

М.Ганбат, Ц.Амартайван, Э.Амаржаргал, Х.Батболд,  
Ж.Дөлгөөн, Я.Мөнхсайхан, Б.Пүрэвжал

# ФИЗИК IX

Ерөнхий боловсролын 12 жилийн сургуулийн  
9 дүгээр ангийн сурах бичиг

Боловсрол, Соёл, Шинжлэх Ухаан, Спортын Яамны  
зөвшөөрлөөр хэвлэв.

Гурав дахь хэвлэл

СУРГУУЛИЙН НОМЫН САНД ОЛГОВ.  
БОРЛУУЛАХЫГ ХОРИГЛОНО.

Улаанбаатар хот  
2019 он

DDC  
371.32  
Ф-503

Физик IX: Ерөнхий боловсролын 12 жилийн сургуулийн 9 дүгээр ангийн сурах бичиг. (Ганбат М., ба бус; Ред. Дамдинсүрэн Э. - УБ.2019. - 184 х.)

Азийн Хөгжлийн Банкны “Эдийн засгийн хүндрэлийн үед боловсролын чанар, хүртээмжийг сайжруулах төсөл”-ийн хүрээнд хэвлүүлэв.

Энэхүү сурах бичиг нь “Монгол Улсын Зохиогчийн эрх болон түүнд хамаарах эрхийн тухай” хуулиар хамгаалагдсан бөгөөд Боловсрол, Соёл, Шинжлэх Ухаан, Спортын Яамнаас бичгээр авсан зөвшөөрлөөс бусад тохиолдолд цахим болон хэвлэмэл хэлбэрээр, бүтнээр эсхүл хэсэгчлэн хувилах, хэвлэх, аливаа хэлбэрээр мэдээллийн санд оруулахыг хориглоно.

Сурах бичгийн талаарх аливаа санал, хүсэлтээ [textbook@mecs.gov.mn](mailto:textbook@mecs.gov.mn) хаягаар ирүүлнэ үү.

© Боловсрол, Соёл, Шинжлэх Ухаан, Спортын Яам

ISBN: 978-99962-74-40-4

# ӨМНӨХ ҮГ

Суурь боловсролын сүүлийн жил бол 9-р анги. Үүгээр ихэнх хичээлүүд суурь ойлголтыг өгч, нэгэн багцыг зангидаж дуусдаг. 9 –р анги дуусахад та нар физикийн хичээлээр юу үзэж мэддэг, чаддаг болох вэ? Энэ асуудлыг тодруулж ярилцъя.

Дулааны хөдөлгөөн ба энерги бүлгээр бодисын бүтцийн үүднээс бөөмөн загвар ашиглаж, бодисын агрегат төлөв өөрчлөгдөх фазын хувирал, дулаан зөөгдөх, дулаан тэлэлт зэрэг олон үзэгдлийг дулааны хөдөлгөөний үүднээс тайлбарлахын зэрэгцээ, бодисын дулааны шинж чанарыг илэрхийлдэг олон физик хэмжигдэхүүнтэй танилцаж, туршлагаар судлах аргыг эзэмших болно.

Соронзон орон ба цахилгаан орон, цахилгаан хэлхээ бүлгээр бодисыг цахилгаан цэнэг бүхий бөөмсөөс тогтоно гэсэн загварын үүднээс цахилгаанжсан биесийн харилцан үйлчлэл, шинж чанар болон соронз ба гүйдэлтэй дамжуулагчийн үүсгэх соронзон орон, цахилгаанжсан биеийн орчимд үүсэх цахилгаан орны шинж чанарыг судална. Мөн түүнчлэн цахилгаан гүйдлийн зүй тогтлыг илэрхийлэх физик хэмжигдэхүүнүүдтэй танилцаж, тэдгээрийн холбоо хамаарлыг туршлагаар судална.

Гэрэл бүлгээр гэрлийн цацраган загвараар гэрэл тархах, сүүдэр үүсэх, ойх, хугарах үзэгдэл, тэдгээрийн зүй тогтол хуулийг туршлагаар тогтоож, линз, микроскоп, дуран авайн ажиллах зарчимтай танилцана.

Байгалийн ухааны хичээлүүдээр шинжлэх ухааны сэдэв агуулгыг судлах явцдаа шинжлэн судлах арга барилд суралцах гэсэн шинэ зорилтыг дэвшүүлээд байна. Үүний шалтгаан нь орчин үеийн нийгмийн хэрэгцээ шаардлагаас урган гарч байгаа юм. Бидний эдэлж хэрэглэж байгаа цахилгаан хэрэгсэл маш богино хугацаанд технологийн хувьд хуучирч солиход хүрч байна. Компьютерийн программаар жишээлээд үзье. Хэдэн оны программ ашиглаж байна вэ, хэр шаардлага хангаж байна вэ гэсэн асуултад хариулаад үз дээ. Мэдээж 1990-ээд оны үеийн компьютерийн программыг одоо хэрэглэх боломжгүй нь ойлгомжтой. Үүний нэг адилаар мэдлэг маш хурдтай хуучирч байна. Интернэтийн арвин сангаас бид хүссэн мэдээллээ олж авч байна. Мэдээллийг чээжлэх аргаар суралцвал мэдлэг маань хэдэн жилийн дараа хуучирсан толь бичигтэй төстэй болно. Тэгвэл хэрэгтэй мэдээллийг олж авдаг, боловсруулдаг, цэгцэлдэг, хэрэглэдэг, үнэлж дүгнэдэг аргад суралцах нь явцуу мэдээллээс илүү чухал байдаг.

Ирээдүйн компаний захирлаар өөрийгөө төсөөлөөд үзье. Бизнесээ амжилттай байлгахын тулд үйлдвэрлэх бүтээгдэхүүн, ашиг, хэрэглэх технологи, барих үйлдвэр, болзошгүй эрсдэл гэх мэтээр маш олон хүчин зүйлийг оновчтой судалж хурдан хөдлөхгүй бол хямралд орно гэдгийг бид мэднэ. Үүний тулд зах зээл, техник технологи, ажиллах хүчин гэх мэт олон зүйлийн судалгаа хийх хэрэгтэй. Өөрсдөө шинэ технологи бүтээгч байхгүй бол зах зээлийн өрсөлдөөнд ялагдахад хүрнэ.

Эртний хятадын Күнзийн сургаалд “Загас барьж өгвөл нэжгээд өдрийн хоолтой, загас барих аргыг зааж өгвөл насан туршийн хоолтой” гэж сургасан байдаг. Иймд

та ирээдүйд ямар мэргэжил эзэмшлээ ч гэсэн шинжлэх ухааны судалгааны аргад түшиглэхгүйгээр амжилт гаргахад бэрхшээлтэй. Сэдэв агуулгыг сурах явцдаа судлан шинжлэх аргад сургахыг илүү чухалчилж байгаа шалтгааны талаар тодрууллаа. Байгалийн ухааны шинжлэн судлах аргын хүрээнд юуны өмнө дараах алхамд суралцахыг санал болгож байна. Үүнд:

1. Судлах асуудлаа олж таних, учир шалтгааны талаар таамаглал дэвшүүлэх
2. Таамаглалаа шалгах туршилт төлөвлөх
3. Туршилтаа хийж гүйцэтгэх, үр дүнгээ боловсруулах
4. Хэлэлцэх, сайжруулах, хэрэглэх








Хүн хэрхэн шинэ мэдлэг олж авдаг вэ гэдгийг судалсан эрдэмтэд нэгэн дуугаар “Хүн мэдлэгийг өөрийн оролдлого зүтгэлээр бүтээдэг. Гаднаас нь албадлагаар олгосон мэдлэг мэдээлэл төдий байдаг ба юмны учир шалтгааныг тайлах, хэрэглэх чадамжгүй, шинэ мэдлэг бүтээх арга болж чаддаггүй. Хүний олж авсан өмнөх зөв мэдлэг нь шинэ мэдлэг олж авах багаж зэмсэг нь болж байдаг. Багш сурагчдад мэдлэгээ бүтээхэд нь тусалж чиглүүлж, дэмжих үүрэг гүйцэтгэж чадна” гэж хэлдэг.

Физик бусад хичээлээр судалж буй агуулга, аргатай салшгүй холбоотой. Тэдгээрийн уялдааг олж харвал, сурсан нэг аргаа хэрэглэж сурвал, шинээр арга бүтээж, шинээр нэгэн зүйлийн учрыг олж сурах болно. Чээжлэхээсээ урьдаар учрыг нь олохыг хичээвэл, юмыг хийхээсээ өмнө яаж хийвэл илүү үр дүнтэй болох вэ гэдгийг тунгаан төлөвлөөд, хянуур нямбай хийж, алдаагаа олбол нэгэн зүйлийн учрыг олох сэжүүр гарна. Өөртөө итгэх нь чухал ч, нөхрийнхөө санааг сонсож тунгаавал илүү чухал санаа гарах магадлал өндөрсдөг. Физикийн арга бусад шинжлэх ухааны суурь болдог онцлогтой байдаг.

Дэлхийн хөгжилтэй орнууд STEM хөтөлбөрийг хойч үеийнхний боловсролын шинэ хандлага гэж үзэх боллоо. STEM гэж Science-Technology-Engineering-Math гэсэн үгний товчлол. Судалгаанд суурилж шинэ технологи гаргаж, зохион бүтээж тооцоолох чадвар эзэмших нь хойч үеийнхний эзэмших цогц чадамж гэсэн утгатай юм.

Физикийн ертөнцөөр аялах аялалд чинь амжилт хүсье. Сонирхолтой байх болтугай.

#### Таних тэмдэг

-  Ижил нөхцөлд хэрэглэх, шинэ нөхцөлд хэрэглэх, санаа гаргах, дүгнэлт
-  Төлөвлөх
-  Туршилт, дадлага ажил
-  Анхаарах зүйлс
-  Асуудал
-  Дасгал, даалгавар
-  Бичвэр мэдээлэл, нэмэлт мэдээлэл

# ГАРЧИГ

## 1. Дулааны хөдөлгөөн ба энерги ..... 6

1.1 Бодисын төлөв байдал .....	7
1.2 Температур, дулааны хөдөлгөөн, дулааны энерги .....	30
1.3 Дулаан шилжилт .....	46

## 2. Соронзон орон ба цахилгаан орон ..... 52

2.1 Соронзон орон .....	53
2.2 Цахилгаанжих ба цахилгаан орон .....	71

## 3. Цахилгаан хэлхээ ..... 97

3.1 Цахилгаан хүчдэл .....	98
3.2 Цахилгаан эсэргүүцэл .....	108
3.3 Цуваа ба зэрэгцээ холболт .....	120
3.4 Цахилгаан энерги ба чадал .....	125

## 4. Гэрэл ..... 137

4.1 Гэрэл тархах .....	138
4.2 Гэрлийн ойлт, толь .....	147
4.3 Гэрлийн хугарал, линз .....	155
4.4 Оптик багажууд .....	168

## 5. Нэгдсэн бодлого, даалгавар ..... 177

Бодлого 1 .....	178
Бодлого 2 .....	180
Бодлого 3 .....	181
Бодлого 4 .....	182
Бодлого 5 .....	184

# I БҮЛЭГ

# ДУЛААНЫ

# ХӨДӨЛГӨӨН

# БА ЭНЕРГИ

IX  
анги



## БҮЛГИЙН АГУУЛГА

1. Бодисын төлөв байдал
2. Температур, дулааны хөдөлгөөн,  
дулааны энерги
3. Дулаан шилжилт

# 1.1

## Бодисын төлөв байдал

### Усны төлөвийн өөрчлөлт



Дэлхий дээр хаа сайгүй гол, нуурын уснаас гадна үүл, манан мөн бидний нүдэнд ч харагдахгүй усны уур байдаг.

Дэлхийн гадаргын ус нь төлөв байдлаа хэрхэн өөрчилж, эргэлдэж байдаг вэ?



Температур өсөх үед



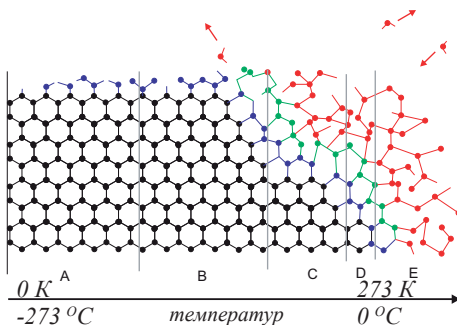
Мөс



Ус



Уур



Абсолют тээгээс хайлах хүртэл температур өсөхөд мөсөн талстын гадаргад болох үйл явцын бүтцийн дүрслэл

Өвөлдөө гол хөлдөж, хавартаа гэсч өглөөдөө манан татдаг. Хөлдөөгчинд мөс хөлдөөж, ус буцалгагчаас халуун ус аяганд хийхэд уур гардаг. Бидний өдөр тутмын амьдралд зарим бодис хатуу, шингэн төлөвт хувирч зарим нь огт хувирдаггүй мэт харагддаг.

- (а) Дулааны хэлбэлзэл орон торын бүтцийг эвдэж чадахгүй.
- (б) Гадаргын үе гажиж эхлэх боловч бүтцээ бүхэлдээ хадгална.
- (в) Гадаргын үе эрэмбээ алдаж, хайлж эхэлнэ.
- (г) Талстын гүн лүү хайлж эхлэх ба гадарга нь шингэрч, мөс гулсамтгай болно.
- (д) Ус.

Температур буурах үед



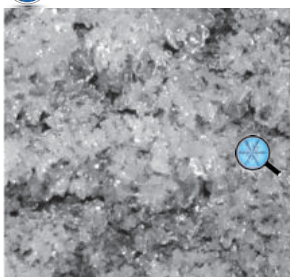
Уснаас бусад бодис хатуу, шингэн, хий төлөвт оршдог болов уу?

Төлөв байдал нь температур, бүтцээс хамаарч хэрхэн өөрчлөгдөж байна вэ?



Сүхбаатар аймгийн талын агуй 2014 оны  
10 сарын 24-ний өдөр

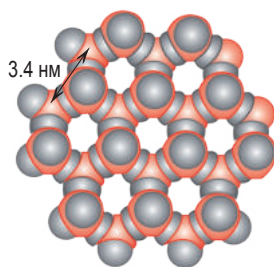
**Бодисын төлөв байдал, бүтцийн хооронд  
ямар нэгэн хамаарал байх болов уу?**



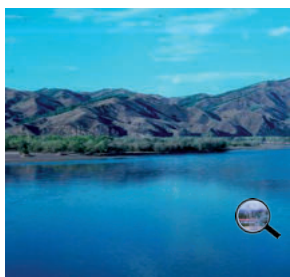
Агуй дахь мөсөн талст



Талстын ширхэг



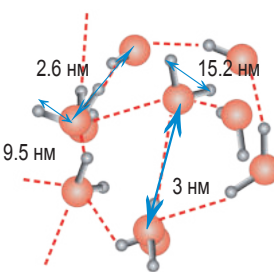
Мөсний молекул бүтэц



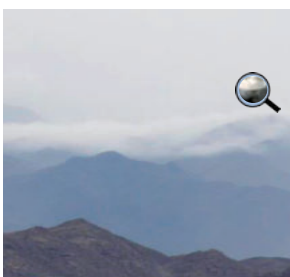
Туул гол



Усны дуслууд



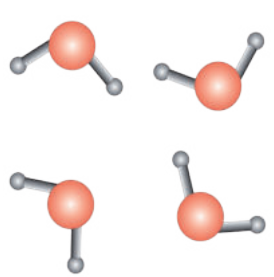
Усны молекул бүтэц



Уулын манан



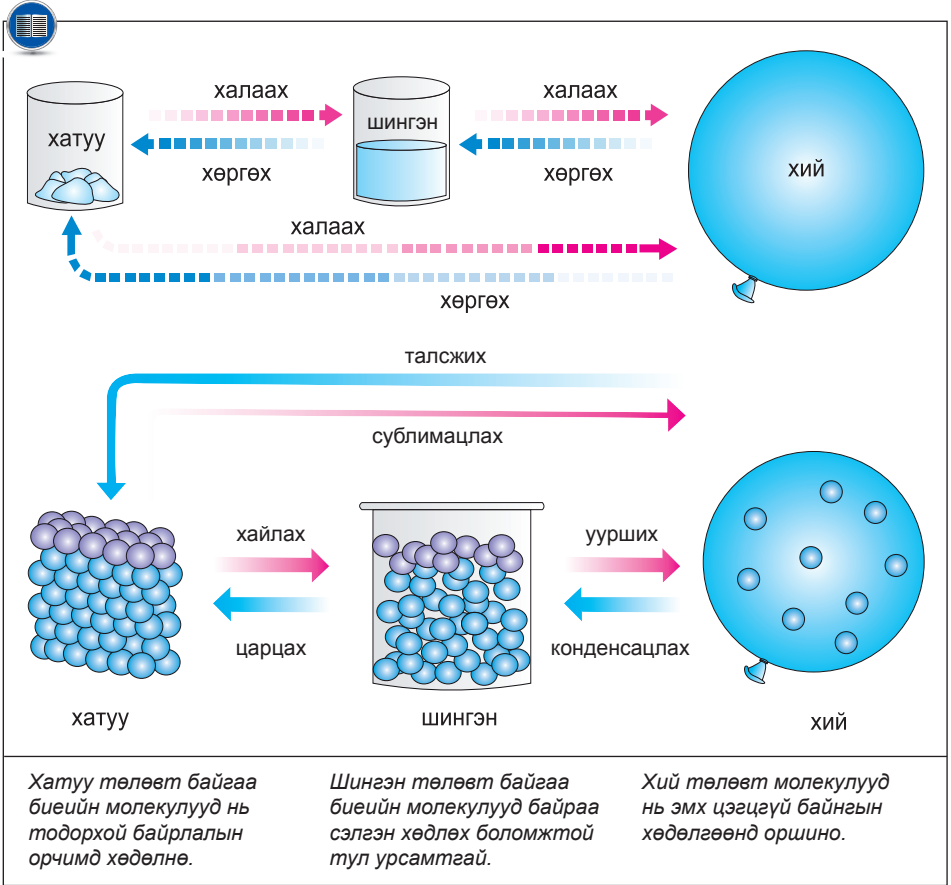
Манангийн шиврээ



Уурын молекул бүтэц



Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



ДАСГАЛ

Хүснэгтийн дутууг гүйцээж бөглөнө үү.

	Байгаль ахуй дахь байдал	Молекул бүтэц	Шинж
Хатуу			
Шингэн			
Хий			Хий төлөвт молекулын хоорондох зай их, эмх замбараагүй хөдөлгөөнд байна.

- Мөс, ус, уур нь молекулуудаас тогтдог.
- Молекулууд нь яагаад салж тардаггүй вэ?
  - Цуглараад жижигхээн болдоггүй юм бэ?
  - Ямар үед урсдаг вэ?
  - Ямар үед үүл манан болоод байна вэ?

**Хатуу биеийн бөөмс хөдөлдөг үү?  
Биеийн температур ба бөөмсийн хөдөлгөөний хооронд ямар  
нэгэн хамаарал байгаа болов уу?**

Салахгүйн тулд тэдгээр нь таталцдаг байж магадгүй. Хэрэв таталцдаг бол

- Ямар ч цавуу бэхлэх зүйлгүйгээр яагаад салахгүй байна вэ?
- Хэр хүчээр таталцдаг вэ?



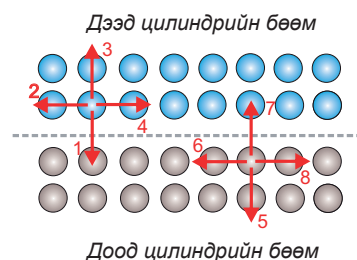
**Үүнийг тодруулахын тулд судалгаа хийж үзье.**



**Аргачлал:**

- Хар тугалгын гадаргыг сайтар тэгшлээрэй.
- Тэгшилсэн гадаргаар нь сайтар шахаж, босоо байрлуулан дээд цилиндрийг бэхэлнэ.
- Доод цилиндрт ачааг нэг нэгээр болгоомжтой өлгөөрэй.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Хоёр тугалган цилиндр /баримлын шавар/, ачаанууд, гадаргыг тэгшлэх зүйл



Туршилтаас ажигласан зүйл ба загварыг харьцуулан хар тугалгын барьцалдааны талаар дараах хүснэгтийг бөглөөрэй.

Цилиндр	Аль биеийг өргөх	Өргөх чиглэл	Өөрийн бөөмсийг татах чиглэл	Нөгөө цилиндрийн бөөмсийг татах чиглэл
Дээд цилиндр			2, 3, 4	
Доод цилиндр	ачаа	дээш		1



**Үр дүн:**

Хар тугалгын бөөмсийн бие биеэ татах хүчээр доод цилиндр тогтож байна. Хоёр цилиндрийг хэдий сайн шахсан ч нөгөөтэйгээ нэгдэхгүй байгаа нь бөөмс түлхэлцдэгийг гэрчилнэ.



**Дүгнэлт:**

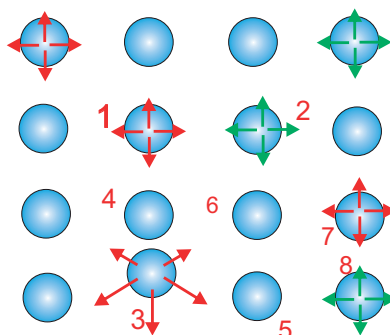
Хатуу биеийг бүрдүүлэгч бөөмс тодорхой хэмжээтэй таталцдаг, бас түлхэлцдэг.

**Хатуу биеийн бөөмс хөдөлдөг үү?**



**Асуудал:**

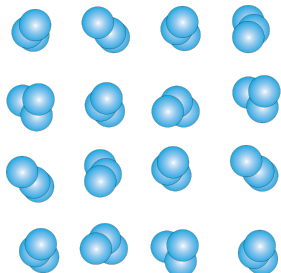
- Хэрвээ чамайг найзууд чинь тал талаас татаад, түлхээд байвал чамд ямар байдаг вэ?
- Өмнөх туршилтаар бөөмсийг тал талаас нь татаж байгааг нотолсон.
- Хатуу биеийн бөөмс нэг байрандаа хөдөлгөөнгүй байж чадах уу?



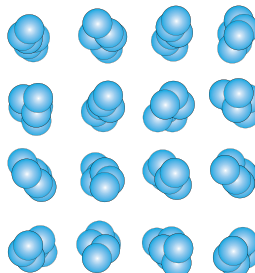
**Биесийн хөдөлгөөнийг жишиж үзэцгээе:**

- 1 дугаартай биеийг тал талаас татсаны дүнд баруун тийш, харин 2 дугаартай бие зүүн тийш хөдөлнө.
- 4 дугаартай бие хэт ойртсоноос 3 дугаартай биеийг түлхэнэ. Бусад нь татна. Эдгээрийн үйлчлэлээр 3 доош хөдөлнө.
- Бие тус бүрт бусад биес үйлчилснээс бие бүр аль нэг тийш хөдөлнө.
- Бие хөдөлсөөр өөр биед ойртвол нөгөө тийш, холдвол өөр лүүгээ татсаны улмаас бие бүрийн хөдөлгөөн тасралтгүй өөрчлөгдөн үргэлжилнэ.

Биесийн хөдөлгөөний гурван байрлалын давхацсан байдал



Биесийн хөдөлгөөний байрлалуудын давхацсан байдал



**Хөдөлгөөнийг тэмдэглэх:**

- Биесийн байрлалыг хугацааны тодорхой гурван агшинд зургийг авч, тэмдэглэн давхцуулан хараарай.
- Дахин дээрх үйлдлийг давтаарай.



**Үр дүн:**

1. Бие бүр тодорхой байр орчимд байрлаж байна.
2. Байрныхаа орчимд биес тодорхой эрэмбэгүй, эмх цэгцгүй хөдөлж байна.
3. Олон байрлалыг давхцуулан харахад биес байрныхаа орчимд чичирхийлсэн мэт харагдаж байна.

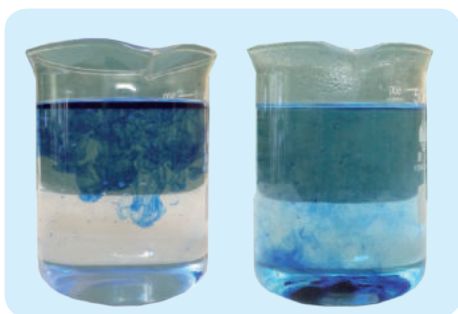


**Дүгнэлт:**

Биесийн хөдөлгөөнтэй молекулуудын хөдөлгөөнийг жишин үзвэл: Хатуу биеийн молекулууд нь тодорхой байрны орчимд эмх цэгцгүй чичирхийлэн хөдөлнө. Үүнийг физикт дулааны хэлбэлзэл гэдэг.

*Дулааны хөдөлгөөн ба энерги*

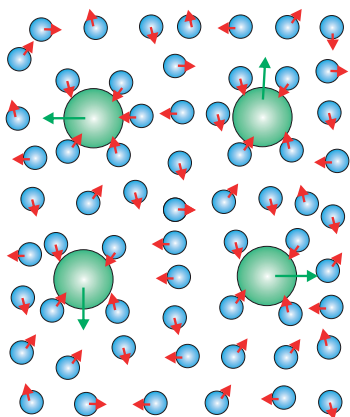
**Биеийн температур, бөөмсийн хөдөлгөөний хооронд хамааралтай болов уу? Түүнийг яаж судлах вэ?**



**Бэх тархах үйл явцыг загварчлахдаа:**

Дараах нөхцөлийг тооцъё:

- Бэхний ширхгүүд шингэний молекулуудаас том байна.
- Шингэний молекулуудыг бөмбөрцөг гэж үзье.
- Бэхний ширхгийг бөмбөрцөг гэж үзье.



**Шингэн яагаад бэхээр будагдан харагддаг вэ?**

Доорх мэдээлэлтэй холбон тайлбарлаарай.

Хүний нүд хамгийн багадаа 1 мм-ийг 10 хуваасны нэг орчим урттай зүйлийг харах боломжтой байдаг.



**Асуудал:**

- Бэхийг дусаавал бэхний ширхэгүүд халуун, хүйтэн усны алинд нь түрүүлж тархах вэ?
- Бэх хэрхэн тархах вэ?
- Яагаад тархах хугацаа ялгаатай байна вэ?
- Тархах хугацаа ба температурын хамаарлыг судалцгаая.

**Бэх тархах үйл явцыг загварчилцгаая:**

Мэддэг зүйл:

- Шингэний молекулууд байраа сэлгэн хөдөлнө.
- Хөдөлж буй бие бүхэн хурдтай.
- Молекул бүрийн хөдөлгөөний чиглэл ямар байх вэ? Мал бэлчих, хотлохтой зүйрлэн бодоорой.

Чиглэл	Чиглэл Байршил
Нэг зүг	.....
Зүг зүг	.....

**Илэрхийлэх зүйл:**

- Шингэний молекулууд бэхний ширхгийг тал талаас нь өөр хурдаар ирж мөргөнө.
- Бөөмсийн мөргөлдөөний дүнд бэхний ширхэг аль нэг тийш хөдөлнө.
- Бэхний ширхэг бүр өөр өөр тийш хөдөлбөл бэхээр шингэн будагдсан мэт харагдана.

*Дараах хүснэгтийг бөглөөрэй.*

	Халуун ус	Хүйтэн ус
Температур		
Бэх бүрэн тархах хугацаа		
Нэг молекулын дундаж хурд		

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

Хийг бүрдүүлж байгаа бөөмс бүр өөр өөр хурдтай ч нэг молекулын хөдөлгөөний дундаж кинетик энергийг

$$\overline{E_k} = \frac{m_0 \cdot v^2}{2} \quad \text{буюу} \quad \overline{E_k} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

болохыг эрдэмтэд туршилтаар нотолжээ. Үүнээс үзэхэд температур бөөмсийн хурдаас хамаарч байна.

$T \sim v^2$



### Үр дүн:

Халуун усанд бэх хурдан тархсан нь бөөмсийн хөдөлгөөний хурд их байгааг нотолж байгаа ба эрдэмтдийн судалгаатай тохирч байна.

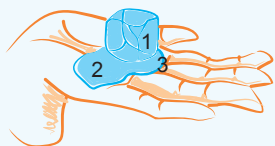


### Дүгнэлт:

Бөөмсийн хөдөлгөөний хурд ихсэх үед биеийн температур нэмэгдэнэ. Бөөмсийн хөдөлгөөний хурд багасахад температур буурна.

**Дасгал**

*Зургийг ажиглаад хүснэгтийг бөглөж гүйцээгээрэй.*



	Байдал	Төлөв	Бөөмс	Температур
1				
2		Шингэн		
3	Уур			



### Дугуй машинаа дааж байгаагийн учир юу вэ?

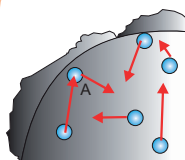


#### Машин үйлдвэрлэгчийн танилцуулгаас:

Суудлын машиныг хамгийн ихдээ 250 кПа хүртэл, өөр машины зарим дугуйг 400 кПа даралттай болтол хийлж болно. Суудлын тэрэгний дугуй 8-12 л эзлэхүүнтэй. Дугуйн эзлэхүүнийг 10 л, агаарын даралтыг 100 кПа, температурыг 17°C гэж үзээд дугуйн доторх бөөмсийн тоог олоход ойролцоогоор  $2.5 \times 10^{23}$  ширхэг атом оршино.

Суудлын машины дугуй дахь агаарын бүх атомыг зайгүй өрвөл ойролцоогоор тоглоомын хоёр шоо шиг болохыг нэгэн сурагч тооцоолжээ.

- Үлдсэн зай нь яаж дүүрч байна вэ?
- Дугуй яагаад хэлбэрээ хадгалаад байна вэ?



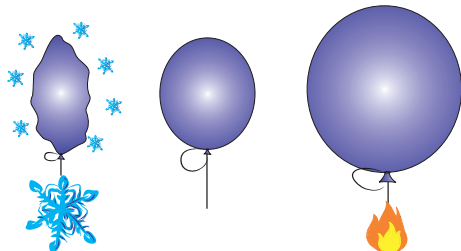
Дугуйн дотор байгаа агаарын молекулууд хөдөлгөөнийхөө явцад дотор ханыг байнга мөргөж байдаг. Зургийн А цэгт үзүүлснээр хийн молекул ханыг мөргөн ойно. Дугуйн энд тэндгүй бөөмс А цэгт мөргөсөн мэт байнга мөргөнө. Зүйрлэвэл, хөнжлөө тийчих хүүхдийн хөнжил хөндийрэн тогтох мэт дугуйн хана байнгын мөргөлтөөс үүсэх даралтад хонхойхгүй, бөөмс зүг бүртээ ижил хөдлөх тул дугуй дүүрнэ.

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



**Агаарын бөмбөлөг яагаад жижгэрсэн байна вэ? Энэ талаар судалж үзье.**

Сурагчийн туршилтыг зургаар үзүүлье.



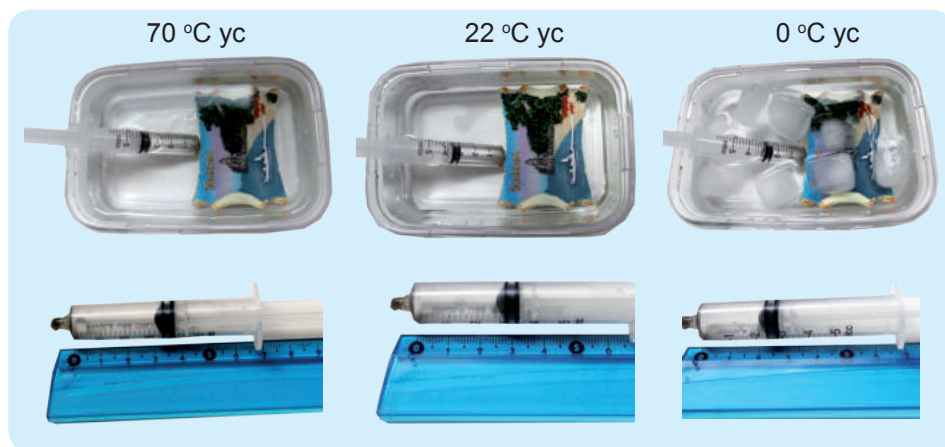
### Аргачлал:

1. Тариурын бүлүүрийг тодорхой эзлэхүүнтэй болгож хошууг нь битүүлнэ.
2. Усанд тариурын бүлүүрийг тэнцвэр тогттол дүрнэ.
3. Уснаас гаргаж тэмдэглэл хийнэ.
4. Өөр өөр температуртай усанд давтан гүйцэтгэнэ.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Ус, мөс, гурван ижил төрлийн сав, тариур, халаагуур, термометр, шугам



**Анхаарах зүйлс:** Халуун уснаас болгоомжил.



Хүснэгтийг бөглөж графикийг байгуулаарай.

$t^{\circ}, ^{\circ}\text{C}$	$V, \text{мл}$



### Дүгнэлт:

Хий хөрөхөд бөөмийн хурд багасаж саван доторх даралт гаднах даралтаас бага болох тул сав ижил даралттай болтол агшина.

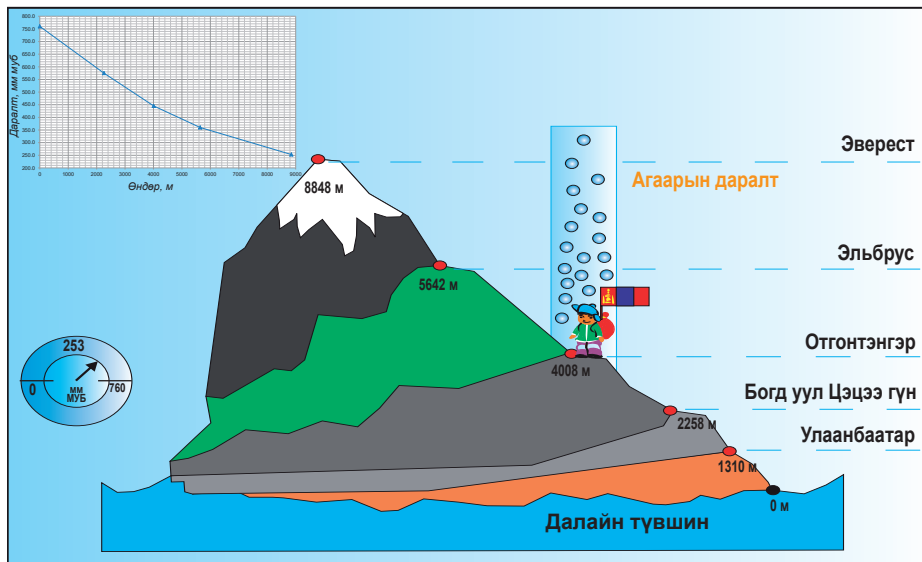


### Үр дүн:

1. Биеийн эзлэхүүн халуун усанд тэлж хүйтэн болон мөстэй усанд агшиж байна. Иймд температураас хамааран эзлэхүүн өөрчлөгддөг.
2. Агаар халаахад бөөмсийн хурд ихсэж бүлүүрийн дотроос дарах даралт гаднахтай ижил болтол тэлнэ.



**Уул өөд өгсөх тусам яагаад хүйтэрдэг вэ?**



**Хүснэгтийг гүйцээж бөглөөрэй.**

	Агаарын даралт	Нэгж эзлэхүүн дэх бөөмсийн тоо	Агаарын бөөмсийн хөдөлгөөн	Агаарын халуун хүйтний байдал
Далайн түвшин	хамгийн их	хамгийн олон	хурдан	хамгийн халуун
Улаанбаатар	их	олон		халуун
Цэцээ гүн				
Отгонтэнгэр	бага			хүйтэн
Гималай	хамгийн бага	хамгийн цөөн	удаан	хамгийн хүйтэн



- Дээшлэх тусам агаарын даралт буурна.
- Дээшлэх тусам нэгж эзлэхүүн дэх бөөмсийн тоо цөөрнө.
- Дээшлэх тусам агаарын температур буурна.
- Дээшлэх тусам бөөмсийн хөдөлгөөн удааширна.

Үр дүн, болон доорх мэдээллийг ашиглан дүгнэлт гаргана уу.

Нэгж эзлэхүүн дэх бөөмсийн нийт массын хэмжээ нь биеийн нягтаар тодорхойлогддог. Тодорхой зүйл дээр илэрсэн зүй тогтол нь ерөнхий тохиолдолд биелнэ гэж үздэг судалгааны арга байдаг.



**Дүгнэлт:** Хийн даралт температураас шууд хамаарна.  
Хийн нягт температураас хамаарна.

**Дасгал**

Өрөөнд халуун болоход хүүхдийн дотор муухайрдгийн шалтгааныг тайлбарлана уу.



## Хуучны мөнгөн аяга л задармаар юм даа?

Дээр үед мөнгөн аягыг хийхдээ модны үндсийг хэрэглэдэг байжээ. Орчин үед хуванцар аягыг мөнгөөр бүрдэг болсон. Аяга байнга халж, хөрдөг.



Биеийн тэлж агших нь

- хэр зэрэг урт
- ямар бодисыг
- хэдэн градусуар

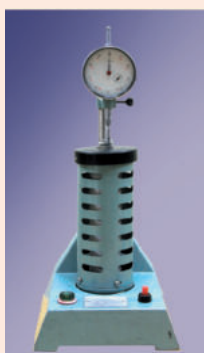
халаасан зэргээс хэрхэн хамаарч байна вэ?



Тэлэлт нь температураас хэрхэн хамаардаг вэ? Үүнийг туршиж судлахдаа дараах аргачлалтай танилцаарай.

### Аргачлал:

1. Тодорхой урттай савааг сонгоорой.
2. Уртын өөрчлөлтийг нарийн хэмжих багажийг олоорой.
3. Савааны температурыг тогтмол байлгах аргаа боловсруулаарай.
4. Хэмжилтийг хэрхэн хийхээ төлөвлөөрэй.



### Туршилтын ажлын тэмдэглэл

1. Хуруу шилэнд ус хийж дотор нь зэс савааг байрлуулав.
2. Зэс савааны дээд үзүүрт мм-ийг 0.00 нарийвчлалтайгаар хэмжигч багажийн голыг тулгаж тэг хуваарийг тохируулав.
3. Халаагуурыг залгаж температурын өөрчлөлт ба сунасан хэмжээг хүснэгтэд тэмдэглэв.

$\Delta t, ^\circ\text{C}$	20.0	40.0	60.0	80.0
$\Delta l, \text{мм(зэс)}$	0.07	0.14	0.22	0.28



4. Хүснэгтээс зэсийн суналт ба температурын өөрчлөлтийн графикийг байгуулав.

**График байгуулах арга**

1. Босоо ба хэвтээ тэнхлэгт тохирох утгыг тухайн тэнхлэгт тохируулан бичиж тэмдэглэх.

- Хэвтээ тэнхлэгт туршилтын явцад өөрчлөгдсөн утгыг тэмдэглэнэ.
- Босоо тэнхлэгт тухайн үр дүнгийн өөрчлөгдсөн утгыг тэмдэглэнэ.

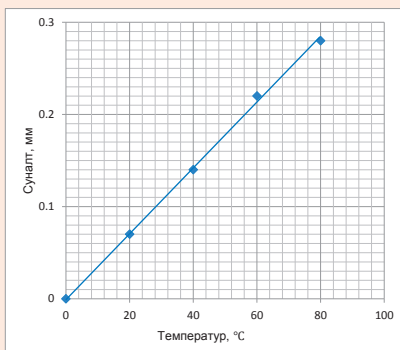
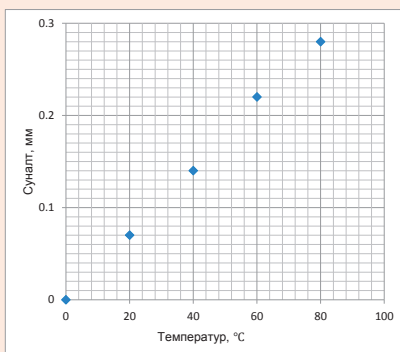
2. Босоо болон хэвтээ тэнхлэгт хэмжигдэхүүний нэр ба нэгжийг тэмдэглэнэ. Шаардлагатай үед зэргийг тэмдэглэж болно.

- Хэмжилт хийсэн хамгийн их тоон утгыг илэрхийлнэ.
- Бусад тоон утгын хэмжээг ижил үзүүлэлтээр илэрхийлж тэмдэглэнэ.

3. Хэмжилт хийсэн тоон утгыг тохирох хэсэгт алдаагүй бичиж тэмдэглэнэ. Цэгийн байрлалуудыг тодорхойлно.

4. Цэгийн байршлыг сайтар шалгасны дараа хамгийн сайн тохирох шулуун зурна.

- Шулуун шугаман график үүсэх тохиолдолд (баруун талын зураг) шугам хэрэглэж шулуун татна.
- Эхэлж тэмдэглэсэн цэгийг, шулуун хэр сайн дайрч байгааг шалгаж үзнэ.



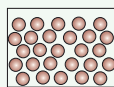
Графикаас харвал зэсийн сунасан хэмжээ температурын өөрчлөлтөөс шууд хамаарч байна.

$$\Delta l \sim \Delta t^\circ$$

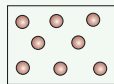


Санамсаргүй хүчин зүйлийн улмаас хэмжилт их, бага алдаатай гардаг. Иймд хэмжилтийн бүх цэг нэг шулуун дээр байх албагүй. Ийм шулууныг дундчилж зурдаг.

**Дасгал**



Халахаас өмнө



Халаасны дараа

- Зэс халах үед атомын юу өөрчлөгдөх вэ?
  - Атом томорно.
  - Атомуудын хурд нь ихэснэ.
  - Атом хоорондын зай ихэснэ.
  - Атомын масс нь ихэснэ.
- Зэсийн атом өнгөтэй юу? Өнгө нь атомын шинж чанарыг илэрхийлэх үү?
- Зэс утас яагаад уртассан бэ? Үүнийг бүтцийн өөрчлөлттэй холбон тайлбарлаарай.

*Дулааны хөдөлгөөн ба энерги*

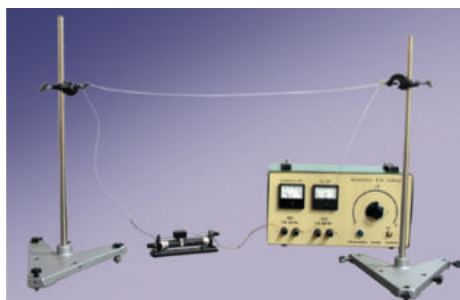
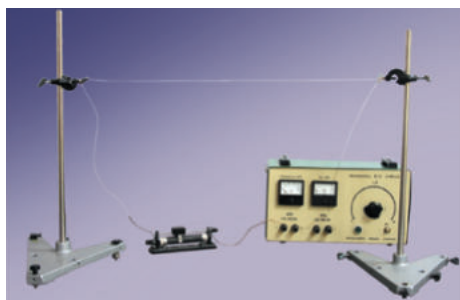
**Саваа урт байх тусам улам их сунах болов уу? Түүнийг туршиж шалгая.**



**Аргачлал:**

Зурагт үзүүлснээр хэлхээг угсарна.

- Хэлхээг залгахаас өмнө зэс дамжуулагчийн уртыг хэмжинэ.
- Хэлхээг залгаад дамжуулагч халж хотойх үед аль нэг штативийг утас тэгширтэл холдуулж ширээн дээрх холдсон зайгаар суналтыг хэмжинэ.



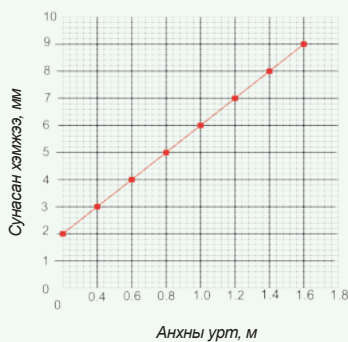
**!** Хэлхээгээр гүйдэл гүйх үед утас хурдан халах тул түлэгдэхээс болгоомжил Хэлхээг залгахын өмнө багшдаа заавал шалгуулж зөвшөөрөл аваарай.

**Дасгал**

Хэмжилтийн үед хугацаа, анхны урт, хүчдэл, гүйдлийн хүч, эсэргүүцэл гэсэн хэмжигдэхүүнүүдээс юу юуг тогтмол байлгах хэрэгтэй вэ? Тайлбарлана уу. Юуг өөрчлөх вэ? Яагаад ингэж бодож байгаагаа тайлбарлана уу. Хэмжилтээ хүснэгтэд тэмдэглэн график байгуулж дүгнэлт гаргаарай.

*Зэсийн суналт анхны уртаас хамаарах график*

№	$t, c$	$l_0, м$	$l, мм$	$\Delta l, мм$
1				
2				
3				
4				
5				
дундаж				

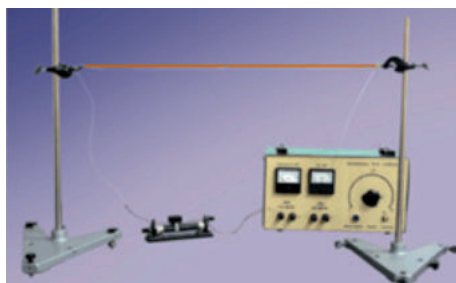
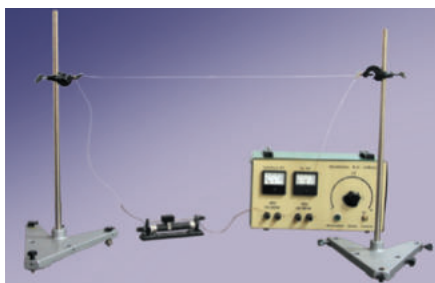


**Дүгнэлт:** Суналт нь анхны уртаас шууд хамаарна. Анхны уртыг 0.0 метрээр, сунасан хэмжээг 0.00 мм-ийн нарийвчлалтайгаар хэмждэг.

$$\Delta l \sim l_0$$



**Тэлэлт нь бодисоос хэрхэн хамаарч байна вэ? Үүнийг туршиж үзье.**



**Дасгал**

Туршилтыг төлөвлөн гүйцэтгээрэй.

1. Туршилтыг гүйцэтгэхдээ өмнөх туршилтын багажийг хэрэглээрэй.
2. Хэмжилтийн үед тогтмол байлгах хэмжигдэхүүнүүдийг ялган бич.

№	Хэмжигдэхүүн	Тайлбар
1		
2	Анхны урт	
3		

3. Юуг өөрчлөх вэ? Өөрчилж байгаа зүйл дээр юуг тогтмол байлгах вэ?

№	Хэмжигдэхүүн	Тайлбар
1		
2	Анхны урт	



Туршилтаас үзэхэд бодис бүр харилцан адилгүй сунана. Энэ шинж чанарыг илэрхийлэх физик хэмжигдэхүүнийг физикт **шугаман тэлэлтийн коэффициент** гэж нэрлэн  $\alpha$ , мм/м  $^{\circ}\text{C}$  -ээр тэмдэглэдэг. Шугаман тэлэлтийн коэффициент нь 1 м урт бодисыг 1  $^{\circ}\text{C}$ -аар халаахад хэдэн мм-ээр уртсах хэмжээг илэрхийлнэ.

$$\Delta l \sim \alpha$$



**Дүгнэлт:**

$$\text{Шугаман тэлэлт} = \text{Шугаман тэлэлтийн коэффициент} \cdot \text{Анхны урт} \cdot \text{Температурын өөрчлөлт}$$

Шугаман тэлэлт нь:

- хэр зэрэг урт
- ямар бодисыг
- хэдэн градусаар халааснаас хамаарна.

Биеийн суналт нь анхны урт, температурын өөрчлөлт, бодисын шинж чанараас хамаарч байна.

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t^{\circ}$$

Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

Бодис	Шугаман тэлэлтийн коэффициент, $\alpha$
Хөнгөн цагаан	0.024 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Төмөр	0.012 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Зэс	0.017 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Мөнгө	0.020 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Хар тугалга	0.031 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Ширэм	0.010 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Бетон	0.012 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Мод	0.040 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Туйпуу	0.007 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Шил	0.009 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Мөс	0.050 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Парафин	0.130 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Шаазан	0.004 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
Полиэтилен	0.220 $\frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$



Өмнөх туршилтуудын үр дүнг нэгтгэн дүгнэвэл: Хөнгөн цагааны шугаман тэлэлтийн коэффициентийг хураангуйгаар 0.024 миллиметрийг хуваах нь градус метр буюу  $\alpha = 0.024 \frac{\text{мм}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$  гэж бичнэ. Үүнийг

уншихдаа дараах схемийг баримталбал сайн.

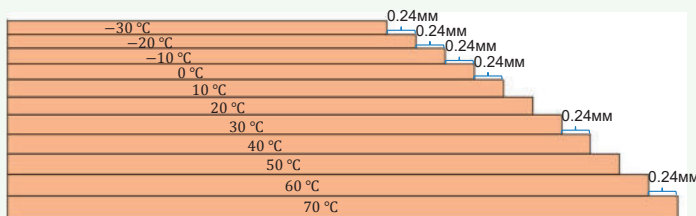
$$\alpha_{\text{хөнгөн цагаан}} = \frac{0.024 \text{ мм}}{1 \text{ м} \cdot 1 \text{ °C}} \quad 1 \text{ м урт хөнгөн цагааныг } 1 \text{ °C-ээр халахад } 0.024 \text{ мм уртасдаг.}$$



$l_0$  - Савааны анхны урт  
 $\Delta l$  - Савааны уртын өөрчлөлт (шугаман тэлэлт)

Дасгал

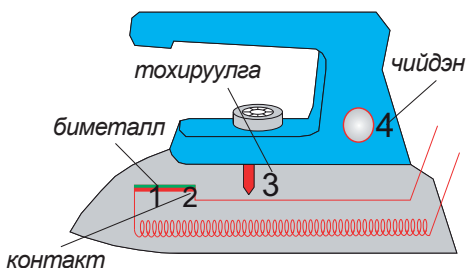
- 1 м урт хөнгөн цагааны температурыг 10 °C -ээр нэмэгдүүлэхэд уртын хэмжээ хэрхэн өөрчлөгдөхийг масштабаар харуулав. Өвөл -25 °C, хавар 10 °C, зун 30 °C, намрын хяруу унасан шөнө 0 °C байхад хөнгөн цагааны урт ямар болох вэ?



2. Савааны урт ямар хэмжээгээр өөрчлөгдөх вэ?

-30 °C болгоход	0 °C болгоход	30 °C байгаа саваа	60 °C болгоход	90 °C болгоход
		1 м урттай зэс		
		2 м урттай зэс		
		1 м урттай хөнгөн цагаан		
		2 м урттай хөнгөн цагаан		

**?** Индүүний тохируулгын ажиллах зарчим ямар байдаг вэ?



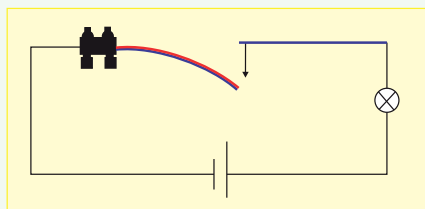
Индүү халах үед гэрэл асч унтарч байдгийн учир юу вэ?

Нөхцөл	Биметаллын урт	Бөөмөн загвар
Ижилхэн 5 см урттай зэс, төмөр тасалгааны температурт		
Хооронд нь бэхлээгүй халаасан үед		
Хооронд нь бэхэлж халаасан үед Хооронд нь бэхэлж нэг үзүүрийг нь холбож халаасан үед		

**Дасгал**

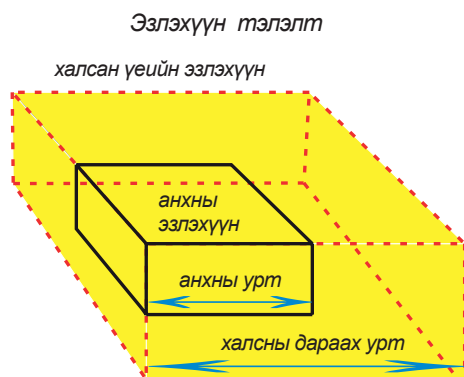
1. Дээрх индүүний тохируулгын өгөгдлийг хэрэглэн хүснэгтийг бөглөнө үү.
2. Индүүний зурагт тэмдэглэсэн 1, 2, 3, 4 биесийг схемд тэмдэглээрэй.
3. Индүүний тохируулгын схемийг тайлбарлан бичнэ үү.
4. Индүүний тохируулгыг бөөмөн загвараар тайлбарлана уу.

	20 °C	80 °C	$\Delta l$
$l_{\text{төмөр}}$			
$l_{\text{зэс}}$			
$l_{\text{зэс}} - l_{\text{төмөр}}$			



Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

**?** Хатуу бие зөвхөн уртаашаа тэлдэг үү?



Бид биеийг халаахад түүний урт хэрхэн өөрчлөгддөгийг үзлээ.

Гэвч биеийг халаахад

- Урт өөрчлөгдөнө,
- Өндөр нь өөрчлөгдөнө,
- Өргөн нь ч өөрчлөгдөнө.

**📊** Хатуу биеийн эзлэхүүн тэлэлтийн коэффициент нь шугаман тэлэлтийн коэффициентийг гурав дахин авсантай тэнцүү байдаг.

$$\beta = 3\alpha$$

**✓** Дүгнэлт:

$$\text{Эзлэхүүн тэлэлт} = \text{Эзлэхүүн тэлэлтийн коэффициент} \cdot \text{Анхны эзлэхүүн} \cdot \text{Температурын өөрчлөлт}$$

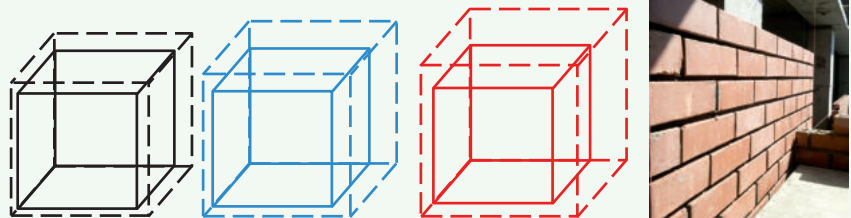
Эзлэхүүн тэлэлт нь хэр зэрэг эзлэхүүнтэй ямар бодисыг хэдэн градусаар халааснаас хамаарна.

Эзлэхүүн тэлэлт нь нь анхны эзлэхүүн, температурын өөрчлөлт, бодисын шинж чанараас хамаарч байна.

$$\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta t^\circ$$

**Дасгал**

1. Төмөр, хөнгөн цагаан, хар тугалгыг температурын өөрчлөлт нь ижилхэн байхаар халаав. Доорх зурагт үзүүлсэн металлыг тус бүр нэрлэнэ үү. Яагаад ингэж оноосноо тайлбарлана уу.



2. Туйпууны эзлэхүүн тэлэлтийн коэффициентийг тайлбарла. Туйпууны урт 24 см, өргөн нь 12 см, өндөр нь 6 см бол өвөл -30 °С, зун 30 °С болоход эзлэхүүн нь хэдий хэмжээгээр өөрчлөгдөх вэ? Манай оронд туйпуугаар өрлөг хийхэд хоорондох зайг нь хамгийн багадаа ямар зайтай өрөх вэ?

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



### Шингэн халахаараа тэлдэг болов уу, агшдаг болов уу?

Ихэнх шингэн халахаараа хатуу биеэс их тэлдэг. Хатуу биесийн нэгэн адил шингэнүүдийн тэлэлт өөр өөр байдаг. Зарим шингэний эзлэхүүн тэлэлтийн 20°C температуртай байх үеийн утгуудыг хүснэгтээр үзүүлээ.



Шингэн	Эзлэхүүн тэлэлтийн коэффициент, $\beta$
Бензол	0.001237 $\frac{1}{^\circ\text{C}}$
Ус	0.000208 $\frac{1}{^\circ\text{C}}$
Керосин	0.000955 $\frac{1}{^\circ\text{C}}$
Глицерин	0.000505 $\frac{1}{^\circ\text{C}}$
Спирт	0.001100 $\frac{1}{^\circ\text{C}}$
Хоолны давсны 26%-ийн уусмал	0.000436 $\frac{1}{^\circ\text{C}}$

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Нэг удаагийн хэрэглээний хөөсөнцөр аяга, резинэн тагтай жижиг шил 3 ширхэг, бүлээн ус, мөс, термометр, дууссан балны гол 3 ширхэг, судлах ус, тос, спирт

### Гүйцэтгэх дараалал

1. Шил тус бүрд шингэнүүдийг ижил хэмжээтэйгээр хийнэ.
2. Тасалгааны температурыг хэмжинэ. Шингэнүүдийг тасалгааны температуртай болгосон байна.
3. Гуурсаар хөөрсөн өндрийг тэмдэглэнэ.
4. Бүлээн устай аяганд хийнэ.
5. Шингэнүүд хөөрөхөө больтол хүлээнэ.
6. Гуурсаар хөөрсөн өндрийг тэмдэглэнэ.
7. Усандаа мөсөө дараалуулан хийж дээрх үйлдлийг давтан хийж тэмдэглээрэй.

	Тасалгаа ...°C	Усан дахь ...°C	Нэг мөс хийсний ...°C	Нэг мөс хийсний ...°C
Усны өндөр				
Тосны өндөр				
Спиртний өндөр				

### Дасгал

Туршилтын үр дүнгээ бөөмөн загвараар илэрхийлэн зурж тайлбарлана уу.

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



**Шингэнт термометрийг яаж хийдэг юм бол оо. Ямар онолд тулгуурладаг юм бол?**



Аливаа хэмжигч багаж нь:

- Биеийн аль нэг шинж чанарын өөрчлөлтөд тулгуурлан
- Тодорхой хязгаарт
- Тодорхой нарийвчлалтайгаар хэмждэг.

Шингэнт термометр нь бие халахаараа тэлдэг шинж чанарт тулгуурлан бүтээгдсэн байдаг.



Термометрийн хэрэглээнд анхаарах зүйл: Юм цохиж болохгүй, унахаас болгоомжил, булцуунаас барьж болохгүй, заалтыг эгц харна.

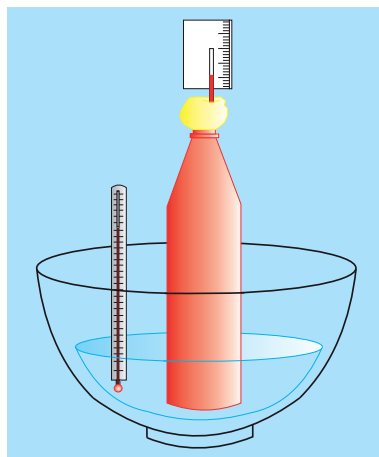
### Шингэнт термометр хийцгээе.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Ус, бэх, термометр, шилэн гуурс, шилэн сав, резинэн бөглөөтэй шилэн лонх, мөс



#### Аргачлал:

1. Шил лонхонд ус хийж мөн хэдэн дусал бэх хийнэ.
2. Резинэн бөглөөг цоолж шилэн гуурсыг лонхонд хийнэ. Агаар орохгүйгээр тогтооно.
3. Гуурсны ард картон цаас тогтоон хуваарийг хийж байрлуулна.
4. Термометр болон шилэн лонхыг шил савтай усанд хийж ажиглана.



Халуун уснаас болгоомжил.



#### Үр дүн:

Өөрийн хийсэн термометрийн үзүүлэлтийг тэмдэглээрэй.

#### Дасгал

Энэ термометрийн шингэнийг соливол хэмжилтэд ямар өөрчлөлт орох вэ?  
Гуурсыг нарийсгавал ямар өөрчлөлт орох вэ?

Багажийн тохиргоо	Үзүүлэлт
Шингэн	
Шингэний эзлэхүүний тэлэлтийн $\beta$	
Хэмжиж чадах хамгийн их утга	
Хэмжиж чадах хамгийн бага утга	
Хуваарийн үнэ /нарийвчлал/	
Хэмжилт хийх үед хүлээх хугацаа	

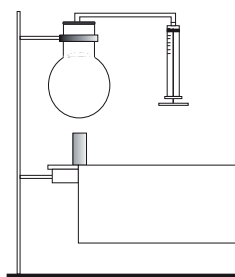


**?** Хий халахаараа тэлдэг үү, агшдаг уу?

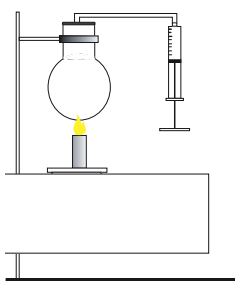
**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Резинэн бөглөөтэй шил лонх, резинэн гуурс, тариур, шил сав, халуун ус, термометр, мөс

**!** **Анхаарах зүйлс:** Халуун уснаас болгоомжил.

Зурагт үзүүлсэн багажийг ашиглан агаарын тэлэлтийг ажиглах туршилтыг төлөвлөн гүйцэтгээрэй.



Туршилтын өмнө



Туршилтын үед



**Гүйцэтгэх дараалал:**

1. Резинэн бөглөөг цоолж таглаж, гуурсыг суулгаж шилэн лонхонд хийнэ. Агаар орохгүйгээр тогтооно.
2. Гуурсны нөгөө үзүүрт тариурыг бэхэлнэ.
3. Шил саванд халуун ус хийж дотор нь термометр ба шил лонхыг хийнэ.
4. Термометрийн заалт болон тариурын бүлүүрийг ажиглан тэмдэглэл хийнэ.
5. Мөс хийж дахин тэмдэглэл хийнэ.

