

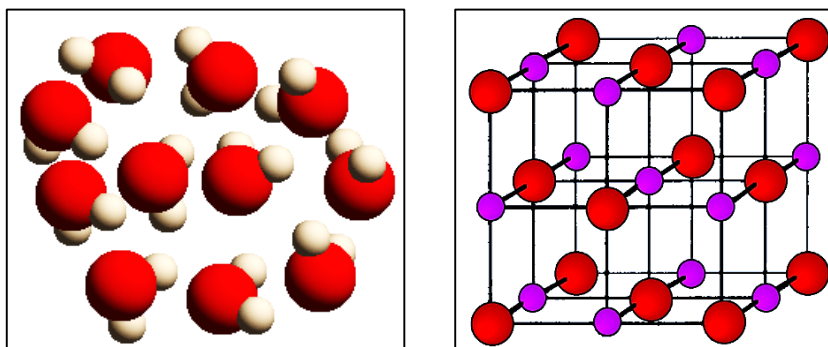
Бөөмөн загвар

Бидний эргэн тойронд байгаа биес, үзэгдлүүдийг судлахад төвөгтэй олон шинж чанаруудтай. Иймд бие, үзэгдлийг судлахын тулд загварыг ашигладаг. Ямар нэг загварыг хэрэглэхийн тулд бие ба үзэгдлийн хамгийн чухал шинж чанаруудыг сонгоно. Жишээлбэл, хийн загварыг бүтээхийн тулд:

1. Хий нь хатуу ба шингэн биеүдтэй харьцуулбал хялбархан шахагддаг.
2. Хий нь хөдөлгөөнтэй, тэр ч байтугай бие биедээ хялбархан нэвчиж ордог.
3. Хийн төлөвт бодисын нягт хатуу ба шингэн төлөв дэх нягтаас эрс бага гэх мэт туршилтаар тогтоогдсон гол шинж чанаруудыг сонгодог.

Энэ баримтууд дээр тулгуурлан хийн төлөвт байгаа аливаа бодис бие биеэсээ хол зайтай орших асар олон тооны молекулуудаас, харин хатуу ба шингэн төлөвт бодис нь өөр хоорондоо ойрхон байрласан молекулуудаас тогтоно гэсэн дүгнэлт гарчээ. Хийн молекулууд байнгын хөдөлгөөнд оршино гэсэн маш чухал нэмэлтийг оруулснаар түүний шинж чанаруудыг тайлбарлаж болдог. Эндээс үзвэл загвар нь судалж буй бие ба үзэгдлийн хамгийн чухал шинж чанарыг нь тусгасан байх шаардлагатай юм.

Аливаа загвар бодитой эсэхийг юуны өмнө лабораторит туршсан байх учиртай. Загварын үндсэн дээр урьдчилан хэлсэн шинж чанар бодит байдалд илэрсэн шинж чанартай тохирох нь загварын сайн шинж юм. Физикт ингэж туршигдсан олон загвар байдаг. Ус, хоолны давсын бүтцийг дараах хэлбэрээр загварчиллаа.

