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлно. Тохирох нэгжийг бичээрэй.

$$g = \frac{4\pi^2}{k}$$

- Туршилтаар олсон хүндийн хүчний хурдатгалыг “жинхэнэ” утгаас хэр хазайж байгааг процентоор илэрхийлнэ үү.

$$\varepsilon_g = \frac{g_{\text{онол}} - g_{\text{туршилт}}}{g_{\text{туршилт}}} 100\%$$



Үнэлгээ

№	Асуулт
1	Чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлж буй энэ арга хэр оновчтой болох талаар дүгнэлт хийнэ үү.
2	Хэлбэлзлийн үе ба уртын хамаарлыг шугаман хэлбэрт оруулах өөр арга сэднэ үү.
3	$T^2 = kl + Y_{intercept}$ тэгшитгэлийн $Y_{intercept}$ -ийг тооцвол туршилтын үр дүнд ямар нөлөө үзүүлэх бол?
4	Утсан дүүжингийн хэлбэлзлийн үе биеийн массаас хэрхэн хамаарах бол? Үүнийг шалгах туршилтыг хэрхэн хийх вэ?
5	Туршилтын цэг бүрийн алдааг хэрхэн тооцох вэ?
6	Бусад сурагчдын гаргасан үр дүнгээс чиний туршилт хэр ялгаатай байна вэ? Ялгаа гарч байгаа шалтгааны талаар юу хэлж чадах вэ?