Туршилтыг гүйцэтгэн хүснэгтийн дутууг бөглөж, график байгуулж, дүгнэлт гаргаарай.

Температур	Эзлэхүүн
....	....
....	....
....	....
....	....
....	....



Хийн эзлэхүүн тэлэлтийн коэффициент нь хатуу бие ба шингэнийхээс бараг 100-1000 дахин их тул амархан тэлдэг. Янз бүрийн хийнүүдийн тэлэлт нь бараг адилхан байдаг. Эзлэхүүн тэлэлтийн коэффициент нь  $\beta=0,003663 \frac{1}{^\circ\text{C}}$  байна.

$$\beta = \frac{1}{273^\circ\text{C}}$$



**Үр дүн тооцох:**

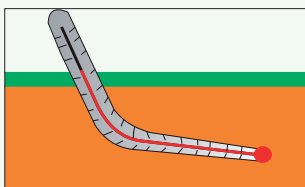
1. Анхны эзлэхүүнийг тооцоол.
2. Эзлэхүүн тэлэлтийг тооцоолж, дээрх утгатай жишиж дүгнэлт гаргаарай.

## Өөрийгөө сорiorой

1. Номхон далай нь Дэлхийн нийт гадаргын 1/3-ийг буюу 1797 сая кв.км талбай эзэлнэ. Энэ нь Дэлхийн бүх хуурай газраас илүү хэмжээтэй байна. Хойноос урагш 15500 км, баруунаас зүүн тийш 19800 км өргөн болно. Хамгийн гүн цэг нь 10911 м гүн бүхий, Марианы хотгор, Далайн дундаж гүн 4280 метр байдаг.

Дээрх мэдээллээс усны температурыг  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  нэмэгдүүлэхэд усны түвшин ямар хэмжээгээр нэмэгдэхийг үнэлээрэй.

2. Хөрсний янз бүрийн гүний температурыг өглөө, үд, оройн цагуудад хэмжиж жишиж үзнэ үү?



Хөрсний гүн	5 см	10 см	15 см	20 см	25 см
өглөө					
үд					
орой					

Ургамал	Хатах температур
Улаан буудай	$-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ээс $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Арвай, овьёос	$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ээс $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$
Шийгуа	$-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ээс $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$
Жимсний мод	$-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ээс $-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$
Цэцэг	$-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ээс $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Хөрсний температурыг  $135^{\circ}$  өнцгөөр тахийлган хийсэн ердийн термометрээр хэмждэг. Өглөө нар гарахын өмнө хөрсний температур хамгийн бага байдаг бол ямар үед хамгийн их температуртай байх вэ?



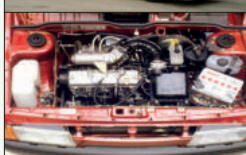
3. Үхэр тэрэгний мөөрийг хийдэг аргачлалыг тайлбарлана уу.



4. Монголд өвөлдөө  $-20^{\circ}\text{C}$ , зундаа  $+25^{\circ}\text{C}$  байдаг. Бетоноор барьсан орон сууцны баганын шугаман тэлэлтийг үнэлээрэй.

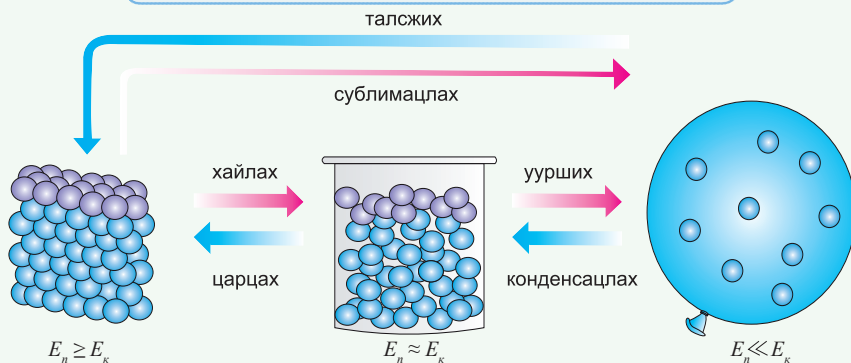


5. Шатахуун түгээгүүрийн газарт бензинийг хадгалах саванд дүүртэл хийдэггүйн учир юу вэ?



6. Машины радиаторт илүүдэл шингэн ордог сав байдаг, үүний учрыг тайлбарлана уу.

### Ухагдахууны сүлжээ



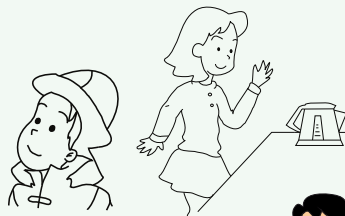
$E_n$  нь бөөмсийн харилцан үйлчлэлийн потенциал энерги.  
 $E_k$  нь бөөмсийн хөдөлгөөний дундаж кинетик энерги.

#### Биеийн халах, хөрөх үеийн хэмжигдэхүүний өөрчлөлт

	Энерги авна → Энерги алдана ←	
$t_1^o$	<	$t_2^o$
$E_{k_1}$	<	$E_{k_2}$
$\rho_1$	<	$\rho_2$
$m_1$	=	$m_2$
$V_1$	<	$V_2$

#### ЧИ Ч БАС ЭРДЭМТЭН

Судалгаа нь амьдрал болон сургуулийн орчинд “Яагаад юм бол, учир битүүлэг юм аа, судалж мэдэх юмсан” гэсэн асуулт, гайхширлаас эхэлдэг. Чи ч бас эрдэмтдийн нэгэн адил судлах сэдвээ сонгож, нууцыг нь тайлж, тайлан бичиж, илтгэл тавьж өөрийгөө сориорой.



Яагаад  
завсартай  
байгаа юм бол?



## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

### 1 СЭДВЭЭ СОНГОХ

Энгийн амьдрал болон сургуулийн орчноосоо нууцлаг санагдсан, сонирхлыг чинь татсан, судалж үзэхийг хүссэн сэдвээ сонгоно уу.

#### Байгалийн ухааны хичээлээс

Хичээлээс эргэлзээтэй санагдсан, илүү мэдэхийг хүссэн зүйлээ эхлэн бодно уу.

#### Амьдралын орчноос

Өдөр тутмын амьдралд эргэлзээтэй санагдсан зүйлээсээ эхэлж бодно уу.

#### Хэвлэл мэдээллээс

Сонин, телевиз, ном, интернэтээс авсан мэдээллээсээ эхэлж бодно уу.

#### Багаж хэрэгслээс

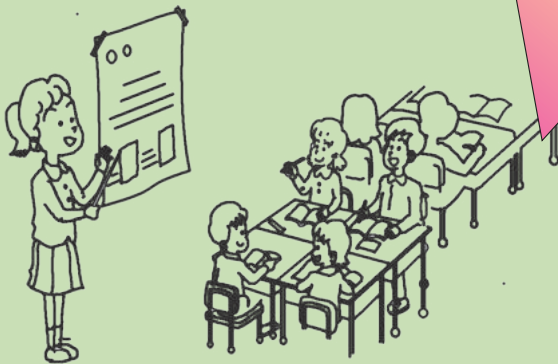
Эргэн тойрондоо байгаа төрөл бүрийн багаж хэрэгслийн ажиллах зарчмаас нууцлаг санагдсан зүйлээ энгийн байдлаар сэтгэж үзнэ үү. Мөн тав тухгүй байдлыг шийдэх ямар шинэ багаж хэрэгсэл байж болох талаар бодож үзнэ үү.



### 6 ИЛТГЭЛ

Цаасан үзүүлэн болон видео, компьютер зэргийг ашиглан ойлгомжтой илтгэл тавих

Хүмүүсийн үзэл бодлыг сонсож, судалгааныхаа сул тал, давуу талуудыг мэдэж авах



## СУДАЛГААНЫ

### 5 ТАЙЛАН БИЧИХ

Судалгааныхаа агуулга, үр дүнг тайлан болгон товчлон бичих



2 СУДАЛГААНЫ ТӨЛӨВЛӨГӨӨ

Судалгааныхаа зорилгыг тодорхойлоод шаардлагатай мэдээллүүдийг цуглуулж төлөвлөгөөгөө гаргана.

Номын сан, интернэт зэргийг ашиглан судалгаатайгаа холбоотой мэдээллүүдийг судлах  
Бэлтгэл ажил болон аргачлал зэрэг бодит төлөвлөгөө гаргах  
Судалгаандаа хэрэглэх тоног төхөөрөмжийнхөө талаар багштайгаа зөвлөлдөн аюулгүй байдлыг хангах



Судалгаа хийхэд хангалтгүй санагдаад байвал сэдвээ дахин сонгох хэрэгтэй

Судалгаанд зориулж дэвтэр нээх хэрэгтэй

ДАРААЛАЛ

3 АЖИГЛАЛТ, ТУРШИЛТ, СУДАЛГАА

Хэрэгтэй зүйлсээ бэлдээд судалгаагаа эхлэх

Аюулгүй байдлыг сайтар бодолцох  
Мэдээлэл болон ажигласан зүйлсээ тэмдэглэх  
Сайн болохгүй байвал аргаа илүү сайжруулаад дахин оролдох



4 ҮР ДҮНГЭЭ НЭГТГЭЖ БОЛОВСРУУЛАХ

Тоон утгатай үр дүнг хүснэгт, графикаар, ажиглалтын үр дүнг зураг тэмдэглэгээ ашиглан боловсруулах


Боловсруулсан үр дүнгээс ямар дүгнэлт гарч байгаа болон яагаад уг дүгнэлт гарч байгааг бодож үзэх

Судалгааны зорилго биелсэн эсэхийг шалгах



## 1.2

Температур, дулааны хөдөлгөөн,  
дулааны энерги

 Өвөлдөө бид галаа түлж орон байраа дулаацуулдаг. Зундаа агаарын температур ихсэж халуун болоход галлах шаардлага гардаггүй. Гэрээ дулаахан байлгахын тулд бид байнга энерги нэмж хэрэглэдэг.




- Биеийн температур ихсэхэд бие тэлж харин багасахад агших тухай бид үзсэн.
- Бид өмнөх ангидаа ус  $0^{\circ}\text{C}$ -ээс бага температурт хатуу төлөвт мөс,  $0^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$ -ийн хооронд ус буюу шингэн төлөвт,  $100^{\circ}\text{C}$ -ээс их температурт хийн төлөвт оршдог тухай үзсэн.

Дулааны үүсгэгчээс хэрэглэгч рүү энерги шилжиж, биес орчиндоо энерги алдаж, авч байдаг тухай мэднэ.

- Биеийн температур өөрчлөгдөхөд түүнд ямар өөрчлөлт гарахыг, өөрчлөгдөх үедээ хэдий хэмжээний энерги авах эсвэл алдахыг судална.



 Бидний санааг зовоож байгаа зарим асуудлаар ярилцах болно.  
Тухайлбал:

- Мөнх цастай уулын цас хайлах
- Гол горхи ширгэх гэх мэт.



## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

**?** Дүүдээ сүүг нь яаж хөргөж өгөх вэ?

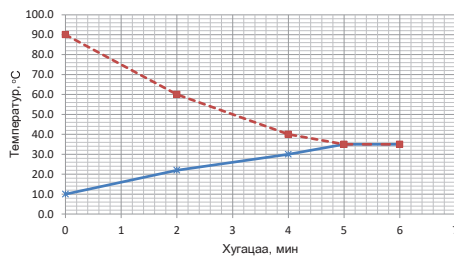


Угжтай халуун сүүгээ савтай хүйтэн усанд сойж туршиж үзье.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Угжтай сүү, шилэн сав, ус, термометр

### Гүйцэтгэх дараалал:

1. Угжтай сүү, усанд термометр хийж температурыг хэмжинэ.
2. Устай саванд угжтай сүүг хийж ажиглан 2 минут тутамд температурыг тэмдэглэнэ.
3. Хоёр термометрийн хуваарь тэнцүү болтол хэмжилтийг үргэлжлүүлнэ.



**👉** Дээрх туршилтыг гүйцэтгэж хүснэгтийг бөглөөрэй.

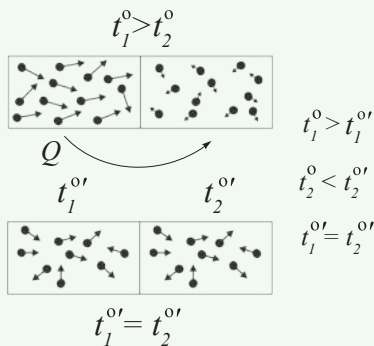
	Угжтай сүү	Савтай ус
Эхний температур		
Эцсийн температур		
Нэг молекулын хөдөлгөөний дундаж кинетик энерги		

**🔍** Ялгаатай температуртай хоёр биеийг шахаж тавихад их температуртай нь хөрч, бага температуртай нь халж аажмаар температур нь жигдэрдэг. Үүнийг дулааны тэнцвэр тогтлоо гэдэг. Дулааны тэнцвэр биесийг хооронд нь заавал шүргэлцүүлээгүй үед ч тогтож болно.

### Дасгал

Хүснэгтийг нөхөж бичээрэй.

	Температур их үед	Температур бага үед	Температур тэнцүү үед
Бөөмсийн хурд			
Нэг молекулын хөдөлгөөний дундаж кинетик энерги			



.....температуртай биеэс ..... температуртай бие рүү энерги дундаж шилжинэ. Молекулын хөдөлгөөний дундаж кинетик энерги ихтэй биеэс багатай бие рүү ижилхэн болтол энерги шилжинэ.

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



**Их, бага хэмжээтэй цай зэрэг хөрөх үү? Их цай хөрөхгүй урдагийн учир юу вэ?**



**Гүйцэтгэх дараалал:** Гурван аягаа нэг ширээн дээр ижил зайтайгаар байрлуул. Халуун савтай цайнаасаа нэг аяганд бараг дүүртэл нөгөө хоёр аяганд яг ижил хэмжээтэй багахан хийгээд ижил хугацааны завсартайгаар температурыг хэмж.



### Хэмжилтээрээ график байгуулна уу.

Графикаас харахад ижилхэн температуртай цайг нэг өрөөнд яг ижил нөхцөлд хөргөхөд:

- “Яагаад тэнцүү масстай нь зэрэг хөрөөд, их масстай нь хоцорч хөрч” байна вэ?
- Халуун савтай цайнаас их ч хийсэн, бага хийсэн ч анхны температур ижил. Харин масс нь их болохоор удаан хөрөөд, бага болохоор хурдан хөрөөд байна.



### Туршилтын үр дүн:

Их масстай болохоор молекулын тоо олон байна. Молекул бүрийн кинетик энерги хорогдохын тулд алдах нийт энергийн хэмжээ их байна. Бага масстай болохоор молекулын тоо цөөн байна. Молекул бүрийн кинетик энерги хорогдохын тулд алдах нийт энергийн хэмжээ бага байна.



### Дүгнэлт:

Молекул бүрийн кинетик энергийн болон харилцан үйлчлэлийн потенциал энергийн нийлбэрээр биеийн дотоод энерги тодорхойлогддог. Биеийн дулааны энерги өөрчлөгдөхөд дотоод энерги өөрчлөгдөж ажил хийж болно.



Тариур доторх агаар уснаас энерги авч бүлүүрийг гадагш түлхэж бас хална. Өөрөөр хэлбэл дотоод энерги нэмэгдэхийн чацуу ажил хийж байна.



**Дээрх туршилтад цай энерги авах болов уу, алдсан болов уу?**

Хэрэв авч байгаа бол, эсвэл алдаж байгаа бол ямар шалтгаан байгаа вэ?

Өөр орчинд туршилтыг гүйцэтгэвэл өөрчлөлт гарах болов уу?



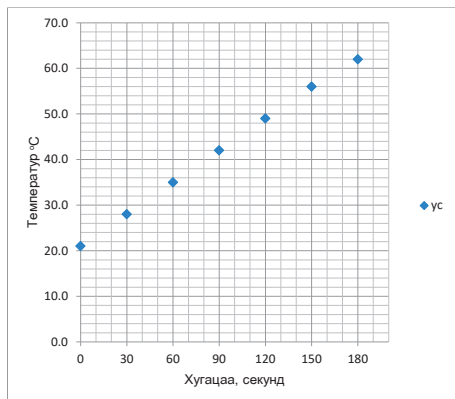
## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



**Биеийн халахдаа авах энерги температурын өөрчлөлт, масс, бодисын төрлөөс хэрхэн хамаарах вэ?**



“Температур - хугацаа”-ны диаграм нь усны авсан энерги хугацааны хамаарлыг илэрхийлнэ.



Биед энерги өгснөөр температур нь ихсэх буюу хална гэдгийг бид мэднэ. Харин дулааны энергиэ алдвал температур нь буурч хөрдөг. Биеийн халахдаа авах, эсвэл хөрөхдөө өгөх энерги температураас хэрхэн хамаарах, бодисын төрлөөс шалтгаалах эсэхийг судалъя.

**Биеийн халахдаа авсан энерги температураас хэрхэн хамаарах вэ?**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Тогтмол чадалтай халаагуур, савтай ус, термометр

**Гүйцэтгэх дараалал:** Тогтмол чадалтай халаагуур дээр савтай 200 г ус тавьж халаана.

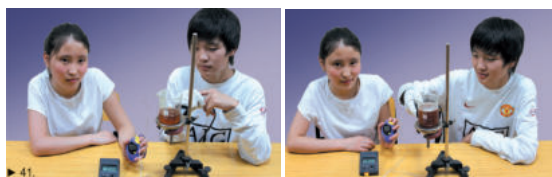
Халаагуураас авах энерги нь  $Q = P \cdot t$  чадлыг хугацаагаар үржүүлсэнтэй тэнцүү. Хичнээн хугацаа өнгөрнө төдий чинээ их энерги усанд өгнө. 30 с тутамд температурыг хэмжиж, график байгуулъя.

$$m = \text{const үед} \\ Q \sim \Delta t^{\circ}$$



“Биеийн халахдаа авсан энергийн хэмжээ температурын өөрчлөлтөөс шууд пропорционал хамааралтай байна.

**Биеийн халахдаа авсан энерги массаас хэрхэн хамаарах вэ?**



Өөр өөр масстай усыг яг ижил температураар халаахад ямар хугацаа зарцуулахыг хэмжиж, гарсан үр дүнг тайлбарлаарай.

Их масстай бие нь удаан халж, их энерги хэрэглэн, бага масстай нь хурдан халж бага энерги хэрэглэж байна.

$$\Delta t^{\circ} = \text{const үед} \\ Q \sim m$$

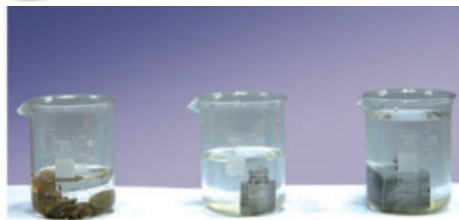


Биеийн халахдаа авсан энергийн хэмжээ масстай шууд пропорционал хамааралтай байна.

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



### Биеийн халахдаа авах энерги бодисын төрлөөс хамаарах уу?



Ижилхэн 100 г масстай зэс, хөнгөн цагаан, төмрийг ижил аягануудад хийнэ. Дээрээс нь хүйтэн ус бага багаар хийж температурыг нь 1°C-ээр бууруулна. Энд шаардагдсан усны хэмжээг мензуркээр хэмжээрэй. Аль биеийг хөргөхөд их ус шаардагдаж байна вэ?

Бодис	Хувийн дулаан багтаамж, с
Хөнгөн цагаан	0.88 $\frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Алт	0.13 $\frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Лааны тос	3.20 $\frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Мөс	2.10 $\frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Ус	4.20 $\frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Сүү	3.94 $\frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Спирт	2.51 $\frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Агаар	1.01 $\frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

Туухайн төрөл	Хэрэглэсэн усны хэмжээ
Зэс	95 г
Хөнгөн цагаан	220 г
Төмөр	135 г

Туршилтаас харахад ижил масстай биеийн температурыг ижил хэмжээгээр өөрчлөхөд шаардагдах энерги тухайн бодисоос хамаарч өөр өөр байна.



Энэ шинж чанарыг илэрхийлдэг хэмжигдэхүүнийг физикт **хувийн дулаан багтаамж** гэж нэрлэн  $c$  үсгээр тэмдэглэдэг. Нэгж нь 1 Ж/кг °С. Жишээлбэл, усны дулаан багтаамж 4200 Ж/кг °С нь 1 кг усыг 1 °С-ээр халаахад 4200 Ж энерги хэрэгтэй гэсэн үг.



Дулаан багтаамж ихтэй бодис удаан халж, халахдаа их энерги шаарддаг, харин дулаан багтаамж багатай бодис амархан халдаг буюу халаахад бага энерги шаардана.

$$m = \text{const}, \Delta t = \text{const} \text{ үед } Q \sim c$$



**Дүгнэлт:** Өмнөх туршилтуудыг нэгтгэвэл биеийг халаахад эсвэл хөргөхөд шаардагдах энерги нь температурын өөрчлөлт, масс, хувийн дулаан багтаамжтай дараах хамааралтай байна.

$$Q \sim \Delta t^p \quad Q \sim m \quad Q \sim c$$

Калори нь уламжилсан нэгж. 1 г усыг 1 °С-аар халаахад шаардагдах энерги юм. 1 кал = 4,19 Ж

Биеийг халаахад/хөргөхөд шаардагдах энерги

= Масс

• Хувийн дулаан багтаамж

• Температурын өөрчлөлт

Биеийн авч, алдаж буй дулааны энергийн хэмжээг физикт дулааны тоо хэмжээ гэнэ.  $Q$  гэж тэмдэглэнэ. Нэгж нь 1 Ж.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t^p$$

**Хувийн дулаан багтаамжийг судалцгаая.**

Ижил масстай биесийн шингээсэн энергийг харьцуулъя.



металлууд



лааны тос



хайлуулсан байдал



шигдсэн гүний хэмжээ

**Туршилтын явцад адилхан байсан хэмжигдэхүүнүүд:**

- Металлуудын масс ижил.
- Температурын зөрүү ижил.
- Туршилт хийсэн хугацаа ижил.

**Өөрчлөгдсөн хэмжигдэхүүнүүд:**

- Шингээсэн энерги
- Хайлуулсан лааны хэмжээ

Туршилтын үр дүнг хүснэгтээр үзүүлэв.

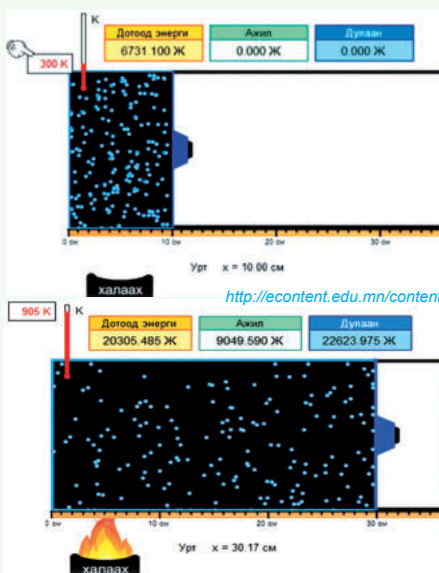
	Бодис	Хайлсан лааны тосны гүн
1	Хар тугалга	1 мм
2	Төмөр	4 мм
3	Хөнгөн цагаан	9 мм

**Дасгал**

Дээрх мэдээллийг ашиглан дараах асуултад хариулна уу.

1. Ялгаатай байгаа зүйлсийг нэрлэнэ үү.
2. Ямар учраас ялгаатай байна вэ?
3. Ялгаатай байгаа шинж чанарыг илэрхийлсэн хэмжигдэхүүнийг нэрлэ.
4. Хайлсан тосны гүний харьцаа ямар хэмжигдэхүүний харьцаагаар илэрхийлэгдэх вэ?
5. Цахим туршилтыг ажиглаад хүснэгтийг нөхөж, үйл явцыг тайлбарлаарай.

Хийн температур	300 К	905 К
Галын байдал		
Бөөмсийн нягт		
Савны урт		
Дотоод энерги		
Ажил		



Дараах өгүүлбэрийг гүйцээж үү. 905 К үед бөөмс сийрэг байгаа ч тэдгээрийн хурд ..... (их, бага) байна. Дулаан нь ажил ба ..... энергийн ..... нийлбэртэй тэнцэж байна.



Хайлах үед юу өөрчлөгддөг вэ?



**Мөс хайлахдаа хэр их энерги хэрэглэж температур нь хэрхэн хувьсахыг судалъя.**



**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Хөргөгчинд хөлдөөсөн мөс 20 ширхэг, зузаан даавуу, алх, дулаан дамжуулал багатай аяга, 20 мл тариур, 40°C бүлээн ус.



Хөргөгчний мөс хөлдөөгчний нэг нүдэнд 3.5 мл ус ордог. Хэмжилт хийх бүрдээ аягаа хөргөнө.

**Гүйцэтгэх дараалал:**

1. Хөлдөөсөн мөсийг хоёр ширхэгээр зузаан даавуунд боож алхаар нунтаглан бэлдэн хөлдөөгчид буцаан хийнэ.
2. Аягыг хөргөгчид хийж 0 °C температуртай болгоно.
3. Аяганд нэг боодол буталсан мөсийг хийж 14 мл бүлээн усыг хийнэ.
4. Доорх хүснэгтэд өгснөөр дээрх үйлдлийг давтан гүйцэтгэн хүснэгтийг гүйцээнэ үү. Мөс хайлах үеийн температурыг хэмжинэ.
5. Мөсний авсан дулаан нь массаас хамаарах график байгуулж дүгнэлт хийгээрэй.

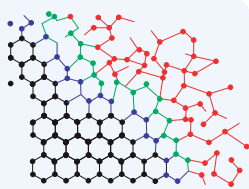
N	V, мл	m <sub>мөс</sub> , кг	t°, °C	m <sub>ус</sub> , кг	Q <sub>ус</sub> , Ж
2	14				
4	28				
6	42				
8	56				



Гаднаас энерги авсаар байгаа хэрнээ температур нь яагаад өсөхгүй байна вэ? Авсан энерги юунд зарцуулагдаад байна вэ?



**Дүгнэлт:** Усны хөрөхдөө алдсан энерги мөс хайлахдаа авсан энергитэй тэнцүү. Энэ энергийг мөсний массад хувааж 1 кг мөсний хайлахдаа авсан энергийг олно. Хайлах температуртаа орших 1 кг бодисыг бүрэн хайлуулахад өөр өөр энерги шаардагддаг. Бодисын энэ өвөрмөц шинжийг хайлахын хувийн дулаан гэдэг хэмжигдэхүүнээр илэрхийлдэг ба λ үсгээр тэмдэглэнэ. Нэгж нь 1 Ж/кг. Хайлахдаа авах энергийг  $Q = \lambda \cdot m$  гэж олно.



Хайлах үед авсан энерги нь биеийн температурыг өөрчлөхгүй тул бөөмсийн кинетик энергийн өөрчлөлтөд зарцуулагдахгүй харин бөөмсийн холбоосыг суллахад зарцуулагдана.

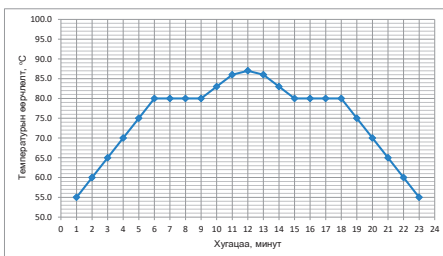
$$\frac{\text{Биеийн хайлах / царцах/-д шаардагдах энерги}}{=} = \frac{\text{Хайлахын хувийн дулаан}}{\cdot} \cdot \text{Масс}$$

$$Q = \lambda \cdot m$$

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



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. Хайлахдаа шингээсэн энерги, царцахдаа гадагш алдсан энергитэй тэнцүү байдаг. Хайлахдаа авч буй энергийг **хайлахын**, царцахдаа алдаж буйг нь **царцахын** энерги гэнэ.



*Зарим бодисын хайлахын хувийн дулаан*

Бодис	Хайлахын хувийн дулаан, $\lambda_{\text{ж/кг}}$
Хөнгөн цагаан	400000
Вольфрам	185000
Төмөр	277000
Алт	66000
Мөс	332000
Зэс	213000
Парафин	147000
Мөнгө	105000
Мөнгөн ус	12000



**Өвөл машиныаа моторт ямар тос хийх вэ?**

Монголчууд өвлийн эхэн сард машиныаа моторын тосыг сольдог. Манай оронд өвөлдөө агаарын температур – 57 °C хүрч, зундаа 45 °C болдог тул жолооч нарт ямар зөвлөгөө өгөх вэ? Яагаад? Тос царцахад эд ангиуд хөдлөхгүй болж мотор зогсоно. Иймд өвлийн хамгийн хүйтэн температураас ч бага температурт царцах тос хэрэглэхийг зөвлөөрэй.



**Ус хөлдөхдөө агшдаг уу? Туршиж үзье.**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Цэвэр усны сав, ус, хөлдөөгч, мензурк

**Гүйцэтгэх дараалал:** Хуванцар саванд ус хэмжиж хийгээд, хөлдөөгчид хөлдөөгөөд ажигла.

- Яагаад сав овойсон бэ?
- Хүйтэн устай мензуркэд мөсөө хийж түрэгдсэн усны хэмжээгээр эзлэхүүнийг олно.
- Мөс ба усны эзлэхүүний зөрөөг тооц.
- Усны масс өөрчлөгдсөн үү?



	Ус	Мөс
Масс	360 г	360 г
эзлэхүүн	0.36 л	0.4 л
нягт	1000 г/л	900 г/л

Бие хайлах ба царцахад масс өөрчлөгдөхгүй, эзлэхүүн ба нягт нь өөрчлөгдөнө. Бие царцахдаа алдах энерги нь хайлахын энергитэй тэнцүү, энерги алдаж байгаа учир хасах тэмдэгтэй авдаг. Ихэнх бодис царцахдаа агшдаг. Бүх бодис агшдаггүй.



Тос хөлдөхдөө агшдаг болов уу. Туршиж үзээрэй!



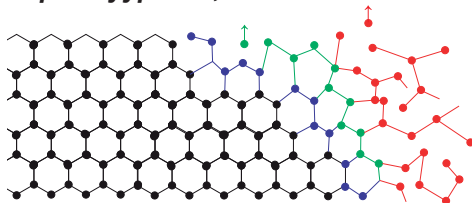
- Аяганд цай хийгээд орхиход аяндаа дундардаг.
- Өвөл модод цантаж, заримдаа мөстсөн байдаг.
- Өвөл, хавраар нартай өдөр голын мөсөн дээгүүр зэрэглээтдэг.



Ууршилт бүх температурт явагддаг

Байгаль дээр бид алхам тутамдаа ууршилттай тааралддаг. Физикт шингэн төлөвөөс хийд шилжихийг уурших, хийгээс шингэн төлөвт шилжихийг конденсацлах, хатуу төлөвөөс хийн төлөвт шилжихийг сублимаци, хийгээс хатууд шилжихийг талсжих гэдэг.

### Хэрхэн ууршиж, талсждаг вэ?



Мөс ба усны молекулууд гаднаас энерги авч кинетик энерги нь бусад молекулын таталцлын энергиэс их болж сугаран гарна.

Мөснөөс молекулууд сугаран гарахыг ... гэнэ. Уснаас молекулууд сугаран гарахыг ... гэнэ.

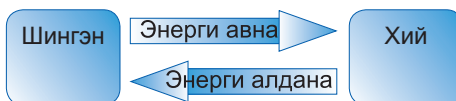


### Ууршилт температураас хэрхэн хамаарахыг судлах туршилт хийцгээе.



1. Адилхан гурван аяганд ижилхэн ус хийж нэгийг наранд дулаан газарт, нөгөөг сүүдэрт, үлдсэнийг өрөөнд тавьж 4 цаг тутамд усны түвшний өөрчлөлтийг тэмдэглэж дүгнэлт гаргаарай.
2. Бөөмсийн хөдөлгөөн ба энергитэй холбон тайлбарлаарай.

Усны түвшин	0 цаг	4 цаг	8 цаг
Гэрэлд			
өрөөнд			
сүүдэрт			



**?** Хий шингэрэхэд энерги алдах уу, авах уу?



**Зурагт үзүүлснээр хялбар багажийг угсраарай.**  
**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Өөрсдөө сонгож, тохируулаарай.  
**Туршилтаа төлөвлөхдөө анхаарах зүйл:** Уурыг шингэрүүлэх ялтсын температурыг хэмжихээ мартуузай.

**Гүйцэтгэх дараалал:**

- Уур шингэрэх үйл явцыг ажиглаж тэмдэглэнэ.
- Нилээд их хөлөрч усан дуслууд үүссэний дараа гадаргын температурыг нь хэмжиж үз.

Хий шингэрэхдээ энерги авч эсвэл өгч байгаа эсэхийг толио ашиглан тодорхойлж тайлбарлана уу.

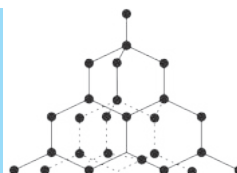


**Манан хэрхэн үүсдэг вэ?**

Шилэн саванд бүлээн ус хийж, савны амсрыг томхон гялгар уутаар сул таглан битүүлж, хонхойлгоно. Хонхорхойд хөлдөөгчөөс зайрмаг хийж ажиглаарай. Температур буурахад уурын даралт багасч бага температурт хий шингэрнэ. Зайрмаг яагаад хайлж байгааг энергийн үүднээс тайлбарлаарай.

**Талсжих**

Хийн төлөвөөс хатуу төлөвт шилжихийг талсжих гэдэг. Уур янз бүрээр талсжин ургадаг. Байгаль дээр нүүрстөрөгч янз бүрийн хэлбэрээр ургасан байдаг. Үүний нэг нь болор юм.



Байгаль дахь болор

Болорын бүтэц



**Сублимацлахад энерги хэрэгтэй юу?**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Задгай сав, марганц, халаагуур, хавтгай шил.

**Гүйцэтгэх дараалал:**

Савандаа марганцаа хийж хүлээ. Ууршиж байна уу?

- Марганцтай саваа халаана. Ягаан утаа суунаглахыг ажиглана.
- Савны амсрыг жийрэглэн хавтгай шилээр таглана.

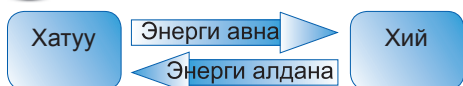
Шил талсжилтаас болж халсныг анзаарна.

Сав ба шилний дотор гадаргад марганц буцаж хатуу төлөвт шилжиж байгаа нь харагдана.

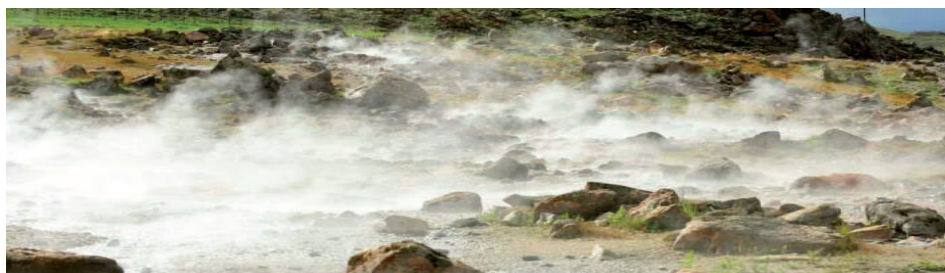
Шилэн тагийг жийрэглэн авна уу.



Хатуу төлөвөөс хийд шилжихэд энерги авч, харин талсжих үед энерги алдаж байгааг бид өдөр тутмын амьдралаас болон туршилтаас ажиглалаа.



## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



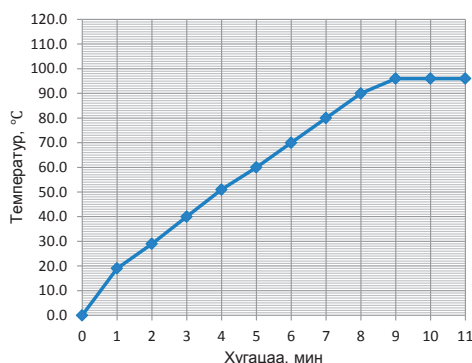
**Буцлах процессыг туршиж ажиглаарай!**



Үзэгдэл	Хананд хийн бөмбөлөг үүсэх	Бөмбөлгүүд дээш хөөрч эхлэх	Буцалж оргилох	Буцалж байгаа
Усны температур				



Буцлахад гүнээс ууршилт явагддаг. Усны температур өссөөр 96 °C-д хүрээд өөрчлөгдөхөө больж ус буцалж байна. Энэ үед гаднаас энерги өгсөөр атал температур нэмэгдэхгүй байна.



**Энерги юунд зарцуулагдаад байна вэ?**



Ууршихдаа энерги шингээж, конденсацлахдаа энерги гадагш нь алддаг. Буцалж буй шингэн бүрийн ууршихдаа авах энерги нь харилцан адилгүй байдаг. Үүнийг физикт ууршихын хувийн дулаан гэдэг хэмжигдэхүүнээр илэрхийлдэг ба  $r$  үсгээр тэмдэглэдэг. Нэгж нь Ж/кг.



**Дүгнэлт:**

Буцлах үед шингэний бүх эзлэхүүнээс ууршилт явагддаг. Гаднаас өгсөн энерги нь бөөмсийн холбоосыг таслахад зарцуулагдана.

Биеийг ууршуулахад шаардагдах энерги

=

ууршихын хувийн дулаан

•

Масс

$$Q = r \cdot m$$



Дулааны хөдөлгөөн ба энерги



**Өрөмнөөс шар тосыг ямар аргаар ялган авах вэ?**

Хүснэгтийн дутуу хэсгийг нөхөж гүйцээгнэ үү.

Дараалал	Шинжлэх ухааны үүднээс тайлбар хийх	Бөөмөн загвараар дүрслэх
<b>Өрөм загсаах</b>		
1. Хүйтэн тогоонд сүүгээ хийнэ.	.....	
2. Тогоотой сүүгээ халаана.	Галаас тогоонд, тогооноос сүүнд энерги шилжинэ.	
3. Тогоотой сүү дөвийнө.	.....	
4. Сүүгээ самарна.	Бодисуудын жижиг хэсгүүдийг механик аргаар салгана.	
5. Галыг багасгана.	.....	
6. Өрөм тогтоно.	Мандалд ялгарсан нягт багатай тосны холимог царцах температурт хүрч царцана.	
<b>Хайлмаг хийх</b>		
1. Өрмийг тогоонд хийж халаана.	Холимог бодис энерги авч температур нэмэгдэнэ.	
2. Өрөм хайлна.	.....	
3. Шар тос, өрөмний өнгө ялгарна.	Шар тос хайлах температуртаа хүрч шингэн төлөвт шилжинэ.	
4. Шар тосыг авч үлдсэн хэсгийг амтлан хайлмаг хийнэ.	.....	

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

### Сүү хөөрүүлэх үеийн температур хугацааны хамаарал

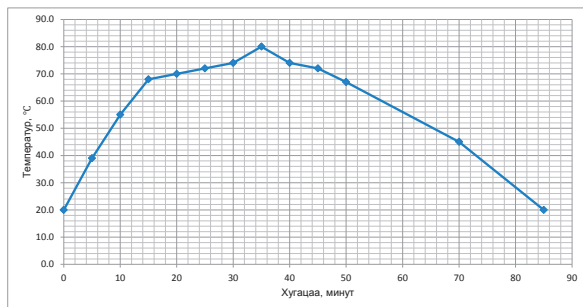


График ашиглан дараах хүснэгт бөглөнө үү.

Үйл явц	Хугацаа
Халах	
Хайлах	
Халах	
Хөрөх	
Царцах	

### Шар тос ялган авах үеийн температур хугацааны хамаарал

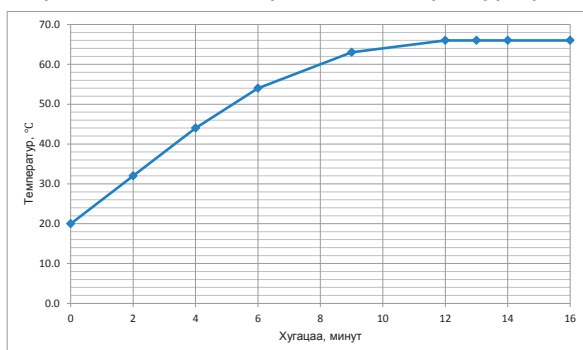


График ашиглан дараах хүснэгт бөглөнө үү.

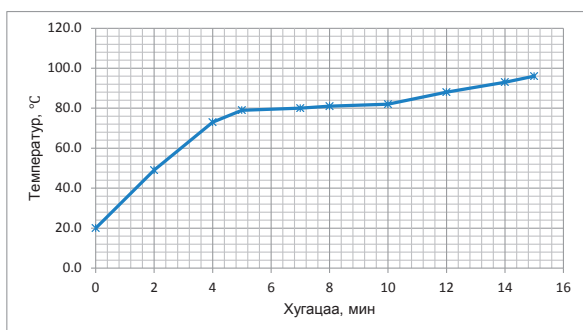
Үйл явц	температур
Халж эхлэх	
Халж дуусах	
Хайлах	

### Нэрэх үеийн температур хугацааны хамаарал



График ашиглан дараах хүснэгт бөглөнө үү.

Үйл явц	$t$ , мин	$t$ , °C
Халах		
Буцлах		
Халах		



**Үр дүн:** Холимог бодисыг ялган авахад хайлах болон буцлах температур бодис бүрт харилцан адилгүй байдаг шинж чанарыг ашигладаг. Мөн нягтын ялгаатай байдал нөлөөлдөг.

**Дасгал**

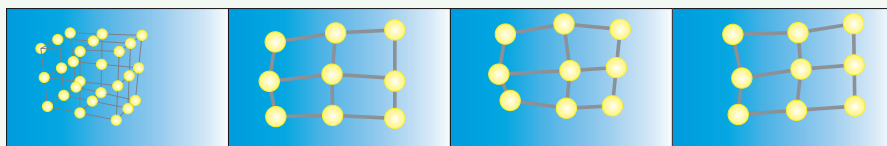
1.



Том хотуудад ихэнх талбайгаа цементээр бүрсэн байдаг. Жишээ нь Япон улсын Токио хот нь бүх талбайгаа цементэн хучилттай болгосон. Гэтэл хэсэг хугацааны дараа явган хүний болон машин замаас бусад ихэнх газрын цементийг хуулж мод, цэцэг тарьсан байдаг. Дээрх мэдээлэл, мэдлэгээ хэрэглэн дараах асуултад хариулаарай.

- а. Хотын дундаж температур яагаад нэмэгдсэн бэ?
- б. Ямар хэмжигдэхүүнтэй холбоотой вэ?
- в. Энэ бэрхшээлээс гарах хувилбарыг боловсруулна уу.

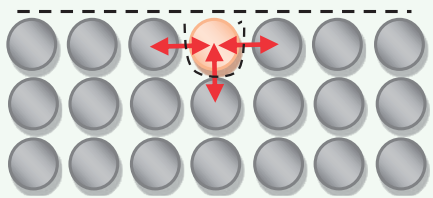
2. Пүрштэй бөөмөн загвар



Зурагт металлын бүтцийг загварчлан харуулав. Эхний зурагт бөөмсийн байрлалыг, дараагийн зургуудад бөөмсийн хөдөлгөөн харилцан үйлчлэлийг загварчлан үзүүлэв. Дараах зүйрлэлийг зөв харгалзуулна уу.

Загвар	Металл
Пүрш	Бөөмс металлаас сугарах
Үрлийн хөдөлгөөн	Бөөмсийн дулааны хөдөлгөөн
Үрэл пүршнээс харвах	Бөөмсийн харилцан үйлчлэл

3. Металлын гадарга



Куб оронт тортой талстын улаанаар дүрсэлсэн атом хөрш атомуудтайгаа сумаар дүрсэлснээр харилцан үйлчилнэ. Иймд атом нь бусаддаа татагдан потенциал нүхэнд байгаа мэт байна.

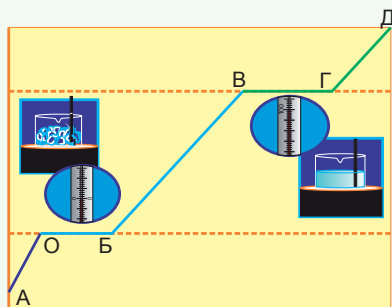
- а. Металлын гадаргад гэрэл тусгахад улаанаар дүрсэлсэн атомын кинетик энерги нь потенциал нүхний энергиэс их болбол атом яах вэ?
  - б. Хангалттай их энергитэй гэрлийг үргэлжлүүлэн тусгавал юу болох вэ?
  - в. Бага энергитэй гэрэл тусгавал яах вэ?
  - г. Ямар үед металл халах вэ?
4. Халах үед дараах зүйлээс аль нь өөрчлөгдөх вэ?
- а. Атомын радиус
  - б. Атомын хурд
  - в. Атом хоорондын зай

**Өөрийгөө сорiorой**

1. Гурван багананд байгаа үгсийг зөв харгалзуулан холбоно уу. Хэчнээн хувилбар байж болох вэ?

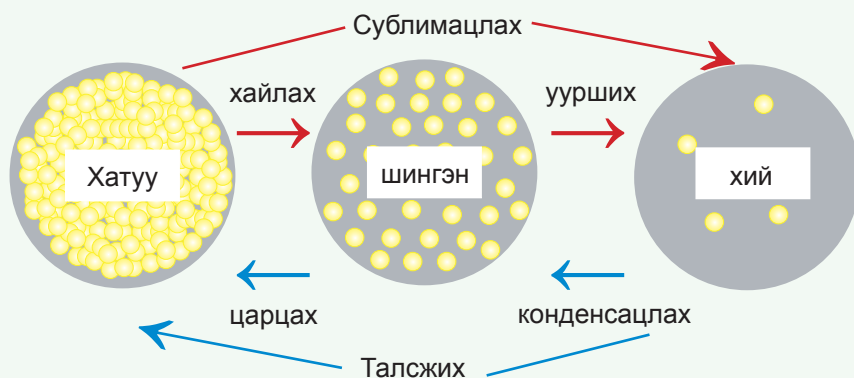
Хатуу бие	хийн төлөвт шилжихийг	талсжих гэнэ	
Шингэн бие	хатуу төлөвт шилжихийг		хайлах гэнэ
Хий бие	шингэн төлөвт шилжихийг		конденсацлах гэнэ
		царцах гэнэ	
		уурших гэнэ	
		сублимацлах гэнэ	

2. Тасалгааны температурт байгаа 1 кг элс, 1 кг усанд ижилхэн 84 кЖ дулаан тус тус өгвөл ямар температуртай болох вэ?
3. -10°C температуртай 50 г мөсийг бүрэн ууршуулахын тулд хичнээн энерги шаардагдах вэ?
4. -10°C температуртай 2 кг мөсийг 0°C хүртэл халаах, 20°C температуртай 2 кг усыг 30 °C хүртэл халаахад шаардагдах энергийн харьцааг ол.
5. Хурдан морийг барианд оронгуут хөлсийг нь хусаж, нэмнэдэг. Үүний учрыг тайлбарлана уу. Ингэхгүй бол моринд ямар хор уршигтай болохыг үндэслэлтэйгээр бичиж, нөхөдтэйгээ хэлэлцэнэ үү.
6. -20°C температуртай 5 кг мөсийг уур болгон хувиргахад шаардагдах дулааныг тооцоолж график байгуулна уу.
7. 20°C температуртай 2 кг зэс байв.
- а. Зэс 1085°C хайлдаг бол хайлах хүртлээ ямар хэмжээний дулаан шаардах вэ?
- б. Зэс хайлж дуустал ямар хэмжээний дулаан авах вэ?
- в. Зэс халаад, хайлахад зарцуулсан бүх дулааныг ол.
8. Дараах асуултад хариулаарай.
- а. Салхи салхилахаар гадаа хүйтэн болдог уу?
- б. Буузыг жигнэж гаргаад яагаад сэвдэг вэ?
- в. Битүү өрөөнд тавьсан хийн түлш галын аюултай гэдэг. Яагаад?
- г. Өндөр уулын оройд хоолны мах түүхийрдэг гэдэг үнэн болов уу?
- д. Аягыг халуун ба хүйтэн усны алинаар нь угаавал илүү хурдан хатах вэ?
9. Графикт мөснөөс уур хүртэлх үйл явцыг үзүүлэв. Дараах хүснэгтийг бөглөнө үү.



Завсар	Үзэгдэл	Энергийн үүднээс хийх тайлбар
АО		
ОБ		
БВ		
ВГ		
ГД		

Ухагдахууны сүлжээ



ЧИ Ч БАС  
ЭРДЭМТЭН

Дараах асуудал эсвэл өөрсдийн сонирхсон асуудлаар багаар судалгаа хийж, илтгэл тавьж хэлэлцүүлээрэй.

- Дулааны шугамыг монголд хэрхэн сонгон хэрэглэх
- Замын эвдрэлийг бууруулах
- Вакуум цонхны эдэлгээг уртасгах
- Барилгын баганын цутгалтын технологи
- Мөнгөн аяганы тагшийг хэрхэн сонгох
- Ус нэрэх

1.3

Дулаан шилжилт



Агаарын дулаан дамжуулах шинж чанар, түүнийг хэрхэн ашигладаг вэ?



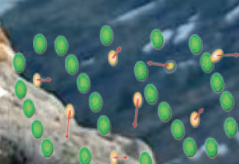
Дулааны шугам



Дулаалга



Дулаалгын хөөсөнцөр

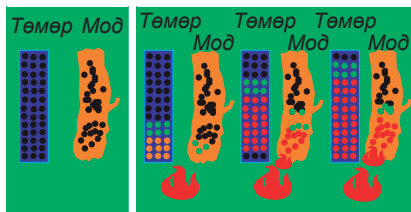


Бөөмсийн хөдөлгөөн

Мод яагаад үзүүрээсээ шатдаг вэ?

? Мод ба төмөр дулааныг ижилхэн дамжуулдаг уу?

? Агаарын дулаан дамжуулах шинжийг юунд хэрэглэдэг вэ?



Төмөр ба модны халах явцын зураг

Металл халах үед түүний чөлөөт электронуудын хөдөлгөөн ихсэж, оронт торын зангилаан дээрх ионуудыг мөргөн, хэлбэлзлийг нэмэгдүүлнэ.

? Усны мандалд буцалж байхад ёроол нь хүйтэн байгаагийн учир юу вэ?

Эдгээр мэдээллүүдтэй ажиллан хүснэгтийг гүйцээнэ үү.

Бодис	Дулаан дамжуулах байдал	Дулаан дамжууллын коэффициент
төмөр	Чөлөөт электронуудын дулааны хөдөлгөөн	$92 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$
мод	..... хөдөлгөөн	$0.2-0.5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$
ус	Молекулуудын хөдөлгөөн	$0.58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$
агаар	.....	$0.02-0.08 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$



Бөөмсийн дулааны хөдөлгөөнөөр энерги зөөгдөхийг дулаан дамжуулал гэдэг.

Дасгал

Барилгын материалын дулаан дамжууллыг судлан илтгээрэй.

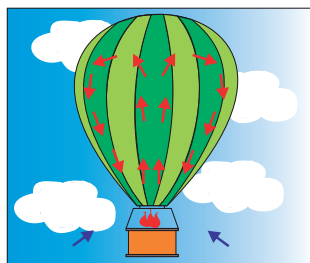


**Хий, шингэний дулаан дамжуулал муу атал яагаад халаад байна вэ?**

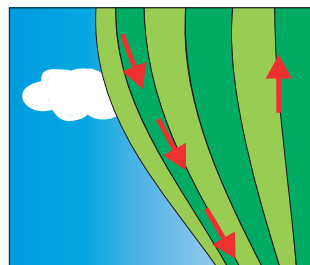


Зурагт үзүүлсэн багажийг хэрэглэн туршилтыг гүйцэтгэж, сурагчийн бөөмсийн хөдөлгөөнөөр тайлбарласан загвартай танилцаж, дүгнэлт хийгээрэй.

**Шингэний урсгалаар дулаан зөөгдөх**



Халаагуурын дээд хэсгийн шингэн халж бөөмсийн хөдөлгөөн хурдсана.	Бөөмөн загвар
Халсан хэсгийн нягт багасна.	
Архимедын хүчний үйлчиллээр халсан шингэн хөөрнө.	
Шингэн урсамтгай шинжтэйгээс хүйтэн ус оронд нь шилжин байршина.	
Саванд шингэний урсгал үүснэ.	
Ийнхүү урсах явцдаа авсан энергиз орчиндоо алдаж улмаар шингэн бүхэлдээ хална.	



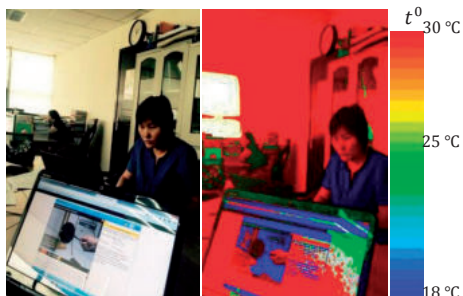
**Агаарын бөмбөлөгт хийн урсгалаар дулаан зөөгдөх**



Үйл явц	Бөөмөн загвар
Халаагуурын дээд хэсгийн агаар халж бөөмсийн хөдөлгөөн хурдсана.	
Халсан агаар тэлж нягт багасна.	
Архимедын хүчний үйлчиллээр халсан агаар дээш хөөрнө.	
Хий дээш хөөрч бөмбөлгийг даган доош урсахдаа хөрнө.	
Агаарын бөмбөлөгт урсгал үүсч бөмбөлгийн доторх агаар хална.	
Бөмбөлгөн доторх даралт гаднах даралттай тэнцэж байхын тулд агаарын бөөмс гадагшилна.	
Улмаар бөмбөлгөн доторх бөөмсийн тоо цөөрнө.	
Бөмбөлгийн гаднах хүйтэн агаарын концентраци их тул өргөх хүч үүснэ.	

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

**?** *Яагаад бүгд улаан биш янз бүрийн өнгөтэй гарсан байна вэ?*



**✍** Мэдээллээс хүснэгтийг нөхөж бичнэ үү.

	Цацаргаж буй бие	Цацаргаж буй биеийн температур
улаан	.....	.....
Шар	.....	.....
Ногоон	.....	.....
Цэнхэр	.....	.....
Хар	.....	.....

**📖** Халсан эд зүйлээс ялгарч байгаа хэт улаан туяа бидэнд энгийн нүдээр харагдахгүй ч, бидний арьс дулааныг мэдэрдэг, өөрөөр хэлбэл хэт улаан туяа нь дулааны энергийг зөөгч гэж ойлгож болно.

Зурагт өөр өөр температуртай биеэс цацрах хэт улаан туяаг тусгай хувиргагчаар өнгө ялган харуулав.

**🔍** *Шингээлтийг судалж үзье.*

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Шингэнт манометр, цахилгаан халаагуур, холбох гуурс, хугацаа хэмжигч, штатив, энерги шингээх багаж

**Гүйцэтгэх дараалал:**

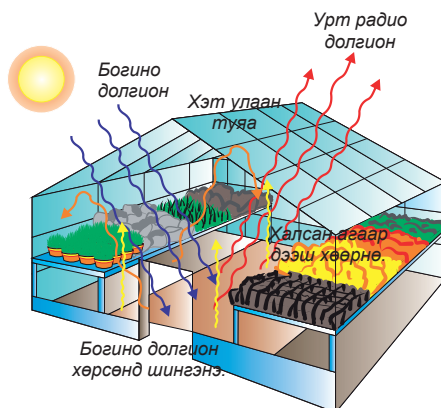
1. Цахилгаан халаагуурыг халаана.
2. Энерги шингээгч багажийн хар талыг цахилгаан халаагуурт ойртуулж хугацааг тоолж эхэлнэ.
3. Манометрийн заалтыг ажиглаж тэмдэглэл хийнэ.
4. Цагаан талыг мөн хэмжээгээр ойртуулан хэмжилт хийнэ.



Хүснэгтийг гүйцээнэ үү.

Бие	Дулаан шингээсэн хугацаа, $t, c$	Манометрийн усан баганын зөрүү $h, cm$	$\frac{h}{t}$	Дулаан шингээх чадвар
Хар				
Цагаан				

Манометрийн баганын өндрийн өөрчлөлтийн талаар дүгнэлт гаргана уу.



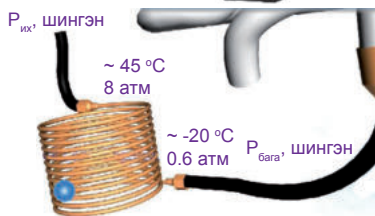


## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

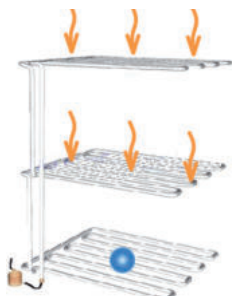


Ууршуулагч ба конденсорт тор нэмж суурилуулж дулаан дамжууллыг сайжруулдаг.

Ууршуулагч хоолой

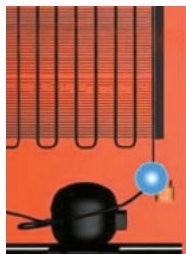


1. Хөргөх төхөөрөмжийн нарийн хоолойгоор шингэн фреонийг урсгаж даралт температурыг багасгана.



2. Даралт бага учраас уурших температур нь бага болсон шингэн фреонийг хөргөгч доторх хоолойгоор явуулахад хөргөгч доторх биеэс дулаан авч ууршина.

3. Одоо бага даралттай ууршсан хий фреонийг компрессор буюу шахуургаар шахаж даралтыг анхны 8 атмосфер хэмжээнд хүргэнэ. Температур өснө.



4. Энэхүү цикл процессийг дахин дахин явуулж биеийг улам хөргөнө.

~ 8 атм  
45 °C

### Юмс хэрхэн хөрдөг вэ?



Хүснэгтийг гүйцээнэ үү.

Үйл явц	Бие	Биеийн шинж чанар	Тайлбар
Дулаан дамжуулал	Тор	Дулаан дамжуулал ихтэй	Хөнгөн цагаан дулаан дамжууллын коэффициент 209 Вт/м·°C
Конвекц			
Цацрал		Температур ихтэй бие	
Хөрөх			
Халах			
Уурших			
Шингэрэх			

### Бодисын дулаан дамжууллын коэффициент, $k$

Бодис	$k, \text{Вт/м} \cdot \text{°C}$	Бодис	$k, \text{Вт/м} \cdot \text{°C}$
Төмөр бетон	1.69	Шил	0,76
Бетон	1.51	Асфальт бетон	1,05
Улаан тоосго	0.56	Хөнгөн цагаан	221
Дуб дагуу	0.23	Зэс	407
Дуб хөндлөн	0.1	Фаниар	0,12
Мод	0.2-0.6	Картон цаас	0,18
Элс	0.35	Хөөсөнцөр	0,03

#### Дасгал

Хамгийн бага өртгөөр хамгийн дулаахан, 2м x 3м хэмжээтэй нүүдлийн байшин яаж барих вэ?

## Дулааны хөдөлгөөн ба энерги

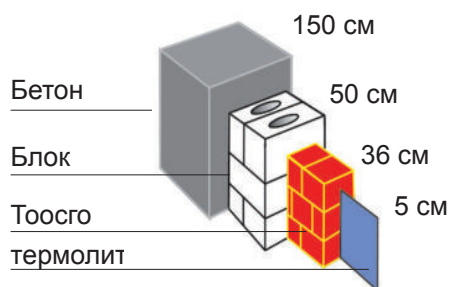
### ЧИ Ч БАС ЭРДЭМТЭН

Дараах асуудал эсвэл өөрсдийн сонирхсон асуудлаар багаараа судалгаа хийж, илтгэл тавьж хэлэлцүүлээрэй.

- Дулааны төрөл бүрийн хөдөлгүүрийг судлах
- Төмөр замын зам төмрийг хооронд нь тодорхой зайтай хийдэг
- Битүү чанагчийн ажлын горимыг тодорхойлох

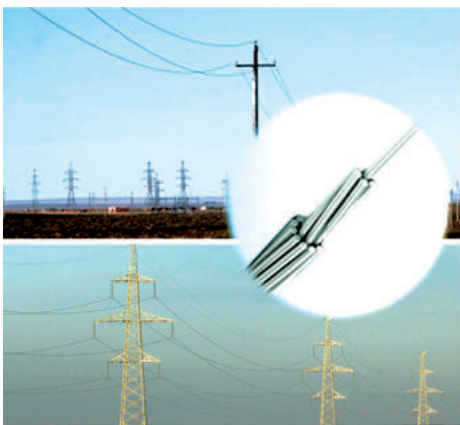


Бага даралтад ус буцлах үзэгдлийг судалж түүний технологи дахь хэрэглээг олж нарийвчилсан судалгаа хийгээрэй.



Монгол гэр, бетонон байшин, блокон байшин, тоосгон байшингийн дулаан алдагдлыг харьцуулан, судалж тооцоорой.

$$K_{\text{эсгий}} = 0.045 \frac{\text{ккалл}}{\text{м} \cdot \text{ц} \cdot \text{°C}}$$



Аливаа ордод олборлож байгаа элементээс гадна өөр үнэт металлууд дагалдаж байдаг. Жишээ нь: Эрдэнэтийн уулын баяжуулах үйлдвэрт зэсээс гадна алт, мөнгө молибден, вольфрам гэх мэт байдаг. Эдгээрийг ялгах аргыг боловсруулаарай.