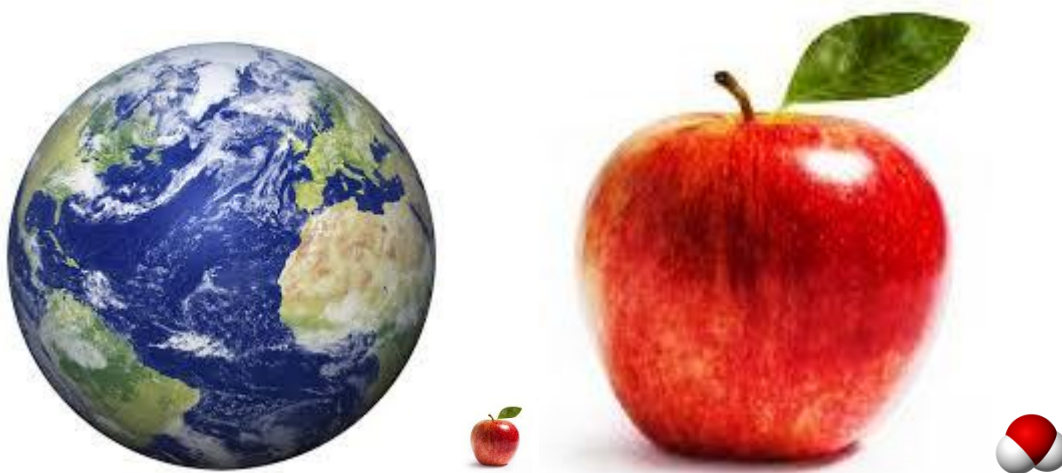


Энэ загварт бөөмсийг бөмбөлгөөр дүрслэв.

Бодисын бөөмс. Молекул ба атом

Бүх бодис бөөмсөөс тогтдог тухай таамаглал 2400 гаруй жилийн өмнө үүсчээ. Гэвч зөвхөн 19-20-р зууны зааг дээр энэ бөөмс нь юу болох, ямар шинж чанартай нь тогтоогджээ.

Бодисыг бүрдүүлж байгаа бөөмсийг молекул, атом ион гэж нэрлэдэг. Жишээлбэл, усны хамгийн жижиг бөөм нь усны молекул, бал чулууны хамгийн жижиг бөөм нь атом, хоолны давсны хамгийн жижиг бөөм нь ион юм. Молекул ямар хэмжээтэй вэ? Элсэн чихрийг нунтаглаж өчүүхэн жижиг үртэс болгож болдог. Улаан буудайг тээрэмдэж гурил хийдэг. Ургамлын тосны дусал усны гадаргуугаар нүүж хүний үсний диаметрээс арав гаруй мянга дахин бага зузаантай хальсыг үүсгэдэг. Гэвч гурилын ширхэг ба тосны хальсанд тоо томшгүй олон тооны молекул агуулагддаг. Тэгвэл эдгээр бодисуудын молекулын хэмжээ нь гурилын ширхэгийн хэмжээ ба тосны үүсгэх хальсны зузаанаас бүр ч бага байх нь. Молекулын хэмжээний талаар ойролцоо дараах харьцуулалтыг хийж болох юм. Давжаа алим дэлхийн бөмбөрцгөөс хэд дахин бага байдаг шиг молекул нь алимнаас төд дахин бага байдаг.



Молекулыг энгийн нүдээр харж чадахгүй. 1000 дахин өсгөдөг микроскопд ч молекул харагддаггүй. Молекулын хэмжээг тодорхойлсон олон тооны туршилтууд хийгдэж байв.

Броуны хөдөлгөөн

Шотландын ургамал судлаач Роберт Броун анх усан доторх цэцгийн тоосонцрын хөдөлгөөнийг микроскопоор ажиглаж, цэцгийн тоосонцрууд эмх замбараагүй хөдөлж байгааг илрүүлжээ. Тэрээр эхлээд тоосонцор амьд юм болов уу гэж бодсон боловч өөр олон төрлийн жижиг хэсгүүдийн хөдөлгөөнийг ажиглаад эмх замбараагүй хөдөлгөөн хийдэг үл үзэгдэх жижиг бөөмс оршин байна, тэр нь тоосонцрын мөргөж хөдөлгөжээ гэсэн дүгнэлтэд хүрчээ.