Мушгисан хөнгөн цагаан, утсыг ихэвчлэн агаарын цахилгаан шугам татахад ашигладаг. Энэ нь ган голтой хийгдсэн байдаг.

Агаарын шугам нь зуны улиралд хотойж цүлхийсэн байдал ажиглагддаг. Эдгээрийг судалж утсыг хамгийн богино байхаар сонгох боломжит аргыг боловсруулаарай.

### Өөрийгөө сорiorой

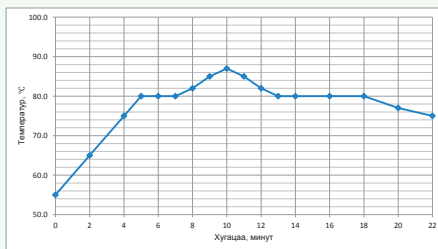
1. Нойтон мод муу шатдагийн учир юу вэ?
2. Мах чанах, жигнэх хоёрын алинд нь хурдан болох вэ?
3. Халуун усыг мөстэй аяганд хийхэд аль нь энерги алдаж байна вэ?
4. Биеийн авсан дулаан нь бөөмсийн хөдөлгөөнийг хэрхэн өөрчлөх вэ?  
 а. Өөрчлөхгүй б. Багасгана в. Нэмээдүүлнэ г. Огт хамааралгүй
5. Бөөмсийн хөдөлгөөн хэрхэн хурдсах вэ?  
 а. Мөргөлдөөнөөр б. Аяндаа в. Энерги алдаж г. Температур буурч
6. Бөөмс мөргөлдөх үед ямар хэмжигдэхүүн өөрчлөгдөх вэ?  
 а. Хүндийн хүчний потенциал энерги б. Хурд, импульс  
 в. Температур г. Масс
7. Хатуу биеийн дулаан дамжуулал хэрхэн явагдах вэ?  
 а. Дулааны хөдөлгөөнөөр б. Бөөмсийн урсгалаар  
 в. Цахилгаан соронзон долгионоор г. Аль алинаар нь
8. Хүснэгтийг гүйцээж бөглнэ үү.

Үзэгдэл	Хэмжигдэхүүн	Физик утга	Явагдах нөхцөл
	С		
			Хайлах температур
Тэлэх			

9. Дараах хэмжигдэхүүнийг ангилна уу.  $E_k, v^2, t^0, E_n, P, m, p, Q, c, \lambda$

Бөөмсийн шинж чанарыг илэрхийлэх	Бөөмсийн системийн шинж чанарыг илэрхийлэх

10. Графикаас харахад:  
 а. Бие ямар температурт хайлдаг вэ?  
 б. Биеийг 60 °C-аас хайлах хүртэл ямар хугацаанд халаасан бэ?  
 в. Хайлах хугацааг ол.  
 г. Шингэнийг ямар температуртай болтол халаасан бэ?  
 д. Энэ ямар бодис байсан бэ?

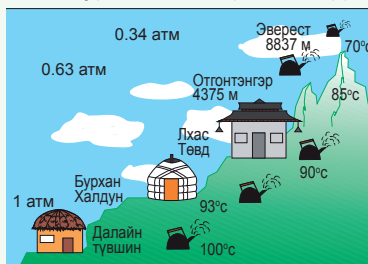


11. Уур мөс болох үйл явцыг илэрхийлсэн мөрийг зөв эрэмбэлнэ үү.

Хөрөх	{100 °C; 0 °C}	420 кЖ
Үйл явц	$t^0$	Q,
Хөлдөх	{0 °C; 0 °C}	332 кЖ
шингэрэх	100 °C	2300 кЖ

Мөсийг бүрэн уур болгоход ямар хэмжээний энерги авах вэ?

12. Зурагт тайлбар хийнэ үү.



## II БҮЛЭГ

# СОРОНЗОН ОРОН БА ЦАХИЛГААН ОРОН

IX  
анги

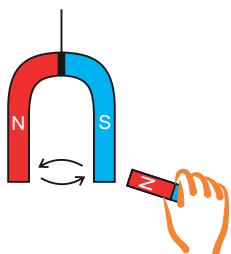


### БҮЛГИЙН АГУУЛГА

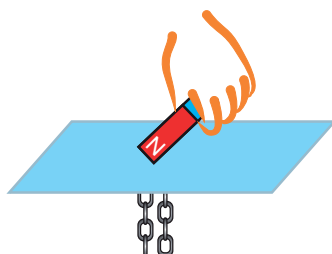
1. Соронзон орон
2. Цахилгаанжих ба цахилгаан орон

2.1 Соронзон орон

Бид соронзын шинж чанарын талаар бид юу мэдэх вэ? Соронзтой туршилтуудаа эргэн санацгаая.



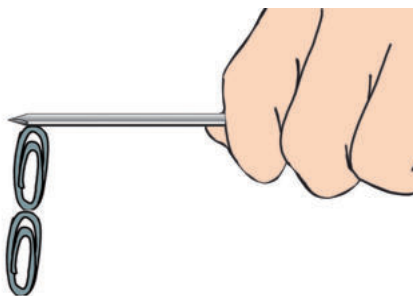
Соронз хоёр туйлтай. Ижил туйлаараа түлхэлцдэг. Эсрэг туйлаараа таталцдаг.



Төмөр соронзод татагддаг. Соронз цаас, шилийг нэвт үйлчилж чадна.



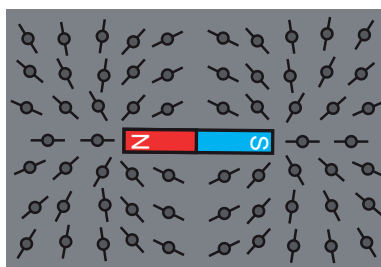
Соронзын туйл орчимд төмрийн үртэс их татагддаг.



Төмөр хадаасыг соронзон шинж чанартай болгож болно.



Соронз төмрийн үртсийг тодорхой хэлбэрт оруулдаг.

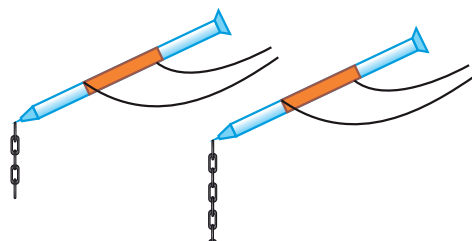
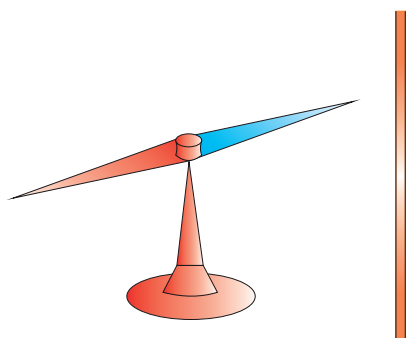
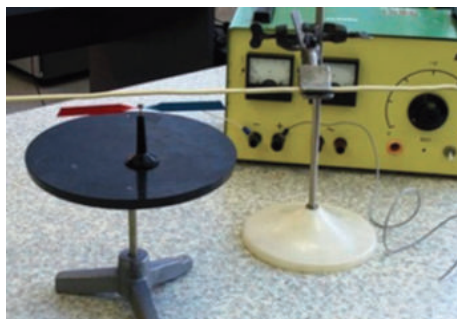


Соронзон зүү соронзын туйл орчимд хүчтэй татагддаг.

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Гүйдлийн соронзон шинж

Анх 1820 онд Дани улсын физикч Ханс Кристиан Эрстед гүйдэлтэй дамжуулагчид ойртуулсан соронзон зүүний чиг өөрчлөгдөж байгааг илрүүлснээс хойш гүйдлийн соронзон орны тухай ойлголт шинжлэх ухааны нэр томъёонд оржээ.



Гүйдэлтэй дамжуулагч соронзон үйлчлэл үзүүлдэг. Гүйдлийн орчимд соронзон орон үүсдэг.

Гүйдэлтэй ороомог соронз шиг үйлчилгээ үзүүлдэг. Зүрхэвч хийхэд соронзон чанар нь нэмэгддэг.

#### Шинжлэх ухаанч санаа ба таамаглал:



Гүйдэлтэй утас соронз хоёрын үйлчлэл соронзон шинжтэй юм болов уу?

Гүйдэлтэй утасны орчимд үүсч байгаа соронзон орныг нарийвчлан судлах хэрэгтэй.

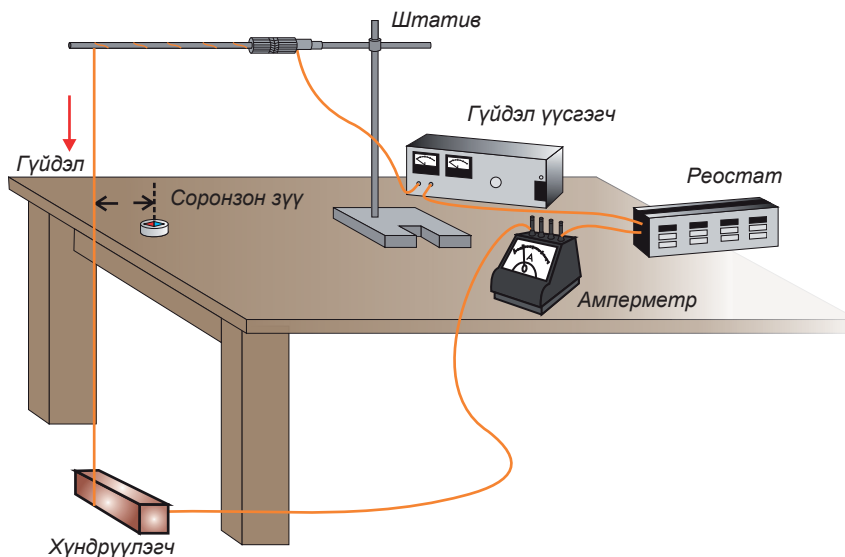


Гүйдлийн үүсгэж байгаа зүйлийг судалъя. Үүгээр бид гүйдлийн бас нэг гайхалтай шинжийг илрүүлж мэдэж авах болно. Гүйдэлтэй дамжуулагчийн орчимд юу байна вэ?

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

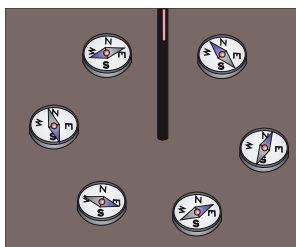
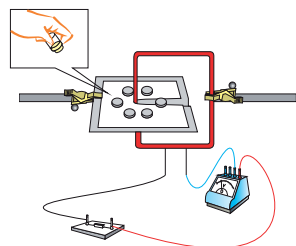
### Хэрэглэгдэх зүйлс:

Гүйдэл үүсгэгч (10 A), төмрийн үртэс, соронзон зүүнүүд, урт дамжуулагч утас.



**Гүйцэтгэх дараалал:** Дамжуулагч утсаа штативаас унжуулж босоо болгоод хоёр ширээний завсарт хавчуулж тавцангаа томсгож болно. Соронзон зүүг утасны ойролцоо байрлуулж, зүүний нэг үзүүрийг утас уруу чиглүүлж тавина. Тэжээл үүсгэгчээс их хэмжээний гүйдэл гүйлгэж зүүний чиглэлийн өөрчлөлтийг харна.

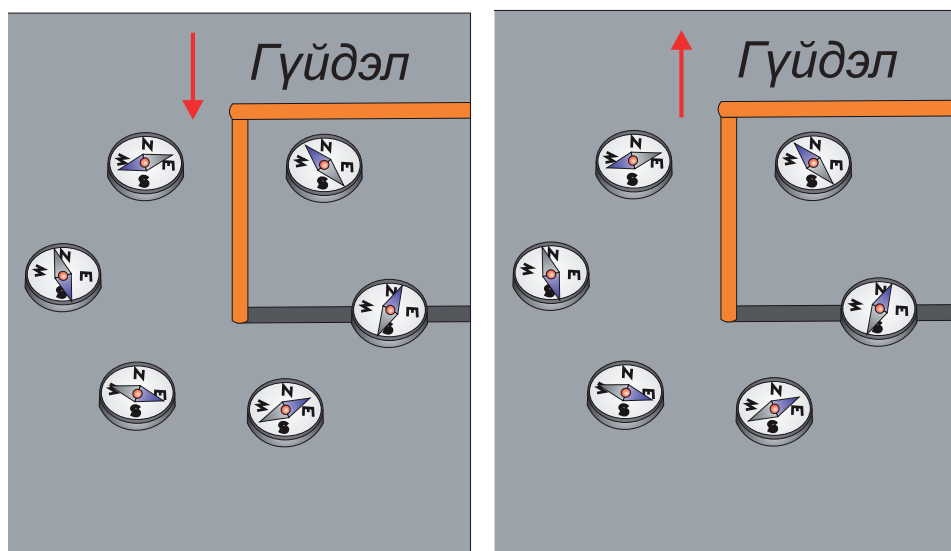
Хэрэв гүйдлийн хэмжээ багадаад байвал утсаа олон давхарлан жааз хэлбэрт оруулж бэлтгэнэ. Нэг талын урт 10 см –ээс багагүй байвал сайн. Төмөр биетийг оролцуулахгүй, ойр орчимд байлгахгүйг хичээгээрэй.



## Соронзон орон ба цахилгаан орон

Утсаа тойруулан цаас тавиад дээр нь төмрийн үртэс жигд цацаж бэлтгэнэ. Тэгээд тогтмол гүйдэл гүйлгэж цаасаа аяархан товшиж доргиогоорой. Төмрийн үртэсний төрхийг ажиглана уу. Дараа нь утсыг тойруулан соронзон зүүнүүдээ ижил зайд байрлуулаарай.

- Гүйдлийн чиглэлийг өөрчилж үзээрэй. Ямар өөрчлөлт гарч байна вэ?
- Гүйдлийн чиг соронзон зүүний чиглэлийн хооронд ямар нэг уялдаа байна уу?
- Гүйдэлтэй дамжуулагчийн орчимд илрээд байгаа зүйлийн талаар юу хэлж чадах вэ?
- Гүйдлийн чиглэл ба соронзон зүүнүүдийн чиглэлийн холбоог ажиглаарай.



Ажигласан зүйлээ зургаар дүрслээрэй.



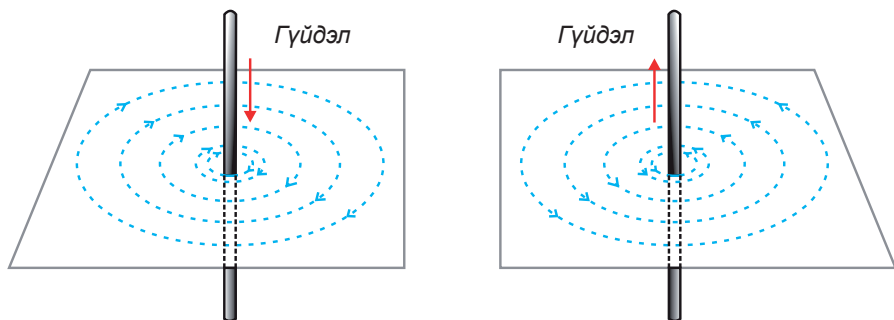
Гүйдэлтэй дамжуулагчийн орчмын орон зайд соронзон зүү ба төмрийн үртэст хүчээр үйлчилдэг талбар үүсдэг. Үүнийг гүйдэл соронзон орон үүсгэж байна гэж ярьдаг. Орон гэдэг нь ширээ сандал шиг материаллаг бодит зүйл, гэхдээ харагдахгүй, баригдахгүй, амтлагдахгүй онцлогтой. Соронзон орны оршин байгааг зөвхөн хүчний үйлчлэлийн үр дагавраар нь мэдэж болно.



Соронзон орон ба цахилгаан орон

Соронзон орныг хэрхэн дүрслэх вэ?

Соронзон зүү бүрийн чиглэлийг сумаар орлуулан дүрсэлнэ үү. Сумнуудыг холбож нэг шугамаар зурна уу.



Соронзон орны төрхийг дүрслэн харуулахын тулд график дүрслэлийн арга буюу шугамаар дүрслэх арга ашигладаг. Шулуун гүйдлийн соронзон орны шугам утсыг тойрсон нэг төвтэй тойргууд байдаг. Сумны чиглэлийг соронзон зүүний чиглэлтэй тохируулан зурна. Ийм шугамыг бид тогтмол соронзод зурж байсан.

Соронзон орны чигийг олох арга

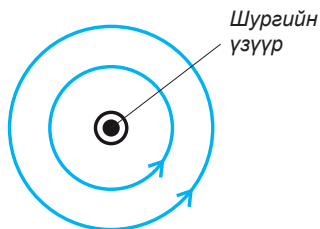
Гүйдлийн үүсгэж байгаа соронзон орны чигийг олоход баруун шургийн зарчмыг ашиглаж болдог. Бид ундааны бөглөөг таглах, эсвэл шургийг чангалахад сумаар заасан чигт нар зөв эргүүлдэг шүү дээ. Энэ үед бөглөө болон шураг урагш давшдаг. Хэрэв шургийг эргүүлэх чигтэй соронзон орны чигийг давхцана гэж бодвол шургийн давших чиг гүйдлийн чигтэй адилхан болно.



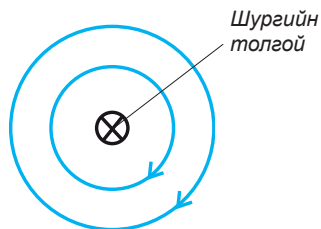
## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Шургийн дүрэм

Шургийг соронзон орны дагуу эргүүлбэл шургийн давших зүгийн дагуу гүйдэл чиглэнэ.



Наашаа чиглэсэн гүйдлийн үүсгэх соронзон орон



Цаашаа чиглэсэн гүйдлийн үүсгэх соронзон орон

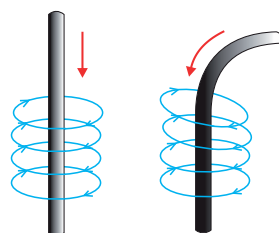
### Баруун гарыг атгах дүрэм

Шургийн дүрмийн нэг хувилбар нь баруун гарыг атгах дүрэм юм. Хагас атгасан баруун гарын тэнийлгэсэн эрхий хурууны дагуу гүйдэл гүйнэ гэвэл дөрвөн хурууны чигт соронзон орон чиглэнэ. Баруун гарынхаа эрхий хурууг гүйдлийн чигт тохируулж бариад гараа атгахад дөрвөн хурууны чиг соронзон орны чигтэй давхцана.



Хэрэв утас шулуун биш бол яах вэ? Утсаа тахийлгавал орны шугам яах бол?

Утсыг тахийлгасаар байгаад дугуй болговол соронзон орны шугам ямар болохыг хэлэлцэж дүрслэн зурна уу.



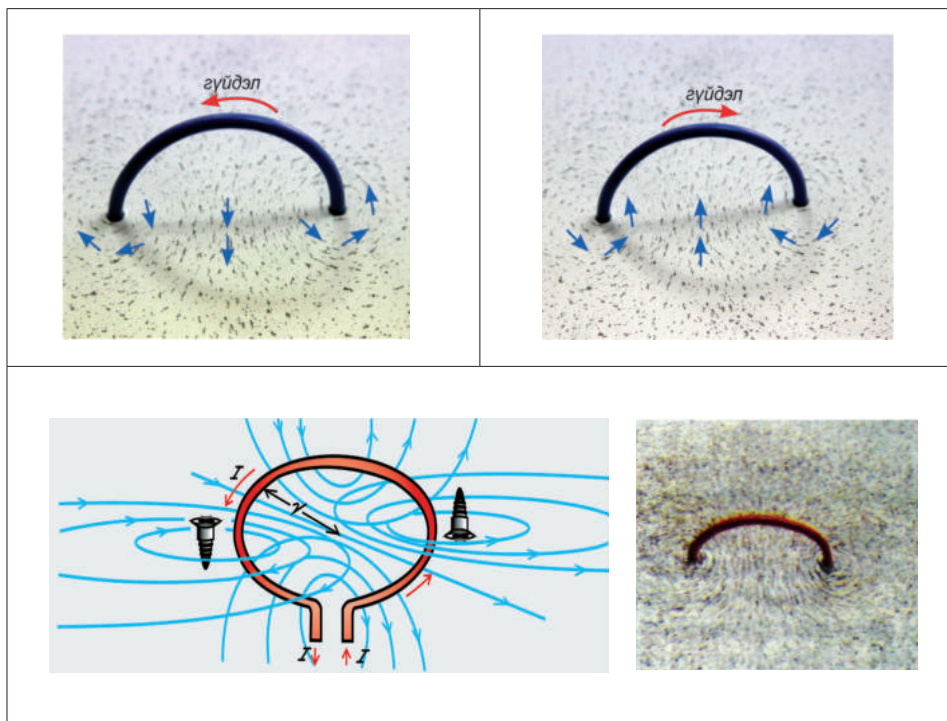
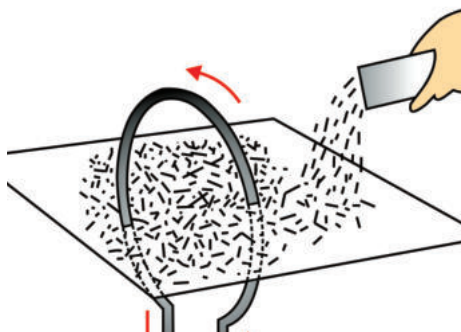
Утасны хэсэг бүр орон үүсгэнэ гэх үү?

Утсаа жижиг хэсэг хуваасан гэж ойлгож болох байх.



**Дугуй гүйдлийн соронзон орны төрхийг судалъя.**

Зурагт үзүүлснээр картон цаасанд хоёр нүх гаргаж, түүгээр дамжуулагч утсаа сүвлэж дугуйруулж бэлтгэнэ. Төмрийн үртэс цацаж, соронзон зүүгээ тавьж өмнөхийн адилаар орны чигийг судална уу. Гүйдлийн чиг орны чиг хоёр ямар холбоотой байна вэ? Гүйдлийн чигийг өөрчилж үзээрэй. Орон хаашаа чиглэнэ гэж бодож байна вэ?



**!** Орны чигийг олохдоо шургийн дүрэм болон баруун гараа атгах дүрмийг хэрэглээрэй.

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Шинжлэх ухаанч санаа ба таамаглал:



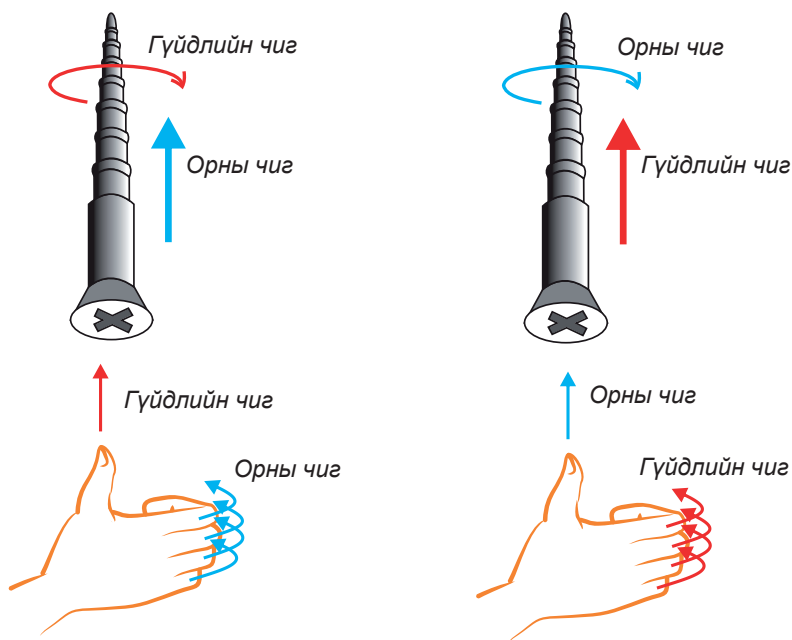
Гүйдлийн зам ч гэсэн битүү, соронзон орны шугам ч гэсэн битүү байна. Бие биеэ бөгжилсөн, гинжний цагариг шиг байна.



Гүйдлийн дагуу шургийн бариулыг эргүүлнэ гээд үзье. Орны чиг шургийн давших чиглэлтэй тохирч байна! Шургийн дүрмийг өөрөөр хэлж болох юм биш үү.



Баруун гарыг атгах дүрэм ч гэсэн адилхан солигдох болов уу?



#### Соронзон орны чиг ба гүйдлийн чигийн холбоо

Соронзон орны шугам ба цахилгаан гүйдлийн шугам (хэлхээ) хоёр бөгжилсөн хэлбэртэй байдаг. Эдгээрийн чиглэл баруун шургийн дүрмээр тодорхойлогдоно. Баруун гарын хагас атгасан дөрвөн хурууны чигт гүйдлийг авбал тэнийлгэсэн эрхий хурууны дагуу орон чиглэнэ. Эсрэгээр дөрвөн хурууны чигт орны чигийг авбал тэнийлгэсэн эрхий хурууны дагуу гүйдэл чиглэнэ.

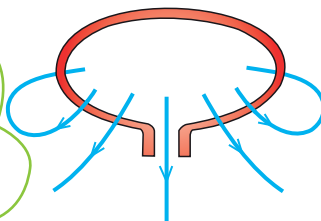
Соронзон орон ба цахилгаан орон

Орны шугамын нягт сийрэг ба орны хэмжээ

**?** Дугуй гүйдлийн орны шугамын нягт сийргийн талаар юу хэлж чадах вэ? Энэ нь орны хэмжээтэй холбоотой болов уу?



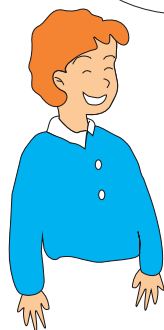
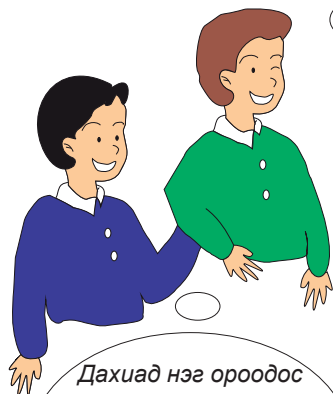
Дугуй гүйдлийн орны шугам бүгдээрээ дамжуулагч цагаариг дотуур орж гарсан байна. Цагааригийн хөндий дотор шугам шигүү, гадна талд таруу байна. Шугам сийрэг газарт орон сул, нягт газарт орны үйлчлэл хүчтэй байсан.



Шинжлэх ухаанч санаа ба таамаглал:

Тэгвэл орны шугамын нягт сийрэг нь орны хүчтэй холбоотой байж болох юм. Үнэн эсэхийг нь шалгаад үзье.

Дугуй гүйдлийн хөндий дотор татах хүч их байна аа.



Дахиад нэг ороодос нэмбэл яах бол? Улам сайжирна. Яагаад гэвэл ороодос бүр орон үүсгэнэ.

Нэмэгдэнэ гэсэн үг. Олон ороогоод байвал улам их болох нь.

Үүнийг бид өмнө үзсэн. Гэхдээ одоо л учрыг нь олж байна. Орон нэмэгддэг юм уу?

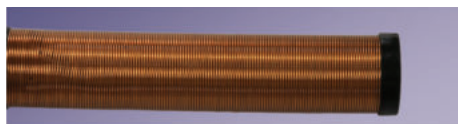



Ороомгийн ороодсын тоог олшруулах замаар соронзон орныг нэмэгдүүлж болно.

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Ороомгийн соронзон орон

Олон ороодсоос тогтсон урт ороомгийг соленоид гэдэг.



 Картон цаасан дээрээ утас оруулах зэргэлдээ нүхнүүд гаргаж, түүгээр дамжуулагч утсыг сүвлэж соленоидын загвар хийе. Өмнөх туршилтын адилаар цаасан дээрээ төмрийн үртэс жигд тарааж ороомгоор тогтмол гүйдэл гүйлгэе. Цаасыг товшиж үртсийг хэлбэршүүлнэ.

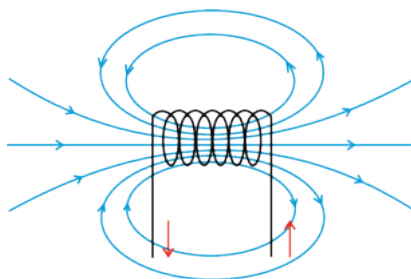
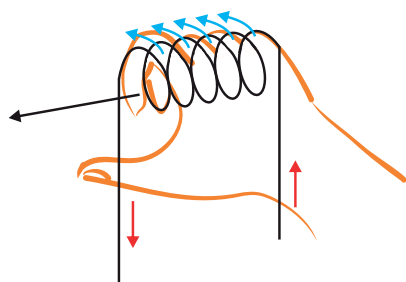


Миний бодсоноос арай өөр юм аа. Гэхдээ орны чигийг олох дүрэм биелж байна шүү!

Соронзон зүү ороомгийн хөндийд чигээ өөрчлөхгүй хаа ч адилхан чигтэй байна.



Дугуй ороодос бүрийн соронзон орон нэмэгдэж ороомгийн хөндийд жигд соронзон орон үүсгэнэ. Ийм орныг нэгэн төрөл орон гэдэг.



## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Тогтмол соронзын орон



Бид шулуун, тах, дугуй гээд янз бүрийн хэлбэртэй соронз мэднэ. Эдгээр нь мөн л соронзон орон үүсгэдэг. Тэдгээрийн үүсгэх соронзон орныг судалъя.

Шулуун соронзын үүсгэх соронзон орныг судалъя.

Туйл орчимд хүчтэй, дундаа сул орон үүсгэдэг үү? Орны чиг нь ямар байх бол?

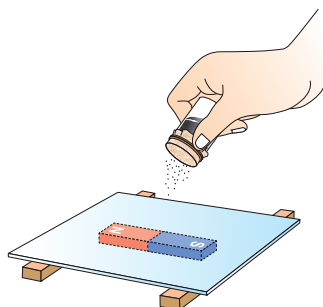
### Хэрэглэгдэх зүйлс:

Шулуун соронз, үртэс, соронзон зүүнүүд, картон цаас.



### Анхаарах зүйл:

Соронзон дээрээ төмрийн үртэс шууд цацаж болохгүй. Үртэс соронзлогдоод салахгүй, салсан ч үлдэгдэл нь соронзон шинжтэй болж бөөгнөрөөд туршилтын үр дүнг алдаатай болгоно.



**Гүйцэтгэх дараалал:** Соронзоо таарсан гялгар цаасаар ороох, эсвэл цаасны доор тавьж цаасан дээрээ үртсээ жигд цацаарай. Цацаж байхдаа товшихоо мартуузай.



Орны чиг соронзын N туйлаас гараад S туйл руу чиглэж байна. Гадна тал нь соленоидынхтой төстэй байна.

### Шинжлэх ухаанч санаа ба таамаглал:



Орны шугам эхлэл,  
төгсгөлтэй юм уу даа.  
Соленоидынх битүү  
байсан биз дээ.

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

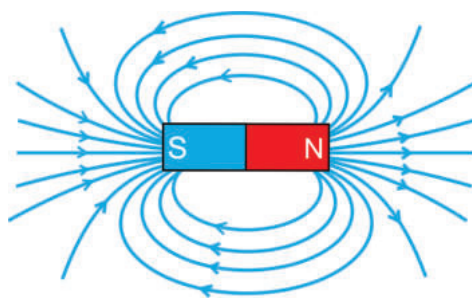
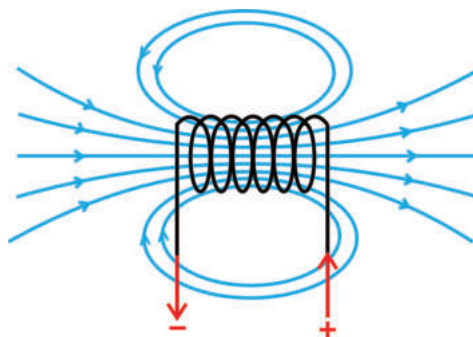


Соронзон орны шугам битүү байх ёстой юм бол ямар байх вэ?

Соронзын дотуур нь орны шугам байдаг бол эсрэг чигтэй байхаас өөр аргагүй.

Дотуураа S –ээс N рүү чиглэнэ гэсэн үг.

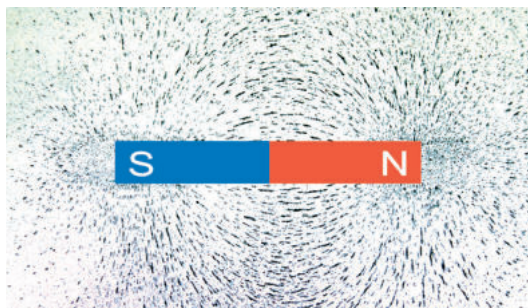
Соленоид, шулуун соронзын үүсгэх орон хоорондоо өөр байдаг байж болох юм. Тийм бол шулуун соронзын үүсгэх орон N-ээс гараад S дээр дуусна. Соленоидынх эхлэл төгсгөлгүй битүү.



Тогтмол соронзын үүсгэх орон, гүйдлийн соронзон орон хоёр угтаа нэг гаралтай учир соронзон орны шугам ямагт битүү байдаг. Гэхдээ орны чигийг туйлтай нь холбож авч үзэхдээ гаднах орны чигээр нь N –ээс S рүү чиглэнэ гэж ярьдаг.



Олсон аргаа хэрэглэж тах болон дугуй соронзын орны төрхийг судалъя.

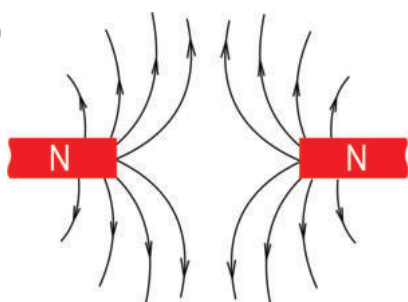
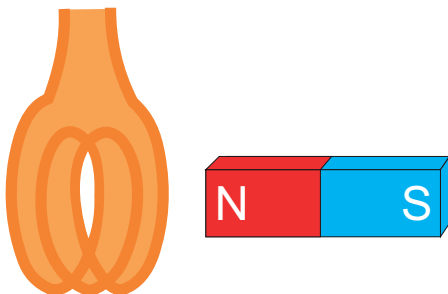




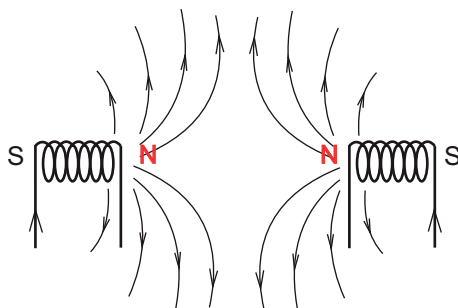
Гүйдлийн орны чигийг туйлтай яаж холбох вэ?

? N-ээс S рүү гэдгээр нь ороомгийн хөндийн гаднахыг нь олъё.

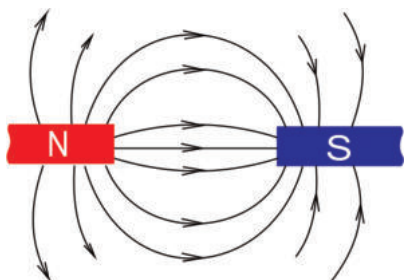
Шулуун соронзтой ороомгийг үйлчлүүлээд татаж түлхэж байгаагаар нь туйлыг нь олох арга байна. Эхнийхээр нь ямар байхыг нь бодож олоод, дараагийнхаар нь үнэн эсэхийг нь шалгаад үзье.



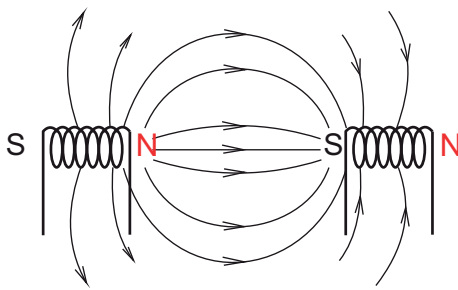
Ижил туйлуудын хоорондох орон



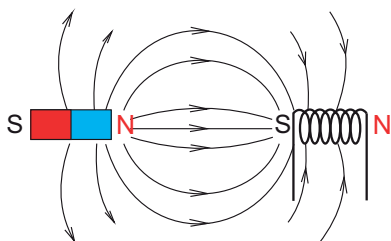
Ижил туйлуудын хоорондох орон



Эсрэг туйлуудын хоорондох орон



Эсрэг туйлуудын хоорондох орон

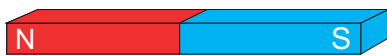


Соронз ба ороомгийн хоорондох соронзон орон

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Бодисын соронзон бүтэц

❓ Соронзыг голоор нь хоёр хуваавал яах бол? Соронзын хойд өмнөд туйлыг салгаж болох болов уу?



Эерэг сөрөг цахилгаан цэнэгийг салгаж болдог. Харин соронзын туйл яадаг юм бол?

Буталсан соронзын туйл салсан эсэхийг судалцаая.



✍ Хэрэглэгдэх зүйлсийг өөрөө сонгож аваарай. Судалгааг хэрхэн хийх төлөвлөгөө гаргаарай. Үр дүнгээ хэлэлцээрэй.



Тэгвэл энэ үйлдлээ цааш төгсгөлгүй үргэлжлүүлбэл яах бол? Дахин цааш хуваагдахгүй эгэл соронз болох болов уу. Эсвэл хуваагдсаар юу ч үгүй болох уу?



Соронзыг хоёр хуваахад дахиад л жижиг хоёр соронз болж хувирдаг байна.



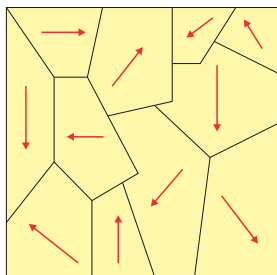
Соронз нь эгэл соронзоос тогтоно гэсэн санааг Ампер дэвшүүлж байсан бол, Кулон соронзон чанартай цэнэг байдаг гэж байв. Хожим атомын гараган загвар бүтээгдсэний дараа цөмөө тойрон эргэж байгаа электрон эгэл дугуй гүйдэл үүсгэнэ, тэр нь эгэл соронз болно гэсэн санаа гарсан юм.

*Соронзон орон ба цахилгаан орон*

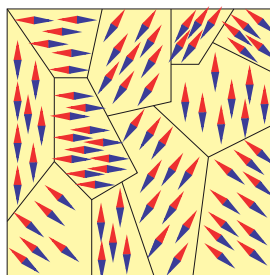


Гангийн төрлийн хүчтэй соронзон чанартай бодисыг ферросоронз гэдэг. Ийм бодист ган, кобальт, никель гэх мэт хамаарагдана.

Ферросоронз нь домен гэж нэрлэгдэх маш хүчтэй соронзон хэсгүүдээс тогтдог. Домен нь өөрийн ээлжинд нэг зүгт зүгширсэн олон тооны эгэл соронзоос тогтдог.



*Ферросоронз доменаас тогтоно.*



*Доменууд нэг тийш чиглэсэн эгэл соронзоос тогтоно.*

Ферросоронз соронзлогдоогүй үед доменууд ийш тийш эмх цэгцгүй байрлаж байдаг. Иймд бодис бүхэлдээ бараг соронзон чанаргүй байна.



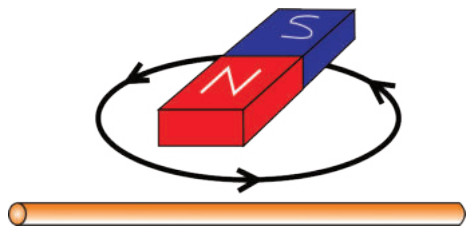
**Нөлөөгөөр соронзлогдох.** Төмрийг соронзонтой болгоё.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:**

Төмөр саваа (урт хадаас), соронз, төмрийн үртэс, соронзон зүү, жижиг алх.

Төмрийг хэрхэн соронзонтой болгох, хэрхэн шалгах талаар саналаа солилцъё.

**Гүйцэтгэх дараалал:** Эхлээд төмөр соронзонтой байгаа эсэхийг шалгах хэрэгтэй. Төмрийн үртсийг татахгүй байвал соронзонгүй гэсэн үг. Бас соронзон зүү ашиглаж болох юм. Төмөр саваа соронзон зүүний аль ч туйлыг түлхэхгүй, бас татахгүй байвал соронзонгүй байна.



## Соронзон орон ба цахилгаан орон



- Савааны дээгүүр соронзоо нэг туйлаар нь гулсуулна. Тэгвэл доменууд нэг тийш харна. Холуур буцаагаад дахиад өмнөх чигт гулсуулна.
- Алхыг ашиглан доменуудыг доргиож цэгцэлж болох юм.
- Зүгээр цохивол харин соронзон чанараа алдах юм биш үү.
- Тэгвэл савааныхаа үзүүрийг соронзод хүргэж нөгөө үзүүрээс нь цохиод үзье.
- Соронзон чанар нь дээшилж байна шүү.
- Гүйдлийн соронзонг ашигласан ч болох юм. Зүрхэвч ашиглаад хүчтэй соронз гаргаж болно.

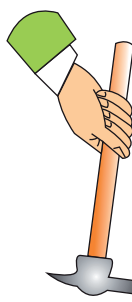
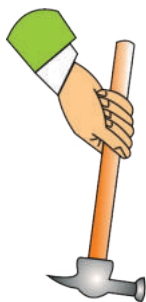


Бид тогтмол соронз болон гүйдлийн соронзонгоор илэх арга, доргиох арга оллоо. Халаагаад хөргөх арга байж болох юм.



Соронзлогдсон савааг хэрхэн соронзонгүй болгох вэ? Юу хэрэглэх, туршилтыг хэрхэн хийх талаар хэлэлцэж төлөвлөн, материалаа сонгож туршилтаа хийгээрэй.

Соронзон чанарыг арилгахын тулд халаах, доргиох, хүчтэй соронзоор савааны дунд үйлчлэх зэрэг арга хэрэглэж болох юм.



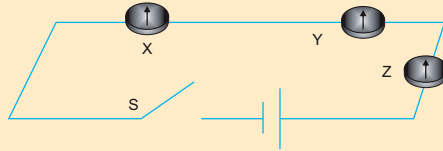
Ферросоронзон бие соронзын нөлөөгөөр соронзон шинж чанартай болж, соронзон үйлчлэл үзүүлэх чадвартай болдог байна. Энэ үзэгдлийг нөлөөгөөр соронзлогдох гэнэ. Соронзлогдсон биеийг соронзоос холдуулахад аажмаар соронзон шинж чанараа алдана. Соронзон шинж чанар нь удаан хадгалагддаг соронзыг тогтмол буюу байнгын соронз гэж нэрлэдэг.

**Өөрийгөө сорiorой**

Өгүүлбэрийн дутууг гүйцээнэ үү.

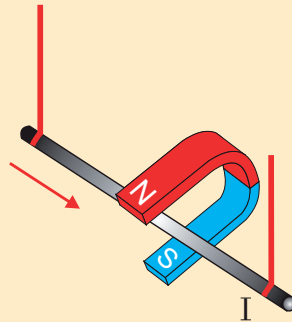
1. Ферросоронз гэж ..... бодисыг хэлдэг. Ферросоронз бодис ..... -аас тогтдог.
2. Байнгын соронзонд ферросоронз биеийг ойртуулахад уг биеийн доторх эгэл соронзууд ..... чиглэлтэй болж зүгшрэн байрлаж бие бүхэлдээ соронзон шинж чанартай болно.
3. Төмөр савааг ..... аргаар соронздож болно. Саваа соронзлогдсон эсэхийг ..... аргаар шалгаж болно.

4. Цахилгаан хэлхээ ба луужингийн байрлалыг зургаар үзүүлжээ. X, Z луужинг дамжуулагч утасны дээр, харин Y луужинг дамжуулагч утасны доор байрлуулсан бол S түлхүүрийг залгахад луужингуудын заалт дараах тохиолдлуудын алинд нь зөв байх вэ?



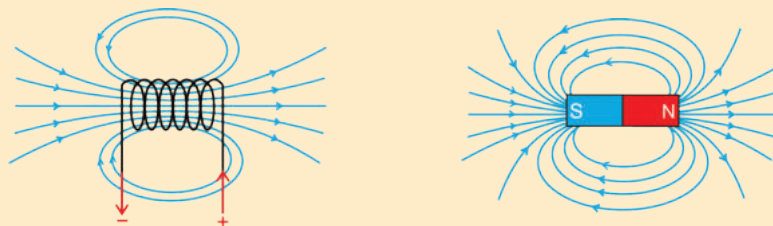
- a.
- б.
- в.
- г.

5. Шулуун дамжуулагч утасны соронзон орон дахь байрлал ба түүгээр гүйх гүйдлийн чигийг зургаар өгчээ. Их гүйдэл гүйх үед дамжуулагчийн хоёр талд үүсгэх нийлбэр орны чигийг ол.



### Ухагдахууны сүлжээ

Соронз ба гүйдэлтэй дамжуулагчийн орчимд соронзон орон үүсдэг.



Орон материаллаг шинжтэй. Матери биет ба орон гэсэн хоёр хэлбэртэй байдаг. Орон бол материйн нэг хэлбэр юм.

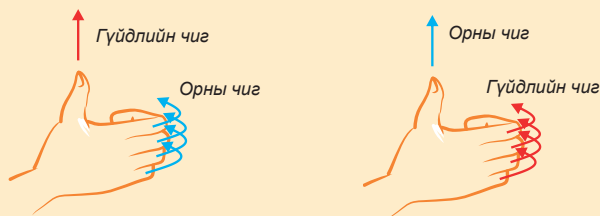
Орноор дамжиж соронзууд үйлчилдэг.



Соронзон орны төрхийг харуулахын тулд шугамаар дүрсэлдэг. Соронзон орны шугам битүү байдаг.

Тогтмол соронзын гаднах соронзон орны шугам N туйлаас S туйл рүү чиглэлтэй байна. Соронзын дотор эерэгээр чиглэнэ.

Гүйдлийн үүсгэх орны чигийг баруун шургийн дүрмээр олдог.



Орны шугам нягт хэсэгт орон хүчтэй, сийрэг хэсэгт орон сул байдаг.

Ферроматериал соронзлогдох үед доменууд нэг тийш зүгширч туйлширдаг.

Соронзыг ихэвчлэн ферро материалаар хийдэг.

Ферросоронзон материал домен бүтэцтэй байдаг. Домен нь хүчтэй соронзон хэсэг юм.

2.2

Цахилгаан цэнэг ба цахилгаан орон

Бид цахилгаан цэнэг, цахилгаан гүйдэл, түүнээс улбаалсан электроникийн зуунд аж төрж байна.



**ШИНЖЛЭХ УХААНЫ ТҮҮХЭЭС**



Цахилгаан цэнэгийн тухай асуудал хөндөгдөхөд электрон гэдэг бичил бөөмийн тухай яриа зайлшгүй сөхөгддөг. Эртний грекчүүд ноосоор үрсэн хув хөнгөн биетийг татдаг тухай мэддэг байсан.

Энэ онцлог шинжийг хувны нэрээр электрон гэх болжээ.

Энэ үгнээс өнөөдрийн electric, electronic, electromagnetic гэх мэт шинжлэх ухааны үг хэллэг улбаалан үүсчээ. Бид тэнгэрийн аянга цахилгаантай холбоотой утгаар нь орчуулж хэрэглэдэг. XVIII зууны үед эрдэмтэд цахилгаан гүйдлийг дулааны нэг адилаар жингүй, өвөрмөц шингэний урсгал гэж үзэх нь элбэг байсан.

1749 онд АНУ-ыг үндэслэгчдийн нэг, физикч Бенжамин Франклин цэнэг, эерэг сөрөг цэнэг, бөөм гэсэн ойлголтыг шинжлэх ухаанд анх оруулж иржээ. Тэрээр цахилгаан бол атомын бүрэлдэхүүн хэсгийн шинж гэсэн санааг дэвшүүлж байв. Бенжамин Франклиныг бид долларын зуутын дэвсгэртээс мэдэх билээ. М.Фарадей цахилгаан орон, орны шугам гэдэг ойлголтыг физикт оруулжээ.

1897 онд английн физикч Ж.Ж.Томсон сөрөг цэнэгтэй нэгэн бичил бөөмийг нээж түүнийгээ электрон гэж нэрлэв. Бидний хэрэглэж буй гар утас, телевиз, компьютерийн үндэс болох тоон электроник нь электроныг залуурдахуй гэсэн утга агуулдаг.

Бүлгийн энэ хэсэгт бид цахилгаанжих үзэгдлийн мөн чанар, цахилгаанжих үзэгдлийн амьдрал дахь хэрэглээний талаар гүнзгийрүүлэн судлах болно.

**Соронзон орон ба цахилгаан орон**

**Үрэлтээр цахилгаанжих**

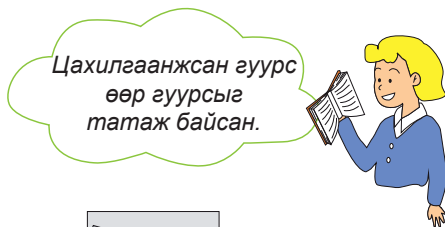
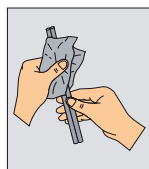


Цахилгаанжсан биеийн шинж чанарын талаар бид их зүйлийг мэднэ. Дараах зүйлсээс сонгож цахилгаанжсан биеийн шинж чанарыг харуулах туршилт хийж танилцуулна уу.

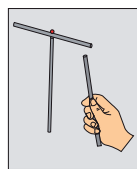
**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Ноосон алчуур, хуванцар саваа, гуурс, хөнгөн биетүүд (цаасны үртэс, үс, үлээсэн бөмбөлөг, гялгар уут, хөнгөн цагаан цаасан бортого гэх мэт), штатив.



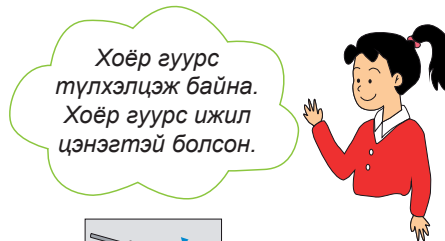
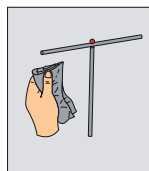
Ундааны гуурсыг ноосон алчуураар үрэхэд цахилгаанжсан.



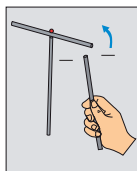
Цахилгаанжсан гуурс өөр гуурсыг татаж байсан.



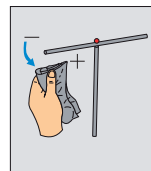
Алчуур бас цахилгаанжсан байна. Цахилгаанжсан болохоороо гуурсыг татаж байна.



Хоёр гуурс түлхэлцэж байна. Хоёр гуурс ижил цэнэгтэй болсон.



Алчуур цахилгаанжсан гуурсыг татаад байна. Алчуур өөр цэнэгтэй болсон.

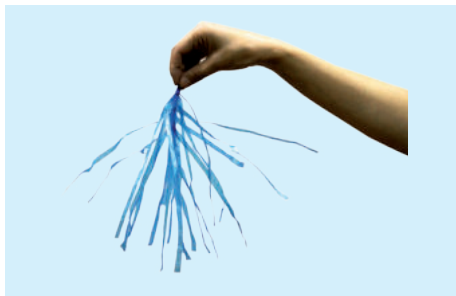




Соронзон орон ба цахилгаан орон



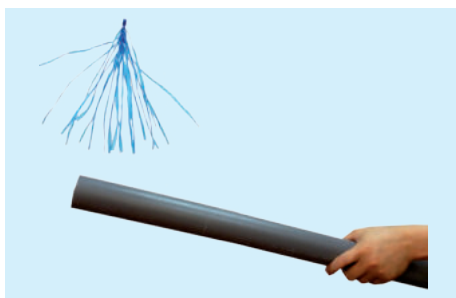
Манай баг уутыг уртааш нь зүсч цацаг үүсгэсэн.



Тэгээд цаасаар үрж цахилгаанжуулсан.



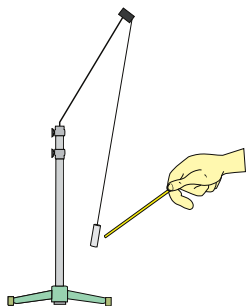
Бас усны хоолойг цаасаар үрсэн



Хоолой цацагийг түлхээд унагахгүй байсан.



Бид хоёр биеийг үрэхэд эерэгээр цахилгаанждагийг мэднэ. Үрэхээр яагаад цахилгаанжаад байгаа юм бол?



Соронзлогдсон юм бол уу? Цахилгаанжих соронзлогдох хоёр адилхан уу? Харин металл бортгогнд саваагаа хүргэсэн чинь түлхдэг болчихлоо. Цахилгаан дамждаг юм бол уу?



Ажигласан зүйлийнхээ шалтгааны талаар, мэдэхийг хүсэж байгаа зүйлийнхээ талаар таамаглал дэвшүүлнэ үү. Таамаглалаа нягталж нотлох туршилт сэднэ үү. Юу ашиглаж, ямар туршилтыг хэрхэн хийхээ төлөвлөж, ямар үр дүн гарна гэж бодож буйгаа бичээрэй.

Соронзон орон ба цахилгаан орон

Туршилтын үр дүнд ажиглагдсан зүйл

<p>Судалсан зүйл: Бид савааны цахилгаан бөмбөлөгт дамжих эсэхийг судалсан.</p>	<p>Судалсан зүйл: Цахилгаанжсан ноосны цахилгаан бөмбөлөгт дамжих эсэхийг судалсан.</p>	<p>Шинээр судлах зүйл: Саваанд хүргэсэн, ноосонд хүргэсэн бөмбөлгүүд ямар цахилгаан чанартай болохыг судалъя.</p>
<p>Ажигласан зүйл: Цахилгаанжсан саваагаар үрсэн хоёр бөмбөлөг түлхэлцэж байна.</p>	<p>Ажигласан зүйл: Цахилгаанжсан ноосоор үрсэн хоёр бөмбөлөг мөн түлхэлцэж байна.</p>	<p>Шинээр судлах зүйл: Ноосоор үрсэн хоёр бөмбөлөгт цахилгаанжсан саваагаа ойртуулъя. Хоёр бөмбөлгийг хооронд нь ойртуулъя. Эсрэг цахилгаантай бол таталцана.</p>
<p>Дүгнэлт: Савааны цахилгаан бөмбөлөгт дамжсан гэж үзэж байна.</p>	<p>Ноосны цахилгаан бөмбөлөгт дамжсан байх. Энэ үнэн бол бөмбөлөг ноосон даавуутай адилхан цахилгаан чанартай болсон байх ёстой.</p>	<p>Туршилтуудаа нэгтгэж дүгнэцгээе.</p>

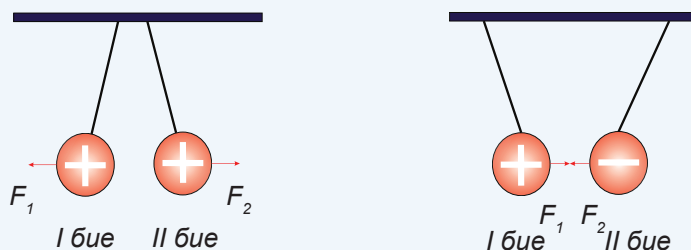
Дасгал

Дүгнэлтдээ тулгуурлаж өгүүлбэрийн дутууг гүйцээнэ үү.

Хооронд нь үрсэн хоёр бие ..... цахилгаан чанартай болдог. .... цахилгаанжсан биес хоорондоо таталцдаг бол, ..... цахилгаанжсан бие түлхэлцэж байна. Цахилгаанжсан биеийг цахилгаанжаагүй биед хүргэхэд ..... Цахилгаанжсан бие цахилгаанжаагүй хөнгөн биеийг ..... .. Бие цахилгаанжсан эсэхийг ..... аргаар мэдэж болно.



Ноосоор үрсэн хуванцар савааны цахилгаан чанарыг сөрөг (нэмэх), ноосоор үрсэн шил савааны цахилгаан чанарыг эерэгээр (хасах) цахилгаанжсан гэдэг. Эдгээр нь угтаа бодисыг бүтээж байгаа атомын цахилгаан чанартай холбоотой юм.



Ижлээр цахилгаанжсан биес түлхэлцэнэ. Эсрэгээр цахилгаанжсан биес таталцана.

Соронзон орон ба цахилгаан орон

? Хоёр биеийг үрэхэд яагаад эсрэгээр цахилгаанжаад байгаа юм бэ?



🔍 Ямар бие эерэгээр, ямар бие сөргөөр цахилгаанждаг вэ? Үрж байгаа биеийн онцлогоос хамааруулж судалъя.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Хув болон шил саваа, штативаас зүүсэн хөнгөн цагаан хоёр бортого, мөн хөнгөн чанартай биес. Энд, хөнгөн цагаан цаас буюу хүнсний бүтээгдэхүүн боодог “тугалган” гэж нэрлэдэг цаас, төрөл бүрийн гялгар уут, хуванцар, шил, ноос, цэмбэ, арьс, торго, мод, резин, хөвөн даавуу, полиэстэр даавуу, хөөсөнцөр, ус дамжуулах сувгийн поливинилхлорид хуванцар хоолой гэх мэт цахилгаанжилт сайтай материалууд.



поливинилхлорид



шил



ноос



гялгар уут



полиэстэр

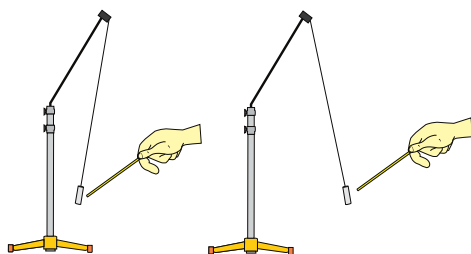


хөөсөнцөр

**Гүйцэтгэх дараалал:** Хоёр бортогын нэгийг эергээр, нөгөөг сөргөөр цэнэглэж тэмдэг тавина. Цэнэгээ алдвал тухай бүр давтан цэнэглэнэ. Энд хувны цэнэгийг сөрөг, шилний цэнэгийг эерэг гэж авна. Бортогыг цэнэглэхдээ талхан дээр тос түрхдэгийн адилаар сайтар гулсуулах хэрэгтэй. Цахилгаанжилтыг шалгахдаа дараах схемийг ашиглаж болох юм.

Соронзон орон ба цахилгаан орон

	Эерэг цэнэгтэй бортго	Сөрөг цэнэгтэй бортго	Цахилгаанжсан биеийн цэнэг
Цахилгаанжсан биед	Татагдах	Татагдах	Цэнэггүй
	Татагдах	Түлхэгдэх	Сөрөг
	Түлхэгдэх	Татагдах	Эерэг



Жишээлбэл, цахилгаанжсан биед сөрөг цэнэгтэй бортго татагдаад, эерэг цэнэгтэй бортго түлхэгдэж байвал бие эерэгээр цахилгаанжсан байна. Ийм байдлаар хүчний үйлчлэлийн үр дагавраар нь ямар цэнэгтэй болсныг таних боломжтой юм.


**!** Таталцсан бүхэн эсрэг цэнэгтэй байх албагүй шүү. Өмнө нь цэнэглэгдсэн, цэнэг нь арилаагүй биеийг туршилтад ашиглавал үр дүн буруу гарч болзошгүй учир аль болох давтан ашиглахгүй байхыг хичээгээрэй. Гар, хувцас чинь бас цахилгаанжина гэдгийг санаарай. Цахилгааныг нь арилгахдаа халуун агаараар үлээж болох юм.

**👉** Хэрэглэж буй материалын нэрийг бичиж ямар цэнэгтэй болсныг бичнэ. Хүснэгтийн нүдний дээр бичсэн нь багананд бичсэн биеийн цэнэг, доор бичсэн нь мөрөнд бичсэн биеийн цэнэг юм.

Материалууд	Хув	Шил	Усны хоолой	Мод	Резин	
Ноос	-	+				
	+	-				
Торго						
Гялгар уут						
Полиэстэр						
Бөмбөлөг						

Туршилтын үр дүнгээ хүснэгтлэн бичээд, тухайн нэг материалын хувьд ямар цэнэгтэй болох нь, юунаас хамаарч байгааг шүүн хэлэлцэнэ.

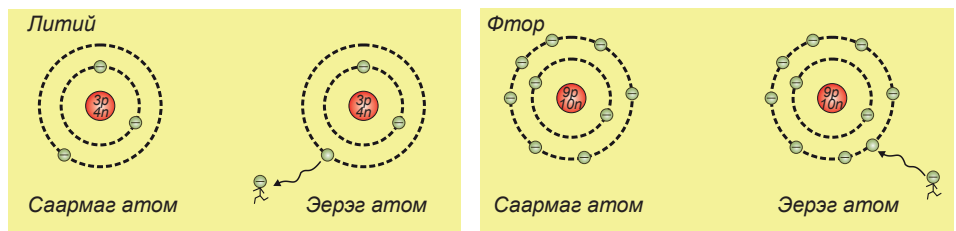
**Бие бүхэн атомаас тогтдог**

 Биед явагдах олон үзэгдлийн учир шалтгаан нь бодисын дотоод бүтэцтэй холбоотой байдаг. Эрт үеэс эрдэмтэд бодисыг жижиглэн хуваагаад байвал эцэст нь юу үлдэх вэ гэсэн асуудлыг тунгаан бодож байсан. Зарим нь үл хуваагдах жижиг хэсэг үлдэнэ гэж үздэг байв. Бодис үл хуваагдах жижиг хэсгээс тогтоно гэдэгт итгэдэг үзэлтнүүдийг атомистууд гэдэг. Атом гэдэг нь эртний грекээр үл хуваагдах гэсэн утгатай үг юм. XX зууны эхээр эрдэмтэд бодисыг бүтээгч язгуур махбодь болох элемент бүхэнд тодорхой атом харгалздаг болохыг тогтоожээ. Бид атом ба элементийн тухай химийн хичээлээс ихийг мэдэх билээ.

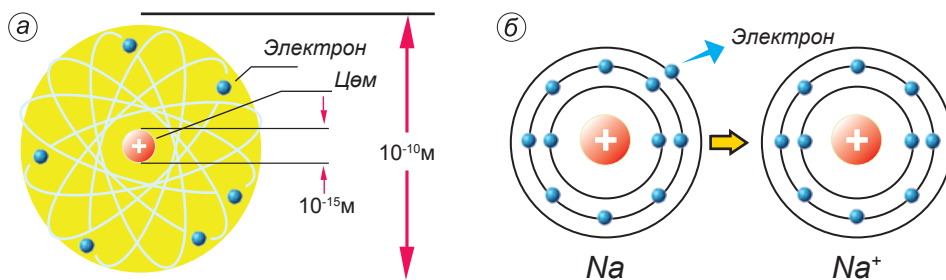
Атом нь бодитойгоор оршин байдаг боловч ямар ч багажаар “харах” боломжгүй тийм өчүүхэн зүйл юм. Атом нь цөм ба электронуудаас тогтдог. Электроны цэнэг нь байгаль дээрх хамгийн бага цэнэг юм. Цөмийн бүрэлдэхүүнд протон гэдэг электроноос бараг 2000 дахин их масстай, электроной яг адил хэмжээтэй, эерэг цэнэгтэй бөөм багтдаг. Атомын шугаман хэмжээ  $10^{-10}$  м орчим. Элементийн үелэх системд тухайн элементийн эзлэх байр нь уг элементийн цөм дэх протоны тоотой тэнцүү байдаг. Энэ нь цөм дэх протоны тоо өөрчлөгдвөл өөр элемент болж хувирдаг гэсэн үг.

Ердийн нөхцөлд тухайн атомын нэмэх цэнэгийн хэмжээ, сөрөг цэнэгийн хэмжээтэй тэнцүү байдаг. Үүнийг атом цахилгаанжаагүй буюу саармаг байна гэж ярьдаг.

Төмөр 26, зэс 29 дүгээр элемент, иймд саармаг төмрийн атом 26 электрон, харин саармаг зэсийн атом 29 электрон агуулдаг. Эдгээр электрон давхраа үүсгэн байрладгийг бид химийн хичээлээс мэднэ. Атом хэдийгээр цахилгаан саармаг байсан ч нэмж электрон авч гадаад давхраагаа гүйцээх эрмэлзэлтэй байдаг. Химийн элементийн атомууд электрон нэгтгэх чадвараараа харилцан адилгүй. Үүний улмаас атом электроноо бусдад алдах эсвэл бусдаас авах нь элбэг тохиолддог. Электрон алдаж эерэг цэнэгийн илүүдэлтэй болсон атомыг эерэг ион, электроны илүүдэлтэй болсон атомыг сөрөг ион гэж нэрлэдэг.



## Соронзон орон ба цахилгаан орон



Атомын хэмжээ. Натрийн саармаг атом ба ион

Элементийн электрон нэгтгэх чадварыг химид цахилгаан сөрөг чанар гэдэг. Атомууд гадаад давхраагаа гүйцээх эрмэлзлийнхээ улмаас өөр хоорондоо нэгдэж молекул, цаашлаад бүхэл бүтэн биеийг бүтээдэг.

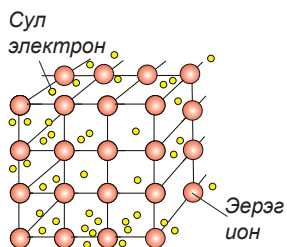
### Металлын бүтэц

Нэг металлын (тухайлбал зэсийн) атомууд өөр хоорондоо нэгдэж гадаад давхрааны электроноо дундын өмч болгон нийлүүлсэн байдаг. Хэчнээн атом нэгдэнэ түүнд харгалзах тооны электрон дундын электрон болсон байдаг. Дундын электрон нь тодорхой атомд харьяалалгүй учир атомуудын хоорондуур чөлөөтэй явах чадвартай байдаг. Иймд түүнийг чөлөөт электрон гэж нэрлэдэг. Гэхдээ металлын атомууд хоорондоо чөлөөт электроноороо холбогддог. Ихэнх металлын атомууд туйлын эмх цэгцтэй, эрэмбэ дараалалтай, тэгш хэмт үелэх зүй тогтолтой байрласан байдаг. Ийм бүтцийг кристалл буюу талст бүтэц гэж нэрлэдэг. Талст бүтцийг оронт тор гэсэн загвараар дүрсэлж болдог. Металлын атомуудын байрлаж байгаа байрлалыг оронт торын зангилаа гэж нэрлэдэг. Металлын атомууд гадаад давхрааны электроноо холбоосын буюу чөлөөт электрон болгодог учир эерэг ион хэлбэртэй болсон байдаг. Иймд металлыг оронт торын зангилаа дээр сууж байгаа эерэг ионууд ба түүний завсраар чөлөөтэй хөдлөх холбоосын сул электронуудаас тогтоно гэж дүрсэлж болно.

Электронууд хөнгөн бөөм учир хурд ихтэйгээр хөдөлнө. Иймд сул электронууд дулааны болон цахилгаан энергийн дамжуулалтад гол үүрэг гүйцэтгэдэг.

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

Зэсийн бүтцийг авч үзвэл, зэсийн оронт торын зангилаан дээр эерэг ионууд байрлана. Тэдгээр нь хэлбэлзэх хөдөлгөөн хийнэ. Харин сул электронууд атомуудын завсраар чөлөөтэй хөдөлнө.



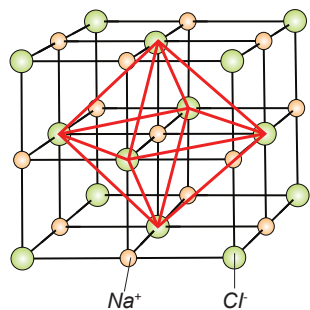
### Кристаллын төрөл



Кристаллын оронт торын зангилаанд юу сууж байгаагаас нь хамааруулан кристаллыг ион, молекул, атом, металл бүтэцтэй гэх мэтээр ангилдаг.

**Ион бүтэцтэй кристалл** нь оронт тор дээр суух эерэг сөрөг ионуудын цахилгаан таталцлын ачаар бүтээгдсэн байдаг. Ийм кристаллын төлөөлөгч нь хоолны давс юм. Натрийн ( $\text{Na}^+$ ) ионыг хлорын ( $\text{Cl}^-$ ) зургаан ион хүрээлж байна.

**Молекул бүтэцтэй кристалл** бодисын тоонд хатуу төлөвт шилжсэн устөрөгч (хайлах температур нь  $-259^\circ\text{C}$ ), азот ( $-210^\circ\text{C}$ ), хүчилтөрөгч ( $-218^\circ\text{C}$ ), нүүрсхүчлийн хий ( $-57^\circ\text{C}$ ), нүүрс, германий зэргийг дурдаж болно. Харандааны голд хэрэглэдэг бал чулууны оронт тороос үзэхэд нэг хавтгай дээр байгаа зэргэлдээ ойрхон орших атомууд нийлж нэг үеийг бүтээж байна. Иймд харандаагаар юм бичихэд үе үеэрээ хуурдаг.

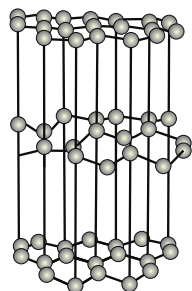


**Хоолны давсны бүтэц**  $\text{Na}^+$  ион  $\text{Cl}^-$  ион ээлжлэн байрлана.

**Атом бүтэцтэй кристаллын** оронт торын зангилаан дээр саармаг атомууд байрлана. Ийм атомууд хоорондоо ковалент холбоогоор холбогдоно. Нүүрстөрөгчийн нэг атом зэргэлдээ 4 атомтай ковалент холбоогоор холбогдоно. Оронт торын энэ байрлал нь алмазыг маш бат бөх чанартай

болгодог. Нүүрстөрөгчөөс тогтох алмаз нь гол төлөөлөгч. Германий, цахиур, цагаан алт зэрэг нь алмазтай төстэй оронт тортой. Харин бүх төрлийн хуванцарууд, шил, цаас, давирхай, полимерууд нь талст бус

**аморф** бие юм. Цахилгаан дамжуулдаггүй бүх хатуу биеийн нэмэх ба хасах цэнэгүүд нь хоорондоо бат холбоотой байдаг. Сул цэнэг зөөгч нь гадны хольцоос юмуу кристаллын оронт торын эвдрэлээс бий болдог.



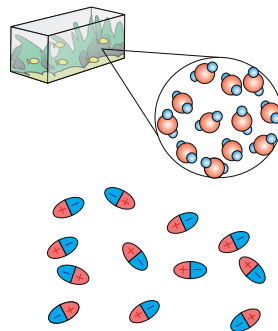
**Бал чулууны бүтэц** (молекул бүтэцтэй) Нүүрстөрөгчийн атомууд параллел хавтгайнууд дээр байрлана. Нэг хавтгай дээр байгаа атомууд бат холбоотой, хавтгайн хооронд холбоос сул байдаг.

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Усны цахилгаан бүтэц



Бодисын төрөл, онцлог шинжээс хамаарч янз бүрийн шингэн нь өөр өөр төрлийн бөөмсөөс тогтоно. Жишээлбэл, металлыг хайлуулахад кристалл оронт тор нь эвдрэх боловч урьдын адил эерэг ион ба сул электронуудаас тогтсон хэвээр байна. Гэтэл ус бол туйлширсан саармаг молекулаас тогтоно. Цэвэр усанд чөлөөтэй цэнэг зөөгч байхгүй. Учир нь бүх цэнэг нь бүгд хоорондоо холбоотой байдаг. Нэмэх хасах цэнэг нь хоёр тийш ялгарсан атом, молекулыг физикт диполь гэсэн загвараар төлөөлүүлдэг. Хоорондоо нягт холбоотой нэмэх ба хасах цэнэгийн системийг **диполь** гэдэг. Иймд усны молекулыг нэмэх ба хасах цэнэгтэй гантель мэтээр төсөөлж болно. Өөрөөр хэлбэл усыг эмх замбараагүй байрлах диполиудаас тогтдог гэж загварчилж болно гэсэн үг.



### Агаарын бүтэц

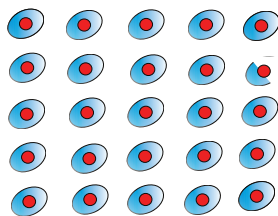


Агаар ердийн нөхцөлд цахилгаан саармаг молекулуудаас тогтоно. Агаарын найрлагын 78 %-ийг азот, 21 %-ийг хүчилтөрөгч, үлдсэнийг нь бусад хий эзэлдэг. Гаднын цэнэгжсэн биеийн нөлөөгөөр агаарын молекулууд туйлширч диполь хэлбэртэй болдог. Хэрэв гадны нөлөө их байвал ийм молекул нь эерэг сөрөг цэнэгтэй хоёр хэсэг болон хуваагдаж тасрах юмуу эсвэл гадны биеийн атом, молекулаас электрон авах юмуу алдах замаар цэнэгжинэ. Ийнхүү цэнэгтэй болсон агаар цахилгаан дамжуулах чадвартай болдог. Аянга цахих, цахилгаан оч хаях зэрэг нь агаар цахилгаан дамжуулж байгааг илэрхийлнэ. Ямар ч хийг 2000-3000 K температур хүртэл халаавал дулааны хөдөлгөөн ихэссэнээс молекулуудын мөргөлдөөн ихсэж, атом болон электроноо алдаж ионжиж эхэлдэг. Хэдэн арван мянган K температур хүртэл халаавал хий бараг бүхэлдээ ионждог. Өндөр температуртай ионжсон хийг **плазм** гэдэг. Плазм нь бодисын дөрөв дэх төлөв юм.

### Диэлектрик



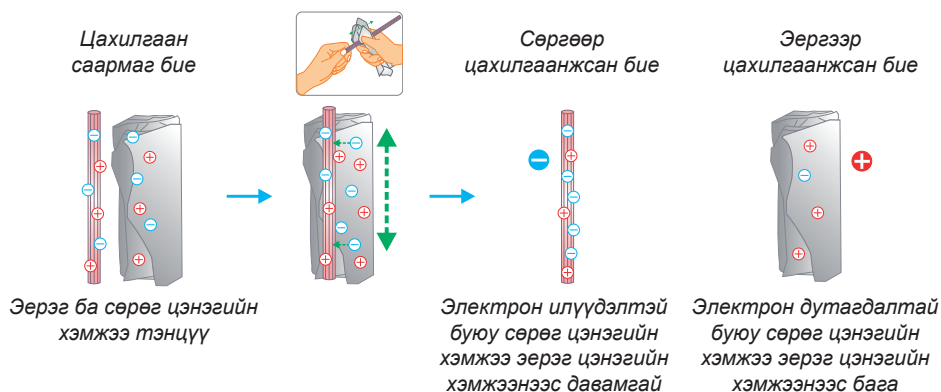
Цахилгаан муу дамжуулдаг, дамжуулдаггүй тусгаарлагч бодисын электронууд атомтайгаа нягт холбоотой байдаг. Цахилгаан дамжуулдаггүй бодис дотор цэнэг зөөгч (сул электрон) бараг байдаггүй. Ийм бодисыг нэмэх хасах цэнэг нь нягт холбоотой бөөмөөр дүрсэлж болно. Иймд цахилгаан үл дамжуулах бодисыг **диэлектрик** буюу хос цэнэгээс тогтох систем гэж хэлдэг. Диполиос тогтох бие диэлектрикийн нэг тохиолдол юм.





**Бие яагаад цахилгаанждаг вэ?**

**Цахилгаан саармаг** бие дэх эерэг сөрөг цэнэгийн хэмжээ тэнцүү байна. Цахилгаан сөрөг чанар тоо томшгүй атомаас тогтох бүхэл бүтэн биед ч илэрч байдаг. Хоёр биеийг шүргэлцүүлэхэд цахилгаан сөрөг чанар ихтэй нь нөгөөгөөсөө электрон булааж авч болно. Үүний дүнд электрон алдсан бие эерэгээр, авсан бие сөргөөр цахилгаанждаг.



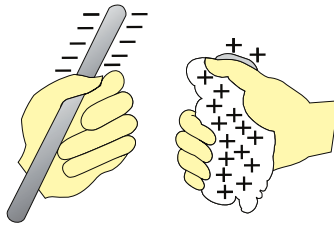
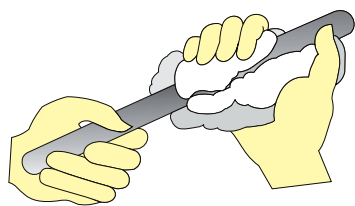
**?** Хувьг ноосоор үрэхэд хув яагаад сөргөөр цахилгаанждаг вэ?



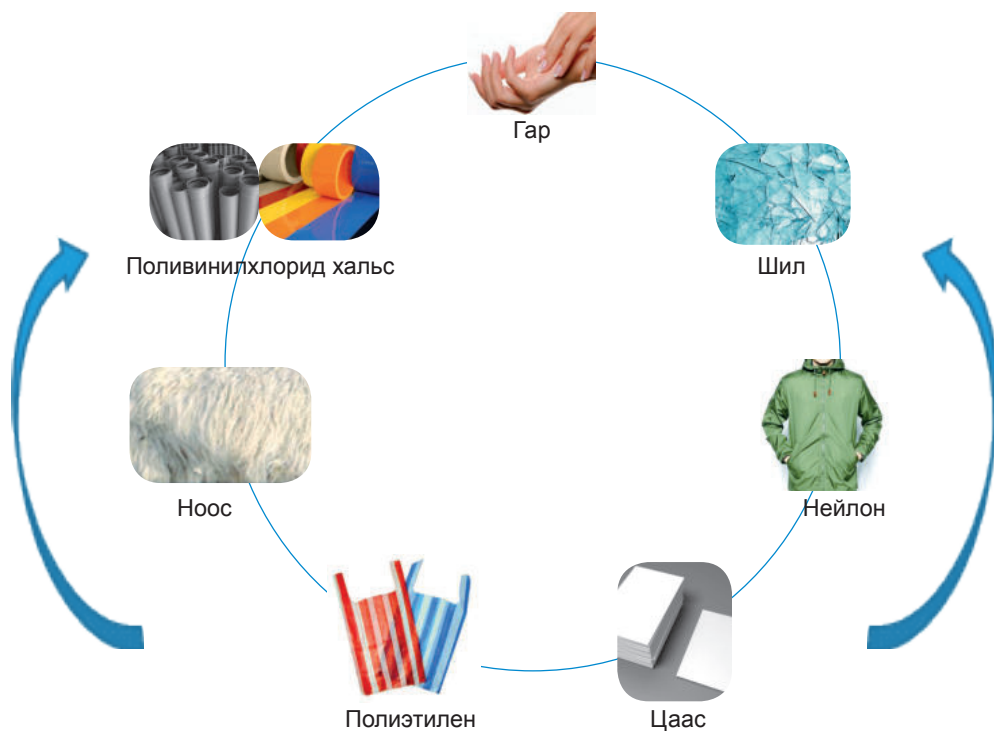
Хув цахилгаан сөрөг чанар ихтэй буюу электрон нэгтгэх чадвараар ноосоос их учраас үрэх үед ноосоос электрон авдаг байх нь. Тэгвэл үрэх нь ямар хэрэгтэй юм бэ?



Үрэлтийн хүч, халалт биш учраас шүргэлцлийн талбайг нэмэгдүүлж байгаа байх.



*Соронзон орон ба цахилгаан орон*




**Сөргөөр**  
цахилгаанжих  
чанар давамгай

**Эергээр**  
цахилгаанжих  
чанар давамгай


*Материалын цахилгаанжих чадвар. Хүрдний баруун гар талд бичигдсэн материалууд эергээр цахилгаанжих, зүүн гар талд бичсэн материал сөргөөр цахилгаанжих хандлага давамгай.*

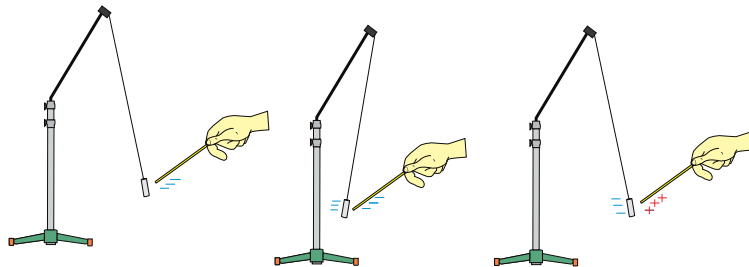
**Шүргэлтээр цахилгаанжих**

 Одоо шүргүүлж цахилгаанжуулах талаар судалъя. Энэ нь цахилгаанжсан бие ашиглаж өөр биеийг ижил цахилгаан цэнэгтэй болгох арга юм. Энэ талаар туршилт хийж байхдаа анзаарсан ч байж болох юм. Үүнийг тодруулж хэлэлцье.

Соронзон орон ба цахилгаан орон



 Электрон дамжсанаар бие цахилгаанжина. Электрон авбал сөрөг, алдвал эерэг цэнэгийн илүүдэлтэй болно.

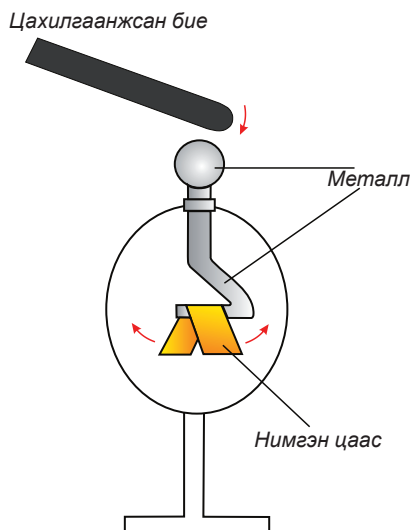


<p>а. Цахилгаанжаагүй бортогонд цахилгаанжсан саваа ойртуулахад эхлээд татагдаж байна.</p>	<p>б. Тэгээд шүргэсний дараа түлхэгдэв.</p>	<p>в. Эсрэг цэнэгтэй саваа ойртуулахад татагдаж байна.</p>
--	---	--

## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Электроскоп

Энэ нь цахилгаанжилтыг туршихад хэрэглэдэг багаж юм. Түүнийг хийх хялбар аргыг эргэн саная. Металл гол дээр нимгэн цаасыг нугалж хийсэн дэлбээг байрлуулна. Металл утсаар цэнэг дамжиж цаас цэнэглэгдэх үед тэдгээр нь түлхэлцэж холдоно. Электроскопыг анх оросын эрдэмтэн Г.В. Рихман бүтээжээ. Электроскопыг ашиглан бие цахилгаанжсан эсэхийг, мөн цэнэгийн хэмжээг баримжаалж болдог.



### Цахилгаан туйлшрал ба нөлөөгөөр цахилгаанжих

Цахилгаанжсан саваанд цаасны үртэс ойртуулахад татагддагийг бид мэднэ. Энэ чинь цаасны үртэс цахилгаанжсан гэсэн үг үү.



Хэрэв цахилгаанжина гэвэл цаас, цахилгаанжсан биеэс электрон авч өгөх ёстой биз дээ. Цахилгаанжсан бол дараа нь цаасны үртсүүд түлхэлцэх ёстой биз дээ.

Тэгээд яагаад байгаа юм бол? Үүнийг нарийвчлан судлахын тулд электроскоп ашиглаж туршилт хийе.



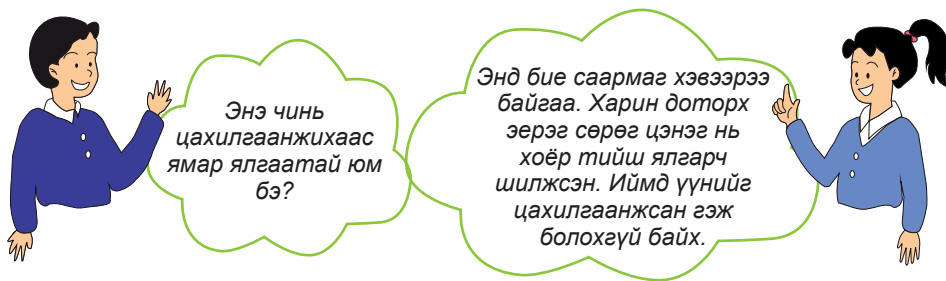
Туршилтыг ажиглаад, мэдлэгээ ашиглаж тайлбарлахыг хичээнэ үү.


Өмнө нь	Цахилгаанжсан савааг ойртуулахад	Савааг холдуулсны дараа

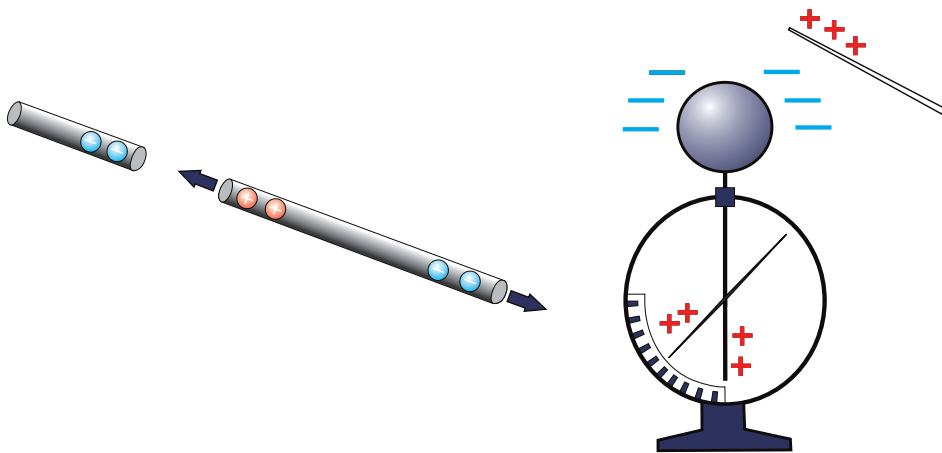
Соронзон орон ба цахилгаан орон


**Ажигласан зүйл:** Сөргөөр цахилгаанжсан савааг электроскопт ойртуулахад электроскопын дэлбээ дэрвийж байна. Энэ нь хоёр дэлбээ ижил цэнэгтэй болсныг харуулж байна. Харин холдуулахад дэрвийхээ больж байгаа нь саармаг болсныг харуулж байна.

**Тайлбар:** Бие эерэг сөрөг цэнэгээс тогтдогийг бид мэднэ. Тэгэхээр сөрөг цэнэгтэй савааны нөлөөгөөр электронууд нь түлхэгдэж дэлбээний хэсэгт шилжсэн, харин дээд бөмбөрцөгт эерэг цэнэг үлдсэн. Савааг холдуулахад буцаж шилжээд саармаг болсон байж болох юм.




 Цахилгаанжсан биеийн нөлөөгөөр биеийг бүрдүүлж байгаа эерэг сөрөг цэнэг ялгарахыг нөлөөгөөр туйлшрах гэнэ.



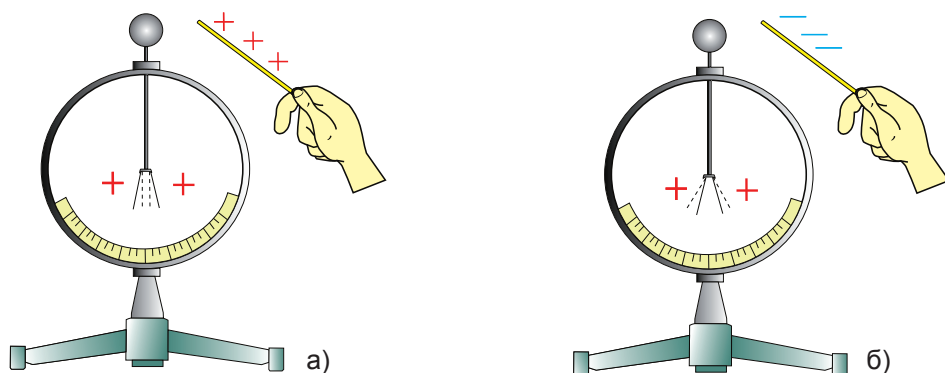
 Цахилгаанжсан биеийн нөлөөгөөр биеийн эерэг сөрөг цэнэг шилжиж ялгарна. Ойр байгаа цэнэг их хүчээр татагдах учир бие татагдана.


*Соронзон орон ба цахилгаан орон*

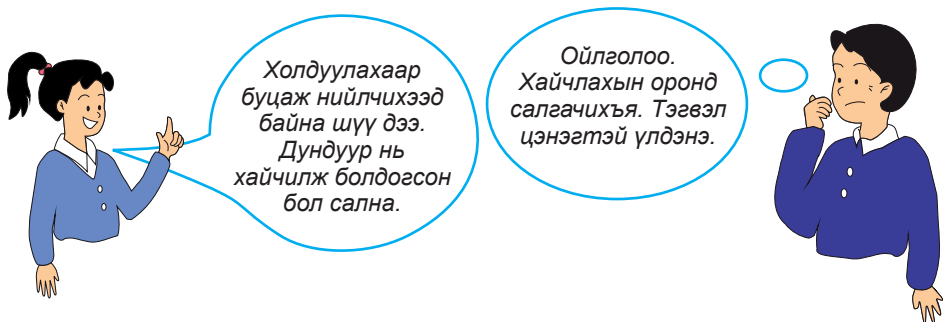
**Электроскопын цэнэгийг мэдэх арга**

 Электроскоп ямар цэнэгээр цэнэглэгдсэнийг яаж мэдэх вэ? Эхний зурагт электроскопт эергээр цахилгаанжсан саваа ойртуулахад дэрвийлт нь нэмэгдсэн байна. Электронууд эерэг цэнэгт татагдан, электроскопын бөмбөлөгт бөөгнөрч, дэлбээнд эерэг цэнэг үлдэнэ. Харин уг электроскопт сөргөөр цахилгаанжсан саваа ойртуулахад заалт нь буурсан байна. Электронууд сөрөг цэнэгт түлхэгдэн доошилж, дэлбээнд цугларна. Дэлбээний дэрвийлт буурч байгаа нь саармагжиж байгааг харуулна. Иймд электроскоп урьд нь эерэг цэнэгээр цэнэглэгдсэн байсан байна.

Электроскоп сөргөөр цэнэглэгдсэн байх тохиолдлыг зурж, тайлбарлана уу.



 Нөлөөгөөр туйлшрах үзэгдлийг ашиглаад биеийг цахилгаанжуулах арга бодож олцгооё.



Соронзон орон ба цахилгаан орон

Нөлөөгөөр цахилгаанжих

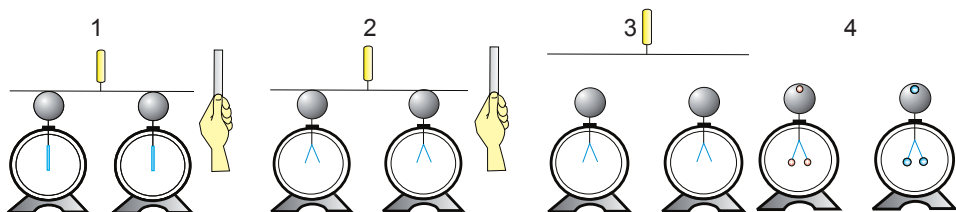


Нөлөөгөөр туйлшрах үзэгдлийг ашиглан цахилгаанжуулах аргатай танилцъя.

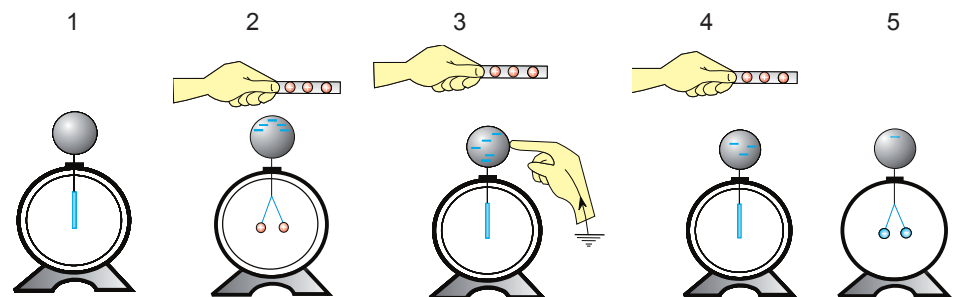
**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Хоёр электроскоп, тусгаарлагч бариул бүхий металл холбогч саваа, эбонит саваа, цэмбэ

Гүйцэтгэх дараалал:

1. Электроскопын бөмбөрцөгүүдийг дамжуулагчаар холбоно.
2. Нэг электроскопын бөмбөлөгт цэнэглэгдсэн саваа ойртуулж (хүргэхгүй) электроскопуудын дэлбээг дэрвийлгэнэ.
3. Цэнэгтэй саваагаа холдуулахгүйгээр холбогчийг салгана уу. Дараа нь саваагаа холдуулаарай.
4. Электроскопуудын дэлбээ дэрвийсэн хэвээр үлдсэн үү. Зураг дээр электроскопын дэлбээний цэнэгийг тэмдэглээрэй. Дараа нь электроскоп бүрийн цэнэгийг шалгаж, таамаглалаа батлаарай. Хэрэв электроскоп эергээр цэнэглэгдсэн бол сөрөг цэнэгтэй саваа ойртуулахад дэлбээний заалт нь буурна. Харин сөрөг цэнэгтэй бол улам нэмэгдэнэ.




Нэг электроскопыг нөлөөгөөр цахилгаанжуулах туршилтын алхмыг давтан хийж, алхам бүрт хийж буй үйл, түүний утга учрыг тайлбарлан бичнэ үү.



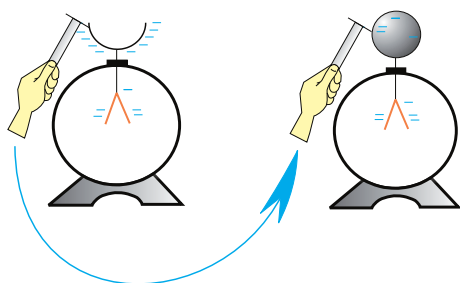
Соронзон орон ба цахилгаан орон

Металл биеэр цахилгаан цэнэг тархах

 Биеийг цэнэглэх талаар бид чамлахааргүй хэмжээний мэдлэгтэй болсон. Одоо цахилгаан цэнэг нь чухам биеийн аль хэсэгт, ямар тархалттай байдаг талаар тодруулж үзье. Үүний тулд зурагт харуулсан дараах туршилтуудыг хийж өөрсдөө дүгнэлт гаргаарай.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Туршилтад хоёр электроскоп, зурагт харуулсан металл бөмбөрцөг буюу дамжуулагч гадарга, тусгаарлагч материалаар хийсэн бариул бүхий металл дохиур, цахилгаан машин ашиглана.

**Гүйцэтгэх дараалал:** 1. Дамжуулагч гадаргууг цахилгаан машинаар цэнэглэнэ. Электроскопын заалт цэнэглэгдсэнийг нь гэрчилнэ.

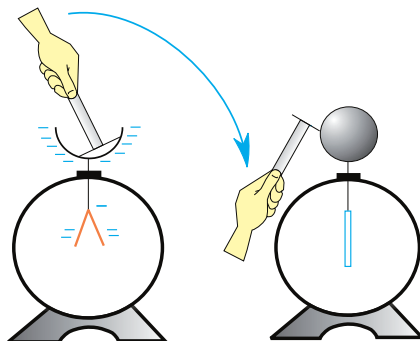


2. Тусгаарлагч бариул бүхий металл дохиурыг дамжуулагч бөмбөрцгийн гадна талд шүргүүлээд сул цахилгаан саармаг байгаа электроскопоор цэнэглэгдсэн эсэхийг нь шалгаарай. Электроскопын дэлбээг ажиглаж байна уу? Электроскопын дэлбээ дэрвийж байгаа тул дамжуулагч бөмбөрцгийн гадна талд

цахилгаан цэнэг байна гэсэн үг шүү дээ. Одоо металл дохиураа ашиглан бөмбөрцгийн дотор талд цэнэг байгаа эсэхийг шалгая.

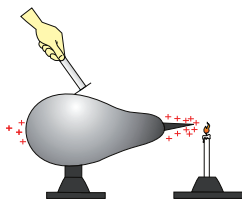
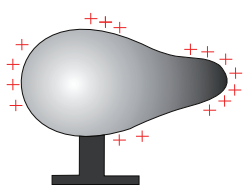
3. Металл дохиурыг дамжуулагч гадаргын дотор талд шүргүүлээд мөн л электроскопоор цэнэглэгдсэн эсэхийг нь шалгаарай. Электроскопын дэлбээг ажиглаж байна уу? Электроскопын дэлбээ дэрвийхгүй тул дамжуулагч бөмбөрцгийн дотор талд цахилгаан цэнэг байхгүй гэсэн үг. Дамжуулагч гадаргуун дотор талд яагаад сул цэнэг байдаггүй юм бол оо?

4. Цахилгаан саармаг болгосон бөмбөрцгийг дотор талаас нь цэнэглэж үзээрэй. Электроскоп зааж байна уу?





## Соронзон орон ба цахилгаан орон



5. Металл дохиурыг ашиглан дамжуулагчийн гадна ба дотор талын гадаргуу цэнэгтэй байгаа эсэхийг цэнэггүй байгаа электроскопоороо дээрхийн адилаар шалгаарай.

Туршилтаас харахад дамжуулагч гадаргын гадна тал нь цэнэглэгдэж, харин дотор тал нь цэнэглэгдсэнгүй. Цахилгаан цэнэг металл биеийн гадна гадаргын дагуу л тархдаг юм байна. Цэнэгүүд өөр хоорондоо түлхэлцэж холдож чадах байрлалд очдог.

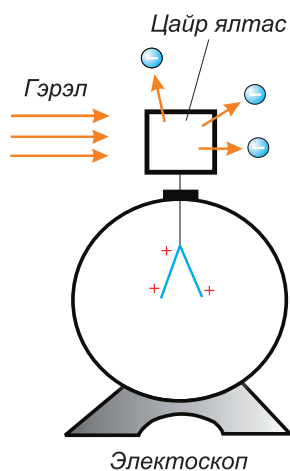


Жишээлбэл, аянга цахилгаантай ширүүн борооны үед аюулгүй газруудын нэг бол металл машины дотор тал юм. Аянганы үүлнээс урсан ирж байгаа цэнэг металл биеийн дотогш нэвтэрдэггүй. Бетонон барилгуудын карказыг мөн металллаар хийдэг нь ийм учиртай. Хэрвээ дамжуулагч гадаргууны зүү шиг үзүүртэй хэсгийг цахилгаан машинд холбовол цэнэгийн ихэнх нь зүүний үзүүрийн шовх хэсэг дээр бөөгнөрнө. Шовх хэсгийн үзүүрт лаа асаагаад ойртуулахад лааны дөл хазайна. Өөрсдөө туршилтаар шалгаад үзээрэй. Шовх хэсгийн цэнэгийн нөлөөгөөр агаар дахь тоосны жижиг хэсгүүд туйлширч, шовх хэсэг рүү татагдаж шүргэлцсэнээр ижлээр цэнэглэгдэж, улмаар түүнээс түлхэгддэг. Иймд түлхэгдсэн цэнэгтэй хэсгүүд лааны дөлийг түлхэж хазайлгадаг.

### Биеийг гэрлээр цэнэглэх



Электроскопын оройд сайтар зүлгэж цэвэрлэсэн цайр ялтас тавиад кварц гэрэл тусгавал электроскопын дэлбээ дэрвийх болов уу? Цайр ялтсыг нарны зайгаар орлуулбал ердийн гэрлийг ашиглаж болно. Металлыг хэт ягаан гэрлээр шарахад металлын сул электронууд гэрлийн энергийг шингээн авч их энергитэй болсноор металлээс сугарч гардаг байна. Энэ үзэгдлийг **фото цахилгаан үзэгдэл** гэдэг. Биеийг шүргэлт ба нөлөөгөөр цэнэглэж болохоос гадна гэрлийн үйлчлэлээр цэнэглэж болох нь ээ.



## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Цахилгаанжих үзэгдлийг ашиглах нь

Төрөл бүрийн угаалгын нунтаг ба савангийн хир наалдуулах чадвар, цавуу болон будгийн наалдах чадвар бүгд цахилгаан цэнэгийн таталцах үзэгдэлд үндэслэсэн байдаг. Цахилгаанжих үзэгдлийг ахуйд хэрэглэж болох сонирхолтой жишээг үзье.

#### Тортог шүүгч



Цэнэгжсэн биед утаа татагдаж байна. Энэ шинжийг ашиглаж яндангийн утаанаас тортог ялгагч хийж болдог. Яндангийн дотор нь шовх үзүүртэй ялтсыг байрлуулна. Хасах туйлтай шовх үзүүрт үнс тортог татагдаж түүнээс электрон авч сөргөөр цэнэглэгдэнэ. Сөргөөр цэнэглэгдсэн үнс шовх үзүүрээс түлхэгдэн холдож нэмэх туйлд татагдаж наалдах ба цугларсан үнсийг алхаар цохиж унагана.

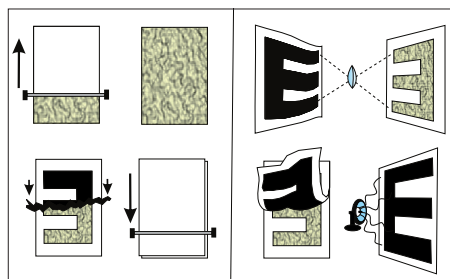
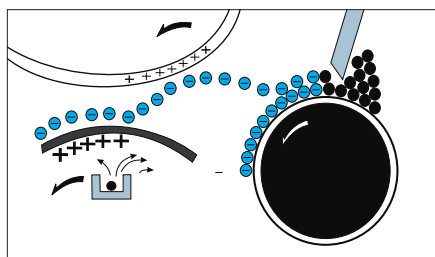


#### Хувилагч машин



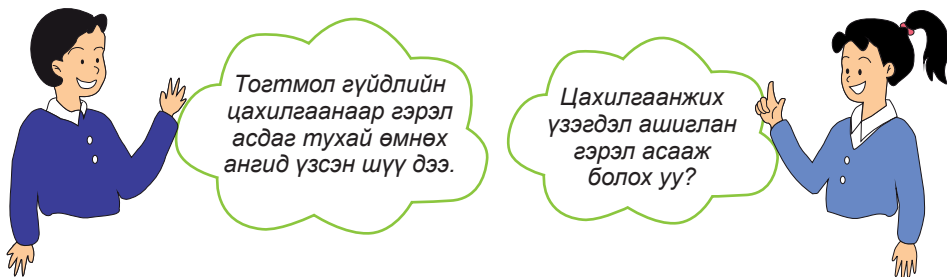
Албан газрууд цаасан дээр бичиг баримт хувилагч машиныг өргөн хэрэглэдэг. Ийм машиныг канон фирмийн нэрээр нэрлэх нь элбэг.

1. Энэ машин нь гэрэл мэдрэмтгий гадаргууг эерэг цэнэгээр цэнэглэнэ.
2. Түүний дээр гэрэл зургийн аргаар дүрсийг буулгадаг.
3. Линзийн тусламжтайгаар хувилах зүйлийн дүрсийг буулгадаг. Үүний үр дүнд гэрэл туссан хэсгийн цэнэг арилж гэрэл тусаагүй хар хэсгийн цэнэг хадгалан үлддэг.
4. Дараа нь нунтаг хуурай хор буюу будагч бодис цацна.
5. Энэ хор нь цэнэгтэй хэсэгт буюу гэрэл тусаагүй хар хэсэгт татагдаж үлдэнэ.
6. Дараа нь түүний дээрээс цаас тавьж будгийг наалдуулан авна.
7. Будгийг халааж бэхжүүлдэг. Ийнхүү цаасан дээр дүрс хэвлэгдэнэ.



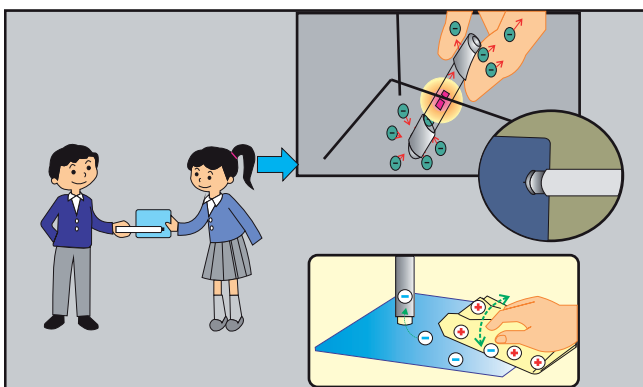
Соронзон орон ба цахилгаан орон

**?** Цахилгаанжих үзэгдэл нь цэнэгтэй холбоотой юм бол цахилгаан гүйдэл шиг үйлчлэл үзүүлж чадах болов уу?



**?** Дараах цахилгаанжих үзэгдлээр индикаторын неон болон өдрийн чийдэнг асаая.

Өрөөгөө харанхуй болгож байгаад туршилтыг гүйцэтгэнэ. Туршилт явуулах өрөөний агаар хуурай үед илүү үр дүн үзүүлнэ.



Индикаторын лампыг цэнэгтэй бие дээгүүр гулсуулахад асна. Тусгаарлагч хөөсөнцөр дээр зогсоод өдрийн чийдэнгийн залгуурт цахилгаанжсан биеэ хүргэхэд чийдэн гэрэлтэнэ.

**Гүйцэтгэх дараалал:**

1. Том гялгар уутыг шалан дээр тавиад нэг сурагч зогсоод неон чийдэн болон бага оврын өдрийн чийдэнг (4 Ватт) барьж зогсоно.
2. Өөр нэгэн сурагч нийлэг материалаар хийсэн цамцандаа хуванцар хавтанг сайн үрнэ.
3. Хуванцар хавтанг неон болон өдрийн чийдэнгийн үзүүрт хүргэнэ.
4. Ширээн дээр хуванцар хавтанг тавин амны зөөлөн цаасаар тасралтгүй зүлгэж чийдэнг түр асааж болно.

**Соронзон орон ба цахилгаан орон**

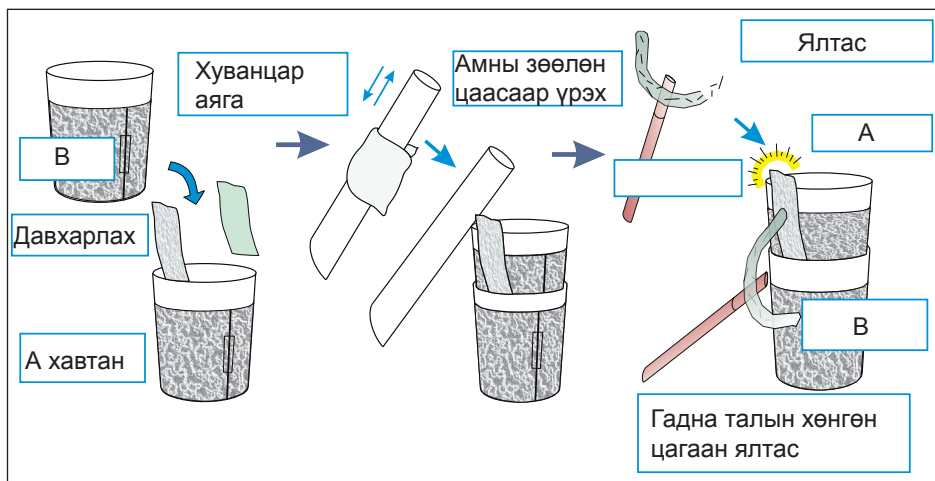


**Цэнэг хураагуур хийцгээе.**

1. Хүнсний “тугалган” буюу хөнгөн цагаан цаасыг нэг удаагийн хэрэглээний хуванцар аяганы гадуур ороож бэлтгэнэ. Уг цаасаар хийсэн туузыг нэг аяганы дотор цухуйлгаж хийнэ. Тэгээд хоёр дахь аягыг давхарлана. Ийнхүү хөнгөн цагаан ялтсуудыг цаасан аягаар тусгаарлана.

2. Хуванцар хоолойн гуурсыг амны зөөлөн цаасаар зүлгэж хавтгай ялтаст шүргүүлэн цэнэг цуглуулна. Энэ үйлдлийг олон дахин хийснээр дотор аяганд нэлээд хэмжээний цэнэг хуримтлуулж болно.

3. Сорууланд бэхэлсэн хөнгөн цагаан ялтсаар гадаад дотоод хоёр ялтсыг дамжуулагчаар холбовол хүчтэй оч гарах болно.



Соронзон орон ба цахилгаан орон

**Цахилгаан орон**

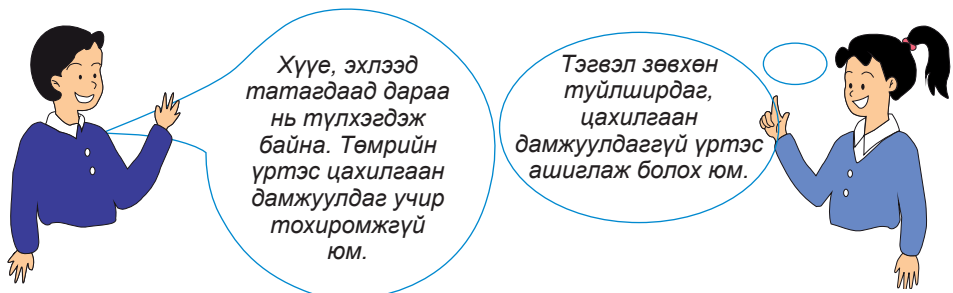
- ?** Соронзын орчинд соронзон орон үүсдгийг бид мэднэ. Цахилгаанжсан биеийн орчимд бас орон үүсдэг юм бол уу?
- Цахилгаанжсан биес зайнаас үйлчилдэг. Соронзонтой адилхан юм.
  - Соронзон үйлчлэл, цахилгаан үйлчлэл хоёр адилхан юм биш үү. Адилхан таталцана, бас түлхэлцэнэ.

Одоо цахилгаан үйлчлэл, соронзон үйлчлэлийн талаар ижил ба ялгаатай талыг харьцуулан бичээд ярилцъя. Дараах хүснэгтийг гүйцээж бөглөнө үү.

Соронзон үйлчлэлийн онцлог	Цахилгаан үйлчлэлийн онцлог	Харьцуулсан дүгнэлт
Соронзын хооронд илэрдэг. Мөн гүйдэлтэй дамжуулагчийн хооронд илэрдэг.	Цахилгаанжсан биесийн хооронд илэрдэг.	.....
.....	Эерэг, сөрөг цахилгаан цэнэгтэй бөөм байдаг.	.....
Соронзын ижил туйлууд түлхэлцдэг.	.....	.....
.....	Эсрэг цэнэгүүд таталцдаг	Төстэй
Соронзын орчимд соронзон орон үүсдэг.	.....	.....
Соронзон орон төмөрт үйлчилдэг	Бүх материал цахилгаанждаг.	.....
Соронзон орныг төмрийн үртсээр, соронзон зүүгээр илрүүлж болно.	.....	.....
Соронзон орныг шугамаар дүрсэлдэг.	.....	.....

Бүх бие соронзон чанаргүй учир цаасан (соронзон чанаргүй) дээр төмрийн үртэс (соронзон чанартай) цацаж соронзон орны төрхийг илрүүлж байсан. Тэгвэл цахилгаан орон байдаг бол түүнийг хэрхэн илрүүлэх вэ?

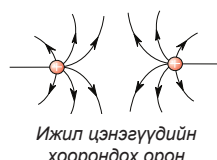
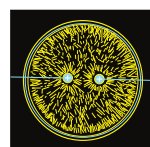
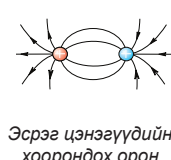
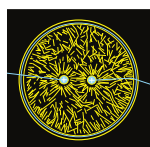
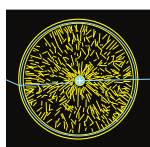
- !** Бид өмнө нь төмрийн үртсийг цаасан суурь дээр цацаж байсан. Гэтэл цаас цахилгаан туйлширна, мөн цахилгаанжина, төмрийн үртэс ч мөн адил. Төмрийн үртсээр цахилгаан орныг илрүүлэх гээд үзье.



## Соронзон орон ба цахилгаан орон

### Цахилгаан орны төрхийг ажиглая!

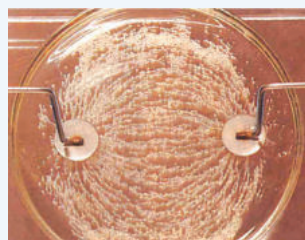
 Цахилгаан муу дамжуулаг шингэний (ургамлын тос, глицерин гэх мэт) гадарга дээр хөвөх нунтаг диэлектрик үртэс (0.5 мм –ээс ихгүй урттай хэрчсэн үс, хүүхдийн будаа, цэцэгт ургамлын тоос гэх мэт) жигд цацна. Тэгээд түүнд эерэг сөрөг цахилгаанжсан савааг ойртуулаад үз дээ. Цахилгаан орон үзүүлэх туршилтын багажийг цахилгаан машинтай холбож ажиллуулбал орны төрх илүү сайн ажиглагдана.




Цахилгаан орны төрхийг ажиглаарай. Үүнд, шугамаар дүрслэх боломж, орны шугамын эхлэл, төгсгөл соронзон орныхоос ямар ялгаатай байгааг сайтар ажиглаарай.

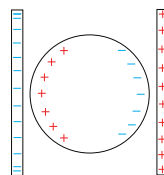


Цахилгаанжсан биеийн орчимд цахилгаан орон үүсдэг. Түүнийг шугамаар дүрсэлж болдог. Цахилгаан орны шугам шигүү байгаа цэгт орны хүч их байна. Биеэс холдоход орон сулардаг. Цахилгаан орны шугам эерэг цэнэгээс гараад сөрөг цэнэг дээр дуусдаг. Эхлэлтэй, төгсгөлтэй. Олон цэнэгийн үүсгэсэн орон хоорондоо нэмэгддэг.




### Цахилгаан орон дахь металл

 Металлыг цахилгаан оронд оруулахад орны нөлөөгөөр металлын сул электронууд шилжиж, металлын нэг тал эерэг цэнэгтэй (электрон дутагдалтай), нөгөө тал сөрөг (электрон илүүдэлтэй) цэнэгтэй болдог. Үүнийг металлын цахилгаан туйлшрал гэдэг.

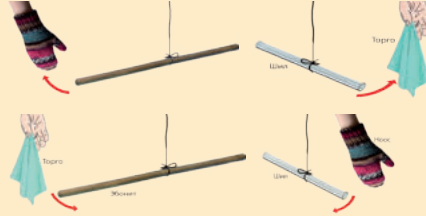


### Цахилгаан орон дахь диэлектрик

 Цахилгаан оронд диэлектрик бодисыг оруулахад эерэг, сөрөг цэнэгүүдийн хүндийн төв харилцан шилжиж цэнэгийн тархалт өөрчлөгддөг. Үүний дүнд бодисын нэг талд компенсцлагдаагүй сөрөг цэнэг, нөгөө талд нь эерэг цэнэг ялгарч байна, бодисын дунд хэсэг цахилгаан саармаг гэж үзэж загварчилж болно. Үүнийг диэлектрик туйлширч байна гэдэг.

**Өөрийгөө сорiorой**

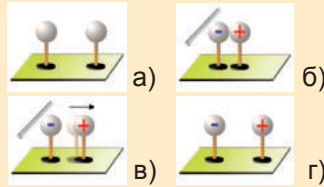
1. Цахилгаанжсан савааг гоожиж байгаа усны урсгалд ойртуулбал түүнийг татна. Энэ нь ... холбоотой.
2. Зурагт үзүүлсэн үзэгдлийг үгээр илэрхийлнэ үү.



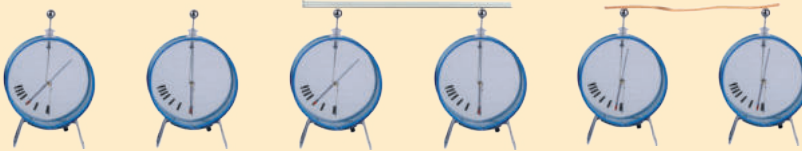
3. Электроскопын бүтцийн элементүүдийг нэрлэнэ үү.



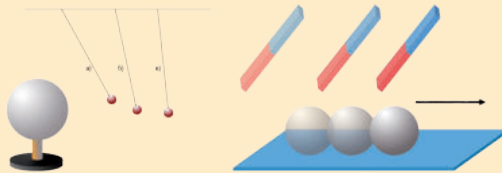
4. Дараах туршилтыг бодисын цахилгаан бүтцийн үүднээс тайлбарла.



5. Хоёр биеийг хооронд нь үрэхэд яагаад эсрэг цэнэгээр цэнэглэгддэг вэ?



6. Зурагт үзүүлсэн туршилтыг тайлбарлана уу?
7. Дараах зургийг ажиглан, орны хэмжээ зайнаас хамаарах, хүчээр үйлчлэх гэсэн хэллэгийг ашиглан үзэгдлийг тайлбарлана уу.



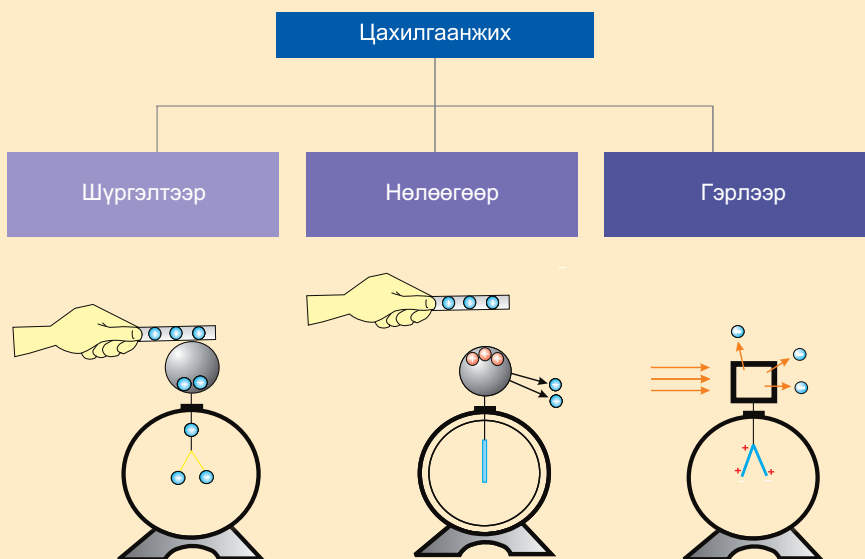
8. Дараах туршилтыг цэнэг дамжих, газардуулах гэсэн хэллэгийг ашиглан тайлбарлана уу.



### Ухагдахууны сүлжээ

Бие цахилгаанжих буюу цэнэглэгдэх үзэгдэл нь атомын бүтэцтэй холбоотой бөгөөд электроны илүүдэл ба дутагдлаар тодорхойлогддог. Электрон нэг биеэс нөгөөд дамждаг металл дотуур сул электронууд чөлөөтэй урсдаг.

	Атом	Бие
Саармаг	Электроны тоо = протоны тоо	Эерэг цэнэг = сөрөг цэнэг
Сөргөөр цахилгаанжсан	Электрон илүүдэлтэй	Сөрөг цэнэгтэй
Эерэгээр цахилгаанжсан	Электрон дутагдалтай	Эерэг цэнэгтэй





# III БҮЛЭГ



# ЦАХИЛГААН ХЭЛХЭЭ



## БҮЛГИЙН АГУУЛГА

1. Цахилгаан хүчдэл
2. Цахилгаан эсэргүүцэл
3. Цуваа ба зэрэгцээ холболт
4. Цахилгаан энерги ба чадал

## 3.1

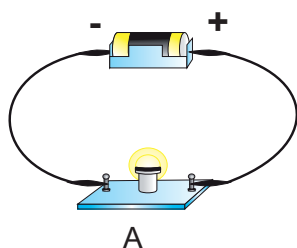
## Цахилгаан хүчдэл

Бид цахилгаан хэлхээний гүйдлийн хүчийг амперметрээр, вольтметрээр хэмжиж чадна. Мөн цахилгаан гүйдэл нь цэнэгүүдийн цэгцэрсэн хөдөлгөөн бөгөөд ампер нэгжтэй, цахилгаан хүчдэл нь вольт нэгжтэй болохыг мэднэ.

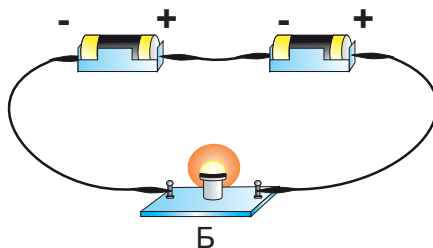


**Цахилгаан хэлхээнд цэнэгүүдийг юу хөдөлгөөнд оруулдаг юм бол?**

Дараах хэлхээнүүдийг ажиглаад ярилцаарай.



А



Б

А хэлхээний		Б хэлхээний
Чийдэнгийн гэрэлтэлт	<	Чийдэнгийн гэрэлтэлт
Чийдэнгээр өнгөрөх цэнэгийн хэмжээ	<	Чийдэнгээр өнгөрөх цэнэгийн хэмжээ
Чийдэнгээр гүйх гүйдэл	<	Чийдэнгээр гүйх гүйдэл
Зайны гүйдэл	=	Зайны гүйдэл
Зайны хүчдэл	<	Зайны хүчдэл

Зайны хүчдэл их байвал гүйдэл гүйлгэх чадвар сайн байдаг шүү дээ. Тэгэхээр нэг зайнаас хоёр зайны хүчдэл их учраас чийдэн илүү тод асаж байна.



Цахилгаан хэлхээнд цэнэгүүдийг хөдөлгөж байхын тулд түүнийг байнга дэмжих шаардлагатай. Энэ үүргийг зай гүйцэтгэнэ. Зай дотор эерэг сөрөг цэнэгүүдийг салгах процесс явагдаж түүний + ба – шон дээр эерэг сөрөг цэнэгүүд хуримтлагдаж, улмаар + ба – шонгийн хооронд потенциал энергийн зөрүү үүсдэг. Энэ энергийн зөрүүнээс зайн потенциалын ялгавар буюу гаралтын хүчдэл хамаардаг.



Бид ямар хэмжээний энерги хэрэглэхээс шалтгаалан төрөл бүрийн зай, тэжээл үүсгэгчүүдийг хэрэглэдэг.

Эдгээр нь гаргаж чадах хүчдэлээрээ ялгаатай байдаг. Зарим үед энэ гаргаж чадах хүчдэлийг тэжээл үүсгэгчийн цахилгаан хөдөлгөгч хүч (ЦХХ) гэж нэрлэдэг. Бидний байнга хэрэглэдэг зай 1.5 В хүчдэлтэй байдаг бол автомашинд хэрэглэдэг аккумулятор 12 В хүчдэлтэй байдаг.