Биеийн молекулууд тасралтгүй хөдөлж байдгийг Английн ургамал судлаач Броун 1827 онд туршилтаар нээжээ. Шингэнд агуулагдсан гадны ямар нэг бодисын

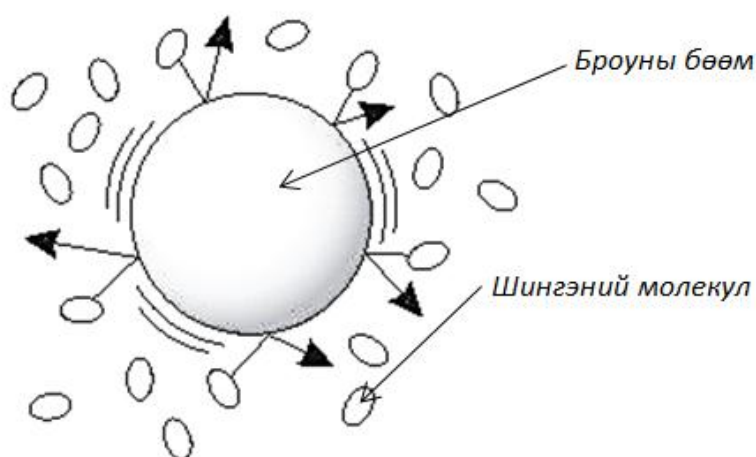
жигжиг хэсгүүд нь тасралтгүй хөдөлгөөн хийдэг. Ийм жигжиг хэсэг бүрийн хурдны чиглэл ба хэмжээ нь байнга өөрчлөгддөг. Жигжиг хэсгийн хөдөлгөөн ямар нэг давамгайлсан чиглэлгүй, эмх журамгүй байна. Энэ жигжиг хэсгийг Броуны бөөм гэж нэрлэдэг.

Броуны бөөмийн хөдөлгөөнийг ажиглахын тулд нунтагласан усан будгийг усанд хутгаж, будгийн жигжигхэн хэсгүүдийн тасралтгүй хөдөлгөөнийг микроSCOPOOр харж болно. Температур нэмэгдэхэд Броуны бөөмийн хурд ихэсдэг.

Броуны хөдөлгөөн хийд ч ажиглагддаг. Агаарт байгаа утааны Броуны хөдөлгөөн хэзээ ч зогсдоггүй.

Броуны хөдөлгөөний шалтгаан нь Броуны бөөмсийн оршиж байгаа шингэн буюу хийн молекулуудын байнгын тасралтгүй хөдөлгөөн юм. Шингэний молекулууд Броуны бөөмийн тал талаас нь мөргөнө. Гэвч молекулын хөдөлгөөн нь эмх журамгүй учраас Броуны бөөм аль нэг талаасаа илүү олон тооны мөргөлт авч тахир шугамаар хөдөлдөг.

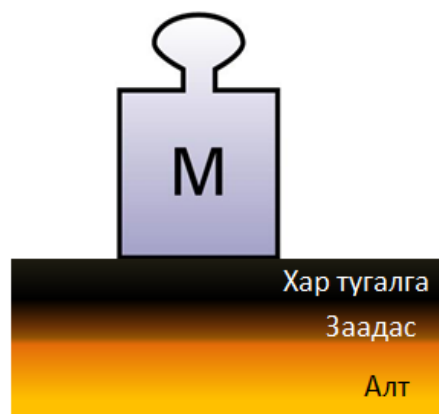
Броуны хөдөлгөөнийг туршилтаар францын эрдэмтэн Ж.Перрен дэлгэрэнгүй судалсан бөгөөд молекулын массыг тодорхойлжээ.



Броуны хөдөлгөөн нь бодисын бүтцийн кинетик онолын нэг чухал баталгаа болдог.

Дуффуз

Бие биетэйгээ шүргэлцэж буй янз бүрийн бодисууд харилцан нэвчих үзэгдлийг диффуз гэнэ. Диффузийг хийд хялбархан ажиглаж болно. Тасалгааны нэг буланд үнэртэй усыг цацвал нөгөө буланд дорхноо үнэртдэг. Диффузи нь шингэн ба хийд төдийгүй хатуу биед явагддаг. Өнгөлсөн толигор тугалган болон алтан ялтсуудыг давхарлан тавьж, хүнд ачаагаар дарсан байна. Тасалгааны температурт 5 жил байлагсны дараа үзэхэд алт ба тугалга бие биедээ 1 см зайд нэвтэрсэн залгаас үүсгэсэн нь ажиглагджээ.