Цахилгаан хэлхээ

Бид амьдрал ахуйдаа чийдэн, халаагуур, гар утас зэрэг цахилгаан хэрэгслүүдийг байнга ашигладаг. Эдгээр нь цахилгаан энергийг бидний хэрэгцээт энергийн хэлбэрт хувиргаж байдаг. Тэдгээрийг хэрэглэхийн тулд заавал тэжээл үүсгэгчид залгах шаардлагатай болдог. Тэгэхээр цахилгаан хэлхээг энергийн эх үүсвэр, зөөгч, хэрэглэгч гэсэн нэг бүхэл систем гэж үзэж болно.

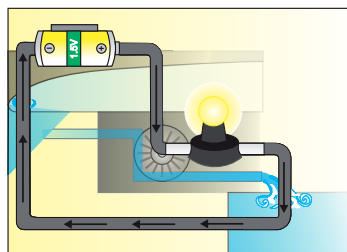
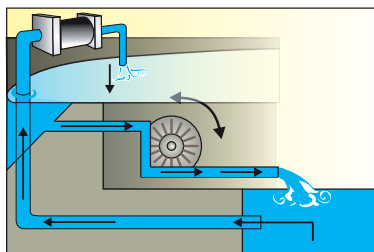
 Хүснэгтийг нөхөж бичээрэй!

Энергийн эх үүсвэр	Энерги зөөгч	Энерги хэрэглэгч
Чийдэн, тоос сорогч, индүү, дамжуулагч утас, түлхүүр, залгуур, зай, батарей, гэрийн розетка, аккумулятор, цахилгаан цэнэг, электрон, төмөр утас		

Бид өмнө нь цахилгаан хэлхээгээр гүйх гүйдлийг усны урсгалтай зүйрлэн загварчилж байсан.

 **Цахилгаан хүчдэлийг загвараар хэрхэн дүрслэх вэ?**

Зай, чийдэн бүхий энгийн цахилгаан хэлхээ сонгоё. Хэлхээгээр гүйдэл гүйхэд чийдэн дээр хүчдэл унаж, чийдэн батарейн гаргасан цахилгаан энергийг хэрэглэж гэрэл гаргана. Цахилгаан хэлхээг усан шахуургын системтэй адилтгаж үзье.



Усан шахуургын системийг ажиглаад адилтгаарай.

Механик систем	Цахилгаан хэлхээ
Ус	Цэнэг
Усны урсгал	
Хоолой	
Шахуурга	
Усан сэнс	
Өндрийн зөрүү	
Цэнэг, цахилгаан гүйдэл, зай, чийдэн, дамжуулагч утас, хүчдэл	

Цахилгаан энерги нь өндрөөс хамаарах хүндийн хүчний потенциал энергитэй ижил шинж чанартай байна. Тэгэхээр зай шахуургатай ижил үүрэгтэй. Усыг тасралтгүй урсаж байхын тулд шахуурга усыг байнга дээш шахаж байх ёстой. Үүний адилаар гүйдлийг тасралтгүй гүйлгэж байхын тулд түүнийг байнга дэмжих үүргийг зай гүйцэтгэнэ.

**Дасгал**

Усан шахуургын загвараа ашиглан дараах асуултад хариулаарай.

- Дээрх загварт нэг зай нэмбэл усан шахуургын системд юу нэмж болох вэ?
- Ус урсаж буй хоолойг нарийсгавал цахилгаан хэлхээнд юу болох вэ?
- Усны уналтын өндрийг ихэсгэвэл цахилгаан хэлхээнд юу болох вэ?

## Цахилгаан хэлхээ



### Цахилгаан хэрэглэгч дээр хүчдэл унадаг уу?

Тэжээл үүсгэгчийн цахилгаан энерги үйлдвэрлэх чадавхийг тэжээл үүсгэгчийн гаралтын хүчдэл буюу цахилгаан хөдөлгөгч хүчээр илэрхийлдэг бол хэрэглэгчийн энерги хэрэглэх чадавхийг хэрэглэгч дээр унах хүчдэлээр илэрхийлдэг. Тэжээл үүсгэгчийн гаргах хүчдэл нь үйлдвэрлэж байгаа цахилгаан энергийн нэг кулон цэнэгт ноогдох хэмжээг заадаг бол, хэрэглэгч дээр унах хүчдэл нь хэрэглэгдэж байгаа цахилгаан энергийн нэг кулон цэнэгт ноогдох хэмжээг заадаг. Тэгэхээр зайны цахилгаан хөдөлгөгч хүч (ц.х.х) 1.5 В гэдэг нь түүгээр өнгөрөх 1 Кл цэнэг бүр 1.5 Ж энергитэй болно. Өөрөөр, цэнэгүүд 1.5 В цахилгаан өндөрт гарах буюу 1.5 Ж потенциал энергитэй болно. Их энергитэй болсон цэнэгүүд бага энергитэй хэсэгт тэмүүлнэ. Хэрэв зайнд ямар нэг хэрэглэгч холбовол энергитэй болсон цэнэгүүд (электронууд) түүгээр дамжин энергиэ алдан зайны эерэг шон руу урсана. Хүчдэл унах гэдэг нь хэрэглэгчээр нэвтэрсэн цэнэгүүд цахилгаан энергиэ алдаж, өөр энергид хувирна гэсэн үг. Тэгэхээр чийдэн дээр 3 В хүчдэл унана гэдэг нь чийдэнд ирэх 1 Кл цэнэг бүр 3 Ж цахилгаан энергиэ алдана гэсэн үг юм. Энэ энерги нь чийдэнгийн утсыг халаах, гэрэл гаргахад зарцуулагдана.



**Алекса́ндро Вольт**  
(1745-1827 он)  
Италийн физикч. Анх  
батареены ажиллах  
зарчмыг нээжээ.  
Цахилгаан хүчдэлийн  
нэгжийг түүний нэрээр  
Вольт гэж нэрлэжээ.



Хувирсан цахилгаан энергийг цэнэгт харьцуулсан харьцаагаар илэрхийлэгдэх хэмжигдэхүүнийг хүчдэл гэнэ.

$$\text{Хүчдэл} = \frac{\text{Хувирсан цахилгаан энерги}}{\text{цахилгаан цэнэг}} \rightarrow V = \frac{E}{q}$$

$$\text{Хэмжих нэгж: } 1 \text{ вольт} = \frac{1 \text{ жоуль}}{1 \text{ кулон}} \quad \text{буюу} \quad 1 \text{ В} = \frac{1 \text{ Ж}}{1 \text{ Кл}}$$



Хүснэгтийг нөхөж бичээрэй!

Цахилгаан хэрэгсэл	Унах хүчдэл	тайлбар	Энергийн хувирал
Гар чийдэн	3 В	Гар чийдэнгээр нэвтэрсэн 1 Кл цэнэг бүр 3 Ж энергиэ алдана.	Цахилгаан энерги гэрэл, дулааны энергид хувирна.
Цахилгаан плитка	220 В		
Угаалгын машин	220 В		
Телевизор	12 В		
Гар утас	3.8 В		

### НЭМЭЛТ МЭДЭЭЛЭЛ



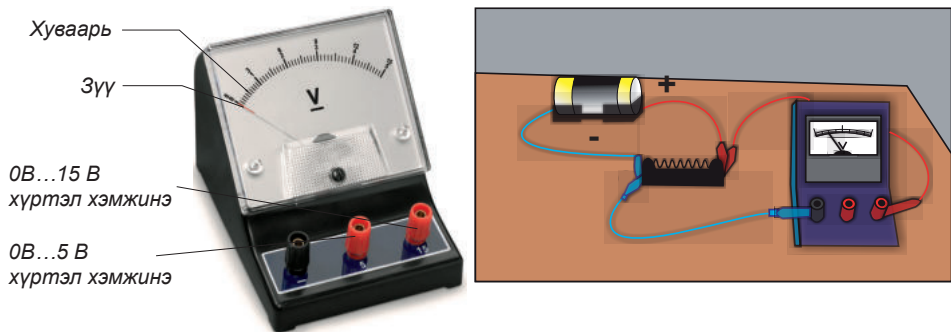
Эерэг, сөрөг цэнэг гүйдлийн улмаас үргэлж саармагжиж байдаг. Түүнийг тасралтгүй салгаж байхын тулд энерги шаардлагатай. Зай доторх химийн бодисуудын химийн урвалаар эерэг, сөрөг цэнэгийг тасралтгүй салгаж, зайн хоёр шонд хуримтлуулдаг. Энэ чадвар энерги хадгалагдах хууль ёсоор багасдаг. Үүнийг нь бид зай суух гэж нэрлэдэг.



**Хүчдэл хэмжигч багажийг хэрхэн хэрэглэх вэ?**

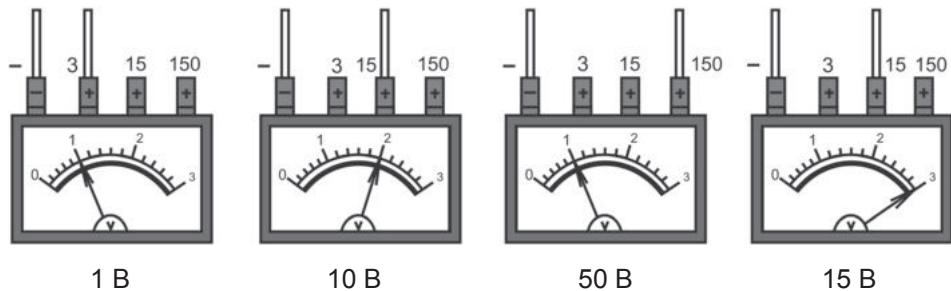
Тогтмол ба хувьсах хүчдэлийг хэмждэг вольтметр байдаг. Тогтмол хүчдэлийн вольтметр нь + ба – тэмдэг бүхий шонтой. Мөн багажийн нүүрэнд DC эсвэл – гэсэн тэмдэглэгээ байдаг. Энэ нь Direct Current буюу тогтмол гүйдэл гэсэн үгийн товчлол юм. Харин хувьсах хүчдэлийг хэмждэг вольтметрт AC эсвэл ~ гэсэн тэмдэглэгээ байдаг. Энэ нь Alternating Current буюу хувьсах гүйдэл гэсэн үгийн товчлол юм. Бид тогтмол гүйдлийн вольтметр ашиглан хэмжилт хийх болно. Хүчдэлийг нь хэмжихийг хүссэн хэлхээний хэсгийн хоёр үзүүрт зэрэгцээгээр холбодог.

- Вольтметрийн + шонг гүйдэл орох талд, – шонг гүйдэл гарах талд холбоно.



- Цахилгаан хүчдэлийн хэмжээг тодорхой мэдэхгүй байгаа үед вольтметрийн хамгийн их заалт бүхий туйлтай холбоно. Учир нь хэмжих гэж байгаа хүчдэлийн хэмжээ хэмжих багажийн хязгаараас их байвал вольтметр шатах аюултай.
- Тэжээл үүсгэгчийг асааж вольтметрийн зүүний заалт бага байвал багажийн хязгаарыг багасгах буюу 3 В-ийн шонд сольж холбоно.
- Хэмжилтийн тоон үзүүлэлтийг дэлгэцийн нүүрнээс харж тэмдэглэж авна. Жишээлбэл: 3 В хязгаарт холбосон үед зүү бүтэн зааж байгаа бол 3 В гэж үзнэ.

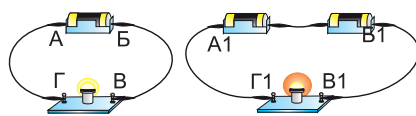
$$\text{Вольтметрийн заалт} = \frac{\text{Хэмжих хязгаар}}{\text{Хуваарийн хамгийн их утга}} \cdot \text{Зүүний заалт}$$



## Цахилгаан хэлхээ

### Чийдэнгийн гэрэлтэлтийг удирдаж болох болов уу?

Хоёр ширхэг зайтай хэлхээний чийдэн нэг ширхэг зайтай хэлхээнийхээс хамаагүй тод гэрэлтэж байна. Тэгэхээр зайны хүчдэл их байх тусам чийдэн илүү тод асах юм байна.



### Туршаад үзье:

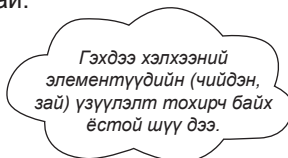
- Дээрх хэлхээний схемийг зурж, холболт хийнэ үү.
- Хэлхээний хэсгүүд дээр унах хүчдэлийг хэмжиж хүснэгтийг гүйцээнэ үү.

	Хэлхээний хэсэг			
	АБ	ВГ	А1Б1	В1Г1
Хүчдэл, В				

- Хэмжилтийн утгуудаа ашиглан чийдэнгийн гэрэлтэлт нь зайны хүчдэлээс хэрхэн хамаарч байгааг ярилцаарай.

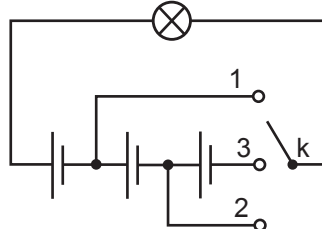
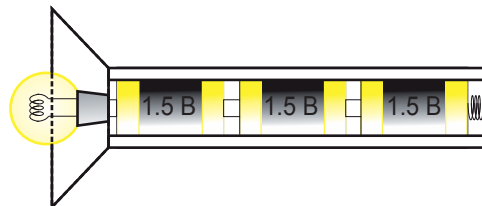


Зай нэмээд байвал чийдэн илүү тод асах болов уу?



Гэхдээ хэлхээний элементүүдийн (чийдэн, зай) үзүүлэлт тохирч байх ёстой шүү дээ.

Гэрэлтэлтийг нь тохируулдаг гар чийдэнгийн схемийг зурагт үзүүлжээ.



Схемийг ажиглаад дараах хүснэгтийг гүйцээгээрэй.

Түлхүүрийн байрлал	1	2	3
Чийдэнгийн гэрэлтэлт	Хамгийн бүдэг		
Чийдэнгээр гүйх гүйдэл			
Чийдэн дээр унах хүчдэл			

### ДАСГАЛ



Цахилгаан энерги хэмнэх үүднээс гэрэлтүүлэгт улайсах утастай чийдэнгээс илүүтэй олон ширхэг гэрлэн диодыг (LED) ашиглах болсон. Тэгвэл гурван багц гэрлэн диод бүхий гар чийдэнгийн гэрэлтэлтийг удирдах схем ямар байх вэ?



**Цахилгаан хэлхээний хэсэгт унах хүчдэлийг хэмжицгээе.**

Бид хэлхээний элементүүдээр гүйх гүйдэл нь тэдгээрийг цуваа эсвэл зэрэгцээ холбосноос хамааран өөр өөр байдгийг мэднэ. Тэгвэл хэлхээний элементүүд дээр унах хүчдэл тэдгээрийн цуваа эсвэл зэрэгцээ холбосноос хамаарах эсэхийг шалгацгаая.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Хоёр зай, хоёр чийдэн, түлхүүр, холбогч утаснууд, вольтметр.

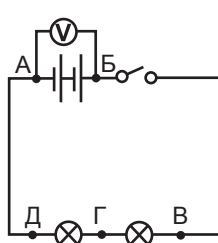
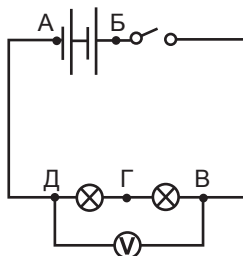
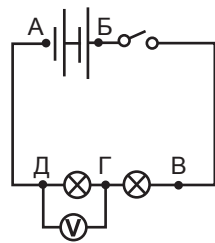
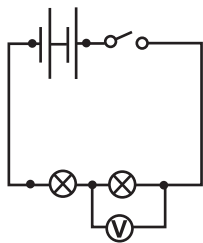
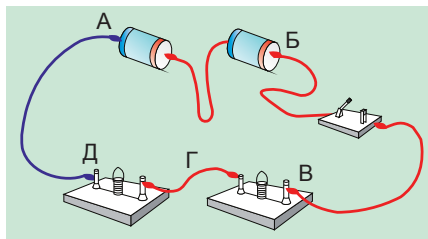
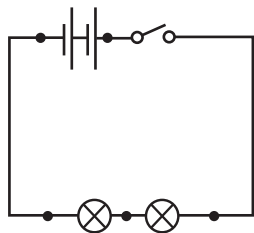


**Цуваа холбосон чийдэнгүүд дээр унах хүчдэл ямар байх бол?**

Хоёр чийдэнг цуваа холбож батарейнд залгаарай. Хэлхээний ВГ, ГД, ВД, АБ хэсэгт унах хүчдэлийг хэмжээрэй.



Богино холболт үүссэн эсэхийг шалгаарай, багаж шатах аюултай. Вольтметрийг хэлхээнд холбохдоо туйлыг нь анхаарна уу.



Хэмжилтийн утгуудаа доорх хүснэгтэд бичээрэй.

Хэмжилт хийх хэсэг	ВГ	ГД	ВД	АБ
$U, V$				



Хэлхээг байнга залгаатай байлгавал зай цэнэг ялгах чадвараа алдах учир хэмжилт хийх үедээ л хэлхээг залгаарай.

Цахилгаан хэлхээний ВГ, ГД, ВД хэсгүүдэд унах хүчдэл ямар хамааралтай байна вэ?



Цуваа холбосон чийдэнгүүд дээр унах ерөнхий хүчдэл нь чийдэн тус бүр дээр унах хүчдэлийн нийлбэртэй тэнцүү.

$$V = V_1 + V_2$$

Цахилгаан хэлхээ

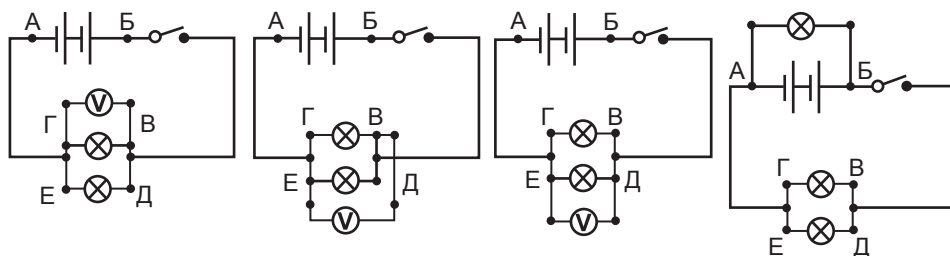
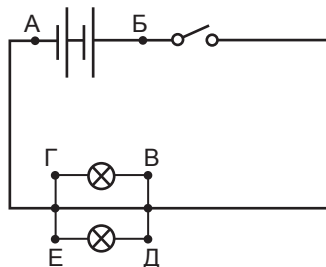
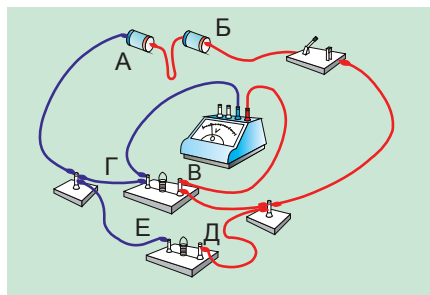


**Зэрэгцээ холбосон чийдэнгүүд дээр унах хүчдэл ямар байх бол?**

Өгөгдсөн схемийн дагуу хоёр чийдэнг зэрэгцээ холбож батарейд залгаарай. ВГ, ДЕ, ВЕ, АБ хэсэгт унах хүчдэлийг хэмжээрэй.



Вольтметрийг хэлхээнд холбохдоо туйлыг нь анхаарна уу.



Хэмжилт хийх хэсэг	ВГ	ДЕ	ВЕ	АБ
$V, B$				



Хэрэглэж дууссан зайгаа багшийн зааврын дагуу устгалд оруулаарай.



Зэрэгцээ холбосон чийдэнгийн цахилгаан хэлхээний хэсгүүдэд цахилгаан хүчдэл ямар хамааралтай байна вэ?

Хоёр чийдэн дээр унаж байгаа хүчдэлийн хэмжээ ижилхэн байна уу даа?



Зэрэгцээ залгасан чийдэнгүүд дээр унах ерөнхий хүчдэл нь чийдэн тус бүр дээр унах хүчдэлтэй тэнцүү.

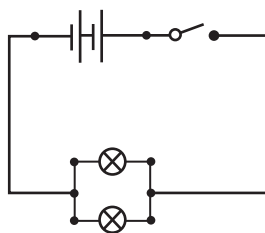
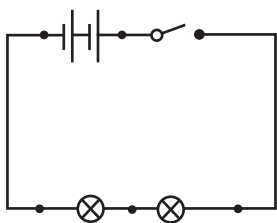
$$V = V_1 = V_2$$



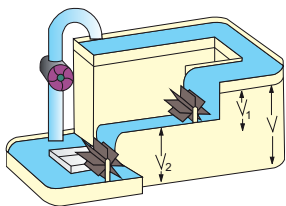
**?** Цуваа зэрэгцээ холбосон чийдэн бүхий хэлхээг загвараар илэрхийлье.



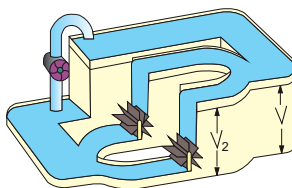
Усны урсгалын уналтын зөрүүтэй хамаарлын хувьд ижилхэн юм байна.



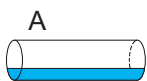
Усны урсгалын уналтын өндөр нь цахилгаан хүчдэлтэй төсөөтэй юм байна.



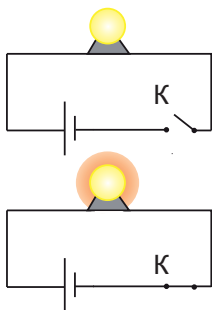
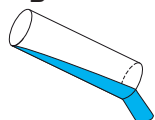
$$V_1 + V_2 = V$$



$$V_1 = V_2 = V$$



Б



Хэрэв хоолой ижил өндөртэй байвал түүгээр ус урсахгүй. Харин хоолойн аль нэг үзүүр нь нөгөөгөөсөө илүү өндөрт буюу потенциал энергийн зөрүүтэй болмогц ус бага потенциал энергитэй байрлалд шилжинэ. Үүний адилаар чийдэнгийн хоёр үзүүрт потенциал энергийн зөрүүтэй тохиолдолд л цэнэг түүгээр гүйнэ.

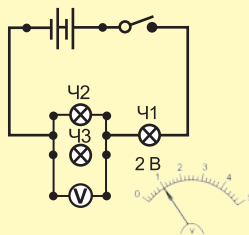
**Жишээ бодлого**

Өгөгдсөн зүйлсийг ашиглан хэлхээнд холбосон батареины гаралтын хүчдэлийг ол.

- Вольтметрийн заалтыг уншвал: Хуваарийн хамгийн их утга 5 ба зүү хуваарь дээр 1-ийг зааж байна. Мөн хэмжих хязгаар 5 В байна. Иймд

$$\text{вольтметрийн заалт} = \frac{5 \text{ В}}{5} \cdot 1 = 1 \text{ В.}$$

- 2 ба 3-р чийдэн зэрэгцээ холбогдсон тул тэдгээрт ижил хүчдэл унана. Хүчдэлийг вольтметрийн заалтаас 1В болохыг мэдэж болно.
- 1-р чийдэн 2 ба 3-р чийдэнтэй цуваа холбогдсон учир ерөнхий хүчдэл = 2 В + 1 В = 3 В
- Батарей чийдэнгүүдтэй зэрэгцээ холбогдсон тул гаралтын хүчдэл ерөнхий хүчдэлтэй тэнцүү байна. Гаралтын хүчдэл = 3 В



**Өөрийгөө сорiorой**

**Нөхөх дасгал**


1. Зурагт хэлхээний элементүүдийн тэмдэглэгээ болон нэрийг зөв харгалзуулна уу.

2. Хоёр чийдэн, нэг унтраалга, батарей бүхий хэлхээний схем зурна уу.


а) Хоёр чийдэн нэгэн зэрэг асаж байхын тулд хэрхэн холбох вэ?

б) Чийдэнгүүд дээр унах хүчдэлийг хэмжих вольтметрийг зурна уу.


в) Хэлхээний ерөнхий гүйдлийг хэмжих амперметр зурна уу.

 Вольтметр

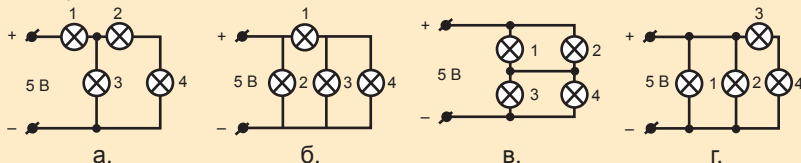
 Чийдэн

 Түлхүүр

 Зай

 Амперметр

3. Дараах зурагт цахилгаан хэлхээний схем өгөгджээ.



а) Хэлхээ тус бүрийн салаа, зангилааг заан хэлнэ үү.

б) Аль чийдэнгүүд цуваа холболттой, аль чийдэнгүүд зэрэгцээ холболттой байна вэ?

в) Хэлхээний гүйдлийн хүч хэрхэн салаалж байгааг сумаар зурж үзүүл.

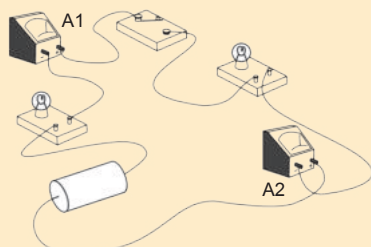
г) “а” зургийн 3-р чийдэн дээр 3 В хүчдэл унаж байв. 2-р чийдэн дээр 1 В хүчдэл унаж байсан бол 4 ба 1-р чийдэн дээр унах хүчдэлийг ол. Хэрэв 1-р чийдэн шатчихвал юу болох вэ? Яагаад?

д) “б” зургийн 1-р чийдэн дээр 2.5 В хүчдэл унаж байсан бол бусад чийдэнгүүд дээр унах хүчдэлийг ол.

е) “в” зургийн 3-р чийдэнгээр өнгөрөх 1 Кл цэнэг бүр 3 Ж энергиэ алдаж байсан бол бусад чийдэн дээр унах хүчдэлийг ол.

ё) “г” зургийн 1-р чийдэн дээр 3 В хүчдэл унаж байсан бол хэлхээнд хэдэн вольт хүчдэл өгсөн бэ? Хэрэв 3-р чийдэн шатчихвал бусад чийдэн яах вэ? Яагаад?

4. Өгөгдсөн хэлхээний схемийг зур.



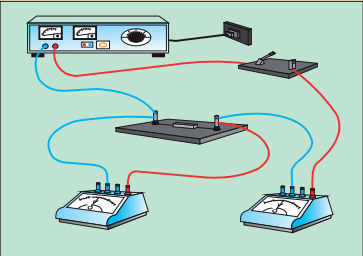



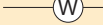
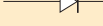

а) Хэлхээнд батарейн гаралтын хүчдэлийг хэмжих вольтметрийг нэмж зур.

б) Түлхүүрийг залгавал аль чийдэн асах вэ?

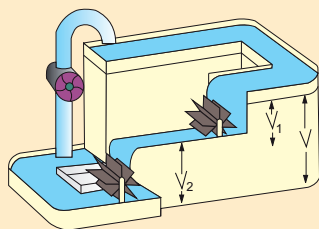
в) Амперметр-1 ийн заалт 0.5 А байсан бол Амперметр-2-ын заалт ямар байх вэ?

г) Нэг чийдэн шатжээ (улайсах утас тасарсан). Тэгвэл хэлхээнд юу болох вэ?

Ухагдахууны сүлжээ

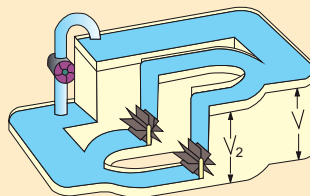
<p><b>Цахилгаан хэлхээ</b></p> <p>Цахилгаан гүйдэл гүйж буй сүлжээ</p> 		<p><b>Тэмдэглэгээ</b></p> <p>Резистор </p> <p>Реостат </p> <p>Вольтметр </p> <p>Ваттметр </p> <p>Диод </p> <p>Гал хамгаалагч </p>
<p><b>Тэжээл үүсгэгч</b></p> <p>Цахилгаан энерги үйлдвэрлэгч төхөөрөмж. Жишээ нь: Зай, аккумулятор, цахилгаан станц</p>	<p><b>Дамжуулагч утас</b></p> <p>Өөр дээгүүрээ цахилгаан гүйдэл гүйлгэдэг материал. Жишээ нь: зэс, хөнгөн цагаан зэрэг металлууд</p>	<p><b>Цахилгаан хэрэглэгч</b></p> <p>Цахилгаан энергээр ажилладаг төхөөрөмж. Жишээ нь: чийдэн, цахилгаан халаагуур, хөдөлгүүр</p>
<p><b>ЦХХ</b></p> <p>Нэгж цэнэгт (электронд) өгөх цахилгаан энергийг илэрхийлнэ. Зайн цхх-ийг хэмжихдээ (хэлхээнд холбогдоогүй) тэжээл үүсгэгчийн хоёр шонд вольтметрийг шууд залгаж хэмжинэ.</p>		<p><b>Унах хүчдэл</b></p> <p>Нэгж цэнэгийн (электроны) зөөх цахилгаан энергийг илэрхийлнэ. Нэгж нь Вольт. Хүчдэлийг Вольтметрээр хэмжинэ. Хэмжих элементтэй зэрэгцээ холбоно.</p>

Цуваа холболт



Гүйдэл ижил байна.  $I=I_1=I_2$   
 Хүчдэл хуваарилагдана:  $V=V_1+V_2$

Зэрэгцээ холболт



Гүйдэл салаална:  $I=I_1+I_2$   
 Хүчдэл ижил байна:  $V=V_1=V_2$

3.2

Цахилгаан эсэргүүцэл

Чийдэн дээр унаж байгаа хүчдэлийн хэмжээ их байх тусам чийдэнгээр гүйх цахилгаан гүйдлийн хэмжээ нэмэгддэг болохыг бид мэднэ.

Ижилхэн 220 В хүчдэлд залгасан чийдэнгийн нэг нь тод асаж байхад нөгөө нь бүдэг асаж байдаг. Мэдээжийн хэрэг энд чийдэнгүүдийн гүйдэл ялгаатай байгаа хэрэг.



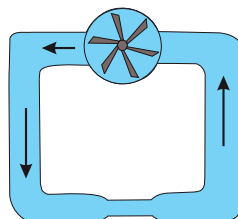
**?** Яагаад ижил хүчдэлтэй байхад гүйдлийн хүч ялгаатай байдаг юм бол?

Хэлхээний хэсгийн шинж чанараас хамааран зарим хэсгээр их гүйдэл гүйж байхад зарим хэсэгт бага гүйдэл гүйж байна. Өөрөөр хэлбэл хэлхээний хэсэгт гүйдэл хязгаарлагдаж байна.

**Гүйдэл хязгаарлах шинжийг цахилгаан хэлхээний загварт хэрхэн дүрслэх вэ?**

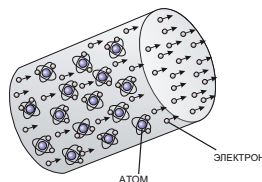
Цахилгаан гүйдлийг хязгаарладаг шинжийг усны урсгалд саад учруулах хаалттай зүйрлэж болох юм.

Хэрэв усыг нарийн хоолойгоор урсаж байна гэвэл түүгээр урсах ус багасна. Өөрөөр хэлбэл хэлхээгээр урсах цэнэгт саад учирвал тэр хэсгийн гүйдэл багасна.



**Цэнэгүүдийн хөдөлгөөнд юу саад учруулаад байна вэ?**

Таамаглал дэвшүүлэн ярилцаарай. Таамаглалаа цахилгаан дамжуулагч ба цахилгаан тусгаарлагчийн дотоод бүтэцтэй холбон тайлбарлана уу.



Хэлхээгээр урсах цахилгаан гүйдэл нь тэжээл үүсгэгчийн гаралтын хүчдэлээс гадна хэлхээнд залгасан элементүүдийн цахилгаан дамжуулах чадвараас хамаардаг байна. Цахилгаан дамжуулах чадварын урвуу шинжийг цахилгаан эсэргүүцэл гэсэн хэмжигдэхүүнээр илэрхийлдэг.

Эсэргүүцлийг  $R$  үсгээр тэмдэглэнэ.

Нэгж: 1 Ом ( $1 \text{ Ом} = 1 \Omega$ )

Эсэргүүцлийг Омметрээр хэмжих ба элементэд зэрэгцээ холбож хэмжилт хийдэг.



**Георг Симон Ом**

Германы физикч (1789-1854). Цахилгаан гүйдлийн үндсэн хуулийг нээсэн. Цахилгаан эсэргүүцлийн нэгжийг түүний нэрээр Ом гэж нэрлэжээ.

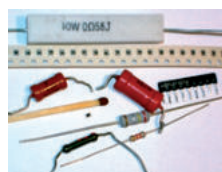
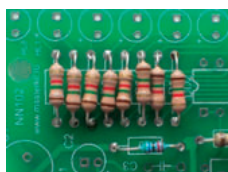
## НЭМЭЛТ МЭДЭЭЛЭЛ



Бидний өмнө нь ашиглаж байсан чийдэнг ашиглан хэлхээний хэсгийн хүчдэл гүйдлийн хамаарлыг судлахад тохиромжгүй байдаг. Учир нь хүчтэй гүйдэл дамжуулахад чийдэн шатах аюултай. Тиймээс түүний оронд резистор эсвэл улайсах утас ашигладаг. Мөн зайны оронд гаралтын хүчдэлийг өөрчлөх боломжтой тэжээл үүсгэгчийг ашиглах нь зохимжтой байдаг.

## РЕЗИСТОР

Тодорхой эсэргүүцэлтэй байхаар тусгайлан үйлдвэрлэсэн цахилгаан элементийг резистор гэж нэрлэдэг. Резисторыг ихэвчлэн их эсэргүүцэлтэй нихром утас юмуу нүүрсээр хийдэг. Нэг, хоёр Омоос эхлэн хэдэн сая Ом эсэргүүцэлтэй резисторууд ч байдаг. Ихэвчлэн бид нүүрсэн резисторыг ашигладаг. Тэдгээр нь дээрээ өнгө өнгийн бүслүүртэй байдаг. Тэдгээр бүслүүрүүд нь тоог өнгөөр кодолсон байдаг. Үүнийг ашиглан резисторын эсэргүүцлийн хэмжээ, түүний өөрчлөгдөж болох хязгаар, тэсвэрлэх температур зэргийг мэдэж болдог.



Резисторын хэлхээний тэмдэглэгээ

Резисторыг телевизор, хөгжим гэх мэт электрон хэрэгслийн дотоод хэлхээнд гүйдлийг зохицуулах, тохируулах зорилгоор хэрэглэдэг.



## Тэжээл үүсгэгчийг хэрхэн ашиглах вэ?

Тэжээл үүсгэгчийг ашиглахад ....

- Гаралтын хүчдэлийг нэмэгдүүлэх, хорогдуулах зэргээр хүчдэлийн хэмжээг чөлөөтэй өөрчлөх боломжтой.
- Ашиглалтын явцад гаралтын хүчдэлийн хэмжээ буурдаггүй зэрэг давуу талуудтай.



1. Хүчдэлийн хэмжээг тохируулах товчлуурыг 0 дээр байрлуулсны дараа цахилгааны залгуурыг залгана.
2. Тогтмол гүйдэл, хувьсах гүйдэлд шилжүүлэх боломжтой бол тогтмол гүйдэлд тохируулна.
3. Хэлхээнд тэжээл үүсгэгчийн +, - туйлыг зөв холбоно.
4. Тэжээл үүсгэгчийн хүчдэлийн хэмжээг тохируулах товчлуурыг шаардлагатай хүчдэлд тохируулна.
5. Туршилт хийж дууссаны дараа хүчдэлийг тэг болгож, төхөөрөмжийг цахилгаанаас салгана.

Цахилгаан хэлхээ

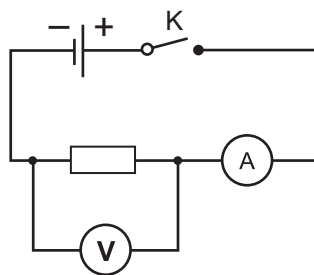
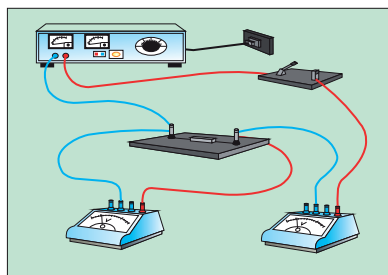


**Резистор дээр унах хүчдэл, гүйдлийн хамаарлыг судалъя.**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Тэжээл үүсгэгч, амперметр, вольтметр, холбох утаснууд, резисторууд эсвэл улайсах утас, график байгуулах цаас



Гүйдэл гүйж эхлэхэд резистор болон улайсах утаснууд хална. Ялангуяа резисторыг улайсах утсаар сольж хэрэглэх тохиолдолд аюулгүй ажиллагаанд анхаарах хэрэгтэй.



1. Тэжээл үүсгэгчийн гаралтын хүчдэлийн хэмжээг 1.0 В, 2.0 В, 3.0 В..... 6.0 В хүртэл нэмэгдүүлж тухай бүрд резистор дээр унах хүчдэл, түүгээр гүйх гүйдлийн хүчийг хэмжээрэй.

$V, \text{В}$		0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{А}$	А. Резистор							
	Б. Улайсах утас							
$\frac{V}{I}$								

2. Хэмжилтийн утгуудаа ашиглан гүйдлийн хүч хүчдэлээс хамаарах хамаарлыг графикаар илэрхийлээрэй.

График байгуулах дараалал

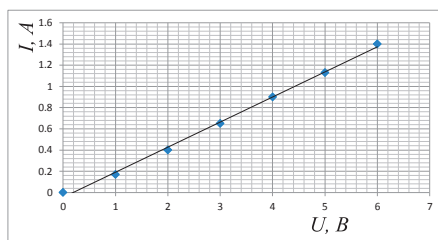
**1-р алхам:** Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу туршилтын явцад өөрчилсөн хэмжигдэхүүний (хүчдэл) утгыг авна. Харин босоо тэнхлэгийн дагуу тухайн хэмжигдэхүүний (хүчдэл) өөрчлөлтөөс хамааран хувьсаж байгаа хэмжигдэхүүний (гүйдлийн хүч) утгыг авна.

**2-р алхам:** Хэмжилт хийсэн хамгийн их утга багтахар масштабг сонгоно. Хуваарь бичнэ. Мөн хэмжигдэхүүний нэр, нэгжийг бичнэ.

**3-р алхам:** Хэмжилтийн утгуудыг тэмдэглэнэ.

**4-р алхам:** Хэмжилтийн цэгүүдэд хамгийн сайн тохирох шулууныг зурна.

Хэмжилт хийх үед тоон утга зөрүүтэй байх тохиолдол гарах учраас цэгүүдийг дунджилж холбоно. Тунгалаг шугам ашиглавал тохиромжтой.



Цахилгаан хэлхээ

Туршилтын үр дүнг хүснэгтээр илэрхийлж, гүйдэл хүчдэлээс хамаарах хамаарлын график байгуулав.

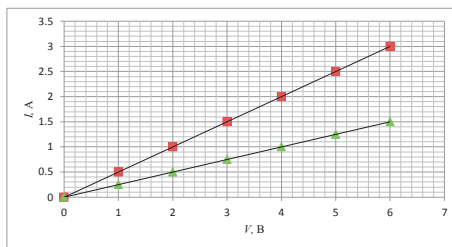
$V, \text{В}$		0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{А}$	А. Резистор	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
	Б. Резистор							
$\frac{V}{I}$								

Резистороор гүйх гүйдлийн хүч нь резистор дээр унах хүчдэлээс шууд хамаарч байна.

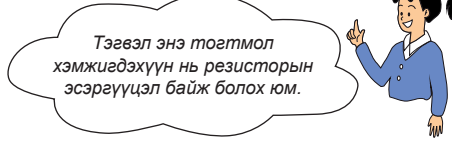
$$I \sim V$$

Эндээс  $\frac{V}{I} = \text{const}$  тогтмол байна.

Энэ тогтмол юуг илэрхийлдэг хэмжигдэхүүн болохыг тогтооё. Туршилтын үр дүнгээс хүчдэлд шууд, гүйдэлд урвуу хамааралтай байна. Тиймээс энэ тогтмолын утга ихсэхэд гүйдэл багасаж харин багасахад гүйдэл ихсэнэ.



Бид цахилгаан хэлхээнд гүйдлийг хязгаарлах үйлчлэлийг эсэргүүцэл гэдэг хэмжигдэхүүнээр илэрхийлдэг шүү дээ.



Тэгвэл энэ тогтмол хэмжигдэхүүн нь резисторын эсэргүүцэл байж болох юм.

Туршилтад ашигласан резисторын эсэргүүцлийг Омметрээр хэмжиж харьцаатай жишээд үзээрэй.



Резистор дээр унах хүчдэлээс түүгээр гүйх гүйдэл шууд хамаарч байна.

Энэ харьцаа нь резисторын эсэргүүцэлтэй тэнцүү байна.

$$\frac{V}{I} = R$$

Эндээс гүйдлийн хүчийг олбол:

$$\text{Гүйдлийн хүч} = \frac{\text{Хүчдэл}}{\text{Эсэргүүцэл}} \rightarrow I = \frac{V}{R}; \quad 1 \text{ А} = \frac{1 \text{ В}}{1 \text{ Ом}}$$

Резистороор (дамжуулагчаар) гүйх гүйдлийн хүч нь түүн дээр унах хүчдэл ба эсэргүүцлийн харьцаатай тэнцүү байна. Үүнийг хэлхээний хэсгийн **Омын ууль** гэнэ.



Дээрх туршилтад хэрэглэсэн резистор, улайсах утасны эсэргүүцлийг олъё. Хэмжилтээс 1 В хүчдэлтэй үед дамжуулагч утсаар 0.5 А гүйдэл гүйсэн тул;

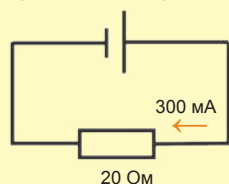
$$R = \frac{V}{I} = \frac{1 \text{ В}}{0.5 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}$$

Цахилгаан хэлхээ

Жишээ бодлого

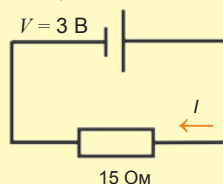
Омын хуулийг ашиглан хүчдэл, гүйдлийн хүчний тоон утгыг тооцоолох боломжтой. Жнь:

(а) Резистор дээр унах хүчдэлийг тодорхойлъё



$$V = IR = 300 \text{ мА} \cdot 20 \text{ Ом} = 6 \text{ мА кОм} = 6 \text{ В}$$

(б) Резистороор гүйх гүйдлийг тодорхойлъё.

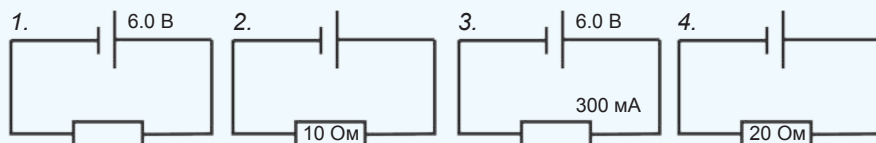


$$I = \frac{V}{R} = \frac{3 \text{ В}}{15 \text{ Ом}} = 0.2 \text{ А}$$

Энд (а)-д гүйдэл мА, эсэргүүцэл Ом, (б)-д гүйдэл А, эсэргүүцэл Ом гэсэн нэгжээр илэрхийлэгдсэн байна.

Дасгал

1. Батарейнд зэрэгцээ холбосон резистор бүхий хэлхээг зурагт үзүүлжээ.



а) 1-р хэлхээний батарейгаар 45 секундэд 9 Кл цэнэг урсав. Дараах зүйлсийг ол.

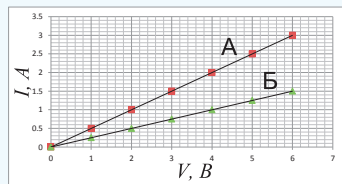
- Хэлхээний гүйдэл .....мА      Резисторын эсэргүүцэл .....
- Хэлхээнд 45 секундэд хувирсан энергийн хэмжээ .....

б) 2-р хэлхээний резистороор 300 мА гүйдэл гүйж байсан бол резистор дээр унах хүчдэлийг ол. Батарейн ЦХХ-ийг олж болох уу? Яагаад?

в) 3-р хэлхээний резисторын эсэргүүцэл ямар байх вэ?

г) 4-р хэлхээний резистороор өнгөрөх 2 Кл цэнэг бүр 12 Ж энерги алдаж байсан бол түүгээр гүйх гүйдлийг ол.

2. Сурагч хоёр резисторын гүйдлийн хүч хүчдэлээс хамаарах хамаарлын график байгуулжээ.



а) Резистор А-аар 0.3 А гүйдэл гүйхэд түүн дээр хэдэн вольт хүчдэл унах вэ?

б) Резистор А ба резистор Б-ийн аль нь их эсэргүүцэлтэй вэ?

в) Туршилтад ямар багажууд хэрэгтэй вэ? Туршилтын хэлхээний схемийг зурна уу.

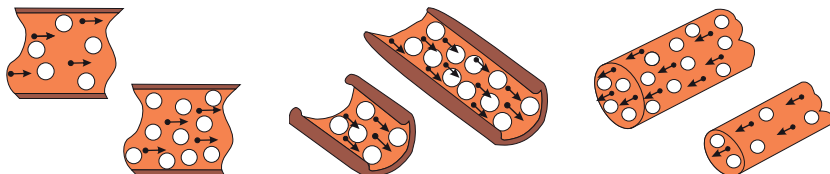
г) Туршилтыг хийх алхмуудыг тоочно уу. Энд ямар хэмжигдэхүүнийг тогтмол байлгаж ямар хэмжигдэхүүнийг өөрчлөх ёстой вэ?

д) Сурагч хүчдэлийн ямар утгад хэмжилтийн алдаа гаргасан байна вэ? Энэ алдаа үүсч болох шалтгааныг тоочно уу.



**?** Дамжуулагч утаснууд цахилгаан шинжээрээ ялгаатай юу?

Цахилгаан дамжуулах чадвараар нь материалыг дамжуулагч ба тусгаарлагч гэж ангилдагийг бид мэднэ. Үүнийг өөрөөр цахилгаан дамжуулах чадвар муу бол эсэргүүцэл ихтэй, эсрэгээрээ эсэргүүцэл багатай бол цахилгаан дамжуулах чадвар сайн гэж ярьдаг. Хэлхээнд залгасан бүх цахилгаан элементүүд түүнчлэн холбох утас ч гэсэн цахилгаан эсэргүүцэлтэй. Хэлхээний хэсгийн эсэргүүцлийг бид ус урсах хоолойтой адилтган загварчилж байсан. Тэгвэл хоолойгоор урсах усны урсгалд юу нөлөөлөх вэ? Өөрөөр хэлбэл, дамжуулагчаар хөдлөх цэнэгийг юу саатуулах талаар ярилцаарай.



**✓** Дамжуулагчийн эсэргүүцэл түүний дотоод бүтэц, урт, диаметр гэсэн хэмжигдэхүүнүүдээс хамаардаг.

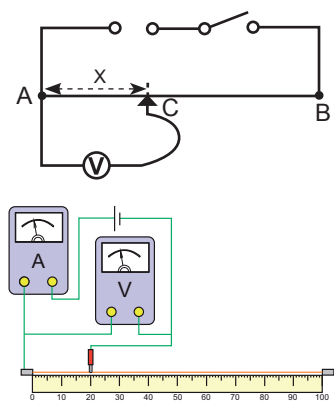
**🔍** Дамжуулагчийн эсэргүүцэл утасны уртаас хэрхэн хамаарахыг судалъя.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Янз бүрийн урт, хөндлөн огтлолын талбайтай дамжуулагч утас (нихром), амперметр, вольтметр,

**!** Хэлхээгээр гүйдэл гүйх үед утас халах тул түлэгдэхээс болгоомжил. Хэлхээг залгахын өмнө багшид шалгуулаарай.

**Гүйцэтгэх дараалал:**

- Зурагт үзүүлснээр хэлхээг угсарна. Дамжуулагчийн уртыг хэмжиж 20 см, 40 см, 60 см, 80 см, 100 см хэсгүүдэд тэмдэглэ.
- Хэлхээг залгаж тэмдэглэсэн хэсгүүдэд вольтметрийг холбон түүн дээр унах хүчдэлийг хэмжинэ.
- Дамжуулагчаар гүйх гүйдлийг амперметрээр хэмжинэ.
- Дамжуулагчийн эсэргүүцлийг Омын хууль ашиглан олно.



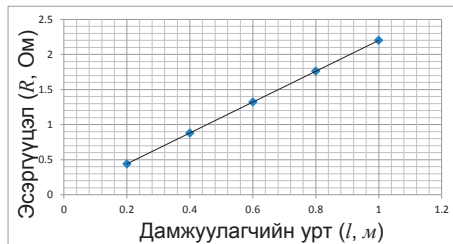
**Дасгал**

1. Хэмжилтийн үед дамжуулагчийн урт, тэжээл үүсгэгчийн хүчдэл, дамжуулагчаар гүйх гүйдэл, дамжуулагч дээр унах хүчдэл гэсэн хэмжигдэхүүнүүдээс ямар хэмжигдэхүүнийг тогтмол байлгасан бэ?
2. Юуг өөрчилсөн бэ? Яагаад ингэж бодож байгаагаа тайлбарлана уу
3. Хэмжилтийн утгуудаа хүснэгтэнд тэмдэглэн график байгуулж дүгнэлт гаргаарай.

Цахилгаан хэлхээ

№	$l, м$	$I, A$	$U, B$	$R, \Omega$
1				
2				
3				
4				
5				
дундаж				

Дамжуулагчийн эсэргүүцэл уртаас хамаарах график



Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл түүний уртаас шууд хамаарна.

$$R \sim l$$



Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл утасны хөндлөн огтлолын талбайнаас хэрхэн хамаарахыг судалъя.

Туршилтаа төлөвлөн гүйцэтгээрэй.

1. Туршилтыг гүйцэтгэхдээ өмнөх туршилтын багажийг хэрэглээрэй.
2. Туршилтын хэлхээний схемийг зур.
3. Хэмжилтийн үед тогтмол байлгах хэмжигдэхүүнүүдийг ялган бич.

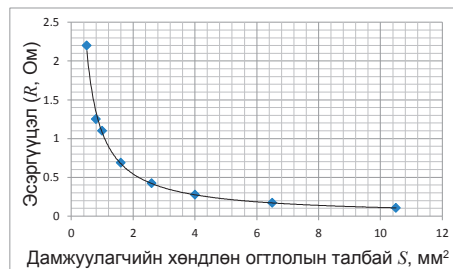
№	Хэмжигдэхүүн	Тайлбар
1		
2	Утасны урт	

4. Юуг өөрчлөх вэ?

№	Хэмжигдэхүүн	Тайлбар
1		
2	Утасны диаметр	

Дамжуулагчийн эсэргүүцэл хөндлөн огтлолын талбайнаас хамаарах график

№	$S, мм^2$	$I, A$	$U, B$	$R, \Omega$
1				
2				
3				
4				
5				
дундаж				



Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл түүний хөндлөн огтлолын талбайнаас урвуу хамаарч байна.

$$R \sim \frac{1}{S}$$



**Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл утасны материалаас хэрхэн хамаарахыг судалъя.**

Туршилтаа төлөвлөн гүйцэтгээрэй.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Төрөл бүрийн дамжуулагч утас (хөнгөн цагаан, зэс, нихром), амперметр, вольтметр (омметр)

1. Туршилтын хэлхээний схемийг зур.
2. Хэмжилтийн үед тогтмол байлгах хэмжигдэхүүнүүдийг ялган бич.

№	Хэмжигдэхүүн	Тайлбар
1		
2	Утасны урт	

3. Юуг өөрчлөх вэ?

№	Хэмжигдэхүүн	Тайлбар
1		
2		



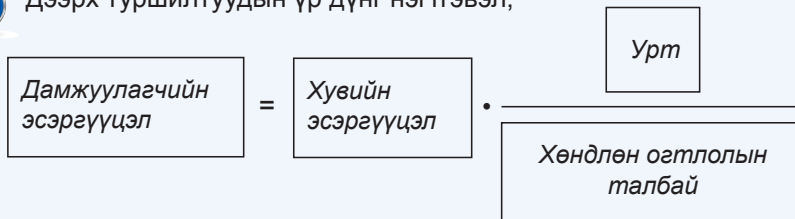
**Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл нь бодисын шинж чанараас хамаарч байна.**

Туршилтаас үзэхэд бодис бүр харилцан адилгүй гүйдэл эсэргүүцэх чадвартай байна. Энэ шинж чанарыг илэрхийлэх физик хэмжигдэхүүнийг хувийн эсэргүүцэл гэж нэрлэдэг.  $\rho, \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$  –ээр тэмдэглэдэг.

Хувийн эсэргүүцэл нь 1 м урттай, 1 мм<sup>2</sup> хөндлөн огтлолын талбайтай дамжуулагч утасны үзүүлэх цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжээг илэрхийлнэ.  
 $R \sim \rho$



Дээрх туршилтуудын үр дүнг нэгтгэвэл;



Дамжуулагчийн эсэргүүцэл нь бодисын шинж чанар, дамжуулагчийн урт, дамжуулагчийн хөндлөн огтлолын талбайнаас хамаарч байна.

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Цахилгаан хэлхээ

Зарим дамжуулагч бодисын хувийн эсэргүүцэл, $\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$	
Хөнгөн цагаан	0.028
Вольфрам	0.055
Төмөр	0.098
Зэс	0.017
Мөнгө	0.016
Константан	0.049-0.052
Нихром	1.00-1.10

Зэс дамжуулагч утасны хувийн эсэргүүцлийг  $0.017 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$  гэж бичнэ. Үүнийг уншихдаа дараах схемийг баримтална.

$$\rho_{\text{зэс}} = \frac{0.017 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ мм}^2}{1 \text{ м}}$$

1 м урттай, 1 мм<sup>2</sup> хөндлөн огтлолын талбайтай зэс утасны хувийн эсэргүүцэл 0.017 Ом байна.

Жишээ бодлого

100 м урт, 0.5 мм<sup>2</sup> хөндлөн огтлолын талбайтай нихром дамжуулагчийн төгсгөлүүд хоорондын хүчдэл 128 В бол түүгээр гүйх гүйдлийн хүчийг олъё.

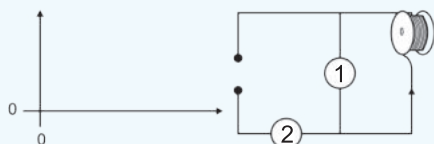
- Дамжуулагчийн материал нихром учраас түүний хувийн эсэргүүцэл

$$\rho_{\text{них}} = 1.00 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$$

- Дамжуулагчийн эсэргүүцэл =  $1.00 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{100 \text{ м}}{0.5 \text{ мм}^2} = 200 \text{ Ом}$
- Омын хууль ёсоор түүгээр гүйх гүйдэл =  $\frac{V}{R} = \frac{128 \text{ В}}{200 \text{ Ом}} = 0.64 \text{ А}$

Дасгал

1. Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл түүний уртаас хамаарах хамаарлыг доорх графикт зурж үзүүл.

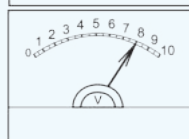
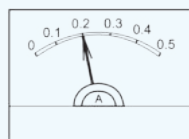


2. Тусгаарлагч бүрээстэй 50 м урттай дамжуулагч утас байв. Түүний эсэргүүцлийг олохын тулд зурагт үзүүлснээр хэлхээнд холбов.

- а) ① юу гэдэг багаж вэ?
- б) Дараах өгүүлбэрийг гүйцээ. “Багаж ① нь дамжуулагч утсан ороомог дээр ..... хэмжинэ.”
- в) ② юу гэдэг багаж вэ?
- г) Дараах өгүүлбэрийг гүйцээ. “Багаж ② нь дамжуулагч утсан ороомгоор ..... хэмжинэ.”
- д) Зурагт багажуудын заалтыг харуулжээ.

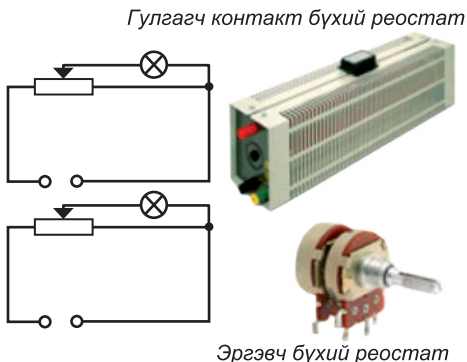
Багажийн заалтыг ашиглан ороомгийн эсэргүүцлийг тооцоол.

- е) Дамжуулагчийн, 1 метрт ноогдох эсэргүүцэл ямар байх вэ?



**РЕОСТАТ**

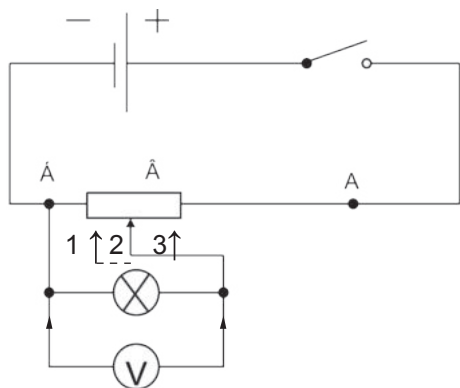
Хэлхээний гүйдлийн хүчийг ихэсгэх багасгах шаардлага байнга тохиолддог. Хэлхээний гүйдлийг өөрчлөхийн тулд резистораас гадна реостатыг хэрэглэдэг. Түүнийг хувьсах реостат гэж нэрлэх нь бий. Реостатын эсэргүүцлийг хялбархан өөрчилж болдог. Ингэснээр хэлхээний гүйдлийг хүссэнээрээ өөрчлөх боломжтой.



Бариул эргүүлэн тодруулж бүдгэрүүлдэг ширээний, унтлагын өрөөний, булангийн чийдэнд реостатыг хэрэглэдэг. Мөн радио хүлээн авагч, хөгжим, зэргийн дууг ихэсгэж багасгахад реостатыг ашигладаг. Реостат ашиглаж тэжээл үүсгэгчээс хэрэглэгчид очих хүчдэлийн утгыг өөрчилж болдог. Ингэж ашиглахыг реостатыг хүчдэл хуваарилагч болголоо гэдэг.

**Хүчдэл хуваарилах хэлхээг судалъя.**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Тэжээл үүсгэгч, түлхүүр, чийдэн, реостат, вольтметр



1. Өгөгдсөн схемийн дагуу хэлхээг угсраарай.
2. Реостат тавьж гулгагчийн өөр өөр байрлалд вольтметрийг шилжүүлж хэмжилт хийнэ.

Хэмжилт хийх хэсэг	$V_{AB}$	$V_{BB}$	$V_{AB}$	$V_{+-}$
Реостатын байрлал 1				
Реостатын байрлал 2				
Реостатын байрлал 3				

3. Хэмжилтийн утгуудаа ашиглан реостатын ажиллагааг тайлбарлаарай. АВ, ВВ, АБ хэсэгт унах хүчдэлүүд ямар холбоотой байна вэ?



АБ хэсэгт унаж буй хүчдэл  $V_{AB}$  нь АВ хэсэгт унах хүчдэл  $V_{AB}$  ба ВВ хэсэгт унах хүчдэл  $V_{BB}$ -ийн нийлбэртэй тэнцүү байна. Иймээс хэлхээний ерөнхий хүчдэл  $V_{AB}$  нь реостатын АВ ба ВВ хэсэгт хувиарлагдаж ВВ хэсэгтээ зэрэгцээ холбогдсон чийдэн дээр  $V_{BB}$  хүчдэл унана. Гулгагч контактыг шилжүүлэх замаар чийдэн дээр унах хүчдэлийг өөрчилнө.

## Өөрийгөө сорирой

1. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний чийдэн асах боловч амперметрийн зүү зөв зүгт хазайна.

а) Тэгвэл амперметрийг зөв ажиллуулахын тулд ямар өөрчлөлт хийх вэ?

б) Амперметрээр юу хэмждэг вэ?

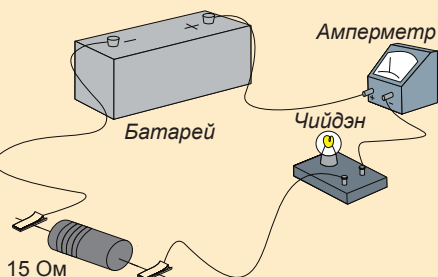
в) Хэлхээний схемийг зур.

г) Резистор дээр унах хүчдэлийг ямар багажаар хэмжих вэ? Өөрийн зурсан схемд холбоорой.

д) Резистор дээр 6 В хүчдэл унах бол резистороор гүйх гүйдлийг тооцоолно уу.

е) Чийдэнгээр ямар хэмжээний гүйдэл гүйх вэ?

ё) Хэрэв чийдэн шатвал амперметрийн заалт яаж өөрчлөгдөх вэ?



2. Зурагт 4.7 Ом эсэргүүцэлтэй резистор, тэжээл үүсгэгч, амперметр, гулгагч контакт бүхий реостат агуулсан цахилгаан хэлхээг үзүүлэв. Анх реостат тэг байрлалд байв. Мөн амперметр, батареены эсэргүүцэл тооцохооргүй маш бага.

а) Батареены ЦХХ нь ямар нэгжээр хэмжигдэх вэ?

б) Гүйдэл, хүчдэл, эсэргүүцлийн хоорондын хамаарлыг илэрхийлсэн тэгшитгэлийг бич.

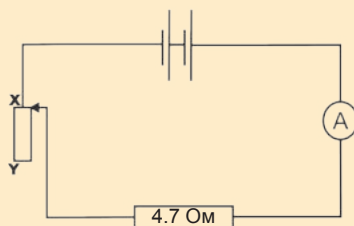
в) Амперметрийн заалт 0.5 А байсан бол резистор дээр унах хүчдэл ямар байх вэ?

г) Реостатын гулгагч контактыг Х байрлалаас Y байрлалд шилжүүлжээ.



- Реостатын эсэргүүцэл хэрхэн өөрчлөгдөх вэ?

- Амперметрийн заалт хэрхэн өөрчлөгдөх вэ?

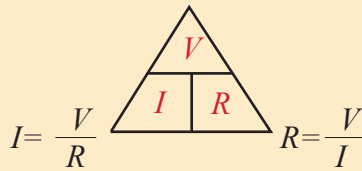
д) Реостатын гулгагч контакт Y байрлалд байх үед хэлхээний ерөнхий эсэргүүцэл 10.0 Ом байсан бол реостатын эсэргүүцлийг ол.



Ухагдахууны сүлжээ

<p>Хэлхээний хэсгийн Омын хууль</p> $V=R \cdot I$	<p>Дамжуулагч дээр унах хүчдэл нь дамжуулагчаар гүйх гүйдлийн хүчийг дамжуулагчийн эсэргүүцлээр үржүүлсэнтэй тэнцүү байна.</p>
<p>Бүрэн хэлхээний Омын хууль</p> $E=R_{ep} \cdot I_{ep}$	<p>Хэлхээний цахилгаан хөдөлгөгч хүч нь хэлхээний ерөнхий гүйдлийг ерөнхий эсэргүүцлээр үржүүлсэнтэй тэнцүү байна.</p>
<p>Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл</p> $R= \rho \frac{l}{S}$	<p>Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл нь дамжуулагчийн урт ба хөндлөн огтлолын талбайн харьцааг хувийн эсэргүүцлээр үржүүлсэнтэй тэнцүү.</p>
<p><b>Резистор</b></p> <p>Тодорхой эсэргүүцэлтэй тусгайлан үйлдвэрлэсэн цахилгаан элемент</p> 	<p><b>Реостат</b></p> <p>Цахилгаан хэлхээнд хүчдэл хуваарилахад ашигладаг хэрэгсэл</p> 

$$V=I R$$



### 3.3

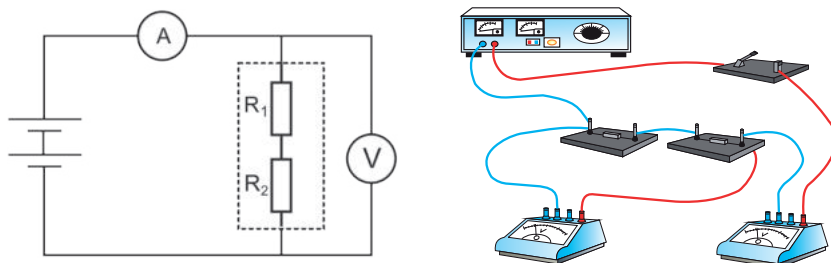
### Цуваа ба зэрэгцээ холболт

Резисторыг хэлхээнд цуваа, зэрэгцээгээр холбох хэрэгцээ байнга тулгардаг. Мөн резистор тус бүрийн гүйдэл, хүчдэлийг тооцоолохоос гадна хэд хэдэн резисторуудыг нэгтгэж нэгэн бүхэл зүйл мэтээр нэгтгэх шаардлага гардаг. Энэ тохиолдолд **ерөнхий эсэргүүцэл**, **ерөнхий гүйдлийн хүч**, **ерөнхий хүчдэл** гэсэн нэр томъёог хэрэглэдэг. Эхлээд хялбараар нь хоёр ширхэг резисторыг цуваа болон зэрэгцээ холболтоор холбоход ерөнхий эсэргүүцэл ямар байхыг үзье.



**Цуваа холбосон резисторуудыг судалъя.**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Эсэргүүцлээрээ ялгаатай хоёр резистор, тэжээл үүсгэгч, түлхүүр, вольтметр, амперметр, холбогч утаснууд



Резисторуудыг нэгтгэн нэг резистор болсон гэж төсөөлбөл түүний хоёр үзүүр А, Б болохыг зургаас харж болно.



Өмнөх туршилтуудад хэрэглэж байсан чийдэнгүүдийг ашиглаж болохгүй. Чийдэнгийн эсэргүүцэл халалтын улмаас өөрчлөгддөг учир тогтмол эсэргүүцэл болгон авах боломжгүй байдаг.

Резистор тус бүрээр гүйх гүйдэл, тэдгээр дээр унах хүчдэлийг хэмжиж Омын хууль ашиглан эсэргүүцлийг нь олж болно.

**Гүйцэтгэх дараалал:**

- Хэлхээний гүйдлийн хүчийг амперметрээр хэмжинэ.
- Вольтметрийг зурагт үзүүлсэн байрлалд холбож резисторууд дээр унах ерөнхий хүчдэлийг хэмжинэ.
- Ерөнхий хүчдэл  $V$ -ийг хэлхээний гүйдлийн хүч  $I$ -д хувааж резисторуудын ерөнхий эсэргүүцэл  $R_{ep}$ -ийг олно.

	$I, A$	$V, B$	$R, Ом$
Резистор $R_1$			
Резистор $R_2$			
Ерөнхий эсэргүүцэл			

Цуваа холбогдсон учир;

$$I_{ep} = I_1 = I_2$$

$$V_{ep} = V_1 + V_2 \quad \text{байна.}$$





Дээрх туршилтуудын үр дүнг нэгтгэвэл;

$$R_{ep} = \frac{V_{ep}}{I_{ep}} \qquad R_{ep} = \frac{V_1 + V_2}{I_{ep}} = \frac{V_1}{I_{ep}} + \frac{V_2}{I_{ep}}$$

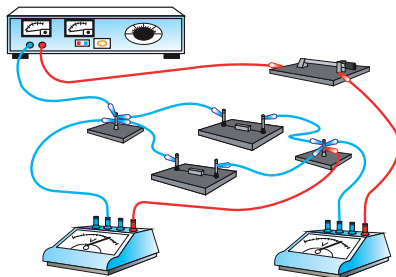
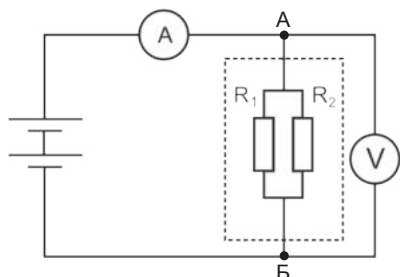
Дамжуулагчдын цуваа холболтын үед ерөнхий эсэргүүцэл нь дамжуулагч тус бүрийн эсэргүүцлийн нийлбэртэй тэнцүү байна.

$$R_{ep} = R_1 + R_2$$



**Зэрэгцээ холбосон резисторуудыг судалъя.**

Өмнөх туршилтад хэрэглэж байсан багажуудаа ашиглан резисторуудыг зурагт үзүүлснээр зэрэгцээ холбоорой.



Резисторуудыг нэгтгэн нэг резистор гэж төсөөлбөл түүний хоёр үзүүр А, Б болохыг зургаас харж болно.

1. Резисторууд дээр унах хүчдэлийг вольтметрээр хэмжинэ.
2. Резистор тус бүрээр гүйх гүйдлийн хүчийг амперметрээр хэмжинэ.
3. Ерөнхий гүйдлийн хүчийг амперметрээр хэмжинэ.
4. Ерөнхий хүчдэл  $V$ -ийг ерөнхий гүйдлийн хүч  $I$ -д хувааж, резисторуудын ерөнхий эсэргүүцэл  $R_{ep}$ -ийг олно.

	$I, A$	$V, B$	$R, Ом$
Резистор $R_1$			
Резистор $R_2$			
Ерөнхий эсэргүүцэл			

Зэрэгцээ холбогдсон учир

$$I_{ep} = I_1 + I_2$$

$$V_{ep} = V_1 = V_2$$



Зэрэгцээ холболтын үед:

$$R_{ep} = \frac{V_{ep}}{I_{ep}} \qquad R_{ep} = \frac{V_{ep}}{I_1 + I_2}$$

Резисторуудын зэрэгцээ холболтын үед ерөнхий эсэргүүцлийн урвуу нь резистор тус бүрийн эсэргүүцлийн урвуугийн нийлбэртэй тэнцүү байна.

$$\frac{1}{R_{ep}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Цахилгаан хэлхээ

Жишээ бодлого

Зурагт үзүүлсэн гурван резистороос бүрдсэн хэлхээний С-резистороор гүйх гүйдэл, түүн дээр унах хүчдэлийг хэлхээний хэсгийн Омын хуулийг хэрэглэн тооцоолж болно.

Эсэргүүцэл А дээр унах хүчдэл нь Омын хууль ёсоор:

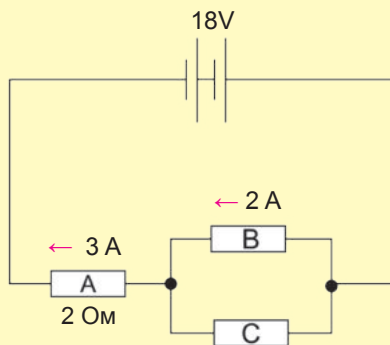
$$2 \text{ Ом} \cdot 3 \text{ А} = 6 \text{ В}$$

- Резистор В болон резистор С нь зэрэгцээ холбогдсон учраас тэдгээрт унах хүчдэл ижил байна. Тэжээл үүсгэгчийн гаралтын хүчдэл 18 В учраас резистор В болон С дээр унах хүчдэл:

$$18 \text{ В} - 6 \text{ В} = 12 \text{ В}$$

- Мөн резистор В болон резистор С-ээр хэлхээний гүйдэл салаалах учир резистор С-ээр гүйх гүйдлийн хэмжээ нь:

$$3 \text{ А} - 2 \text{ А} = 1 \text{ А} \text{ байна.}$$



Резистор С-ийн гүйдэл болон хүчдэлийн хэмжээг тодорхойлсон учраас резистор С-ийн эсэргүүцэл нь:

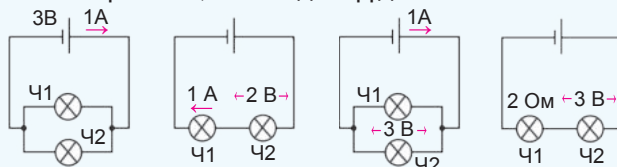
$$\frac{12 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 12 \text{ Ом} \text{ байна.}$$

Мөн резистор В дээр унах хүчдэлийн хэмжээг тодорхойлсон учраас түүний эсэргүүцэл нь

$$\frac{12 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 6 \text{ Ом} \text{ байна.}$$

Дасгал

1. Дараах схемүүдийн элементүүдэд харгалзах гүйдлийн хүч, хүчдэл, эсэргүүцлийг олоорой. Ч1, Ч2 чийдэнгүүд ижил.



2. 6 В-ийн хүчдэл унахад 150 мА-ийн гүйдэл гүйх улайсах утасны цахилгаан эсэргүүцэл нь хэдэн Ом байх вэ?

3. 60 Ом-ийн эсэргүүцэл дээр 12 В-ийн хүчдэл унах бол түүгээр гүйх гүйдлийн хүчний хэмжээ хэдэн ампер байх вэ?

4. 20 м-ийн эсэргүүцлээр 0.004 А гүйдэл гүйжээ. Түүн дээр хэдэн вольтын хүчдэл унах вэ?

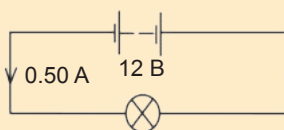
5. 10 Ом ба 20 Ом-ийн хоёр резисторыг зэрэгцээ холбосон бол ерөнхий эсэргүүцэл ямар байх вэ? Доорх хариултаас сонгоно уу. Мөн цуваа холболтоор холбосон үед ерөнхий эсэргүүцэл ямар байх вэ? Тохирох хариултыг олоорой.

- а. 10 Ом-оос бага б. 10 Ом в. 20 Ом г. 30 Ом д. 30 Ом-оос их

**Өөрийгөө сорiorой**

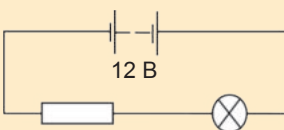
1. 12 В ЦХХ-тэй батарейд холбосон чийдэн бүрэн гэрэлтэж байв.

- а) Гүйдэл, хүчдэл, эсэргүүцлийн хамаарлыг илэрхийлэх тэгшитгэл бич.
- б) Чийдэнгээр 0.50 А гүйдэл гүйж байсан бол чийдэнгийн эсэргүүцлийг тооцоолно уу.



2. Зурагт үзүүлснээр чийдэнд резистор цуваа холбов.

- а) Хэлхээнд резистор нэмж холбоход чийдэнгийн гүйдэл яах вэ? Яагаад?
- б) Чийдэнгийн гэрэлтэлт хэрхэн өөрчлөгдөх вэ?
- в) Резистор 24 Ом эсэргүүцэлтэй, хэлхээний гүйдэл 0.3 А байсан бол чийдэнгийн эсэргүүцлүүдийг олно уу.
- г) Хэрэв резисторыг чийдэнд зэрэгцээ холбовол чийдэнгийн гэрэлтэлт өөрчлөгдөх үү? Яагаад?



3. Зурагт цахилгаан хэлхээ үзүүлэв. Чийдэн 4.0 Ом эсэргүүцэлтэй.

а) Гулгагч контакт С-г А цэгт шилжүүлэхэд чийдэн хэвийн гэрэлтэж байсан. Тэгвэл дараах зүйлсийг тооцоол.

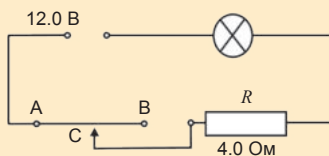
- Хэлхээний нийт эсэргүүцэл
- R резистор дээр унах хүчдэл

б) Гулгагч контакт С-г А цэгээс В цэгт шилжүүлэв.

- Чийдэнгийн гэрэлтэлт хэрхэн өөрчлөгдөх вэ? Яагаад?

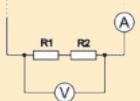
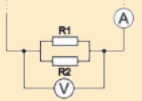
в) Хэрэв А ба В цэгийн хооронд 1 м урттай 2.0 Ом эсэргүүцэлтэй дамжуулагч утас байсан бол,

- Хэлхээний нийт эсэргүүцэл ямар байх вэ?
- Чийдэн, резистор, дамжуулагч утас дээр хүчдэл ямар харьцаатай хуваарилагдах вэ?
- 1 м дамжуулагч утсыг 2 м адилхан утсаар сольжээ. Тэгвэл чийдэнгийн гэрэлтэлт хэрхэн өөрчлөгдөх вэ?
- 1 м дамжуулагч утсыг ижил материал бүхий 1 м урттай, хөндлөн огтлолын талбай нь хоёр дахин бага утсаар сольжээ. Тэгвэл дамжуулагч утасны эсэргүүцэл ямар болох вэ?



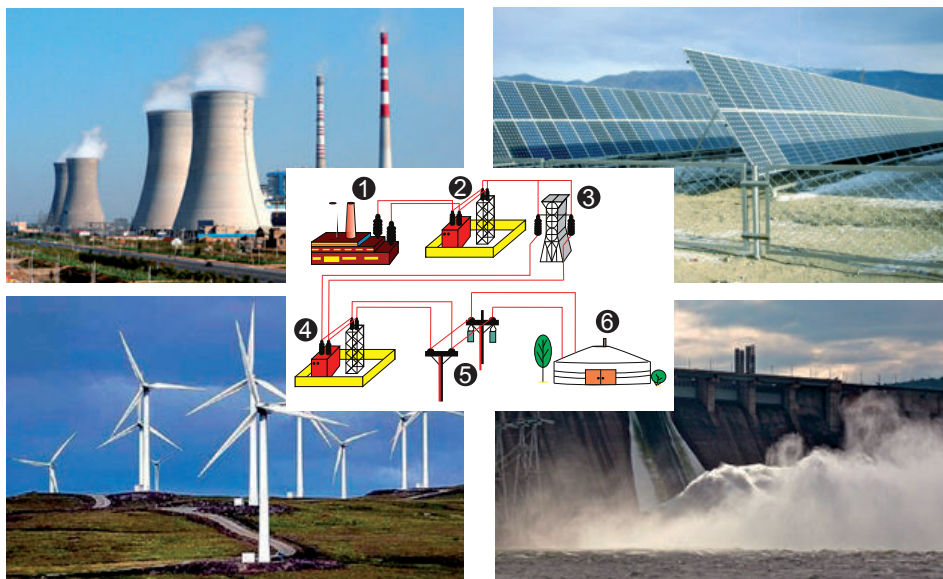
4. Резистор, чийдэн хоёр эсэргүүцлийн хувьд ямар ялгаатай вэ?

### Ухагдахууны сүлжээ

Цуваа холболт	Зэрэгцээ холболт
 <p>Резисторыг цуваа холбоход хэлхээний эсэргүүцэл ихэснэ.</p> $R = R_1 + R_2$	 <p>Резисторыг зэрэгцээ холбоход хэлхээний эсэргүүцэл багасна.</p> $\frac{1}{R_{ep}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
<p>Резистор тус бүрийн эсэргүүцэл</p> $R_1 = 6 \text{ Ом}$ $R_2 = 2 \text{ Ом}$	<p>Резистор тус бүрийн эсэргүүцэл</p> $R_1 = 6 \text{ Ом}$ $R_2 = 2 \text{ Ом}$
<p>Ерөнхий эсэргүүцэл: Цуваа холбоход эсэргүүцэл нэмэгдэнэ.</p> $R_{ep} = 6 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 8 \text{ Ом}$ <p>Энэ хоёр резистор нь 8 Ом эсэргүүцэлтэй нэг резистор шиг үүрэг гүйцэтгэнэ.</p>	<p>Ерөнхий эсэргүүцэл: Зэрэгцээ холбоход эсэргүүцэл багасна.</p> $R_{ep} = \frac{(6 \text{ Ом} \cdot 2 \text{ Ом})}{(6+2)} = 1.5 \text{ Ом}$ <p>Энэ хоёр резистор нь 1.5 Ом эсэргүүцэлтэй нэг резистор шиг үүрэг гүйцэтгэнэ.</p>
<p>Ерөнхий гүйдлийн хүч:</p> $I_{ep} = \frac{12 \text{ В}}{8 \text{ Ом}} = 1.5 \text{ А}$	<p>Ерөнхий гүйдлийн хүч:</p> $I_{ep} = \frac{12 \text{ В}}{1.5 \text{ Ом}} = 8 \text{ А}$
<p>Резистор тус бүрийн гүйдлийн хүч</p> $I_1 = 1.5 \text{ А}$ $I_2 = 1.5 \text{ А}$ <p>Цуваа холбогдсон учир хоёр резистор дээгүүр ижил гүйдэл гүйнэ.</p> $I_{ep} = I_1 = I_2 = 1.5 \text{ А}$	<p>Резистор тус бүрийн гүйдлийн хүч</p> $I_1 = \frac{12 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$ $I_2 = \frac{12 \text{ В}}{2 \text{ Ом}} = 6 \text{ А}$ <p>Зэрэгцээ холбогдсон учир бага эсэргүүцэлтэй резистор дээгүүр их гүйдэл гүйнэ. 2-р резистор дээгүүр 1-р резистороос гурав дахин их гүйдэл гүйнэ.</p> $I_{ep} = I_1 + I_2 = 2 \text{ А} + 6 \text{ А} = 8 \text{ А}$
<p>Резистор тус бүр дээр унах хүчдэл:</p> $V_1 = I_1 \cdot R_1 = 1.5 \text{ А} \cdot 6 \text{ Ом} = 9 \text{ В}$ $V_2 = I_2 \cdot R_2 = 1.5 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 3 \text{ В}$ <p>Цуваа холбогдсон учир бага эсэргүүцэлтэй резистор дээр бага хүчдэл унана. 2-р резистор дээр 1-р резистороос гурав дахин бага хүчдэл унана.</p>	<p>Резистор тус бүр дээр унах хүчдэл:</p> $V_1 = 12 \text{ В}$ $V_2 = 12 \text{ В}$ <p>Зэрэгцээ холбогдсон учир хоёр резистор дээр ижил хүчдэл унана.</p>
<p>Резисторууд дээр унах ерөнхий хүчдэл:</p> $V_{ep} = V_1 + V_2 = 9 \text{ В} + 3 \text{ В} = 12 \text{ В}$	<p>Резисторууд дээр унах ерөнхий хүчдэл:</p> $V_{ep} = V_1 = V_2 = 12 \text{ В}$

3.4

Цахилгаан энерги ба чадал



Бид цахилгаан хэрэгсэл ашиглахын тулд цахилгаан шугаманд залгадаг. Цахилгаан шугамыг байнгын цахилгаан хүчдэлтэй байлгахын тулд цахилгаан энергийг тасралтгүй үйлдвэрлэх ёстой. Цахилгаан энергийг хэрэглэхийн тулд бидэнд цахилгаан хэлхээ хэрэгтэй. Бид чийдэн, батарей, резистороос бүрдсэн цахилгаан хэлхээнүүдийг судалсан. Хэлхээнд заавал тохирох ц.х.х бүхий тэжээл үүсгэгч, цахилгаан хэрэглэгч, тэдгээрийг холбосон дамжуулагч утас байх ёстой.

Үүсгэгч	Дамжуулагч	Хэрэглэгч
Цахилгаан станц		
	Газар доорх кабел	
		Чихэр боовны үйлдвэр

**?** Хэрэглэсэн цахилгаан гэж юу вэ?

Цахилгаан хэлхээнд энергийн хувирлууд явагдаж байдгийг бид мэднэ. Тэжээл үүсгэгч дотор энерги цахилгаан энерги болон хувирч байдаг бол гадаад хэлхээ буюу хэлхээний хэсэгт цахилгаан энерги бусад хэлбэрийн энергид хувирч байдаг.



Тэгвэл хувирсан цахилгаан энергийг хэмжих ёстой юм байна.

## Цахилгаан хэлхээ

Энерги хадгалагдах хуулиар тэжээл үүсгэгчийн гаргасан цахилгаан энерги хэлхээний хэсэг дэх гүйдлийн гүйцэтгэсэн ажил буюу бидний хэрэглэсэн цахилгаан энергитэй тэнцүү байх ёстой.

$$\text{Ажил} = \text{хувирсан энерги} \quad A = E$$

$$\text{Хүчдэл} = \frac{\text{Хувирсан энерги}}{\text{цэнэг}} \quad V = \frac{E}{q}$$

$$\text{Хувирсан энерги} = \text{хүчдэл} \cdot \text{цэнэг} \quad E = V \cdot q$$

Хэлхээний хэсгийн гүйдлийн ажил нь уг хэсэгт унах хүчдэлийг түүгээр урсах цахилгаан цэнэгийн хэмжээгээр үржүүлсэнтэй тэнцүү байна.

$$\text{Ажил} = \text{хүчдэл} \cdot \text{цэнэг} \quad A = V \cdot q$$

Цэнэг нь хэлхээний хэсгийн гүйдлийн хүчийг гүйдэл гүйсэн хугацаагаар үржүүлсэнтэй тэнцүү байдаг.

$$\text{Цэнэгийн хэмжээ} = \text{гүйдэл} \cdot \text{хугацаа} \quad q = I \cdot t$$

Гүйдлийн ажлыг хэлхээний хэсгийн гүйдэл, хүчдэлээр илэрхийлж болно.

$$\text{Ажил} = \text{хүчдэл} \cdot \text{гүйдэл} \cdot \text{хугацаа} \quad A = V \cdot I \cdot t$$



Хэлхээний хэсэг дэх гүйдлийн ажлыг амперметр, вольтметр, секундомер ашиглан хэмжиж болдог. Эдгээрийг нэгтгэсэн гүйдлийн ажлыг хэмждэг багажийг тоолуур гэж нэрлэдэг. Бид түүгээр гэр ахуйдаа хэрэглэсэн цахилгаан энергийг хэмждэг. Практикт цахилгаан хэрэгслийн хэрэглэсэн энергийг жоуль нэгжээс илүүтэй ватт • сек нэгжээр хэмжинэ. Ватт нэгж нь чадлын нэгж болохыг бид мэднэ.



## Цахилгаан чадал гэж юу вэ?

Гэрэлтүүлгийн чийдэн дээр 60 W, 100 W гэсэн тэмдэглэгээ байдаг. Энэ тэмдэглэгээ нь чийдэн секундэд хэдэн жоуль энерги хувиргах, хэрэглэх чадвартайг илэрхийлдэг байна. Үүнийг бид чадал гэж нэрлэдэг.

$$\text{Чадал} = \frac{\text{гүйдлийн ажил}}{\text{хугацаа}} \quad P = \frac{A}{t}$$

Гэрлийн чийдэнгийн 60 W, 100 W гэсэн тэмдэглэгээ нь чийдэн нэг секундэд 60 Ж, 100 Ж энерги хэрэглэнэ гэсэн үг.



Цахилгаан чадлыг хэрэглэгч дээр унах хүчдэл, гүйдлийн хүчээр илэрхийлбэл: Цахилгаан чадал = гүйдэл • хүчдэл  $P = I \cdot U$

Амперметр, вольтметрээр гүйдлийн хүч, хүчдэлийг хэмжиж цахилгаан чадлыг дээрх томъёогоор олохоос гадна, шууд ваттметр гэдэг багажаар хэмжиж болдог.

Цахилгаан чадлын нэгж нь Ватт. Үүнээс гадна киловатт, мегаватт, гегаватт гэсэн чадлын нэгжүүдийг өргөн ашигладаг.

$$1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт} \quad 1 \text{ МВт} = 1000 \text{ 000 Вт} \quad 1 \text{ ГВт} = 1000 \text{ 000 000 Вт}$$

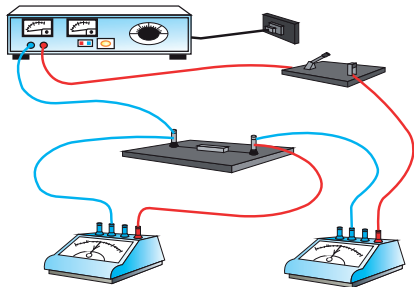
Хүснэгтийг гүйцээгээрэй.

Хэрэглэгч	Чадал, Вт	Тайлбар
Индүү	400- 1000	1 секундэд 400 – аас 1000 Ж цахилгаан энергийг дулааны энергид хувиргана.
Плитка	800 – 1500	
Тролейбус	50 000	
Дулааны станц	480 000 000	



**Резистор дээр ялгарах чадлыг хэмжицгээе.**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Резистор, тэжээл үүсгэгч, түлхүүр, амперметр, вольтметр, ваттметр



Тэжээл үүсгэгчийн хүчдэлийг өөрчлөн резистор дээр унах хүчдэл, гүйдэл, ялгарах чадлыг хэмжээрэй.

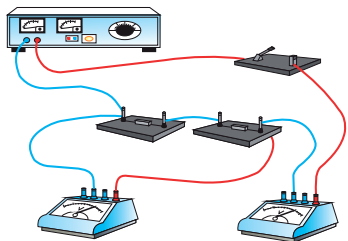
	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$
1			
2			
3			

- Ваттметрээр хэмжсэн чадлын утгыг томъёогоор олсон утгатай жишээрэй.
- Чийдэнгийн гэрэлтэлтийг түүн дээр ялгарах чадалтай холбон тайлбарла.

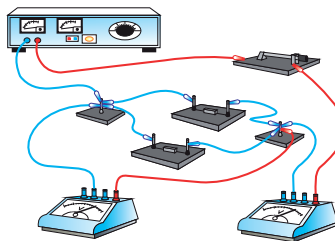
**Цуваа**

**Зэрэгцээ**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Хоёр резистор, тэжээл үүсгэгч, түлхүүр, амперметр, вольтметр, ваттметр



	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$
Резистор $R_1$			
Резистор $R_2$			
Ерөнхий			



	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$
Резистор $R_1$			
Резистор $R_2$			
Ерөнхий			



Цуваа холболтын үед бага эсэргүүцэлтэй резистор дээр бага чадал ялгардаг бол зэрэгцээ холболтын үед бага эсэргүүцэлтэй резистор дээр их чадал ялгардаг байна.

Цахилгаан хэлхээ

Жишээ бодлого

6 Ом ба 2 Ом эсэргүүцэлтэй резисторуудыг цуваа болон зэрэгцээ холбож резистор тус бүрд ялгарах чадлыг тодорхойлъё. (12 В)

Цуваа холбосон:

Ерөнхий эсэргүүцэл

$$R = R_1 + R_2 \quad R = 6 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 8 \text{ Ом}$$

Цуваа холбогдсон учир хоёр резистороор гүйх гүйдэл ижил

$$I = I_1 = I_2 = 1.5 \text{ А}$$

Резистор тус бүрд ялгарах чадал

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = 2.25 \text{ А}^2 \cdot 6 \text{ Ом} = 13.5 \text{ Вт}$$

$$P_2 = I^2 \cdot R_2 = 2.25 \text{ А}^2 \cdot 2 \text{ Ом} = 4.5 \text{ Вт}$$

Бага эсэргүүцэлтэй резистор дээр бага чадал ялгарна.

Зэрэгцээ холбосон:

Ерөнхий эсэргүүцэл

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)} \quad R = \frac{6 \cdot 2}{(6 + 2)} = 1.5 \text{ Ом}$$

Зэрэгцээ холбогдсон учир хоёр резистор дээр унах хүчдэл ижил

$$V = V_1 = V_2 = 12 \text{ В}$$

Резистор тус бүрд ялгарах чадал

$$P_1 = \frac{V^2}{R_1} = \frac{144 \text{ В}^2}{6 \text{ Ом}} = 24 \text{ Вт}$$

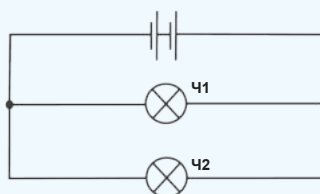
$$P_2 = \frac{V^2}{R_2} = \frac{144 \text{ В}^2}{2 \text{ Ом}} = 72 \text{ Вт}$$

Бага эсэргүүцэлтэй резистор дээр их чадал ялгарна.

Дасгал

1. Зурагт хоёр чийдэн, 12 В ЦХХ-тэй батарей бүхий хэлхээ өгөгджээ. Хоёр чийдэн 150 Вт чадалд бүрэн ажиллана.

- а) Хоёр чийдэнг бүрэн ажиллуулахын тулд батарейн гүйдэл ямар байх вэ?
- б) Ч2 чийдэнгээр 5.0 А гүйдэл гүйсэн бол дараах зүйлсийг тооцоолно уу.
  - Ч1 чийдэнгээр гүйх гүйдэл,
  - Ч1 чийдэнгийн чадал,
  - Ч1 чийдэнгийн эсэргүүцэл.



2. Гэрийнхээ хоногт хэрэглэх цахилгаан энергийг тооцоольё. Ингэхдээ дараах хүснэгтийг бөглөөрэй.  $P=VI$ ,  $E=Pt$  санаарай.

Цахилгаан хэрэгсэл	Хүчдэл, В	Чадал, Вт	Гүйдэл, А	Ажиллах хугацаа, сек	Хэрэглэх энерги, Ж
Зурагт					
Индүү	220	1400			
Хөргөгч					
Плитка					
.....					

- а) Гэрийнхээ цахилгаан хэлхээний схемийг зураарай.
- б) Танай гэрт хоногт хамгийн их цахилгаан энерги хэрэглэдэг хэрэгсэл аль нь вэ?
- в) Хоногт цахилгаан энерги ашигласны төлбөр хэдийг төлж байна вэ? Үүнийг багасгах боломжуудыг хэлэлцээрэй.
- г) Зарим хэрэгсэлд яагаад хүчдэл бууруулагч залгадаг вэ?



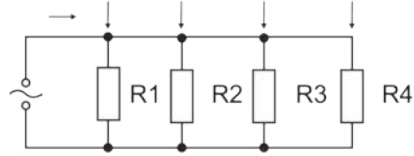
## ЦАХИЛГААНЫ АЮУЛГҮЙ АЖИЛЛАГАА

Цахилгаан хэрэгсэл, дамжуулагч утаснууд нь тодорхой хэмжээний гүйдэлд ажиллахаар бүтээгдсэн байдаг. Ямар нэгэн шалтгаанаар гүйдэл байж болох хэмжээнээс их болох үед гүйдэл дамжуулах хэсэг халж, тусгаарлагч бүрээс шатахад хүрнэ. Цахилгаан хэлхээний гүйдэл хэт ачаалал, богино холболтоос үүдэн эрс ихэсдэг.



### Хэт ачаалал гэж юу вэ?

Плитка, халуун тогоо, ус буцалгагч, индүү гэх мэт гүйдэл их хэрэглэдэг хэрэгслийг нэг залгуурт нэгэн зэрэг залгахад хэт ачаалал үүсдэг. Олон



цахилгаан хэрэгслийг зэрэгцээгээр холбогдоход унах хүчдэл ижил боловч шугамын ерөнхий гүйдлийн хүч нэмэгдэж гүйдэл дамжуулах шугамын ачаалал даах хязгаараас хэтэрч болно. Ингэснээр цахилгааны утас халж, бүрээс хайлдаг. Иймээс нэг залгуурт олон хэрэгслийг холбохгүй байх, холбох шаардлагатай үед нэгэн зэрэг ажиллуулахгүй байхыг хичээх хэрэгтэй.



### Богино холболт гэж юу вэ?

Цахилгаан хэлхээний тэжээл үүсгэгчид маш бага эсэргүүцэлтэй дамжуулагч шууд холбогдохыг богино холболт гэдэг. Богино холболтын үед бага эсэргүүцэлтэй хэсгээр их гүйдэл гүйж богино холбогдсон дамжуулагч утас тэжээл үүсгэгчийг халаадаг. Ахуйн хэлхээний богино холболт нь ихэвчлэн дамжуулагч утасны тусгаарлагч бүрээс хайлж хатуурсан, хуучирч шалбарсны улмаас үүсдэг.

Хэт ачаалал, богино холболт зэргээс үүдсэн хэт их гүйдэл нь дамжуулагч утас, цахилгаан хэрэглэгчийг шатаах, улмаар гал түймэр гарах аюултай тул цахилгааны аюулаас сэргийлэх зорилгоор хэлхээний гүйдлийг мэдэрч хэлхээг салгах үүрэгтэй гал хамгаалагчийг хэрэглэдэг. Гал хамгаалагч нь хайламхай гал хамгаалагч, автомат таслуур гэсэн төрлүүдтэй байдаг.



### Хайламхай гал хамгаалагч гэж юу вэ?

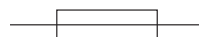
Хайламхай гал хамгаалагч нь маш энгийн бүтэцтэй. Шил эсвэл шаазан хоолой дотор нарийн дамжуулагч утас сүвлэн хоёр талд нь контакт холбосон байдаг. Нарийн дамжуулагч утсыг ихэвчлэн эсэргүүцэл багатай материалаар хийдэг. Хэрэв уг гал хамгаалагчаар гүйх гүйдэл ихэсвэл дамжуулагч утас халж хайлдаг. Үүнийг нь бид гал хамгаалагч шатах гэж ярьдаг. Цахилгаан хэрэгслүүд өөр өөр гүйдэлд ажиллах учраас гал хамгаалагчийн тэсвэрлэх гүйдлийн хэмжээ янз бүр байдаг.

Цахилгаан хэрэгслүүдэд ихэвчлэн шаазан, шил бүрээстэй гал хамгаалагчийг хэрэглэдэг бол автомашин, үйлдвэрлэлд хуванцар бүрээстэй гал хамгаалагчийг өргөн хэрэглэдэг.

## Цахилгаан хэлхээ



Гал хамгаалагчийн хэлхээний тэмдэглэгээ



Дараах хүснэгтийг гүйцээгээрэй.

Цахилгаан хэрэгсэл	Чадал, Вт	Ажиллах хүчдэл, В	Гүйдлийн хүч, А	Ямар гал хамгаалагч хэрэглэх вэ? (3 А, 5 А, 10 А, 13 А)
Индүү	1400	220		
Ус буцалгагч		220	5.5	
Машины гэрэл	100	12		
Телевизор	240	220		



### Автомат залгуур гэж юу вэ?



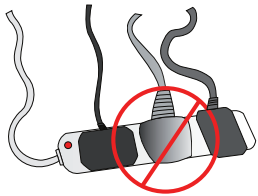

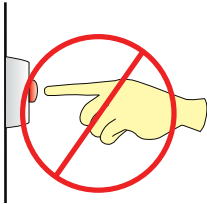
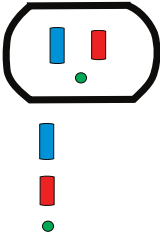
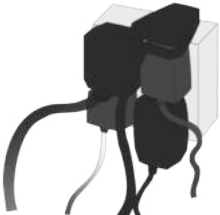

Хэлхээний хэсгийн гүйдэл эрс ихсэх үед цахилгаан соронзонд үндэслэгдсэн түлхүүр ажиллан хэлхээг салгадаг. Автомат залгуур нь автоматаар ажилладаг цахилгаан хэлхээний түлхүүр бөгөөд хэлхээг хэт ачаалах болон богино холболтоос хамгаалдаг. Автомат залгуур нь хэвийн үед түр хугацаанд хэлхээг таслах, ослын үед хэт ачаалалд гүйдэл ихсэхэд цахилгаан хэлхээг автоматаар таслах зориулалттай. Автомат гал хамгаалагч нь хайламхай гал хамгаалагч шиг нэг удаа хэрэглэгдэхгүй олон дахин ашиглагддаг давуу талтай. Гал хамгаалагчийн адил хэлхээний хэсгийн ачааллаас хамааран мэдрэх гүйдлийн хүч нь янз бүр байдаг. Хэт бага хязгаартай гал хамгаалагч сонговол хэлхээнд багахан ачаалал өгөхөд л хэлхээ сална. Харин хэт их хязгаартай гал хамгаалагч сонговол цахилгаан соронзон залгуур үүргээ гүйцэтгэж чадахгүй. Иймд хэлхээнд тохирсон гал хамгаалагчийг ашиглах нь зүйтэй.



### Дасгал

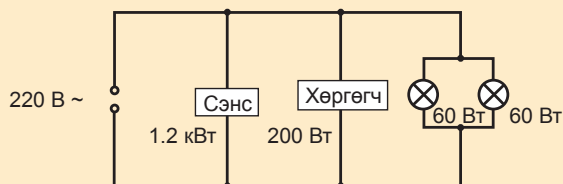
- 0.21 мм диаметртэй зэс утсан гал хамгаалагч 5 А гүйдлийн үед шатдаг. Харин 0.50 мм диаметртэй нь 15 А гүйдэлд шатдаг бол 10 А гүйдэлд ойролцоогоор ямар диаметртэй зэс утсаар гал хамгаалагч хийх вэ?
- Хайламхай гал хамгаалагчийг яагаад нарийн утсаар хийдэг вэ?
- Цахилгаан хэрэгслийн шошгон дээр 480 Вт гэсэн тэмдэглэгээ байна. Түүнийг 240 В хүчдэлд залгавал ямар хэмжээний гүйдэл гүйх вэ?
- Гэрийнхээ бүх цахилгаан хэрэгслийг цахилгаан шугаманд зэрэг залгавал хамгийн ихдээ ямар хэмжээний гүйдэл, аль хэсгээр гүйхийг тооцоол. Тэр хэсэгт тохирох гал хамгаалагчийг сонгоорой.

ЦАХИЛГААНЫ АЮУЛ ОСЛООС СЭРГИЙЛЭХ НЬ

<p>Чийгтэй орчинд цахилгаан хэрэгсэл хэрэглэхгүй байх</p> 	<p>Нойтон гараар цахилгаан хэрэгсэлд хүрэхгүй байх</p> 
<p>Цахилгаан хэрэгслийг олноор нь нэг залгуурт залгахгүй байх</p> 	<p>Шалбарсан цахилгааны утастай цахилгаан хэрэгслийг хэрэглэхгүй байх</p> 
<p>Дижитал төхөөрөмжүүдэд статик цэнэгтэй болсон үедээ хүрэхгүй байх</p> 	<p>Газардуулгын хэлхээ ашиглаж байх</p> 
<p>Ил утсанд хүрэхгүй байх</p> 	<p>Өндөр хүчдэлээс болгоомжлох</p> 

**Өөрийгөө сориорой**

1. Зурагт хэд хэдэн хэрэглэгч бүхий 220 В оролтын хүчдэлтэй хэлхээг үзүүлэв.

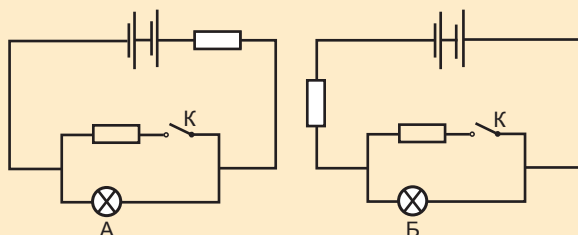


- а) Хэлхээнд өгсөн нийт чадлыг тооцоолно уу.
- б) Зургаас харвал бүх хэрэглэгч хэлхээнд зэрэгцээ холбогдсон байна.
  - Зэрэгцээ холбогдсоны учрыг тайлбарлана уу.
  - Хэрэглэгчдийг цуваа биш зэрэгцээ холбосны хоёр давуу талыг үндэслэнэ үү.
- в) Дараах зүйлсийг тооцоолно уу:
  - Хөргөгчөөр гүйх гүйдэл
  - Сэнсий 3 цаг хэрэглэх энерги
  - Чийдэнгийн эсэргүүцэл
- г) Сэнсий гал хамгаалагчийн тэсвэрлэх гүйдлийг тодорхойлно уу.
- д) Шугаманд хамгийн багадаа ямар үзүүлэлттэй автомат таслуурыг ашиглах ёстой вэ? Түүнийг хаана байрлуулах вэ? Яагаад?

2. Тус бүр 5 Ом эсэргүүцэлтэй хоёр дамжуулагчийг 4.5 В хүчдэлд эхлээд цуваа, дараа нь зэрэгцээ холбосон бол ижил хугацаанд аль тохиолдол нь илүү ажил хийх вэ?

3. Гэрт 60 Вт чадалтай хоёр чийдэн, 40 Вт чадалтай нэг чийдэн байдаг бөгөөд тэдгээрийг хоногт 3 цаг асаадаг бол сард цахилгааны төлбөрт хэдэн төгрөг төлөх вэ?

4. А, Б хэлхээ өгөгджээ.



а) Хэлхээний элемент ямар үүрэгтэй вэ?

- а. Хүчдэл хуваарилах
- б. Хэлхээг удирдах
- в. Цахилгааны аюулаас сэргийлэх
- г. Гүйдэл дамжуулах
- б) А хэлхээний түлхүүрийг залгавал юу болох вэ?
  - а. Гэрэл тодорно
  - б. Ямар ч өөрчлөлтгүй
  - в. Богино холболт болно
  - г. Гэрэл бүдгэрнэ
- в) Аль хэлхээнд гал хамгаалагчийг зөв холбосон байна вэ? Яагаад?

## Ухагдахууны сүлжээ

**Цахилгаан чадал**

Нэгж хугацаанд гүйцэтгэсэн гүйдлийн ажилтай хэмжээгээрээ тэнцүү хэмжигдэхүүн. Цахилгаан энергийг өөр энергид хувиргах чадвар буюу хурд. Их чадлын хэрэглэгчээр их гүйдэл гүйж, цахилгаан үүсгэгчээс бага хугацаанд их энерги авч ашиглана.

**Тэжээл үүсгэгчийн цахилгаан чадал**

Цахилгаан энерги үйлдвэрлэх чадвар. Их чадалтай үүсгэгч бага хугацаанд их энерги нөхөн үйлдвэрлэх чадвартай байна.

**Хэрэглэгчийн цахилгаан чадал**

Цахилгаан энергийг өөр энергид хувиргах чадвар. Их чадлын хэрэглэгчээр их гүйдэл гүйж, тэжээл үүсгэгчээс бага хугацаанд их энерги авч ашиглана.

Цуваа холболттой үед их эсэргүүцэл дээр их чадал ялгарна.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

Зэрэгцээ холболттой үед их эсэргүүцэл дээр бага чадал ялгарна.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

**Гал хамгаалагч**

Цахилгаан хэрэгслийг хэт их гүйдэл, богино холболтоос хамгаалах үүрэгтэй хэлхээний элемент.

**Автомат таслуур**

Гал хамгаалагчтай адил үүрэгтэй боловч дахин ашиглаж болдог төхөөрөмж.

**ЧИ Ч БАС  
ЭРДЭМТЭН**

Дараах асуудлуудаар судалгаа хийж, багаар илтгэл тавьж хэлэлцүүлээрэй.

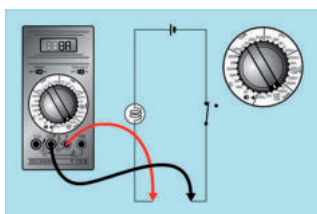
- Гэрлэн диодны гүйдлийн хүч, хүчдэлийн хамаарлыг тогтоож түүний гэрэлтэлтийг судлаарай.
- Гэрэлтүүлгийн чийдэнгийн гүйдлийн хүч, хүчдэлийн хамаарлыг тогтоож түүний гэрэлтэлтийг судлаарай.
- Мультметр ашиглан гэрийнхээ цахилгаан хэрэгслийн үзүүлэлтүүдийг шалгаж цахилгаан энергийн хэрэглээгээ тооцоорой



Гэрлэн диод нь гүйдлийг нэг чиглэлд гүйлгэдэг маш бага хүчдэлд ажилладаг онцлогтой.



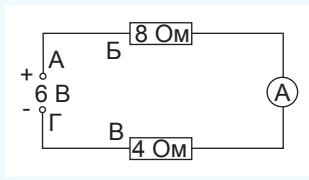
Гэрэлтүүлгийн чийдэнд улайсах утастай чийдэнг сонгоорой.



Мультметр нь Омметр, Вольметр, Амперметрийг нэгтгэсэн дижитал хэмжигч багаж юм.

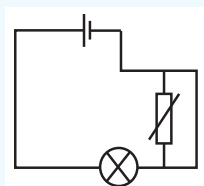
**Дасгал**

1. Зурагт 6 В ЦХХ-тэй тэжээл үүсгэгч, амперметр, хоёр эсэргүүцлийг цуваагаар холбожээ. Энд тэжээл үүсгэгч, амперметрийн эсэргүүцлийг тооцохооргүй маш бага гэж үз.



- Хэлхээний ерөнхий эсэргүүцэл ямар байх вэ?
- Тэжээл үүсгэгчийн гаралтын хүчдэл 6 В бол түүгээр гүйх гүйдлийн хүчийг тооцоол.
- Хэлхээний дараах хэсгүүдээр гүйх гүйдлийг ол.
  - а. Хэлхээний АБ хэсэгт.
  - б. Амперметрийн заалт.
  - в. Хэлхээний ВГ хэсэгт.
- Дээрх хэлхээнд 4 Ом эсэргүүцэлтэй резистор дээр унах хүчдэлийг хэмжихийн тулд вольтметрийг хэрхэн холбох вэ? Хэлхээнд зурж үзүүл
- Вольтметрийн заалт ямар байх вэ?

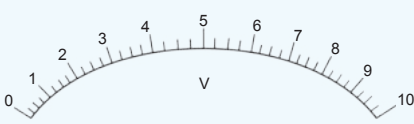
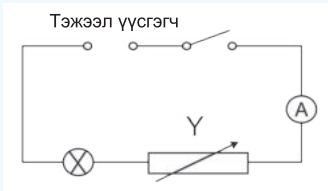
2. Зай, реостат, чийдэн бүхий цахилгаан хэлхээг зурагт үзүүлэв.



Энэ хэлхээний чийдэн асахгүй. Учир нь реостатын энэ холболт нь чийдэнгийн гэрэлтэлтийг өөрчлөхөд ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй. Тэгэхээр реостатаар чийдэнгийн гэрэлтэлтийг өөрчлөх хэлхээний схемийг зурна уу.

3. Сурагч хэлхээний гүйдэл, хүчдэлийг хэмжих туршилтын хэлхээг угсарчээ. Хэлхээг доор үзүүлэв.

- а) Хэлхээний чийдэнд зэрэгцээ холбогдсон вольтметр зураарай. Ү-ээр тэмдэглэсэн элементийг нэрлэнэ үү.
- б) Вольтметрийн заалт 2.2 В зааж байсан бол доор зурагт вольтметрийн зүүний байрлалыг зурна уу.



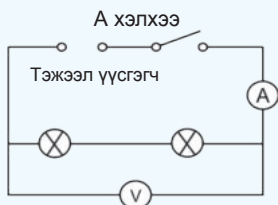
$U, \text{В}$	$I, \dots$	$R, \dots$
2.2	0.36	
4.1	0.62	
6.0	0.86	
7.9	0.98	
9.8	1.20	

- в) Сурагч дээрх хүснэгтэнд чийдэн дээр унах хүчдэл, гүйдлийн хэмжээг бичжээ. Хүснэгтийг гүйцээнэ үү.
- г) Чийдэнгээр гүйх гүйдлийн хүч, хүчдэлээс хамаарах хамаарлын график байгуулаарай.
- д) Чийдэнгийн эсэргүүцэл хэрхэн өөрчлөгдөж байгаа талаар ямар дүгнэлт хийж болох вэ?

Туршилт

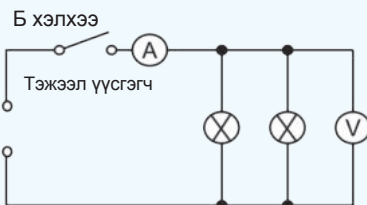
1. Цуваа ба зэрэгцээ холбогдсон чийдэнгийн ерөнхий эсэргүүцлийг харьцуулах туршилт. Доорх өгөгдсөн хэлхээг ажиглан туршилтад ашиглах багажуудаа сонгоорой. Хэмжилтийн утгуудаа ажлын хүснэгтэд тэмдэглээрэй.

Хэлхээ	$V, B$	$I, ...$	$R, ...$
Цуваа			
Зэрэгцээ			



А хэлхээг угсраарай.

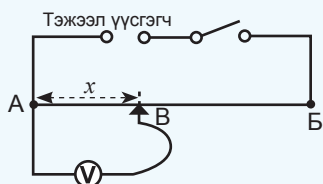
- Түлхүүрийг залгаж хоёр чийдэн дээр унах хүчдэл, гүйдлийг хэмж. Түлхүүрийг салгана уу.
- Хоёр чийдэнгийн ерөнхий эсэргүүцлийг дараах томъёо ашиглан тооцоол.  $R = \frac{V}{I}$  Хүснэгтэд  $R$  утгийг бичээрэй.
- Хүснэгтийн баганын толгойг гүйцээ.
- Чийдэнгүүд болон вольтметрийг хэлхээнээс салгана уу.



Б хэлхээг угсраарай.

- Түлхүүрийг залгаж хоёр чийдэн дээр унах хүчдэл, гүйдлийг хэмжээрэй. Түлхүүрийг салгана уу.
- Хоёр чийдэнгийн ерөнхий эсэргүүцлийг дараах томъёо ашиглан тооцоол.  $R = \frac{V}{I}$  Хүснэгтэнд  $R$  утгийг бичээрэй.
- (б) ба (е) д олсон эсэргүүцлийн утгуудыг харьцуулна уу. Эндээс юу гэж дүгнэх вэ?

2. Дамжуулагч утасны эсэргүүцэл түүний уртаас хэрхэн хамаарахыг судлах хэлхээг үзүүлэв. Схемийг ажиглаад хэрэглэгдэх багажаа сонгоорой. Хэмжилтийн утгуудаа ажлын хүснэгтэд тэмдэглээрэй.



$x, m$	$V, B$	$k, B/m$

- АВ дамжуулагч утас дээрх гулгагч контакт В-г А байрлалаас  $x$  зайд байрлуул. Жишээ нь: АВ буюу  $x$  зай 0.200 м.
- $x$ -ийн утгыг бич.
- Түлхүүрийг залган вольтметрээр АВ хэсэгт унах хүчдэлийг хэмж.
- Гулгагч контактыг АВ дамжуулагчаас салгаарай. Мөн түлхүүрийг салга.
- Дараах тэгшитгэлийг ашиглан дамжуулагч утасны нэгж уртад ноогдох хүчдэлийг тооцоол.  $k = \frac{V}{x}$
- (б) -ээс (д) хүртэлх үйлдлийг гулгагч контактын өөр өөр байрлалд давтан хийгээрэй. Жишээ нь:  $x = 0.400$  м,  $x = 0.600$  м,  $x = 0.800$  м.
- Өгөгдсөн ажлын хүснэгтийг гүйцээнэ үү.
- Туршилтын алдааны хязгаар болон дамжуулагч утасны урт, түүн дээр унах хүчдэлийн холбоо хамаарлын талаар дүгнээрэй.



# IV БҮЛЭГ ГЭРЭЛ



Францын зураач Эдуард Манегийн 1882 онд зурсан “Фоли-Бержер дахь зоогийн газар” зурагт зоогийн газрын худалдагч бүсгүй болон түүний ард байгаа толинд туссан танхимын байдлыг дүрсэлжээ. Зураачийн дүрслэл гайхамшигтай ч зурганд бодит байдлаас зөрүүтэй хэдэн алдаа гарсан байна. Энэ нь ямар алдаа вэ?

## БҮЛГИЙН АГУУЛГА

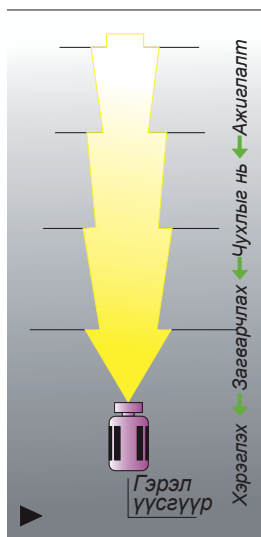
1. Гэрэл тархах
2. Гэрлийн ойлт, толь
3. Гэрлийн хугарал, линз
4. Оптик багажууд

## 4.1

## Гэрэл тархах



Гэрэл орчинд хэрхэн тархдаг вэ?



**Гэрэл үүсгэгчээс цацарсан гэрэл замд нь саад байхгүй бол орчинд шулуун замаар хязгааргүй тархана.**

Төсөөлөөд үзэцгээе. Асаж байгаа чийдэн эсвэл лааг ажиглахад гэрэл нь тал бүр тийшээ цацарч байдаг. Тэгвэл энэ гэрлийн замд 3 см орчим диаметртэй нүх бүхий саад тавъя. Нүхний диаметрийг 1 см, 5 мм, 1 мм гэх мэтчилэн багасгая. Эндээс гэрэл шулуун тархаж байгааг ажиглаж болно.

Геометрт нэг цэгээс эхэлсэн хязгааргүй шулууныг цацраг гэж нэрлэдэг. Энэ цацрагийн тусламжтайгаар гэрлийн тархалтыг илэрхийлж болно.

Гэрлийн замд тавьсан саадын нүхний диаметрийг маш бага болгон өөрөөр хэлбэл, диаметр нь ойролцоогоор тэг гэж хэлэхээр бага байхаар санаандаа дүрслэн бодъё. Ингэж бодит үзэгдлийн мөн чанарыг илэрхийлэхийн тулд санаандаа төсөөлж байгааг загварчлах гэж хэлдэг. Физикт бодит үзэгдлийн ийм хялбаршуулсан дүр зургийг загвар гэж нэрлэнэ.

Загварыг тодорхой зорилготойгоор бий болгож ашиглана. Загвар нь тухайн үзэгдлийн гол шинж чанарыг илэрхийлж чаддаг байх ёстой. Гэвч бодит үзэгдэл загвар хоёр яг адилхан байдаггүй. Гэрлийн цацрагийн загвар нь орчинд гэрэл хэрхэн тархаж байгааг ойлгоход ихээхэн тохиромжтой.

**Гэрлийн цацрагийн загварын гол санаанууд:**

- Гэрлийн цацраг нь гэрэл тархах чиглэлийг тодорхойлно.
- Гэрэл нь нэгэн төрөл орчинд өөр орчны зааг хүртлээ шулуун замаар тархана.
- Гэрлийн цацрагийг маш нарийн шулуунаар зурж тэмдэглэнэ.

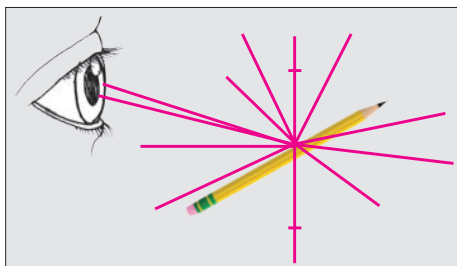
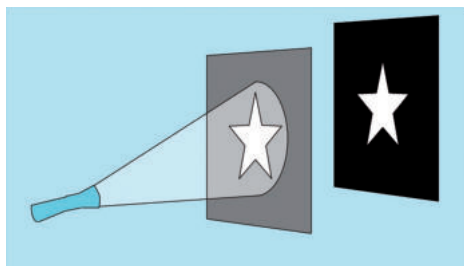
## Гэрэл

Физикт хэрэглэгдэж байгаа аливаа загвар нь тодорхой нэг үзэгдэл зүйлийг тайлбарлахад л тохиромжтой байхаас бүх үзэгдэл юмсын хувьд заавал тохирох албагүй гэдгийг анхаараарай.


Гэрлийн цацрагийн загвар хэрэглэснээр “Гэрэл шулуун тархаж байгаа учраас биеийн сүүдэр уг биетэйгээ төстэй байгаа юм” гэсэн дүгнэлтэд хүрсэн билээ. Мөн гэрлийн цацрагийн загвар ёсоор аливаа юмыг харах нь тухайн биеэс ойсон гэрэл нүдэнд мэдрэгдсэн гэсэн үг юм.

Гэрлийн цацраг биед тусаад тал бүр тийш ойдог бөгөөд бидний нүд тэдгээрээс тодорхой чигт тархаж байгаа хэсгийг нь мэдэрнэ. Толгойгоо бага зэрэг хөдөлгөсөн ч тэр биеийг харсаар байдаг нь тэр чигт тархаж байгаа гэрлийг мэдэрч байгаа хэрэг юм.

Өөрөөсөө гэрэл цацруулдаггүй биеийг лаа, од, нар, чийдэн гэх мэт өөрөөсөө гэрэл гаргадаг буюу гэрэл үүсгэгчийн тусламжтайгаар хардаг.



### НЭМЭЛТ МЭДЭЭЛЭЛ. НАРНЫ ЦАГ

 Гэрэл шулуун тархдаг талаар бид мэднэ. Тиймээс ч гэрлийн замыг ямар нэг бие хаавал тэр хэсэгт гэрэл цааш тархаж чадахгүй учраас сүүдэр үүсдэг. Энэ шинж чанарыг эртнээс ашиглан ирсэн нэг жишээ бол нарны цаг юм. Археологийн олдвороос харахад МЭӨ 3500 онд Египетэд, МЭӨ 1500 онд Вавилонд нарны цагийг ашиглаж байсан байна.

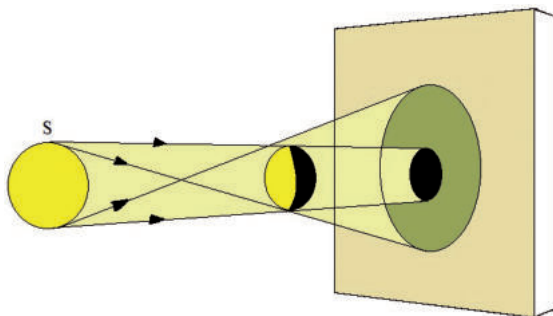
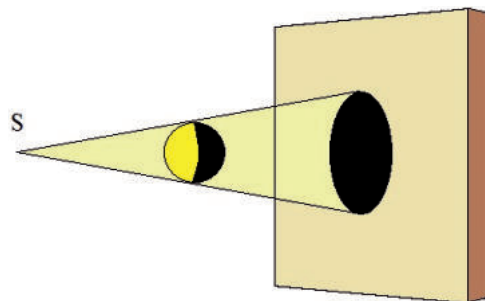
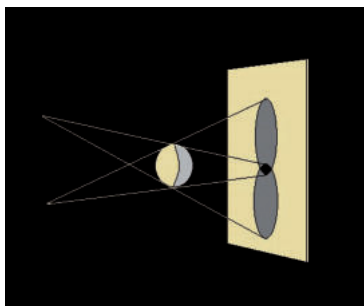
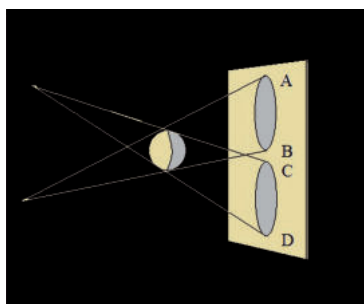
Нарны цагийн зүүг тухайн газрын уртрагийг тооцсон өнцгөөр хазайлган их бие хэсэгт бэхэлсэн байна. Нарны байрлал өөрчлөгдөхөд зүүний сүүдэр тусах газрын байрлал өөрчлөгдөж үүгээр нь цагийг баримжаална.