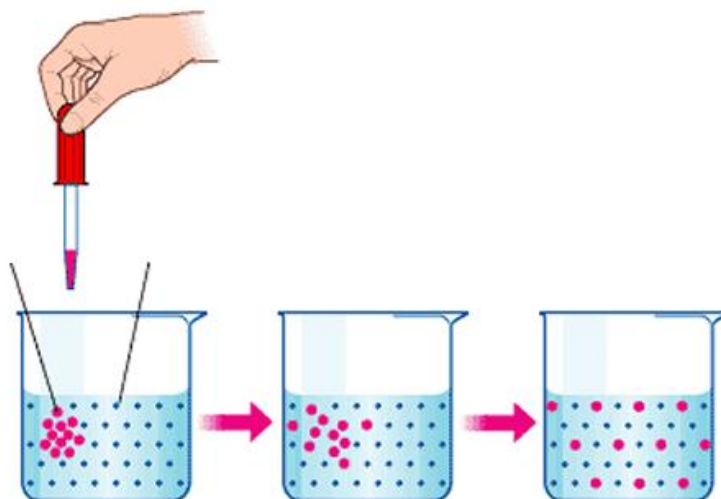


Хавиралдаж байгаа биесийн эмх журамгүй хөдлөх молекулууд бие биедээ шилжсэн байна.

Нэг бодисын бөөмс өөр нэг бодис дотор нэвчин тархахыг нэвчих үзэгдэл буюу диффузи гэнэ.

Нялцгай зуурсан гурилыг тасалсны дараа зэрэгцүүлээд тавихад хэсэг хугацааны дараа хоорондоо наалдсан байдаг. Цайг сүлэхэд амархан холилддог. Бороо орсны дараа газрын гадарга дээр тогтсон ус аажмаар хөрсөнд нэвчин ордог. Хоол хийж байхад үнэр нь гэрийн аль ч хэсэгт үнэртдэг. Мөн давс, элсэн чихэр шингэн дотор уусах болон будгийг усанд хий найруулах гэх мэт эдгээр нь бүгд нэвчих үзэгдэл юм.

Диффуз бодисын бөөмсийн хөдөлгөөнтэй холбоотой. Бөөмсийн хөдөлгөөний хурд их үед дуффузийн үзэгдэл төдий чинээ хурдан явагдана. Мензурктай шингэнд будаг дусаахад будгийн молекулууд шингэний молекулуудын зай завсраар орж тархана.



Бөөмсийн хөдөлгөөний хурд температуртай шууд холбоотой байдаг. Учир нь температурыг нэмэгдүүлэхэд молекулын эмх журамгүй хөдөлгөөний хурд ихэсдэг. Бодисын молекулын эмх журамгүй хөдөлгөөнийг дулааны хөдөлгөөн гэж нэрлэдэг. Дулааны хөдөлгөөнд асар олон тооны молекул оролцдоогоороо механик хөдөлгөөнөөс ялгаатай.

Диффузын үзэгдэл байгальд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Дэлхийн гадаргуугийн ойролцоох агаар мандлын хийн найрлага нэг төрөл байдаг нь диффузитэй холбоотой. Хөрсөн дэх төрөл бүрийн давсны уусмалын диффузээр ургамал тэжээгдэж байдаг.