Монголчууд эрт үеэс ойролцоох уулын сүүдрээс гадна гэрийн тооноор орж ирсэн нарны гэрлийн хана, унин дахь тусгалаар цагийг баримжаалдаг байжээ.



## Хагас ба бүтэн сүүдэр

Гэрэл үүсгэгчээс гарсан гэрлийн замд тунгалаг биш бие тавихад түүний ард гэрлийн цацраг үл тусах орон зай бий болдог ба үүнийг сүүдэр гэдэг. Хоёр цэгэн гэрэл үүсгэгч байгаа тохиолдолд аль аль нь өөрийн сүүдрийг үүсгэх ба нэг нь нөгөөгийнхөө үүсгэсэн сүүдрийг гэрэлтүүлдэг. Энэ үед үүссэн сүүдрийг хагас сүүдэр гэнэ. Гэрэл үүсгэгчид хоорондоо ойрхон байрласан үед тэдгээрийн үүсгэсэн сүүдрүүд давхцдаг. Давхцал дээр үүссэн сүүдрийг бүтэн сүүдэр гэнэ. Нэг цэгэн гэрэл үүсгэгч биеийг гэрэлтүүлэхэд бүтэн сүүдэр үүсдэг бол гэрэл үүсгэгчийн тоо олон болох эсвэл хэмжээ нь биетэй харьцуулахад тооцохуйц том байхад хагас ба бүтэн сүүдрийн аль аль нь үүсдэг.

**Хагас ба бүтэн сүүдрийг судалцаая.**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** 2 гар чийдэн, цагаан цаас, тунгалаг биш биет, шугам, харандаа

**Санамж:** Гар чийдэнгээс гарсан гэрлийг эгц урдаас нь харж болохгүй.

**Гүйцэтгэх дараалал:**

1. Ширээн дээр цагаан цаас тавиад дээр нь 2 гар чийдэнг зурагт үзүүлсний дагуу байрлуулж тунгалаг биш биет рүү гэрэл тусгана.
2. Үүссэн сүүдрийг ажиглан ямар сүүдэр болохыг тодорхойлно.
3. 2 гар чийдэнгийн хоорондох зайг өөрчлөн тухай бүрд үүсэх сүүдрийг ажиглан хагас ба бүтэн сүүдрийн мужийг тэмдэглээрэй.
4. Ажиглалтаа тэмдэглээрэй.

№	2 гар чийдэнгийн хоорондох зай	Хагас сүүдэр үүссэн эсэх	Бүтэн сүүдэр үүссэн эсэх
1			
2			
3			

Туршилтын үр дүнг нэгтгэхдээ дараах асуултыг чиг болгоорой.

1. Ямар үед хагас сүүдэр үүсч байна вэ?
2. Бүтэн сүүдрийн хамрах талбайг ихэсгэхийн тулд гар чийдэнгүүдийг хааш нь хөдөлгөх вэ?
3. Яагаад хагас ба бүтэн сүүдэр үүсч байна вэ? Харилцан ярилцаарай.

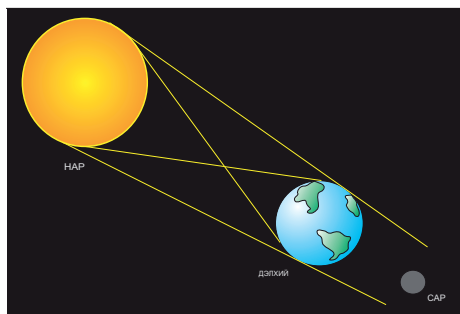
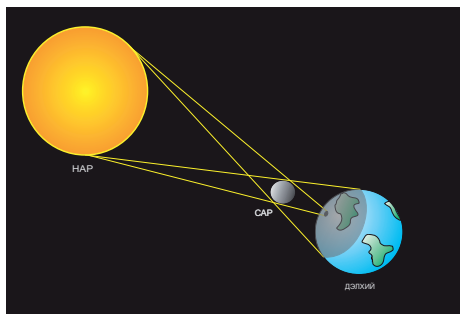
**НЭМЭЛТ МЭДЭЭЛЭЛ. НАР САРНЫ ХИРТЭЛТ**

Нар хиртэлт гэдэг нь Нар, Дэлхий хоёрын хооронд Сар орж, нар бүхлээрээ буюу зарим хэсэг нь дэлхийн зарим хэсгээс харахад саранд халхлагдаж, харагдахгүй болж дэлхий дээр сарны сүүдэр үүсэх үзэгдэл юм. Нар хиртэлт нь байгалийн үзэгдэл боловч эрт цагт нар нь муу хүчний нөлөөнөөс болж хиртдэг гэж үздэг байв. Монголд нар хиртэхийг Рах гэгч, бөгсгүй аварга амьтан нарыг залгиснаас үүдэн бий болдог гэх домог байдаг бөгөөд бөгсөөр нь нарыг хурдан гаргахын тулд түмпэн сав нүдэж, хүүхэд уйлуулан, нохой хуцуулж их дуу чимээ гаргадаг заншил байсан.

Сар хиртэлт гэдэг нь Сар Дэлхийн сүүдэрт орох үзэгдэл юм. Энэ нь Нар, Дэлхий, Сар гурав энэ дарааллаараа нэг шугаманд давхцах, эсвэл бараг нэг шугаманд орох үед ажиглагдана. Сарны хэмжээ жижиг байдгаас нарны бүтэн

## Гэрэл

хиртэлт хэдхэн минут үргэлжилдэг бол сар хиртэлт хэдэн цагаар үргэлжилнэ. Мөн сар хиртэлтийн үеэр сар энгийн тэргэл сараас илүү хурц болдоггүй тул тусгай багаж ашиглалгүй энгийн нүдээр харахад аюулгүй байдгаараа нар хиртэлтээс ялгаатай.



### Гэрлийн хурд

Вакуум дахь гэрлийн хурд нь физикийн олон салбарт чухал үүрэгтэй тогтмол хэмжигдэхүүний нэг ба  $c$  гэж тэмдэглэнэ.  $c = 299458$  км/с байна. Гэрэл маш их хурдтай буюу 1 секундийн дотор дэлхийг 7 удаа тойрохоор хурдан.

Эрт үеэс эрдэмтэд гэрлийн хурдыг туршилтаар хэмжих талаар олон оролдлого хийж байжээ. Хамгийн анх гэрлийн хурдыг хэмжих саналыг 1629 онд Данийн эрдэмтэн Исаак Биикман дэвшүүлжээ. Тэрээр их бууг буудахад гарсан гялбаа ойролцоогоор 1 милийн (1.6 км) зайд тавьсан толинд ойх хугацааг хэмжжээ. Түүнээс хойш хэдэн жилийн дараа 1638 онд Галилео Галилей тодорхой зайд дэнлүү бүтээж тавиад, бүтээлгийг нь авах хугацаа, гэрэл бүртгэгдсэн хугацааны зөрөөгөөр хэмжиж болох талаар туршилт хийсэн боловч гэрлийн хурдыг хэмжиж чадаагүй бөгөөд хэрвээ гэрлийн хурд тодорхой хэмжээтэй бол тэр нь маш их гэсэн л дүгнэлтэд хүрсэн байна.

Гэрлийн хурдыг нэлээд харьцангуй нарийн хэмжсэн анхны хүн бол Францын эрдэмтэн Хиполит Физо юм. Физо гэрэл үүсгэгчээс 8 км зайд толь тавиад, толь ба гэрэл үүсгэгчийн хооронд эргэлдэх хүрд байрлуулжээ. Хүрдийг тодорхой хурдаар эргүүлэхэд (нэг секундэд  $n$  бүтэн эргэлт хийнэ гэе) араа хоорондын завсраар өнгөрсөн гэрэл толинд ойгоод буцаад ирэх тул гэрэлтэй харагддаг. Арааны эргэлтийн хурдыг ихэсгэх эсвэл багасгахад гэрэл арааны шүдэнд тусаад гэрэл харагдахгүй болно. Араанаас толь хүртэлх зайг  $l$  гэвэл гэрэл арааг өнгөрөөд толинд ойгоод буцаж ирэх хүртэл  $2l$  зам явна. Арааны нийт шүдний тоог  $N$  гэвэл гэрэл  $2l$  зам туулж байхад нэг араа тойргийн

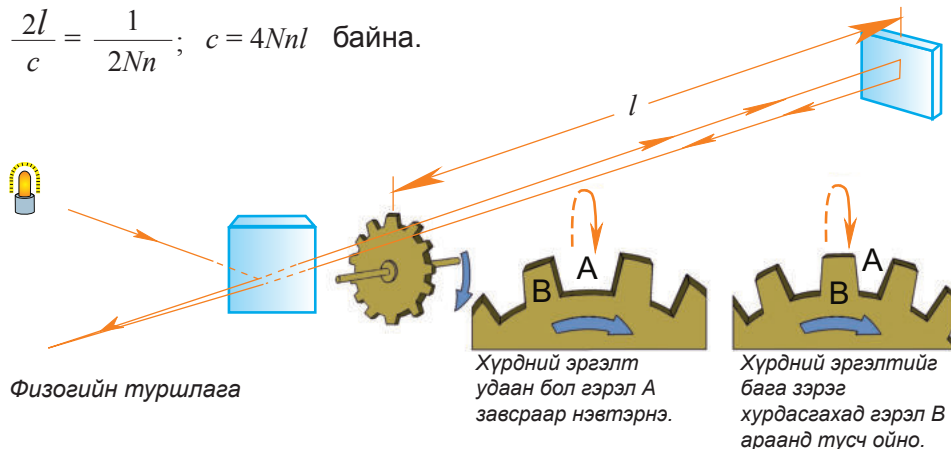
уртын  $\frac{1}{2N}$  хэсэг шилжихэд л гэрэл харагдахаа болино гэсэн үг юм. Толиноос ойгоод буцаж ирэхэд  $\frac{2l}{c}$ , араа эргэхэд

$$\frac{1}{n} \cdot \frac{1}{2N} = \frac{1}{(2Nn)}$$

хугацаа зарцуулагдана. Энд  $c$  нь гэрлийн хурд.


Арааг эргүүлээд гэрэл харагдахаа болих агшинд дээрх хоёр хугацаа тэнцүү болно. Эндээс, гэрлийн хурдыг олбол

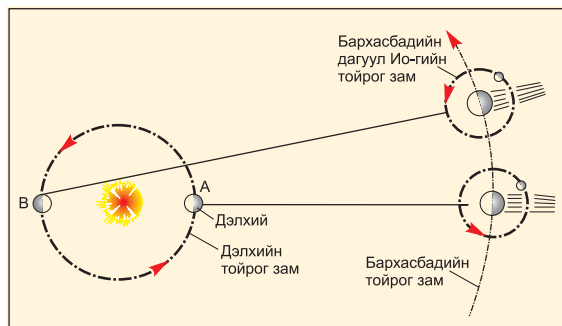
$$\frac{2l}{c} = \frac{1}{2Nn}; \quad c = 4Nnl \text{ байна.}$$



Физогийн туршлага

### НЭМЭЛТ МЭДЭЭЛЭЛ. ГЭРЛИЙН ХУРДЫГ ХЭМЖСЭН РЁМЕРИЙН АРГА.

 Физогоос өмнө Данийн эрдэмтэн О.Рёмер 1676 онд телескоп ашиглан Бархасбадь гарагийн дагуул Ио-гийн хиртэлтийн давтагдах хугацааг бүтэн жилийн туршид хэмжсэн хэмжилтээр гэрлийн хурдыг ойролцоолон тодорхойлжээ. Ио дагуул Бархасбадийг тойрон эргэх явцдаа сүүдэрт



нь далдлагдан харагдахаа болихыг хиртэлт гэнэ. Энэ нь сар хиртэлттэй адилхан үзэгдэл юм. Хиртэлтийн үед Ио харагдахгүй болох бөгөөд Бархасбадийн сүүдрээс гармагц харагдана. Рёмер Ио дагуул Бархасбадийг нэг бүтэн эргэх хугацаа болон дараалсан хоёр хиртэлтийн хоорондох хугацааг хэмжжээ. Ямар ч дагуулын эргэлтийн үе тогтмол байдаг. Мөн Бархасбадь гараг Нарыг тойрох хугацаа Дэлхийн цагаар 12 жил орчим учир хагас жилийн хооронд Бархасбадийн байрлал бараг өөрчлөгдөхгүй гэж үзэх боломжтой. Дэлхий Нарыг тойрох үед Бархасбадид хамгийн ойртох А цэгт

## Гэрэл

анхны ажиглалтыг хийж хугацааг тоолж эхлэв. Үүнээс хойш Иогийн 100 дахь удаагийн хиртэлтийг тоолж Дэлхий Бархасбадь гарагаас хамгийн холдох В цэгт ирэх үед (6 сарын дараа) Ио дагуулын сүүдрээс гарах хугацааны агшинг бүртгэв. Тэрээр Бархасбадийн сарын хиртэлт хоорондын хугацаа Дэлхийгээс Бархасбадь хүртэлх зайнаас хамаарч байгааг анзаарсан байна. Энэ зай хол байхад хиртэлт хоорондын хугацаа ихэсч байжээ. Эндээс ингэж хугацаа өөр байгаа нь Дэлхийгээс Бархасбадь хүртэлх зайтай холбоотой гэдгийг таамаглажээ. Тооцоо хийж үзэхэд энэ бүртгэсэн хугацаа нь хиртэлтийн тоог Иогийн эргэлтийн үеэр үржүүлсэн үржвэрээс 16.6 минутаар илүү байв. Хэрвээ Дэлхий А цэгт байсан бол дагуулыг 16.6 минутын түрүүнд харах байсан буюу ийм хугацааны зөрөө гарахгүй байсан. Иймээс Дэлхийн диаметртэй тэнцүү хугацааг гэрэл туулахдаа 16.6 минут зарцуулжээ гэсэн дүгнэлтэд хүрчээ. Энэ аргаараа гэрлийн хурдыг тооцоолоход  $2.2 \cdot 10^8$  м/с гарав. Тэр үед гараг хоорондын зайг нарийн тодорхойлоогүй байснаас ийм үр дүнг гарган авчээ. Орчин үед хэмжилтийн багаж төхөөрөмжийн хэмжих нарийвчлал сайжирсан учраас илүү нарийн утга гарган авах болсон.

Гэрэл агаарт ойролцоогоор 300000 км/с хурдтай тархдаг. Харин бусад орчин, материалд өөр хурдаар тархана. Энэ нь тухайн материалын шинж чанараас хамаардаг. Жишээлбэл, гэрэл усан дотор агаар дахиад арай бага хурдтай тархдаг.

Агаарт 300000 км/с, 1 м зайг туулахад  $3.3 \cdot 10^{-9}$  с хугацаа зарцуулна.

Усанд 226000 км/с. Адил хугацаанд ойролцоогоор 0.75 м зайг туулна.

Шилэнд 197000 км/с. Мөн хугацаанд ойролцоогоор 0.66 м зайг туулна.

Алмазанд 125000 км/с. Мөн хугацаанд ойролцоогоор 0.42 м зайг туулна.



### Гэрлийн цацраг үл хамаарах зарчим:

Янз бүрийн биеэс ойсон, цацарсан гэрлүүд хоорондоо огтлолцон өнгөрөх юм уу, давхцан тархаж байдаг. Энэ үед гэрлийн цацраг бие биедээ нөлөөлөхгүй. Хэд хэдэн

гэрэл үүсгэгч нэг зүйл дээр тусахад илүү тод харагддаг. Мөн энэ зарчмын ачаар бид нэг нүхээр шагайсан ч олон биеийг харж чаддаг.



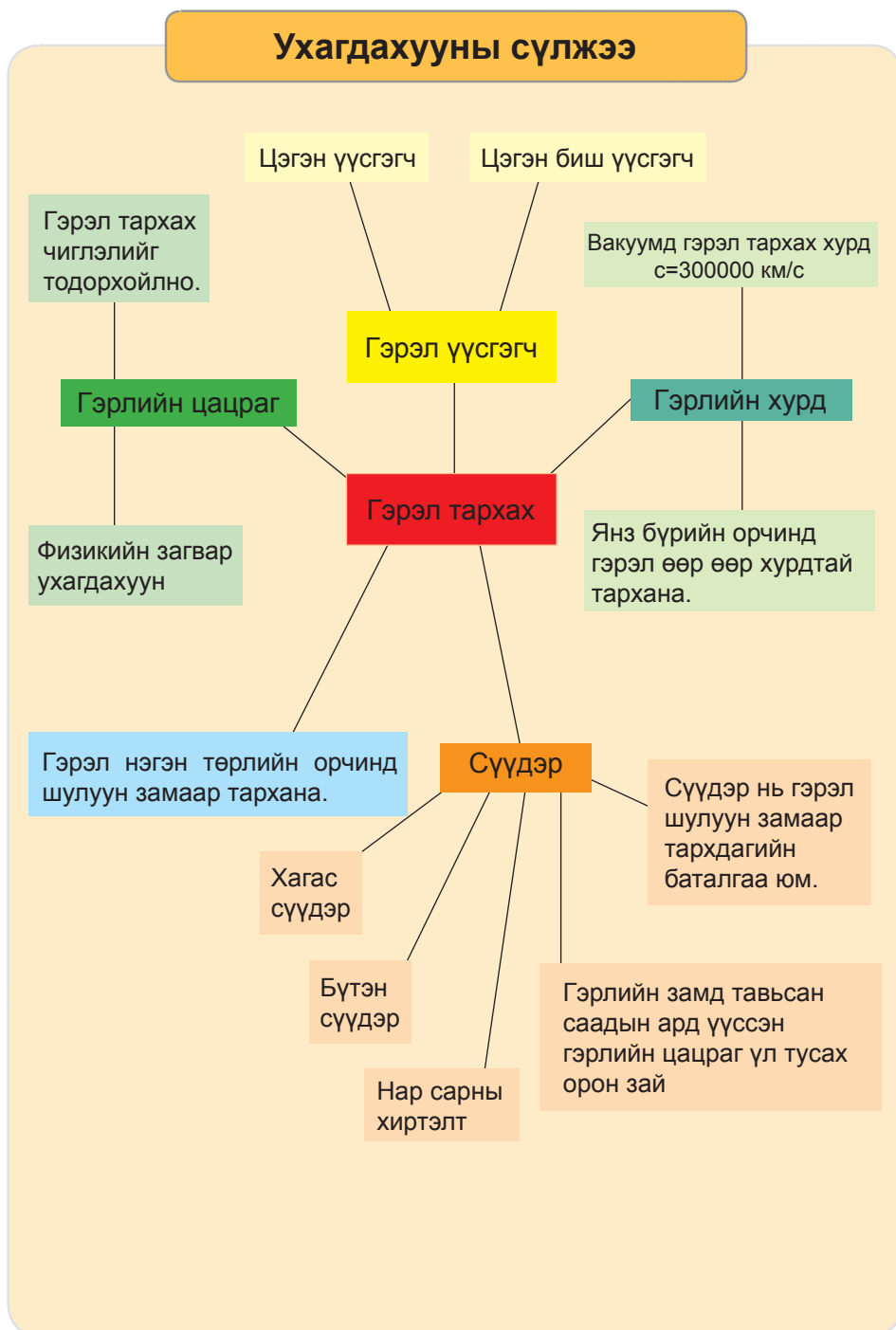


## Өөрийгөө сорiorой

1. Монголчууд нарны гэрэл, сүүдэр ашиглан цаг баримжаалдаг байсан талаар судлан илтгэл тавиарай.
2. Интернет, холбогдох ном зохиол ашиглан ямар ямар нарны цаг байдаг, хэрхэн ажилладаг талаар судалгаа хийгээрэй.
3. Өөрсдөө нарны цаг бүтээн, бусад цагтай харьцуулаарай. Нарны цаг ямар нарийвчлалтайгаар цаг зааж байна вэ?



4. Нар, сарны хиртэлтийн талаар илүү дэлгэрэнгүй мэдээлэл цуглуулан бусадтайгаа хуваалцаарай.
5. Хананд сүүдэр нь тусаж байхаар биеийг жижиг чийдэнгээр гэрэлтүүлэв. Биеийн өндөр 0.03 м, сүүдрийнх нь өндөр 0.15 м болно. Чийдэнгээс бие хүртэлх зай, чийдэнгээс хана хүртэлх зайнаас хэд дахин бага вэ?
6. Ямар нөхцөлд дэлгэц дээр сүүдэр гарах вэ?
7. Физогийн туршилтад  $l=8633$  м,  $N=720$ ,  $n=12.6$  эргэлт/с бол гэрлийн хурдыг  $c=4Nnl$  томъёогоор тооцоолж олоорой.
8. Дэлхийгээс Нар хүртэлх зайг ойролцоогоор 150 сая км гэж үзээд Рёмерийн хэмжилтийн үр дүнг ашиглан гэрлийн хурдыг тооцоолно уу.
9. 4 м өндөр таазтай тасалгааны таазанд чийдэн өлгөжээ. Шалнаас 2 м өндөрт 1 м х 1 м хэмжээтэй квадрат хавтанг хэвтээ байрлуулав. Чийдэнгийн төв ба хавтангийн төв нэг босоо шулууны дагуу оршино. Шалан дээр үүсэх сүүдрийн талбай ба диагональ нь хавтангийн талбай ба диагоналиас ямар байх вэ? Үзэгдлийг дүрслэн зурж, сүүдрийн талбай ба диагоналийн хэмжээг тооцоолно уу. Хариуг аравтын нарийвчлалаар гаргаарай.
10. Рёмерын туршилтын санааг дууны хурдыг тодорхойлоход хэрхэн хэрэглэх боломжтой талаар ярилцана уу.

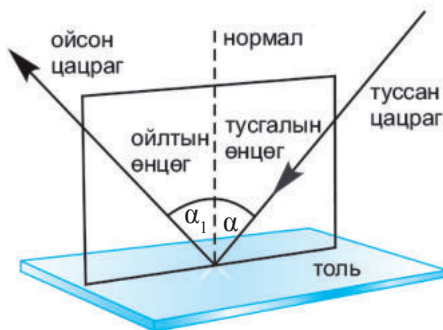


## 4.2

## Гэрлийн ойлт, толь

Бид өмнөх ангидаа гэрлийн толин ойлт болон хавтгай толинд дүрс хэрхэн үүсдэг талаар үзсэн. Гэрлийн толин ойлтыг сэргээн санацгаая.

Ойлтын хуулийг зөв илэрхийлэхийн тулд тусгалын өнцөг, ойлтын өнцөг, тусгалын хавтгайн нормал гэсэн гурван ойлголтыг хэрэглэнэ (Зураг) Гэрлийн цацраг тусаж байгаа гадаргууд перпендикуляр шулууныг тусгалын хавтгайн нормал гэж нэрлэнэ.



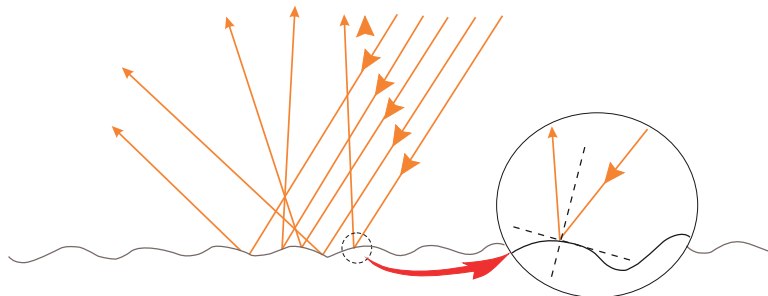
Тусгалын өнцөг ( $\alpha$ ) болон ойлтын өнцөг ( $\alpha_1$ )-ийг энэ нормалтай үүсгэх өнцгөөр илэрхийлнэ.



## Гэрлийн ойлтын хууль

Гэрлийн ойлтын өнцөг нь тусгалын өнцөгтэй тэнцүү байна. Тусгалын өнцөг, ойлтын өнцөг, тусгалын хавтгайн нормал гурвуул нэг хавтгай дээр оршино.

Гэрэл барзгар гадаргууд тусахад олон тийш ойхыг сарнимал ойлт гэнэ. Энэ үед гэрлийн цацрагийн туссан цэг болгонд ойлтын хууль биелэгддэг.

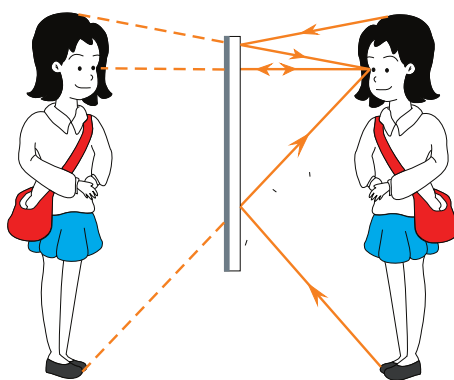


Барзгар гадаргын цэг бүрт гэрлийн ойлтын хууль биелэгдэнэ.



### Толин дахь биеийн бүтэн дүрсийг яаж харах вэ?

Хананд өлгөсөн толины чанх өмнө зогсоод бүтэн биеэ харахын тулд толины урт чиний өндрөөс ямар хэмжээтэй байвал зохих вэ? Толь болон чиний хоорондох зай ямар хэмжээтэй байх вэ?

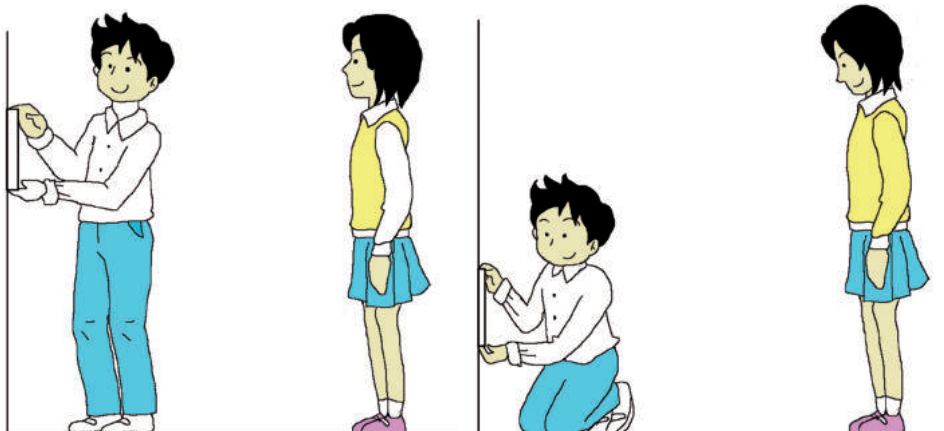


**Үр дүнг таамаглаж туршилтыг төлөвлөх:** Гэрлийн ойлтын хуулийн талаар бодоод үр дүнг таамаглан ярилцаарай. Толинд ойрхон очоод биеийн бүтэн дүрсээ харахад толь биеийн өндөртэй ойролцоо хэмжээтэй байдаг гэдгийг сургуулийн болон гэрийн хананд байрлуулсан том толиноос харж болно. Толиноос холдоход жижиг толинд бүтэн дүрсээ харж болох болов уу?

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** гялгар наалт /скоч/, 1 м-ийн шугам, 20 см өндөртэй толь.

### Гүйцэтгэх дараалал:

1. 1 сурагч хананаас 1 м зайд эгц зогсоно. Нөгөө нь зурагт үзүүлснээр толийг хананд бага зэрэг шилжүүлэн байрлуулах замаар толгойн дээд хэсэг толинд тусч байгаа байрлалыг олж наалт наана.
2. Мөн толийг бага багаар шилжүүлэх замаар өлмий толинд тусах байрлалд наалт наана.
3. Тэмдэглэсэн наалтуудын хоорондох зайг хэмжинэ.
4. Сурагчийн толь хүртэлх зайг 2 м, 3 м, ... гэх мэт өөрчилж өмнөх хэмжилтүүдийг хийн биеийн бүтэн дүрс харагдахад шаардлагатай толины хэмжээг тогтооно. Хэмжилтийн үр дүнгээ тэмдэглээрэй.



Биеийн өндөр ... м

Толь хүртэлх зай, м	1	2	3	4
Наалтуудын хоорондох зай, м				

5. Үр дүнд шинжилгээ хийнэ. Туршилтын үр дүнд тулгуурлан өөрийн таамаглал үнэн эсэх, үр дүнгээс ойлгож авсан зүйл зэргийг эрэгцүүлэн бодоцгооё.



Биеийн өндөр ..... м байхад биеийн бүтэн дүрсээ харахад ..... м өндөртэй хавтгай толь шаардлагатай.

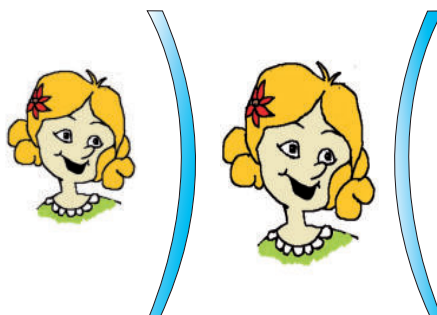
**Манегийн зурагт ямар эндүүрэл гарсан бэ?**



Бүлгийн нүүр хуудаст байгаа Францын алдарт зураач Э.Манегийн зурсан нэгэн зурагт ямар эндүүрэл гарсан талаар асуусан билээ. Хавтгай толинд үүссэн дүрс ба бие нь толины хавтгайн хувьд тэгш хэмтэй байдаг. Ширээн дээр байгаа лонхнуудын дүрс болон худалдагч бүсгүйн дүрс хаана байсан бол? Бодит байдалтай тохирох байсан болов уу? Энэ талаар өөрийн дүгнэлтээ хийгээрэй.

## Хүнхэр, гүдгэр толь

Толь болгон хавтгай гадаргатай байдаггүй. Хоолны халбаганы дотор болон гадна хэсэгт нүүрээ харахад ямар байгааг та нар мэднэ. Бидний мэддэг хавтгай толинд үүсдэг дүрстэй адилгүй байгаа биз дээ. Яагаад ийм дүрс үүсдэг талаар ойлгохын тулд гэрлийн цацрагийн загвараа ашиглая.



Ямар нэг хэмжээгээр гадарга нь муруйсан хавтгай биш толийг ерөнхийд нь бөмбөлөг толь гэж нэрлэдэг. Учир нь ямар ч муруйг тодорхой нэг радиустай бөмбөлгийн нэг хэсэг гэж үзэж болдог. Хэрвээ толины дүрс үүсгэх хэсэг нь бөмбөлгийн дотор талд байвал хүнхэр, гадна талд байвал гүдгэр толь гэж нэрлэнэ.



**Гүдгэр болон хүнхэр толин дахь дүрсийг судалцаая.**

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** 10 см фокусын зайтай гүдгэр болон хүнхэр толь суурийн хамт, лаа, лааны суурь /50 г/, дэлгэц



**Санамж:** Лааг асаахдаа түлэгдэхээс болгоомжлон багшийн зөвшөөрлөөр ажиллана уу.

**Гүйцэтгэх дараалал:**

- Хүнхэр толийг сууринд нь хөдөлгөөнгүй бэхлээд дараах гурван тохиолдолд ямар дүрс үүсэхийг ажиглан тэмдэглээрэй.
  - Лааг толиноос 10 см-ээс бага зайд байрлуулна.
  - Лааг толиноос 10 см-ээс их 20 см-ээс бага зайд байрлуулна.
  - Лааг толиноос 20 см-ээс их зайд байрлуулна.
- Гүдгэр толинд лааны ямар дүрсийг ямар зайд ажиглаж болох талаар таамаглан туршиж үзээрэй.
- Туршилтын үр дүнгээ нэгтгээд дүгнэлтээ тэмдэглэнэ үү.



Хавтгай толинд үүсэх дүрсийг зурахын тулд зөвхөн гэрлийн толин ойлтыг хэрэглэдэг бол бөмбөлөг толинд үүсэх дүрсийг байгуулахдаа хэд хэдэн хэмжигдэхүүнийг мэдэх шаардлагатай болно. Гэхдээ толины гүдгэр, хүнхрээс үл хамааран толины цэг бүрт туссан гэрэл ойлтын хуулийн дагуу ойдог гэдгийг санаарай.

**Бөмбөлөг толинд хэрэглэгдэх ойлголт**

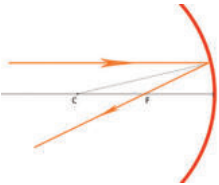
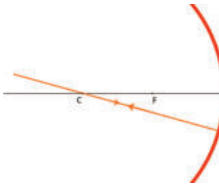
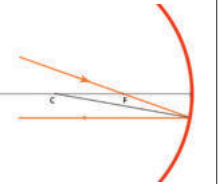



Ойлголт	Тайлбар	Зураг дээрх байрлал
Фокусын цэг	Толинд гол оптик тэнхлэгтэй параллел тусаад ойсон цацраг цугларах цэг	F цэг
Фокусын зай	Фокусын цэгээс толь хүртэлх зай	OF зай
Муруйлтын төв	Толины төвөөс муруйлтын радиусын зайд байгаа цэг	C цэг
Гол оптик тэнхлэг	Толины төв, муруйлтын төвийг холбосон шулуун	OC шулуун

Бөмбөлөг толин дахь дүрсийг байгуулахад голчлон дараах гурван цацрагийг ашигладаг.

**Цацраг 1:** Гол оптик тэнхлэгтэй параллел цацраг. Ойсныхоо дараа фокусын цэгийг дайрна.

**Цацраг 2:** Фокусын цэгийг дайрсан буюу фокусын цацраг. Ойсны дараа гол тэнхлэгт параллел болно.

**Цацраг 3:** Толины муруйлтын төвийг дайрсан буюу төвийн цацраг. Толиноос ойгоод буцаж муруйлтын төвийг дайрна.

Туссан цацраг	Параллел цацраг	Төвийн цацраг	Фокусын цацраг
Ойсны дараа	Фокусын цацраг болно	Төвийн цацраг хэвээр байна	Параллел цацраг болно
Хүнхэр толь			
Гүдгэр толь			

**Хүнхэр ба гүдгэр толинд дүрс байгуулах аргачлалтай танилцъя.**

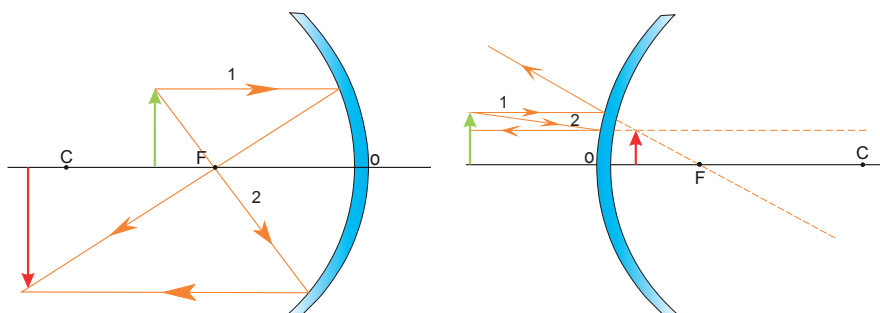
Дүрс толиноос ойсон цацрагуудын огтолцол дээр байвал бодит, ойсон цацрагуудын эсрэг чиглэл дэх үргэлжлэл дээр байвал хуурмаг дүрс гэж нэрлэдэг. Бие толиноос ямар зайд байгаагаас шалтгаалан бодит эсвэл хуурмаг дүрс үүсдэг.

Гэрэл

Толь ба биеийг байруулах нь	Толлинд туссан параллел цацрагийн явц	Толлинд туссан фокусын цацрагийн явц	Биеийн дүрсийг олох нь

**Жишээ дасгал**

Муруйлтын төв ба фокусын цэгийн хооронд байгаа биеийн дүрс хүнхэр, гүдгэр толлинд хэрхэн үүсэхийг зуръя.  
 Дүрсээ байгуулахдаа өмнө дурьдсан 3 цацрагийг ашиглана.  
 Зургаас харахад хүнхэр толины хувьд дүрс биеийн жинхэнэ хэмжээнээс томорсон, бодит, уруугаа харсан байна. Харин гүдгэр толины хувьд ямар дүрс үүсэх вэ?



**Дасгал.** Дээрх жишээтэй адилаар бие а) муруйлтын төвөөс гадагш, б) муруйлтын төв дээр, в) фокусын цэг дээр, г) фокусын цэгээс дотогш байрласан тохиолдолд гүдгэр, хүнхэр толлинд ямар дүрс үүсэхийг зураглаж ярилцаарай.



**Бөмбөлөг толины томьёо:** Бөмбөлөг толин дахь дүрс хаана үүсэхийг дараах бөмбөлөг толины томьёогоор тооцож олдог.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$

$a$  - биеэс толь хүртэлх зай,  $b$  - дүрсээс толь хүртэлх зай,  $f$  - толины фокусын зай,  $R$  - толины муруйлтын радиус

Бие ба бодит дүрс толины нэг талд байрладаг бол бие ба хуурмаг дүрс толины 2 талд байрладаг.



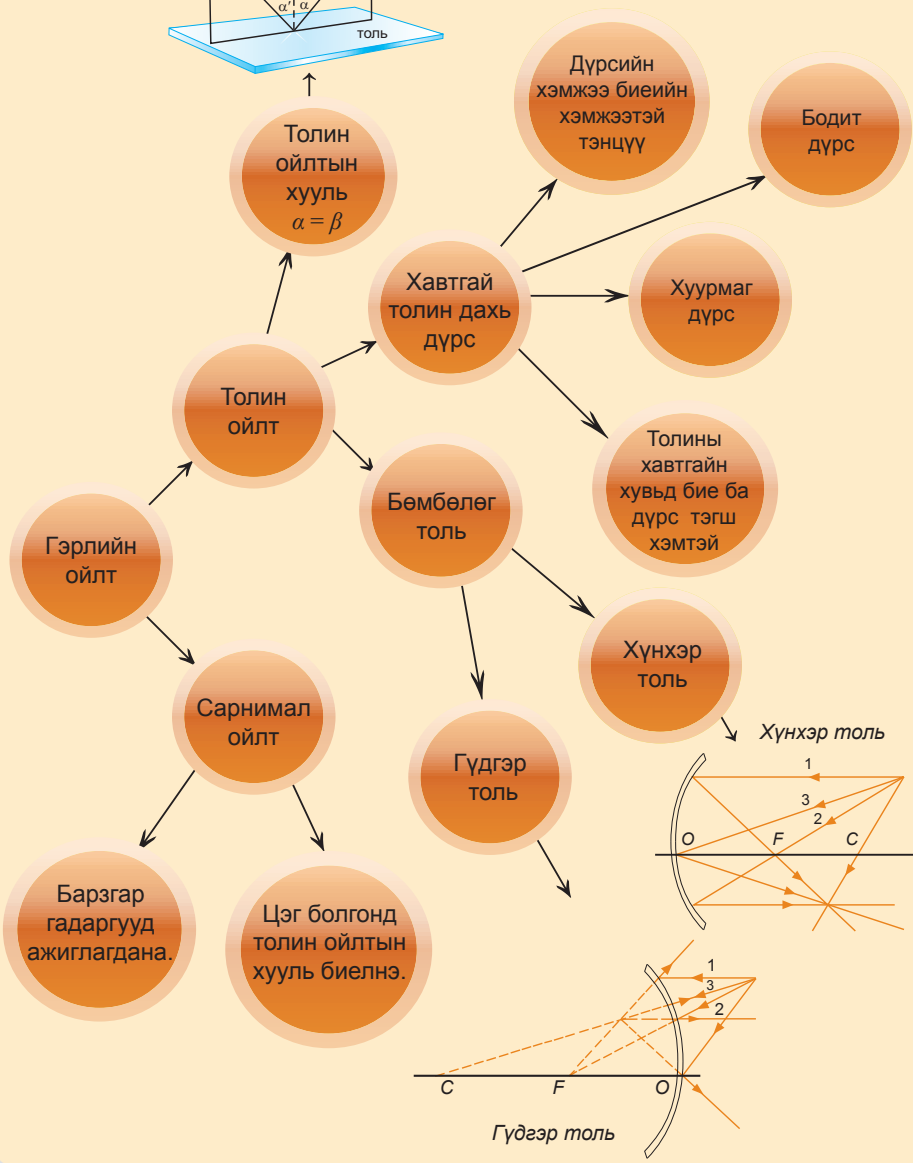
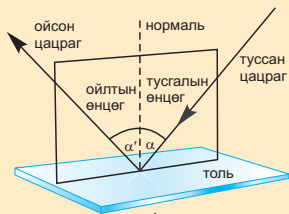
## Өөрийгөө сориорой

1. Дараах зургийг ажиглаад ямар толийг, ямар зориулалтаар ашиглаж байгаа талаар өөрийн дүгнэлтийг бичнэ үү!



2. Гүдгэр болон хүнхэр толийг амьдралд хэрэглэж буй өөр ямар жишээ хэлж чадах вэ?
3. Хавтгай толинд туссан гэрлийн цацраг нормальд  $45^\circ$  өнцөг үүсгэжээ. Ойлтын өнцөг хэд вэ? Хариултаа тайлбарлана уу.
4. Толин ба сарнимал ойлтын хоорондох ялгаа нь юу вэ? Энэ хоёр тохиолдлын аль алинд нь ойлтын хууль биелэх эсэхийг тайлбарлана уу.
5. Чи цонхонд өөрийн дүрсээ шөнө харж чаддаг, өдөр харж чаддаггүйн учир юу вэ?
6. Бөмбөлөг толинд үүсэх бодит болон хуурмаг дүрсний ялгааг хэлнэ үү.
7. Бөмбөлөг толины оройн цэг, фокусын цэг ба бөмбөлөг гадаргын төвийн хооронд ямар хамаарал байна вэ?
8. Хүнхэр ба гүдгэр толинд бодит ба хуурмаг дүрс үүсч байгаагийн учрыг тайлбарлана уу.
9. Гэрлийн цацраг хавтгай толины гадаргууд  $30^\circ$ -ын өнцөг үүсгэн тусчээ. Ойлтын өнцөг хэд вэ?
10. Гэрлийн цацраг хавтгай толинд тусав. Туссан болон ойсон цацраг хоорондоо  $40^\circ$  өнцөг үүсгэнэ. Туссан цацраг ба толины хоорондох өнцгийг тодорхойл.
11. Хэвтээ тэнхлэг дагуу байрласан толинд тусч байгаа цацрагийн тусгалын өнцөг  $30^\circ$  байна. Толийг  $10^\circ$  өнцгөөр эргүүлэхэд туссан болон ойсон цацрагийн хоорондох өнцөг хэд болох вэ?

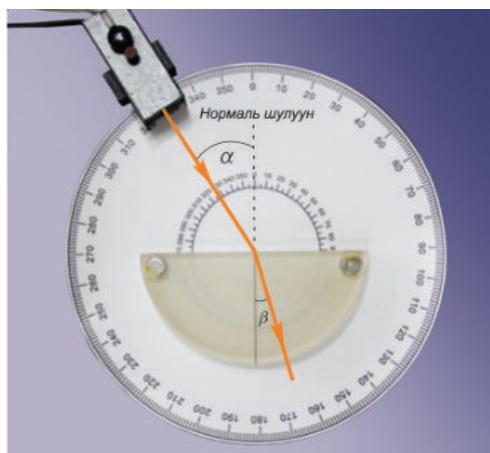
### Ухагдахууны сүлжээ



## 4.3

## Гэрлийн хугарал, линз

Гэрэл ямар ч саадгүй нэгэн төрөл орчинд л шулуун тархах боловч хоорондоо шинж чанараараа ялгагдах хоёр орчны заагт тусмагц зарим хэсэг нь ойж, үлдсэн хэсэг нь нөгөө орчинд нэвтэрч чиглэлээ өөрчлөн цааш шулуун тархана.



Гэрэл өөр орчинд нэвтрэхдээ анхны чиглэлээ өөрчлөхийг гэрлийн хугарал гэж нэрлэдэг. Бид өмнөх ангидаа гэрэл нэг тунгалаг орчноос нөгөө тунгалаг орчин руу нэвтрэхдээ чиглэлээ өөрчилдөг бөгөөд ямар орчноос ямар орчин руу нэвтэрч байна гэдгээс хамааран хугарлын өнцөг нь тусгалын өнцгөөс ихсэх эсвэл багасдаг гэж үзсэн билээ.

Энэ нь бидний өмнөх бүлэгт үзсэнчлэн гэрэл өөр өөр

орчинд өөр өөр хурдтай тархдагтай холбоотой юм.

Нягт багатай орчноос (агаар) нягт ихтэй орчин (шил) руу нэвтрэхдээ гэрлийн хурд багасна. Үүний улмаас гэрэл чиглэлээ өөрчилдөг байна. Гэрэл хэр зэрэг хугарахыг тухайн орчин буюу материалын абсолют хугарлын илтгэгч (хугарлын илтгэгч) гэдэг хэмжигдэхүүнээр илэрхийлнэ. Хугарлын илтгэгч ихтэй орчинг оптик нягт орчин гэх бөгөөд ийм орчинд гэрэл бага хурдтай тархана. Харин хугарлын илтгэгч багатай орчинг оптик сийрэг орчин гэх бөгөөд ийм орчинд гэрэл харьцангуй их хурдтай тархана.

Вакуум дахь гэрлийн хурд  $c$ , материалын абсолют хугарлын илтгэгч  $n$ , тухайн материал дотор гэрэл  $v$  хурдтай тархана гэвэл эдгээр нь

$n = \frac{c}{v}$  гэсэн шүтэлцээтэй байна.

Гэрэл

Иймээс хугарлын илтгэгч нь тухайн орчинд гэрэл вакуум дахь гэрлийн тархах хурдаас хэд дахин бага хурдтай тархахыг илэрхийлнэ. Агаар дахь гэрлийн хурд вакуум дахь гэрлийн хурдаас бараг ялгагдахгүй. Тиймээс агаарын хугарлын илтгэгчийг ойролцоогоор 1-тэй тэнцүү гэж үздэг.

Гэрэл тархах орчин	Хугарлын илтгэгч
Вакуум	1.0
Агаар	1.0003
Ус	1.33
Ацетон	1.36
Этилийн спирт	1.36
Элсэн чихрийн уусмал (20%)	1.38
Глицерин	1.47
Элсэн чихрийн уусмал (80%)	1.49
Шил	1.51
Кварц	1.54
Алмаз	2.42

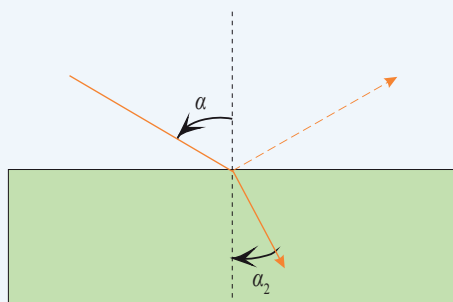
Гэрэл тархах хоёр орчны хугарлын илтгэгч хоорондоо ойролцоо байвал тэдгээрийн заагаас гэрэл бараг ойлгүй шууд тархдаг.

Гэрлийн хугарлын хуулийг зөв илэрхийлэхийн тулд тусгалын өнцөг, хугарлын өнцөг, тусгалын хавтгайн нормал гэсэн гурван ойлголтыг хэрэглэнэ. Тусгалын өнцөг ( $\alpha$ ) болон хугарлын өнцөг ( $\alpha_2$ )-ийг энэ нормалтай үүсгэх өнцгөөр илэрхийлнэ.

 **Гэрлийн хугарлын хууль**

Тусгалын өнцгийн синусийг хугарлын өнцгийн синуст харьцуулсан харьцаа харгалзах орчинд тархах хурдын харьцаа буюу хугарлын илтгэгчүүдийн харьцааны урвуутай тэнцүү байна.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



Гэрлийн хугарлын хууль нь тусгалын өнцөг, хугарлын өнцөг, тусгалын хавтгайн нормал гурав нэг хавтгайд орших үед биелнэ.



### Хугарлын илтгэгчийг олъё.

**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Тэгш өнцөгт хэлбэртэй хавтгай шил эсвэл пластик гэх мэт тунгалаг биет, цагаан цаас, зүү 4 ш, гурвалжин шугам, өнцөг хэмжигч, гортиг.

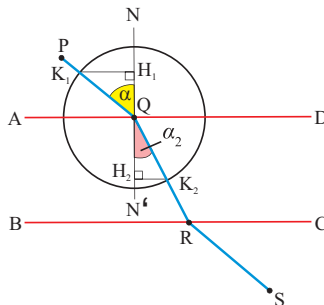
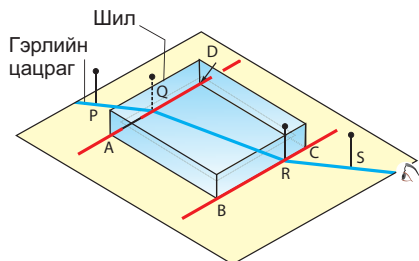
#### Гүйцэтгэх дараалал:

1. Ширээн дээр цагаан цаасаа дэлгэн тавьж дээр нь хавтгай шилээ тавина.
2. Зурагт үзүүлснээр шилний хоёр талд AD, BC шулуун зурна.
3. AD шулуун дээр A цэг рүү ойролцоо Q цэгт нэг зүүг эгц босоо хатгаж тогтооно. Q цэгийн зүүн хойд талд P цэгийг сонгон авч өөр нэг зүүг эгц хатгана.
4. Шилний наад талаас буюу BC шулууны талаас харахад P, Q цэгүүд давхцаж байхаар R цэг дээр 3 дахь зүүг хатгана.
5. Үүнтэй адилаар Q,P,R цэгүүд давхцаж байх S цэгийг олж сүүлийн зүүг хатгана.
6. Зүүнүүдийг хатгаж дууссаны дараа AD талаас харахад босгож хатгасан 4 зүү давхцаж байгааг шалгаарай.
7. Шил болон хатгасан 4 зүүгээ холдуулаад PQRS гэсэн шугамыг холбоно. Энэ шугам гэрэл P цэгээс S цэг рүү, эсрэгээр S цэгээс P цэг рүү яг энэ шугамын дагуу тархана гэдгийг харуулна.
8. Q цэг дээр AD шулуунд перпендикуляр шулуун NN'-ийг татна. Q цэг дээр төвтэй дурын радиустай тойрог татна. PQ, QR шулууны тойрогтой огтлолцох цэгийг  $K_1, K_2$  ( $QK_1=QK_2$ ),  $K_1, K_2$  цэгээс NN' шулуунд буулгасан цэгийг харгалзан  $H_1, H_2$  гэж тэмдэглэнэ. Энэ үед PQ, RS шулуун хоорондоо параллел байгааг анхаараарай.
9. Шилний хугарлын илтгэгчийг олбол

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_2} = \frac{K_1 H_1}{QK_1} : \frac{K_2 H_2}{QK_2} = \frac{K_1 H_1}{K_2 H_2}$$

гэж илэрхийлэгдэнэ. Иймээс  $K_1 H_1, K_2 H_2$  зайг хэмжээд тэдгээрийг харьцуулж  $n$ -ийг олно.

10. Тусгалын өнцгийг өөрчлөөд дахин хугарлын илтгэгчийг олж үзээрэй. Өмнөх хариутай чинь тохирч байна уу?



## НЭМЭЛТ МЭДЭЭЛЭЛ. ЗЭРЭГЛЭЭ



Говийн зэрэглээ. Алсад байгаа уулын хормой харагдахгүй.

Зуны аагим халуунд говь нутагт хэдхэн метрийн цаана нуур харагдах, мал сүрэг айл гэр тэнгэрт хөвөх мэтээр харагддаг. Үүнийг зэрэглээ гэдэг. Нарны гэрлээр газар хүчтэй халж ойр орчмынхоо агаарыг халаадаг. Халсан агаар тэлж сийрэгжсэний улмаас агаарын хугарлын илтгэгч багасах бөгөөд газрын гадаргад

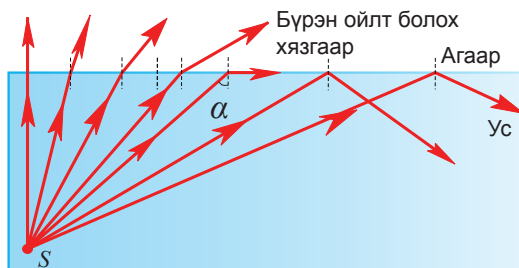
ойр байх тусам хугарлын илтгэгч бага байна. Хугарлын хуулиа санавал гэрэл оптик нягт ихтэй орчноос оптик нягт багатай орчин руу шилжихдээ хугардаг. Ийм хугарал температураараа ялгагдах агаарын хэсэг бүрт явагдах учраас нийтэд нь харахад гэрлийн тархсан зам муруй хэлбэртэй байна. Ингэж зэрэглээ үүснэ. Халсан агаар байнгын хөдөлгөөнтэй байх учраас агаарын нягт тасралтгүй өөрчлөгдөж түүнээс үүдэн гэрлийн тархах чиглэл бага зэрэг өөрчлөгдөж байдаг. Иймд зэрэглээ жирвэлзэн харагддаг.

## Гэрлийн дотоод бүрэн ойлт

Өмнө та нарын гүйцэтгэсэн туршилтаас QR, RS шулууныг буюу гэрэл шилнээс агаар руу тархаж байгаа тохиолдлыг харахад шил агаарын зааг дээрх тусгалын өнцөг, хугарлын өнцгөөс бага байна. Өөрөөр хэлбэл, гэрэл оптик нягт орчноос оптик сийрэг орчин руу тархах үед хугарлын өнцөг тусгалын өнцгөөс их байна. Тиймээс тусгалын өнцгийн тодорхой нэг утгад хугарлын өнцөг  $90^\circ$  болдог. Энэ өнцгийг хязгаарын өнцөг гэж нэрлэдэг. Энэ нь

$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin 90^\circ} \text{ буюу } \sin \alpha = \frac{1}{n} \text{ гэж илэрхийлэгдэнэ.}$$

Тусгалын өнцөг хязгаарын өнцгөөс их байх үед туссан гэрэл бүгд хоёр орчны заагаас ойно.





### Нуугдсан загас



**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Соруулын тасархайд бэхэлсэн загасны цаасан загвар, гялгар уут эсвэл шилэн сав, савтай ус

#### Гүйцэтгэх дараалал:

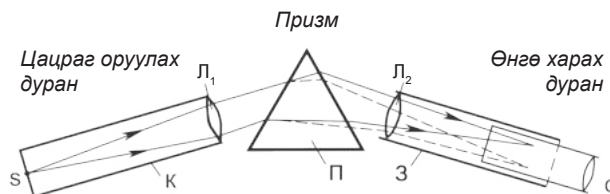
1. Цаасаар загасны дүрс хийж жижиг соруулд бэхэлнэ.
2. Загасаа гялгар уутандаа хийн, үлээж агаар оруулаад амсрыг нь битүүмжилнэ.
3. Ууттай загасаа савтай усандаа хийнэ.
4. Ажиглагдсан зүйлээ ярилцаарай. Яагаад загас харагдахгүй байна вэ?
5. Ууттай загас руугаа бага зэргийн ус хийж амсрыг нь битүүлээд ус руу дахин хийнэ үү. Дээрх 2 тохиолдолд загас “нуугдаад” эсвэл харагдаад байгаагийн учир юу вэ? Саналаа солилцоод гаргасан дүгнэлтээ дэвтэртээ тэмдэглээрэй.

#### Дасгал

Янз бүрийн мэдээллийн эх сурвалж ашиглан гэрлийн дотоод бүрэн ойлтын үзэгдлийг ахуй амьдралд хэрхэн, хаана хэрэглэж байгаа талаар мэдээлэл цуглуулан солилцоно уу.

### Гэрлийн дисперс, спектроскоп

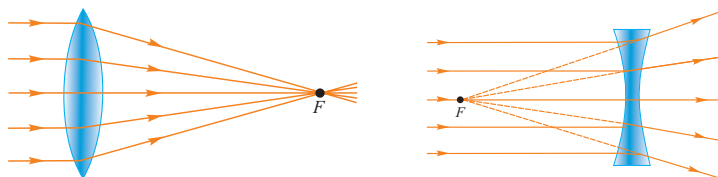
Гурвалжин призм рүү нарны цагаан өнгийн гэрэл тусгахад 7 өнгийн гэрэл болон задрах үзэгдлийг гэрлийн дисперс гэнэ. Энэ үзэгдэлд үндэслэн хийсэн багажийг спектроскоп гэдэг. Спектроскоп нь гэрлийн цацраг оруулах дуран, гэрлийн цацрагийг задлах призм, задалсан өнгүүдийг харуулах дуран гэсэн гурван хэсгээс бүтнэ. Спектроскопын тусламжтайгаар бид биеэс цацарч байгаа болон ойж байгаа гэрлийн цацраг ямар өнгөнүүдээс бүтэж байгааг мэдэж болно. Хамгийн анхны спектроскопыг И.Ньютон хийжээ.



Гэрэл

Оптик линз

Линз нь хоёр бөмбөлөг гадаргуугаас тогтох тунгалаг биет бөгөөд түүний тусламжтайгаар гэрлийн цацрагийг цуглуулах эсвэл сарниулах боломжтой. Линз параллел цацрагийг хуримтлуулж байвал цуглуулагч, эсрэгээр дэлгэж байвал сарниулагч линз гэж нэрлэнэ.



Линзийн хоёр гадаргын муруйлтын радиусыг холбосон шулууныг гол оптик тэнхлэг гэж нэрлэнэ. Гол оптик тэнхлэгтэй параллел цацраг цуглуулагч линзэд тусахад нэг цэг дээр цугларах бөгөөд үүнийг фокусын цэг гэж нэрлэнэ. Харин гол оптик тэнхлэгтэй параллел цацраг сарниулагч линзээр нэвтрээд фокусын цэг дээр байгаа гэрэл үүсгэгчээс тал бүр тийшээ тархаж байгаа мэтээр чиглэл нь өөрчлөгддөг.

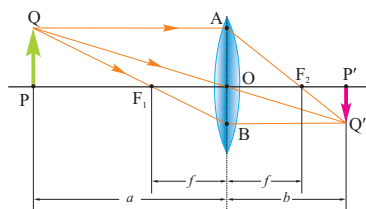
Туссан цацраг	Параллел цацраг	Төвийн цацраг	Фокусын цацраг
Нэвтэрсний дараа	Фокусын цацраг болно.	Чигээ өөрчлөхгүй. Төвийн цацраг хэвээрээ байна.	Параллел цацраг болно.
Цуглуулагч линз			
Сарниулагч линз			

Линзэнд дүрс байгуулах аргачлалтай танилцъя

Линз ба биеийг байрлуулах нь	Линзэнд туссан параллел цацрагийн явц	Линзэнд туссан төвийн цацрагийн явц	Биеийн дүрсийг олох байдал



Гэрэл



Цуглуулагч линзэд дүрс үүсэх

Линзийг нимгэн гэж үздэг учраас гэрэл линзийн төвийг дайрах үед бий болох хазайлтыг тооцдоггүй.

Линзэд дүрс байгуулахдаа гол оптик тэнхлэгтэй параллел цацраг, фокусын төвийг дайрсан цацраг, линзийн төвийг дайрсан цацраг гэсэн гурван цацрагийг ашиглана.

Дүрс бодит байх үед  $\Delta F_2OA$  нь  $\Delta F_2P'Q'$ -тэй төсөөтэй. Тиймээс дараах харьцаа биелэгдэнэ (зураг).

$$\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{P'Q'}{OA} = \frac{F_2P'}{OF_2} = \frac{b-f}{f}$$

Нөгөө талаас,  $\Delta OPQ$  нь  $\Delta OP'Q'$ -тэй төсөөтэй учраас

$$\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{OP'}{OP} = \frac{b}{a}$$

Эндээс, бие линз хоорондын зайг  $a$ , линз дүрс хоорондын зайг  $b$ , линзийн фокусын зайг  $f$  гэвэл цуглуулагч линзийн хувьд дараах тэгшитгэл биелэгдэнэ.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (\text{Линзийн томьёо})$$

Энэ үед үүсэх дүрсийн хэмжээ, биеийн хэмжээний харьцаа  $m = \frac{b}{a}$  байна.

Бие ба бодит цэг, дүрсээс линз хүртэлх зай эерэг, хуурмаг цэг, дүрсээс линз хүртэлх зай сөрөг байдаг.

Фокусын зайн урвуу хэмжигдэхүүнийг линзийн оптик хүч гэж нэрлэнэ.

$$D = \frac{1}{f}$$

Оптик хүчний нэгж нь диоптри (дптр) юм. 1 диоптри нь  $1 \text{ м}^{-1}$ -тэй тэнцүү.

**Гүдгэр линзэд үүсэх дүрсийг судалцаая.**

Линзийн тусламжтай биеийн дүрсийг хэрхэн гарган авах вэ? Биеийг линз болон дэлгэцээс ямар зайд байрлуулбал биеийн тод дүрсийг гарган авах талаар саналаа солилцоод туршилтаа төлөвлөөрэй.



**Хэрэглэгдэх зүйл:** Гэрэл үүсгэгч, цуглуулагч линз, дэлгэц, бие

**Гүйцэтгэх дараалал:**

1. Гэрэл үүсгэгч, линз, дэлгэцийг тэдгээрийн төв нэг шулуун дээр байхаар өөрөөр хэлбэл, гол оптик тэнхлэг нь давхцаж байхаар байрлуулна.
2. Линзийн фокусын цэг, фокусын цэгээс хоёр дахин их зайг тэмдэглэнэ.
3. Гэрэл үүсгэгчээ нэг байрлалд тавьж, дэлгэцийг нааш цааш хөдөлгөн тод дүрс үүсч байхаар байрлуулна.

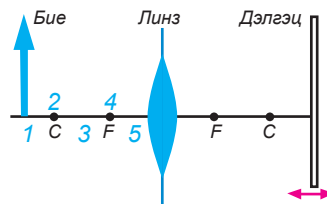


**Гэрэл**

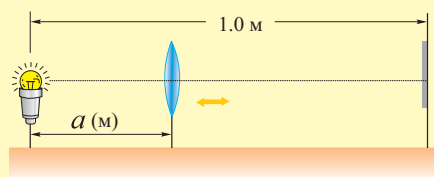
- Энэ үед гэрэл үүсгэгчийн бодит хэмжээнээс их бага, дээшээ харсан эсвэл уруу харсан ямар дүрс байгааг харж тэмдэглэнэ.
- Үүнтэй адилаар өөр байрлалуудад гэрэл үүсгэгчийг байрлуулан дэлгэцээ хөдөлгөн тод дүрс гаргана. Ямар дүрс гарч байгааг дараах хүснэгтэд бөглөн бичээрэй.

Гэрэл үүсгэгчийн байрлал	Дүрс бодит, хуурмаг	Линзийн аль талд	Бодит биетэй харьцуулахад	
			Том жижиг	Чиглэл
1				
2				
3				
4				

- Яагаад ийм дүрс үүсч байгааг гэрлийн цацрагийн загвараа ашиглан тайлбарлаарай. Энд, гол оптик тэнхлэг (ОС шулуун), фокусын цэг (F) зэрэг хэмжигдэхүүнүүдийг ашиглана.
- Өөрсдийн саналаа нэгтгэн дүгнэлтээ тэмдэглээрэй.



**Жишээ бодлого**



Гэрэл үүсгэгч болон дэлгэцийн хоорондын зай 1 м байхаар байрлуулав. Эдгээрийн хооронд цуглуулагч линз тавиад зурагт үзүүлсний адилаар шилжүүлж байх үед дэлгэцэн дээр 2 удаа бодит дүрс үүсчээ. Эхний удаад

гэрэл үүсгэгч, линзийн хоорондох зай 0.1 м байв. Хоёр дахь удаад линз, гэрэл үүсгэгчийн хоорондох зай  $a_2$  зайг ол.

**Бодолт:** Линз гэрэл үүсгэгчийн хоорондох зайг  $a$ , линзээс дэлгэц хүртэлх зайг  $b$ , линзийн фокусын зайг  $f$  гэе. Гэрэл үүсгэгчээс дэлгэц хүртэлх зай  $a+b$  буюу 1 м байна.

Эхний бодит дүрс үүссэн тохиолдолд линзийн томъёог бичвэл

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \text{ байна. Энд } b_1 = 1 - a_1 \text{ гэж илэрхийлэгдэнэ.}$$

Хоёр дахь тохиолдлыг мөн адил илэрхийлбэл 
$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f}$$

Дээрх хоёр тэгшитгэлийг тэнцүүлэн  $a_2$ -ыг олно. Энд  $a+b = 1$  гэдгийг ашиглана.

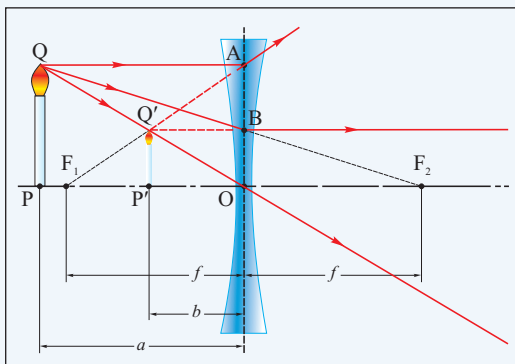
$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{1 - a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{1 - a_2} \text{ буюу } a_2(1 - a_2) = a_1(1 - a_1)$$

Квадрат тэгшитгэлийг бодон хариуг гарган авна.  $a_2 = 0.9$  м байна.

Дасгал

**Бодлого.** Фокусын зай нь 6 м линзээс 4 м зайд биеийг тавихад хуурмаг дүрс үүсжээ. Дүрс биеэс хэд дахин том харагдах вэ?

✓ Сарниулагч линзийн хувьд бие хаана байснаас үл хамааран хуурмаг дүрс үүснэ. Сарниулагч линзийн фокусын зай өөрөө линзээс сарнисан цацрагуудын огтлол дээр үүсэх учраас линзийн томьёог дараах маягаар гарган авна.



$\Delta F_1OA$  нь  $\Delta F_1P'Q'$ -тэй төсөөтэй. Тиймээс дараах харьцаа биелэгдэнэ.

$$\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{P'Q'}{OA} = \frac{F_1P'}{OF_1} = \frac{f-b}{f}$$

Нөгөө талаас,  $\Delta OPQ$  нь  $\Delta OP'Q'$ -тэй төсөөтэй тул  $\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{OP'}{OP} = \frac{b}{a}$

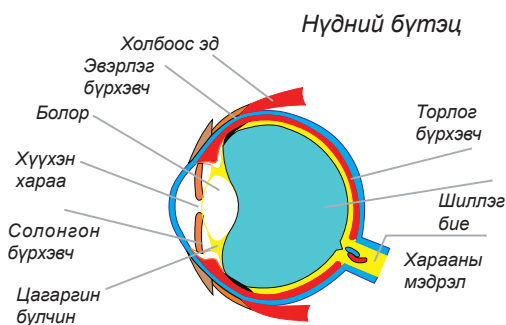
Эндээс, бие линз хоорондын зайг  $a$ , линз дүрс хоорондын зайг  $b$ , линзийн фокусын зайг  $f$  гэвэл сарниулагч линзийн хувьд дараах тэгшитгэл биелэгдэнэ.

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \quad (\text{сарниулагч линзийн томьёо})$$

Нүд, нүдний шил

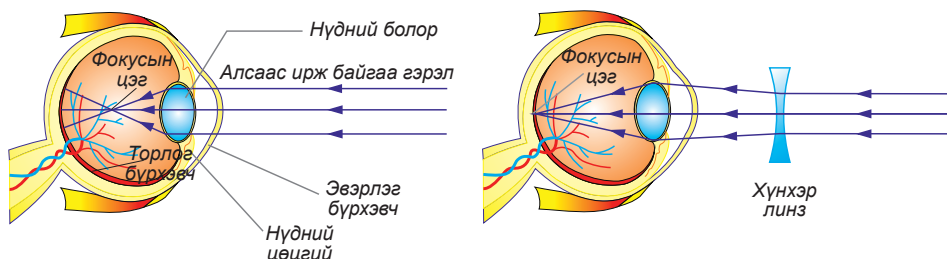
Нүдний алим нь зурагт үзүүлсэн хэсгүүдээс тогтоно. Хүүхэн харааны ард талд гүдгэр линз хэлбэртэй болор байрлана. Болроос хойш нүдний алимны бүх хөндийг дүүргэж байгаа хагас шингэн зүйлийг шиллэг эд гэнэ. Эвэрлэг бүрхэвч, болор, шиллэг эд нь гэрэл хугалах үүрэгтэй. Нүдний дотор талд орших торлог бүрхэвч нь гэрэл хүлээн авах дэлгэцийн үүрэг гүйцэтгэх ба түүнд гэрлийн нөлөөгөөр сэрдэг мэдрэлийн эсүүд байдаг. Эдгээр эс нь сэрлийг тархинд дамжуулна. Цагаргин булчин агшиж сунахад болрын муруйлтын радиус өөрчлөгдөж хүн хол ойрын зүйлийг харах чадвартай болдог. Хүүхэн харааг тойрсон өнгөтэй тойрог хэлбэрийн булчинг солонгон бүрхэвч гэх ба хүүхэн харааны хэмжээг өөрчлөн нүд рүү тусах гэрлийн хэмжээг

Гэрэл



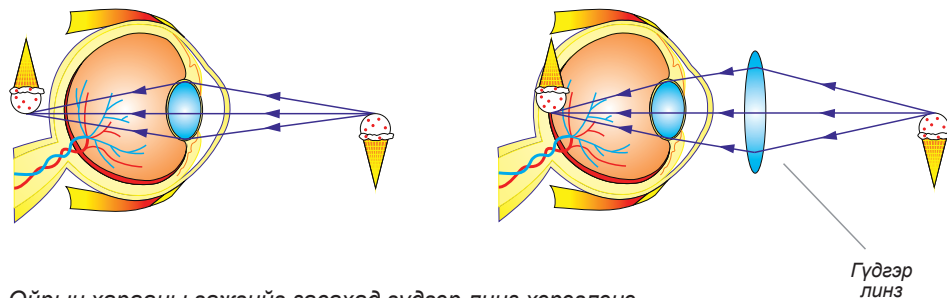
тохируулна. Нүдний алимны урд байрлах өнгөгүй тунгалаг гадаргууг эвэрлэг бүрхэвч гэх ба нүдийг гадны нөлөөнөөс хамгаалах үүрэгтэй.

Зарим хүмүүс холын зүйлийг тод харж чаддаггүй. Ийм хүмүүсийн нүдний алимны радиус их байдаг учраас дүрсийг торлог бүрхэвчийн наана үүсгэнэ. Энэ үед харааг сайжруулахын тулд холын харааны шил буюу сарниулагч линз хэрэглэнэ.



Холын харааны гажгийг засахад хүнхэр линз хэрэглэнэ.

Зарим үед холын зүйлсийг сайн хардаг хүмүүс ойрхон байгаа зүйлээ тогтож сайн харж чадахгүй тохиолдол байдаг. Ийм хүмүүсийн нүдний алимны радиус бага байдаг. Тиймээс нүдэн дэх дүрс торлог бүрхэвчийн цаана үүснэ. Ийм харааг засахын тулд ойрын харааны шил буюу цуглуулагч линз зүүнэ.

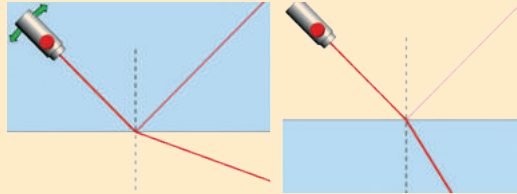


Ойрын харааны гажгийг засахад гүдгэр линз хэрэглэнэ.

## Өөрийгөө сорiorой

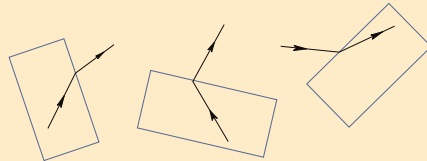
1. Нягт багатай тунгалаг орчноос нягт ихтэй орчин руу болон нягт ихтэй орчноос нягт багатай орчин руу гэрэл нэвтрэхдээ хэрхэн хугарах вэ?

2. Зурагт үзүүлсэн хоёр тохиолдлын цацрагууд, ямар орчноос ямар орчинд нэвтэрч байгаа талаар тайлбарлана уу.



3. Гэрлийн дотоод бүрэн ойлтыг зургаар дүрсэлж тайлбарлана уу.
4. Гурвалжин призм рүү нарын цагаан гэрэл тусгахад 7 өнгө болж задрах үзэгдлийг юу гэж нэрлэх вэ? Тэдгээр 7 өнгийг дарааллаар нь нэрлэн бичнэ үү.
5. Алмаз чулуу их хурц гялалздагийн учир юу вэ?
6. Гүдгэр ба хүнхэр линзэд үүсч байгаа дүрсний ялгааг хэлж тайлбарлана уу.
7. Гүдгэр линзэд ямар тохиолдолд бодит ба хуурмаг дүрс үүсэх вэ? Линзийн өсгөлтийг хэрхэн олох вэ?

8. Дараах зургийн аль нь гэрэл хугарах үзэгдлийг физикийн хувьд зөв дүрсэлсэн байна вэ?
9. Алмазны хугарлын илтгэгч 2.4 бол алмазанд гэрэл тарах хурдыг тодорхойлно уу.



10. Шилэнд гэрэл тарах хурд  $1.6 \cdot 10^8$  м/с бол шилний хугарлын илтгэгчийг олно уу.
11. Гэрэл нэг орчноос нөгөө рүү тархахдаа хугарав. Тусгалын болон хугарлын өнцөг харгалзан  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  болно. Нэгдүгээр орчинтой харьцангуй хоёрдугаар орчны хугарлын илтгэгчийг ол.
12. Гүдгэр линзэд биеийн дүрсийг дараах тохиолдлуудад байгуулна уу. Бие линзээс а)  $a > 2f$  б)  $2f > a > f$  в)  $a < f$  зайд тус тус байрлана.
13. 3 см өндөртэй бие 20 см фокусын зайтай цуглуулагч линзээс 30 см зайд байрлана. Биеийн дүрс линзээс ямар зайд үүсэхийг байгуулалт хийж олно уу.
14. 20 см фокусын зайтай хүнхэр линзээс 10 см зайд 2 см өндөртэй биеийг байрлуулжээ. Ямар дүрс хаана үүсэхийг зургаар үзүүлнэ үү.
15. Хүн янз бүрийн зайд байгаа биеийг харахад нүдний болорын фокусын зай хурдан өөрчлөгддөг шалтгаан юутай холбоотой вэ?

Ухагдахууны сүлжээ

Хүнхэр толинд дүрс байгуулалт	Цуглуулагч линзэнд дүрс байгуулалт	Дүрсийн байрлал
		Бодитой, жижгэрсэн, урвуу дүрс $F < b < 2F$
		Бодитой, тэнцүү, урвуу дүрс $b = 2F$
		Бодитой, томорсон, урвуу дүрс $b > 2F$
		Ойсон ба хугарсан цацрагууд огтлолцохгүй байгаа тул дүрс үүсэхгүй, $b \rightarrow \infty$
		Хуурмаг, томорсон, шууд дүрс $b < 0$

## Ухагдахууны сүлжээ

### Гэрлийн хугарал

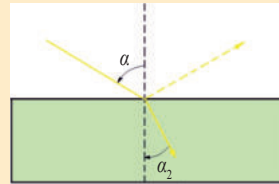
Нэг тунгалаг орчноос нөгөөд гэрэл шилжихдээ чиглэлээ өөрчлөх үзэгдэл

Орчны хугарлын илтгэгч

$$n = \frac{c}{v}$$

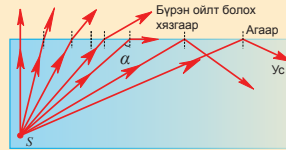
Гэрлийн хугарлын хууль

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



### Гэрлийн дотоод бүрэн ойлт

$n_1 > n_2$  үед  $\alpha < \alpha_2$  байна. Энэ үед гэрлийн дотоод бүрэн ойлт ажиглагдана.



### Гэрлийн дисперс

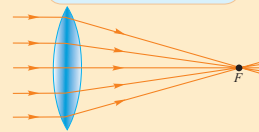
Цагаан гэрэл гурвалжин призмээр нэвтрэхдээ задрах үзэгдлийг дисперс гэнэ.



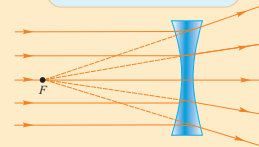
### Линз

Линз - бөмбөлөг гадаргуугаар хүрээлэгдсэн тунгалаг биет.

Гүдгэр - цуглуулагч линз



Хүнхэр - сарниулагч линз



Линзийн томьёо

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

Линзийн өсгөлт

$$m = \frac{b}{a}$$

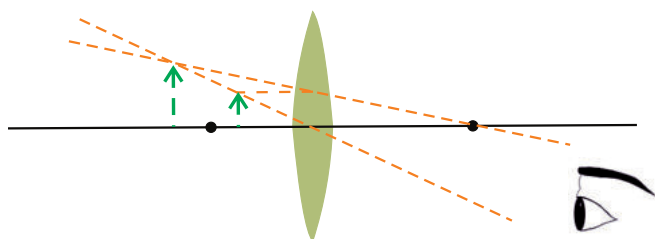
Линзийн оптик хүч

$$D = \frac{1}{f}$$

4.4

Оптик багажууд

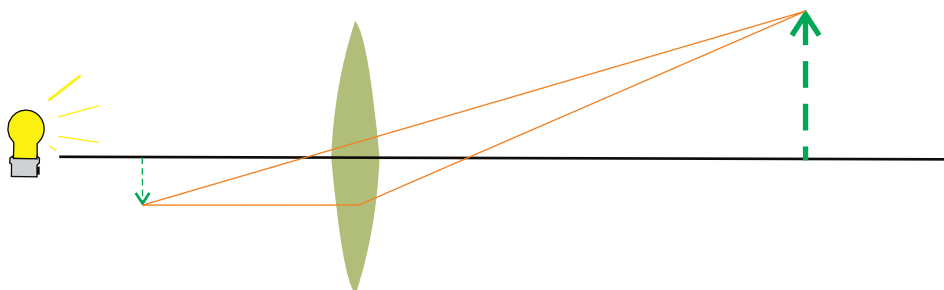
**Томруулагч шил.** 10 см –ээс багагүй фокусын зайтай гүдгэр линзийг томруулагч шил болгон ашигладаг ба жижиг биеийн томорсон, шууд дүрсийг гарган авахын тулд биеийг линз ба фокусын цэгийн хооронд байрлуулна. Энэ үед үүсэх дүрс хуурмаг тул линзийн томьёо



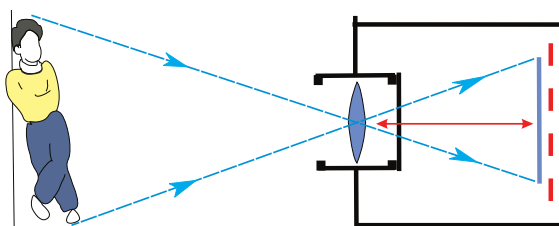
$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

гэж өөрчлөгдөнө.

**Проектор.** Дэлгэцэн дээр биеийн бодит томорсон дүрсийг үүсгэх зориулалттай багажийг проектор гэнэ.



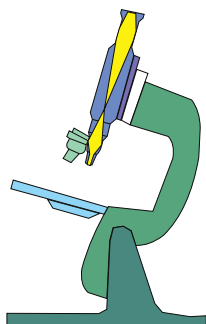
**Фотоаппарат.** Линзээс фокусын зайг 2 дахин их авснаас их зайд биеийг байрлуулахад жижгэрсэн бодит дүрс үүсдэг зарчмыг фотоаппаратад ашигладаг. Фотоаппарат



нь объектив линз, гэрэл үл нэвтрүүлэх хамгаалах гэр болон, фото хальс, хаалтнаас тогтоно. Гэрэл мэдрэгч фото хальсанд буусан негатив дүрсийг боловсруулснаар биеийн бодит зургийг гарган авах боломжтой. Нүд бол амьд фотоаппарат юм.

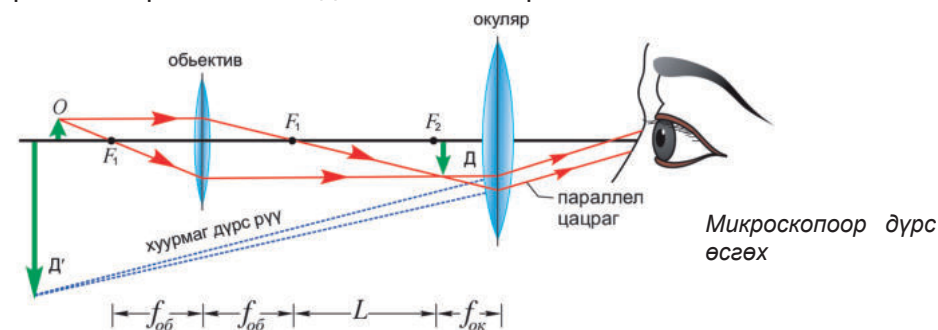


### Оптик микроскоп



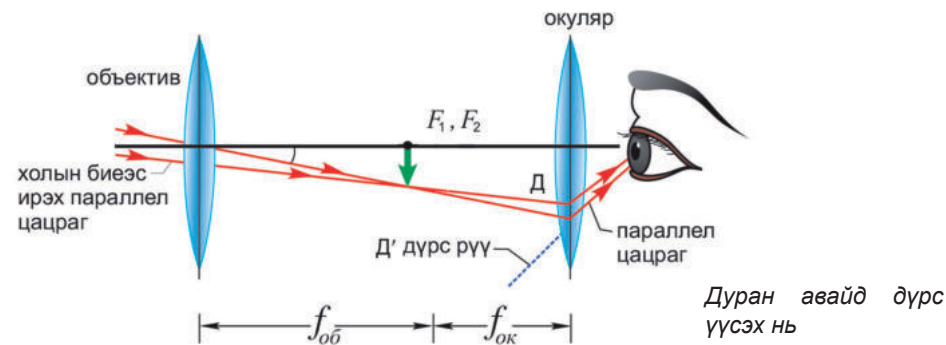
Энгийн нүдээр харах боломжгүй, жижиг биетийн хэмжээг хэдэн зуу, мянга дахин ихэсгэж харахад микроскопыг ашиглана. Микроскоп хоёр линзтэй. Харж байгаа биетэд ойрхон линзийг объектив гэх бөгөөд фокусын зай нь маш бага байна. Хоёр дахь буюу нүдний талд байгаа линзийг окуляр гэж нэрлэх бөгөөд эхнийхээс илүү их өсгөлттэй линз байна.

Микроскоп ашиглан бие хэрхэн томорч харагдахыг зурагт үзүүлэв. Микроскопын өсгөлтийг тухайн багаж дээр бичиж тэмдэглэсэн байдаг. Хамгийн орчин үеийн микроскоп 3000 дахин өсгөж харна.

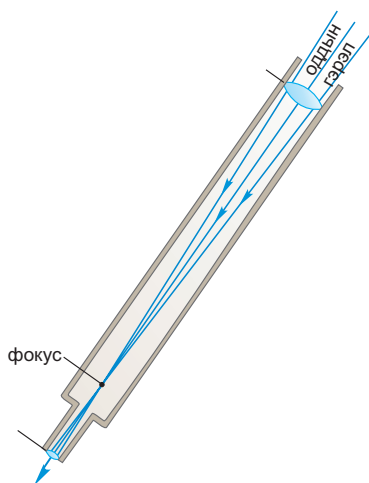


### Телескоп (дуран авай)

Бүтэц нь микроскопынхтой төстэй бөгөөд хоёр линзээс тогтоно. Гэхдээ холын зүйлсийг томруулан харах зориулалттай юм. Тиймээс дурангийн объективийн фокусын зай их байна. Объективийн тусламжтайгаар хол орших биетийн дүрсийг фокусын цэгийн орчим элдэв гажиггүй буулгана. Үүссэн дүрсийг окуляраар өсгөнө. Тиймээс дурангийн өсгөлт нь объективийн фокусын зай окулярын фокусын зайнаас хэд дахин их байхаас хамаарна.



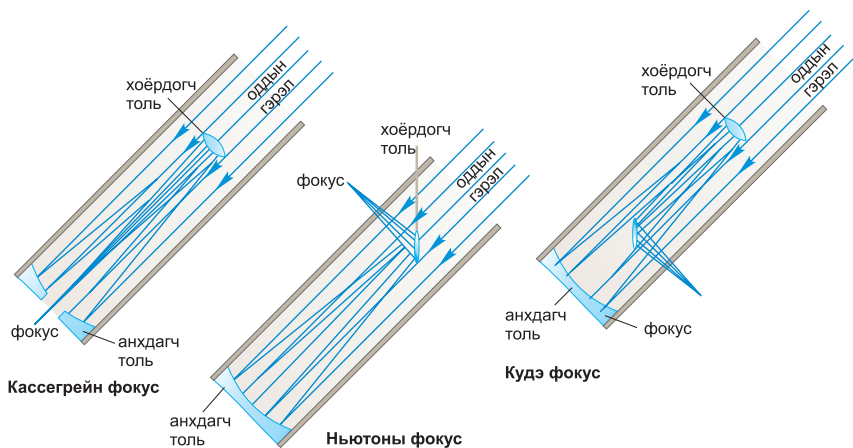
Гэрэл



Хугарлын телескопын бүтэц

Алс хол огторгуйн биетийг харахад ашигладаг телескопыг оддоос ирэх гэрлийг хураан цуглуулж байгаа аргаас нь шалтгаалан хугарлын болон ойлтын телескоп гэж ангилна. **Хугарлын телескоп.** Гэрлийг хугалахад линзийг ашигладаг тул линзэт телескоп ч гэж нэрлэдэг. Хамгийн анх Г.Галилей энэ төрлийн телескопыг бүтээж Сарны гадарга, Бархасбадийн дагуулыг ажиглаж байсан байна. Телескопын объективийн фокус окулярын фокустай давхцаж байдаг. Холын биетээс ирэх гэрлийн параллел цацрагууд объективийн фокусын хавтгайд цугларч бодит, урвуу дүрсийг үүсгэнэ. Хоёр линзийн фокус давхцаж байгаа учраас окуляраар нэвтрэх дүрс хүний нүдэнд хуурмаг, урвуу, өссөн дүрсийг харуулна.

**Ойлтын телескоп.** Ойлтын телескоп нь холын биетээс ирэх гэрлийн параллел цацрагийг эхний хүнхэр толины тусламжтайгаар толины фокус дээр цуглуулдаг. Тиймээс өөрөөр тольт телескоп гэж нэрлэх нь бий. Энэ фокустай маш ойрхон хоёрдогч толийг байрлуулж цугларсан гэрлийг биеийн дүрс үүсгэх хэсэг рүү ойлгоно.



**Тольт телескопууд.** 1. Хоёрдогч толь нь анхдагч толиноос ойсон гэрлийн багцыг анхдагч толины дунд хэсэг дэх жижиг нүхээр дүрс үүсгэх хэсэг рүү дамжуулна (Кассегрейн фокус). 2. Хоёрдогч толь нь анхдагч толиноос ирэх гэрлийг телескопын хажуу хананд гаргасан нүхээр дүрс үүсгэх хэсэг рүү дамжуулна (Ньютоны фокус). 3. Хоёрдогч толиноос ойсон гэрлийг гуравдагч толины тусламжтайгаар телескоптой хамт угсраагүй тусдаа байдаг дүрс үүсгэх хэсэг рүү гэрлийг ойлгоно (Кудэ фокус).

Одон орны судалгаанд тольт телескопыг голчлон хэрэглэж байна. Энэ телескопын давуу тал нь:

- Гэрлийн хугарлаас үүсэх элдэв нөлөө бага, гэрэл цуглуулах талбай их, тиймээс ялгах чадвар сайн.
- Хугарлын телескопын дээд үзүүр дэх объективийн шилэн линз маш хүнд учир тэнцвэртэй байрлуулахад хүндрэлтэй байдаг. Үүнтэй харьцуулахад ойлтын телескопын анхдагч толь телескопын ёроолд байрлах учир тэнцвэр сайтай.



#### **Гарын доорх материалаар өөрсдийн телескопыг хийцгээе.**

Өөрсдийн гараар телескоп хийх олон арга байдгаас хамгийн хялбар аргыг танилцуулж байна.

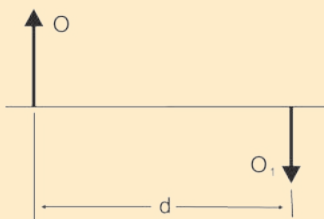
**Хэрэглэгдэх зүйлс:** Ялгаатай фокусын зайтай хоёр цуглуулагч линз, цаасан хоолой эсвэл том зузаан цаас (ватум), цавуу, скоч, хайч, өнгийн харандаа

#### **Гүйцэтгэх дараалал:**

- Цаасан хоолойноос линзүүдийн фокусын зайн нийлбэртэй тэнцүү урттай хэсгийг таслан авна. (Жишээлбэл, чиний сонгосон линзүүд 10 см ба 20 см фокусын зайтай бол хоолойны урт 30 см байна.) Хэрэв линзийн фокусын зай тодорхойгүй бол өрөөний гэрлийн доор линзээ байрлуулаад шалан дээр чийдэнгийн дүрс үүстэл дээш доош шилжүүлнэ. Шалан дээрх дүрс ба линзийн хоорондох зай нь линзийн фокусын зай болно.
- Цаасан хоолойныхоо төгсгөлүүдэд линзүүдээ бэхэлнэ. Ингэхдээ хоолойгоор гэрэл нэвтрэхгүй байхад анхаараарай. Бага фокусын зайтай линз бэхэлсэн хоолойн төгсгөлд өнгийн харандаагаар харах чиглэлийг тэмдэглэнэ.
- Ингээд чи өөрийн анхны телескопыг хийж чадлаа. Телескопын өсгөлтийг олохдоо их фокусын зайг бага фокусын зайд хувааж олох ба 20 см-г 10 см-д хуваавал 2 гарна. Энэ нь 2 дахин өсгөдөг телескоп хийлээ гэсэн үг юм. Телескоп хийх өөр олон аргыг интернэтээс хайж судлаарай.

**Өөрийгөө сорiorой**

1. Томруулагч шилээр харахын тулд биеийг хаана байрлуулахыг тайлбарлана уу.
2. Зургийн проектор гүдгэр линзтэй ба зургийг урвуу харуулан байрлуулдгийн учир юу вэ?
3. Томруулагч шилний фокусын зай 8 см бол түүнээс 6 см зайд байрлуулсан биеийн өндөр хэд дахин өсөх вэ? Байгуулалтын аргаар олно уу.
4. 75 мм фокусын зайтай ганц линзэт гэрэл зургийн аппаратаас 27 м зайд байгаа 180 см өндөртэй хүний дүрс гэрэл мэдрэгч хальсанд ямар өндөртэй буух вэ? Уг линзийн оптик хүчийг тооцоолно уу.
5. 30 см фокусын зайтай нимгэн цуглуулагч линзээс биеийг 80 см зайд байрлуулсанбол биеийн дүрс линзээс хаана, ямар зайд үүсэх вэ? Биеийн өндөр 2 см бол дүрсийн өндрийг олно уу.
6. О бие ба түүний линзэнд үүссэн бодит дүрс  $O_1$ -ийн хоорондох зай  $d = 40$  см. Линзийн гол оптик тэнхлэгийг зурагт харуулсан бол
  - а) Ийм дүрсийг гарган авахын тулд ямар линз ашиглах вэ?
  - б) Линзийг биеэс ямар зайд байрлуулах вэ?
  - в) Линзийн фокусын зай хэд вэ?



1. Огторгуйн телескопууд ямар ялгаатай байдаг вэ? Телескоп хийхэд ямар бүрэлдэхүүн хэсгүүд шаардлагатай вэ?
2. Хүн төрөлхтөн хэдий үеэс эхлэн оптик багажуудыг бүтээн амьдрал ахуйдаа хэрэглэж байсан талаар судлан бусдадаа илтгэлээ танилцуулаарай.

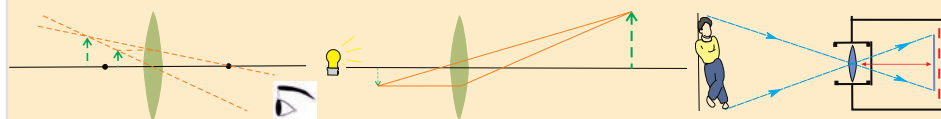


1609 онд Галилей хугарлын телескопоо бүтээжээ.



Огторгуйн Хаббл дуран авайг ашигласнаар олон шинэ нээлтүүдийг хийж байна.

Ухагдахууны сүлжээ



Томруулагч шил

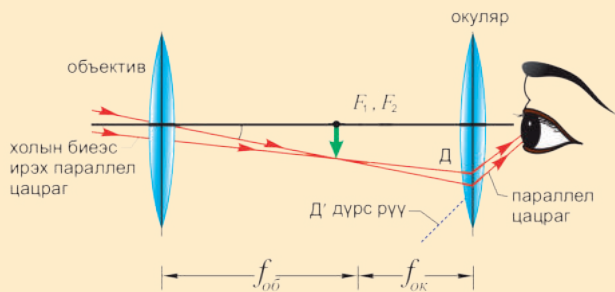
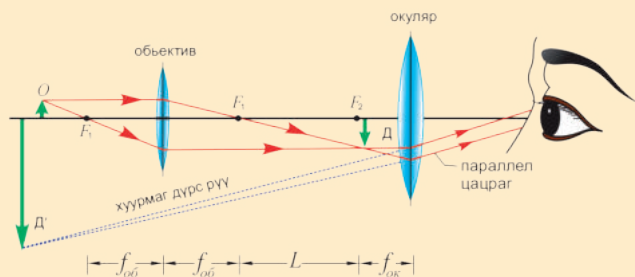
Проектор

Фото аппарат

Оптик багажууд

Оптик микроскоп

Телескоп



**Өөрсдөө судалцгаая**

Аливаа үзэгдлийн шинж чанарыг мэдэх, шалтгааныг нь ойлгохын тулд судлах, шинжлэх хэрэгтэй болдог. Ямар ч түвшний судалгаа шинжилгээ тодорхой шат дарааллаар явагдана. Багш, ангийн найз нөхөдтэйгээ хамт судалгаа хийхдээ дараах дарааллыг ашиглаарай. Гэхдээ хими, физик, математик гэх мэт шинжлэх ухаан өөр өөрийн онцлогтой байдгаас тодорхой арга барилыг шаарддагийг бүү мартаарай.

**Загварчлал ба бодит хууль**

Физикийн шинжлэх ухаанд гэрэл, дуу, хүч, хөдөлгөөн, дулаан, цахилгаан гэх мэт үндсэн зүйлийг судлах боловч эдгээрийг нэгдсэн нэг аргаар ойлгож хандах боломжтой. Жишээлбэл, гэрлийн хувьд эхлээд ойлтын болон хугарлын хуулийг сайн ойлгоод авбал бүрэн ойлтыг амархан тайлбарлах боломжтой, цаашилбал толь, линзийн дүрс үүсгэх зарчим, зургийн аппарат, микроскопын ажиллагааны үндсийг ойлгох боломжтой. Мөн бага зэргийн нэмэлт мэдээлэл л байхад солонго үүсэх, гэрлийн дифракцийг мэдэж болно. Цаашилбал, энэ хууль зөвхөн гэрлийн хувьд төдийгүй дууны хувьд биелэгдэнэ.

Эхлээд хамгийн гол хуулийг ойлгож, түүнийг ашиглан маш өргөн хүрээнд ажиглагдах үзэгдэл, мөн ямар ч хамаагүй юм шиг харагдах үзэгдлийг хүртэл тайлбарлаж болно. Энэ бол физикийн үндсэн арга юм. Тэгвэл тэр энгийн гол хуулийг хэрхэн ялгаж авах вэ? Эхлээд олон үзэгдлийг ажиглаж тэдгээрийн үр дүнг нэгтгэн бүгдэд нь ажиглагдаж байгаа үзэгдлийг ялган авч тайлбар өгнө. Дараа нь түүнийгээ янз бүрийн өнцгөөс харан бодит үзэгдэлтэй харьцуулан хэрвээ биелж байвал хамгийн энгийн гол хууль болгон тодорхойлно. Энэ маягаар гүйцэтгэж байх үед загвар ашиглаж асуудлыг шийдэх нь маш их ач холбогдолтой байдаг. Энд загвар гэдэг нь авч үзэж байгаа үзэгдэл л тод харагдаж байхаар юмс үзэгдлийг хялбарчилсан зүйл юм. Жишээлбэл, гэрлийн ойлт, хугарлыг судлахын тулд бид гэрлийн цацраг гэсэн загварыг ашигладаг. Энэ нь гэрэл шулуун тархдаг гэсэн хамгийн энгийн зарчимд үндэслэгдсэн загвар юм. Энэ маягаар энгийн гол хуулийг ялгаж авсны дараа тохирох туршлагаар түүнийгээ баталж уг хууль биелэгдэх нөхцөл, мужийг тогтоох нь чухал юм. Нэг харахад огт өөр мэт мөртөө нэг хуулинд захирагдах үзэгдлүүд ч байдаг. Ерөнхийдөө, хууль нь хэрэглэгдэх хүрээ өргөн байх тусмаа сайн хууль байдаг. Гэрлийн цацрагийн загварын хувьд хэрвээ тархаж байгаа орчны цэг бүр нь өөр өөр шинж чанартай байвал хэрэглэхэд тохиромжгүй болно.

**Физик маягаар юмыг харах, сэтгэх**

Бидний өтгөс дээдэс хүрээлэн байгаа байгалийг ихэд сонирхон ажиглаж, тэнд байгаа зүйлүүдийг нэгтгэн байгалийг ойлгохыг хичээж байжээ.

Энэ бол байгалийн ухааны эхлэл байсан ч гэж хэлж болох байх. Гэхдээ эртний египетийн үед шашин, философи гэх мэт хүний сэтгэл санаанд ургуулан бодсон төсөөлөл хүчтэй байж, шинжлэх ухаан түүний нэг багана бүтэц төдийхөн байв. Тиймээс ямар нэг үзэгдэл буруу тайлбарлагдах, шинжлэх ухааныг даран боогдуулах явдал их байсан юм. Гэхдээ хүмүүсийн байгалийг таньж мэдэх гэсэн хүсэл сонирхол дарагдсангүй. Шинжлэх ухаан философи, шашнаас тусгаарлагдан салж өөрийн хөгжлийн зам руугаа эргэлт буцалтгүй орсон юм. Гол хууль болгосон зүйлээ эхлэл болгон аливаа судал даган үнэн бодитыг мэдэх гэсэн шинжлэх ухаанч үзлийг ойлгож хүлээн авах болсон юм. Ингээд энэ урсгал дунд физик маягаар тунгаан бодох үүсэж хөгжсөн юм. Өөрөөр хэлбэл, хэд хэдэн юмс үзэгдэл дотроос гол хуулийг ялган авч түүгээрээ өргөн муж дахь үзэгдлийг тайлбарлана. Цаашилбал, түүнийгээ ашиглан үл мэдэгдэх үзэгдлийг таамаглана. Одоо шинжлэх ухаан технологийн гол суурь болсон физикийн шинжлэх ухаан энэ маягаар хөгжин урагшилж байна.

1. Сонирхож байгаа үзэгдлийг ажиглан бүх зүйлийг бус маш гол зүйлд нь анхаарлаа хандуулна. Түүн дээрээ үндэслэн юмс үзэгдлийг тайлбарлана.
2. Таамаглал дээрээ үндэслэн бодит үзэгдлийг загварчлан эндээс гол үндсэн хуулийг ялгаж авна.
3. Тохирох туршлагаар тухайн хуулийг бататгаж хэрэглэгдэх нөхцөл зэргийг тогтооно. Энэ үзэгдэлд хамаарах өөр үзэгдэл байна уу гэдэг талаар бодож үзнэ.
4. Энэ бол физикийн шинжлэх ухаанд хэрхэн хандах талаарх гол ойлголт юм. Одоо физикийн хичээлийг судалж байхдаа биеэ дааж хэрхэн судалгаа хийх талаар товчхон тайлбарлая.

### **Бие даан хэрхэн судалгаа хийх вэ?**

#### **1. Судлах сэдвээ сонгоно.**

Шинжлэх ухааны асуудал: хичээлийн үед сонирхолтой санагдсан, эсвэл гайхсан, эсвэл илүү ихийг мэдэхийг хүссэн зүйл.

Амьдрал дээрх асуудал: өдөр тутмын амьдралаас гайхсан, мэдэхийг хүссэн зүйл

Сонин хэвлэлээс: сонин, телевиз, ном болон интернэтээс олсон мэдээлэл дээрээ үндэслэн

Юм бүтээж байхдаа: ойр орчимдоо байгаа янз бүрийн багаж зэвсгийн ажиллах зарчмын талаар гайхаж бодсон зүйлээ хялбаршуулан бүтээж тайлбарлаж үзье. Эсвэл ямар нэг багажгүйгээр хийж болохгүй зүйлийг яавал хялбар хийж болох вэ гэх мэт бодож сэдвээ сонгоно.

#### **2. Судалгааны төлөвлөгөө гаргана.**

- Судалгаа хийхийн тулд ном, интернэт гэх мэтийг хэрэглэн судалгаандаа холбоотой агуулга, текстийг эрж олно.
- Бэлтгэл ажил, гүйцэтгэх арга гэх мэт тодорхой төлөвлөгөө гаргана.
- Хэрэглэгдэх багаж зэвсэг, урвалж материалын талаар багштайгаа зөвлөлдөнө.

## Гэрэл

- Баримжаагаар ямар үр дүн гарах талаар ойлголттой болохын тулд холбогдох мэдээллийг цуглуулж уншина.

### 3. Ажиглалт, туршилт, судалгаа явуулна.

Аюулгүй байдлыг голлон анхаарч ажлаа гүйцэтгэнэ.

Ажиглалт, туршилтын төлөвлөгөөг гаргана: Ямар хэрэглэгдэхүүн хэрэгтэй, ямар дарааллаар ажиглалт туршилтаа гүйцэтгэх, ямар хэмжигдэхүүнийг хэмжих эсвэл ажиглах, ямар аргаар хэмжилт тооцоогоо хийх вэ, ямар үр дүн гаргаж авах вэ зэрэгт чиглүүлж төлөвлөгөө гаргана.

Ажиглалт, туршилт явуулж үр дүнг тэмдэглэнэ. Үр дүн зөрөөтэй, ойлгомжгүй гарсан тохиолдолд хэрэглэсэн арга хийсэн туршилт, хэмжилт зөв эсэхийн талаар сайтар ярилцан дахин гүйцэтгэнэ.

### 4. Үр дүнг нэгтгэн боловсруулна.

Тоон үр дүнг хүснэгт, эсвэл графикаар, ажиглалтын үр дүнг зураглан тэмдэглэж нэгтгэнэ. Нэгтгэж боловсруулсан үр дүнгээсээ ойлгосон зүйл болон яагаад ийм үр дүн гарсан талаар тунгаан бодно.

Судалгааны зорилго биелэгдсэн талаар дүгнэж үзнэ.

### 5. Тайлан бичнэ.

Судалгаа гүйцэтгэсэн явцаа тайлан болгон нэгтгэн бичнэ.

### 6. Илтгэл тавина.

Компьютер, үзүүлэн, видео тоглуулагч зэргийг ашиглан бусдад ойлгогдохоор, энгийн үгээр илтгэнэ.

Бусдын саналыг сонсоод өөрийн судалгааны сайн болон дутагдалтай талын талаар дүгнэнэ.

## Туршилтаа зөв бөгөөд аюулгүй гүйцэтгэхийн тулд мэдэж байх ёстой зүйл

### 1. Туршилт хийхээс өмнө:

- Юуг яаж судлах гэж байгаагаа мэдэж байгаа юу?
- Аюултай байж болох бодис, багаж төхөөрөмжтэй хэрхэн харьцах талаар багшийн зөвлөгөө, сануулгыг сайтар сонсож, өөрөө сайн ойлгож авсан уу?
- Хамтаараа ажиллаж байгаа тохиолдолд хүн бүрийн гүйцэтгэх ажлыг тодорхой болгон, ямар дарааллаар хийхээ сайтар ярилцсан уу?

### 2. Туршилтын үед:

- Хэрэглэгдэх зүйлс, багаж төхөөрөмж, бодисыг бэлдэж хэрэглэгдэхгүй бусад зүйлийг ойр байлгахгүй байх.
- Үүрэг бүрээ сайтар ойлгон, осол аюулгүйн дүрмийг баримтлан туршилтаа гүйцэтгэх.
- Сайтар ажиглан, туршилтын тэмдэглэлийг тодорхой хөтлөх.
- Гаргаж авсан үр дүнгээ зөв эсэхийг шалгах, гүйцэтгэх дараалал, хэрэглэх багажаа буруу сонгосон эсэхээ сайтар шалгах.

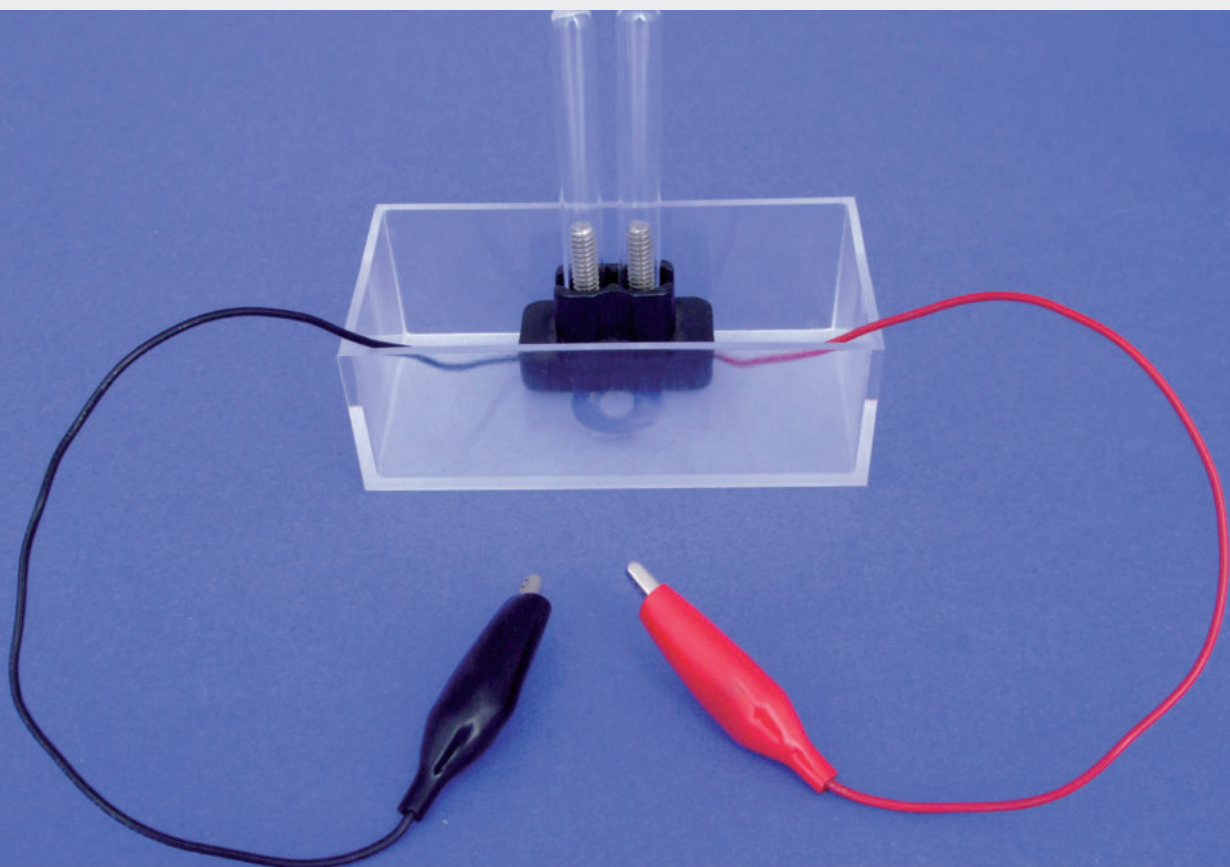
### 3. Туршилтаа дуусгаад:

- Хэрэглэсэн багаж төхөөрөмж, зүйлсийг хурааж байранд нь тавих.
- Хэрэглэсэн ширээ, байраа цэвэрлэж хог үлдээхгүй байх.



**V БҮЛЭГ**

**НЭГДСЭН  
БОДЛОГО  
ДААЛГАВАР**



## Нэгдсэн бодлого, даалгавар

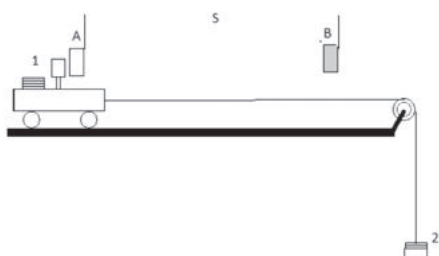
### Бодлого 1. Туршилтыг төлөвлөх

“Механик хөдөлгөөнийг судлах” багажийг ашиглан сурагч дараах туршилт хийв.

**Даалгавар №1:** Туршилтын хэсэг бүрийг уншаад шинжлэн судлах үйлийн тохирох нэрийг гарчиг болгон дөрвөлжинд бичнэ үү.

А

Хэвтээ байрласан хөнгөн цагаан зам дээр А ба В мэдрэгчийг цувуулан байрлуулж, А –аас В хүртэлх хугацаа хэмжих **TIME A to B** горимд тавьж хэмжилт хийжээ. А мэдрэгчийг тэргэнцэр дөнгөж хөдөлж эхлэх цэгт, нөгөөг нь түүнээс 60 см зайд байрлуулав. Тэргэнцэрт утас бэхэлж, эргэвч дээгүүр дамнуулан утасны нөгөө үзүүрт дүүжлүүр зүүв. Тэргэнцэр дээр 10 г –ийн ачаанууд хэд хэдийг байрлуулав. Дэнсээр ачааны системийн массыг хэмжив.



Б

Хүч үйлчлэхгүй бол ачаа хөдлөхгүй. Хүнд ачаа зүүхэд тэрэг хурдан болно. Иймд хурдатгал хүчнээс шууд хамаарах байх.

В

Г

Хурдатгал хүчний хамаарлыг судалъя.

Тэргэнцэр 1 ба дүүжилсэн ачаа 2 –ыг хамтад нь ачааны систем хэмээн үзэж нийт массыг дэнсээр хэмжинэ. Үйлчлэх хүч болгож дүүжилсэн ачаа 2 –ын хүндийн хүчийг авна. Тэргэнцэрийн хурдатгалыг олохдоо жигд хурдсах хөдөлгөөний

$$a = \frac{2S}{t^2}$$

томъёог ашиглаж, зам ба хугацааг хэмжих замаар хурдатгалыг тооцоолж олно.

*Нэгдсэн бодлого, даалгавар*

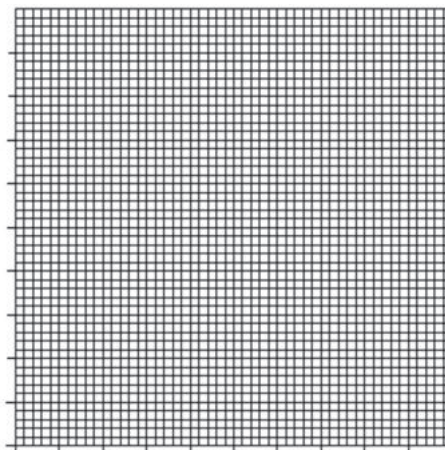
**Даалгавар №2.** Хүч ба хурдатгалын хамаарлыг туршлагаар шалгах үед ямар хэмжигдэхүүнүүдийг тогтмол барих вэ? Тогтмол байлгах хэмжигдэхүүнүүдийг, түүнийг тогтмол байлгах аргыг товч илэрхийлнэ үү.

Тогтмол барих хэмжигдэхүүн	Тогтмол байлгах арга

Д

Сурагчийн хийсэн хэмжилтийн дүнг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

$F, \text{H}$	$a, \text{m/s}^2$	
0	0	
0.20	0.35	
0.30	0.57	
0.40	0.75	
0.50	0.99	
0.60	1.20	
0.70	1.42	
0.80	1.62	
0.90	1.83	
1.00	1.97	



**Даалгавар №3.** Хэмжилтийн үр дүнгээр хүчнээс хурдатгал хамаарах график зурна уу. Зүй тогтлыг хамгийн сайн илэрхийлэх шулуун зур.

*Нэгдсэн бодлого, даалгавар*

**Даалгавар №4.** Сурагчийн таамаглал батлагдсан эсэх талаар саналаа бичиж, үндэслэнэ үү.

Батлагдсан эсэх: . . . . .

Үндэслэл: . . . . .  
 . . . . .

Шулууны өнцгийн коэффициентийг тооцоолж ол.

. . . . .  
 . . . . .

Өнцгийн коэффициент =

Өнцгийн коэффициентийг ашиглан ачааны системийн массыг тооцоолж олно уу.

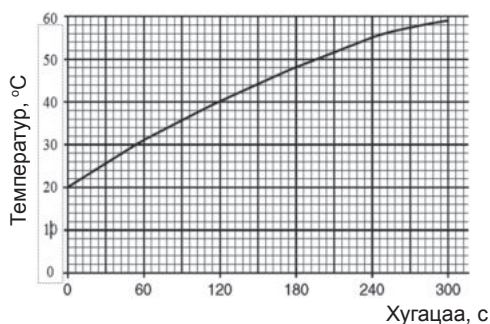
масс =

**Даалгавар №5.** Туршилтын үр дүнгийн талаар дүгнэлт хийнэ үү. Туршилтыг сайжруулах, алдааг багасгах талаар саналаа бичнэ үү.

. . . . .  
 . . . . .

**Бодлого 2. Туршилтыг хэрхэн зөв хийх вэ?**

а. Сурагч хөнгөн цагаан савтай усыг 5 мин турш цахилгаанаар халаав. Усны температур - хугацааны графикийг зурагт үзүүлэв.



Эхний 120 с дэх температурын өсөлт  $\Delta t_1$  ба хоёрдахь 120 с дэх температурын өсөлт  $\Delta t_2$  -ийг ол.

Эдгээр утга ялгаатай байгаагийн учрыг тайлбарла.

б. Сурагч төмрийн хувийн дулаан багтаамжийг олохын тулд эхний удаа тасалгааны температуртай, хөнгөн цагаан савтай усандаа

*Нэгдсэн бодлого, даалгавар*

төмөр биеэ хийж хэсэг байлгаад, түүнийг авч халуун устай саванд хийж хэсэг хутгаад температурыг жигдлээд хэмжив. Төмөр биеийн масс 100 г, усны масс 100 г, тасалгааны температур 20.0°C, халуун усны температур 60.0°C, системийн температурыг 54.4°C гэж хэмжсэн. Усны хувийн дулаан багтаамж 4200 Ж/кг·град. Өгөгдлийг ашиглан төмрийн хувийн дулаан багтаамж  $c_{T1}$  -ийг тооцоолно уу.

Хоёрдахь туршилтаар төмөр биеэ халуун усандаа байлгаж температурыг жигдлээд хэмжихэд термометрийн заалт 60.0°C байсан ба тасалгааны температуртай 100 г усанд төмөр биеэ хурдан хийж дээрхийн ижил хугацаанд хутгав. Тэгээд системийн температурыг хэмжихэд 24.2°C гарав. Өгөгдлийг ашиглан төмрийн хувийн дулаан багтаамж  $c_{T2}$  -ийг тооцоолно уу.

$c_{T1}$  ба  $c_{T2}$  –ийн утга эрс ялгаатай байгааг сурагч ихэд гайхаад шалтгааныг олсонгүй. Эргэлзэж байгаа бол туршилтыг давтан хийж үзээрэй.

Ялгаатай байгаа шалтгааныг тайлбарлаж тусална уу.

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

Аль утга нь жинхэнэ утганд илүү дөхүү бол? Яагаад?

.....

Туршилтын нарийвчлалыг сайжруулах 3 санаа дэвшүүлнэ үү.

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

**Бодлого 3. Туршилтын баримт**

1815 онд эрдэмтэд нэгэн туршилтыг хийжээ. Ижил урттай, өөр диаметртай цагаан алтан утсыг Вольтын батарейд залгажээ. Эхний удаад цуваагаар, хоёрдахь удаад зэрэгцээгээр холбосон байна. Эхний удаад зөвхөн нарийн утас нь хайлж тасарсан бол, хоёрдахь тохиолдолд бүдүүн нь хайлжээ. Түүнээс хойш бүтэн 25 жил энэ туршилтын учрыг олоогүй гэдэг. Харин чи юу гэж бодож байна вэ?

*Нэгдсэн бодлого, даалгавар***Бодлого 4. Ажиглалтаас асуудал дэвшүүлэх**

Дараах текстийг уншаад шинжлэн судлах үйлийн тохирох нэрийг гарчиг болгон дөрвөлжинд бичнэ үү.

А

Эртний египетүүд зуны хамгийн урт өдөр жин үдийн үед Сиена хотын (одоогийн Асуан) хамгийн гүн худгийн ёроолд нарны гэрэл тусдаг болохыг ажиглажээ. Харин Александрия хотод тэгэхгүй байв. Энэ мэдээлэлд үндэслэн шинжлэх ухааны ямар асуулт тавьж болох вэ?



Б Шинжлэх ухаанч асуулт

.....

.....

.....

Учир шалтгааны үндэслэл бүхий таамаглал дэвшүүлнэ үү.

В Шинжлэх ухаанч таамаглал

.....

.....

.....

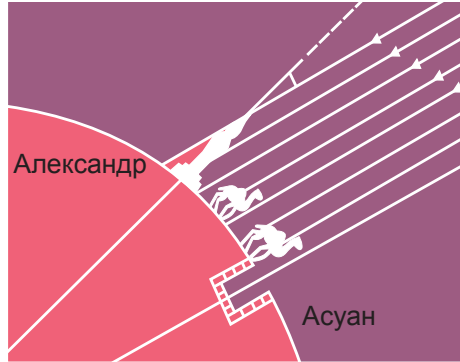
Таамаглалаа нотлоход ямар нэмэлт мэдээлэл, арга шаардлагатай талаар хэлэлцэж мэдээлэл цуглуулна уу.

Г Мэдээлэл цуглуулах

### Ашиглаж болох түүхэн баримт

Бодлогын эхэнд тавигдсан А мэдээлэлд үндэслэн Грекийн эрдэмтэн Эратосфен Киренский дэлхийг бөмбөрцөг хэлбэртэй гэсэн таамаглал дэвшүүлж, түүний радиусыг тооцоолоход ашиглахаар шийджээ.

МЭӨ 240 оны хамгийн урт өдөр Александрия хотод урт зүүтэй аяга ашиглаж тэнгэр дэх нарны өнцгийг тодорхойлсон. Хэмжилтээр  $\alpha=7$  градус 12 минут буюу тойргийн уртын  $1/50$  болсон байна. Хоёр хотын хоорондох зай 5,000 стадия (египетээр 1 стадия =158 м) байв.



Мэдээлэлдээ тулгуурлан таамаглалаа үнэн эсэхийг нотлох тооцоо хийж, дүгнэлт гаргана уу.

Д Дүгнэлт

Орчин үеийн хэмжилтээр дэлхийн радиус дунджаар 6,371 км гардаг. Алдааг тооцоолно уу.

Киренскийн аргыг ашиглаж, биеийн сүүдрийн уртаар дэлхийн радиусыг олох арга боловсруулж түүнийгээ баримтаар нотолно уу.

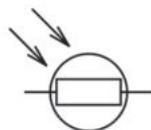
Е Шинэ санаа ба шинэ арга

## Нэгдсэн бодлого, даалгавар

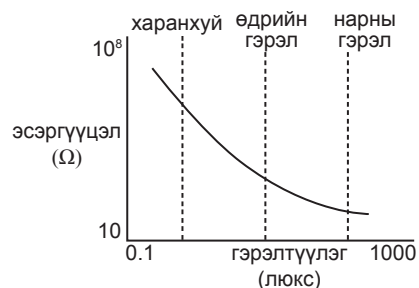
### Бодлого 5. Гэрлэн резистор

LDR (Light Dependent Resistor) буюу гэрлэн резисторын эсэргүүцэл нь тусах гэрлийн эрчмээс хамаардаг онцлогтой байдаг. Товчоор хэлбэл ГР (гэрлэн резистор) гэрэл мэдэрдэг.

Хэлхээний тэмдэглэгээ:



Гэрэл тусгахад түүний эсэргүүцэл нь багасдаг, харанхуй болоход огцом нэмэгддэг.



Мөн гэрлэн резисторын эсэргүүцэл нь тусах гэрлийн долгионы уртаас хамаардаг. Гэрлэн резисторыг электроникийн дэлгүүрээс хямдаар худалдан авч болно.

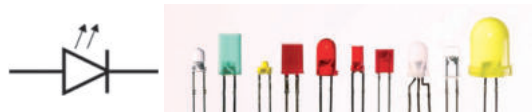
Гэрлэн резисторын шинж чанарыг судлах туршилтын төлөвлөгөө гаргаж, судална уу.

Гэрлэн резисторыг маш олон зорилгоор ашиглаж болно. Юунд ямар зорилгоор ашиглаж болох талаар хэлэлцэнэ үү. Судалгаа хийнэ үү.

### Бодлого 6. Гэрлэн диод

LED (Light-emitting diode) буюу гэрлэн диод нь гэрэл цацаргадаг. Анх 1962 онд маш сулхан хэт улаан туяа цацаргадаг диодыг бүтээж байсан. Орчин үед үзэгдэх болон хэт ягаан, хэт улаан гэрлийг эрчимтэй цацаргах чадвартай LED –үүдийг бүтээжээ. Түүнчлэн LED нь хурдан асаж унтрах чадвар, урт хугацааны ашиглалт, энергийн үр ашигтай зарцуулалт, цацаргах гэрлийн өнгө, авсаархан хэмжээ, хямд үнэ зэрэг олон давуу талтай. LED –ийг байгууллагын реклам чимэглэл, цагдаагийн машины дохиолол, автомашины гэрэлтүүлэг, тасалгааны чийдэн, гудамжны гэрлэн дохио, зургийн аппаратын гэрэлтүүлэгч, телевизорын дэлгэц гэх мэт маш олон зүйлд хэрэглэдэг.

Хэлхээний тэмдэглэгээ:



Гэрлэн диодыг электроникийн дэлгүүрээс олон тоогоор хямдаар худалдан авч болно. Гэрлэн диодын хүчдэл гүйдлийн хамаарлыг судлах туршилтын төлөвлөгөө гаргаж, судална уу.

Гэрлэн диодыг ямар зорилгоор ашиглаж болох талаар хэлэлцэнэ үү. Судалгаа хийнэ үү.