Бодисын бөөмсийн харилцан үйлчлэл

Аливаа бие атом буюу молекулуудаас тогтдогийг бид мэднэ. Гэвч хатуу биеийг хэсгүүдэд хуваахад яагаад хэцүү байдаг учир нь молекулуудын хооронд таталцлын хүч үйлчилдэг. Энэ хүчнүүд биеийн нэг хэсгийг нөгөөгөөс салгах гэсэн аливаа оролдлогод эсэргүүцэл үзүүлдэг. Молекулуудын таталцлын хүч маш бага зайд үйлчилдэг. Хагарсан шилний хэлтэрхийнүүдийг нэгтгэж, анхны байдалтай болгож болдоггүй. Яагаад гэвэл хэлтэрхийнүүд харилцан адилгүй хэлбэр хэмжээтэй байснаас болж, молекулын таталцлын хүч илрэх зайд тэдгээрийг ойртуулах боломжгүй юм. Гэвч шилийг халааж уяруулбал уярсан хэсгүүдийг наалдуулж болдог.

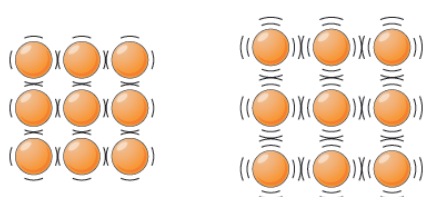
Шингэний хоёр дуслыг шүргэлцүүлэхэд нэг дусал болж нэгддэг нь шингэний бөөмсийн хоорогдох харилцан үйлчлэлийн хүчний илрэл юм. Хатуу биеийг сунгахад төвөгтэй, шингэнийг шахахад бас бэрхшээлтэй. Иймд молекулын хоорондох хүч нь таталцлын төдийгүй түлхэлцлийн шинжтэй байна. Үүнийг биеийг сунгах болон агшаахад эсэргүүцдэгээр тайлбарлаж болно. Бодисын бөөмсийн таталцал буюу түлхэлцэл нь бөөмс маш ойрхон байрласан үед л үүсдэг. Бөөмсийг тэдгээрийн хэмжээтэй жишихүйц зайд ойртуулбал эхлээд таталцал илэрч, цааш нь улам бүр ойртуулбал түлхэлцэл таталцлаас давамгайлж ирдэг.

Хийн нягт хатуу болон шингэн биеүүдийн нягтаас эрс бага. Жишээлбэл, 10⁰C-ийн температур ба 1 атм. даралтын үед усны уурын нягт ийм нөхцөлд байгаа усны нягтаас 1670 дахин бага байдаг. Ийм учраас хийн бөөмс нь хатуу болон шингэн биеүүд дэх бөөмсөөс харьцангуйгаар илүү хол зайд оршдог. Хэрэв хийн нэг молекул тухайн агшинд ямар нэг чиглэлд хөдөлж байгаа бол энэ хөдөлгөөн савны ханыг мөргөх буюу бусад молекултай мөргөлдөх хүртэл үргэлжилнэ. Бодисын бөөмс харилцан үйлчлэх тул эдгээр нь потенциал энергитэй.

Бодисын агрегат төлвүүдийн хувирал

Бодис бүхэнд байдаг ерөнхий агрегат төлвүүд нь хатуу, шингэн ба хийн төлвүүд юм. Бүх бодис энэ гурван төлөв дээр тодорхой температур ба даралтад оршдог. Температур ба атмосферийн даралтын тодорхой нэг утгад бодис зөвхөн нэг төлөвтөө байдаг. Жишээлбэл, тасалгааны температурт хүчилтөрөгч хий, ус шингэн, зэс хатуу төлөвт оршдог.

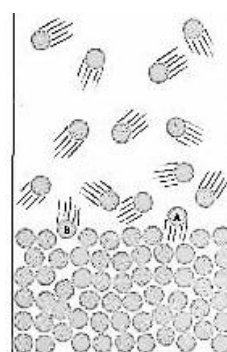
Хатуу, шингэн ба хийн төлвүүдийн үндсэн ялгаа нь тэдгээрийн бөөмсийн байрлал ба харилцан үйлчлэлтэй холбоотой юм. Хольцгүй хатуу биед молекулууд өвөрмөц гурван хэмжээст байгууламжийг үүсгэн байрласан байдаг. Энэ журамлагдсан байгууламжийг нь оронт тор гэж нэрлэдэг.



Халаахад

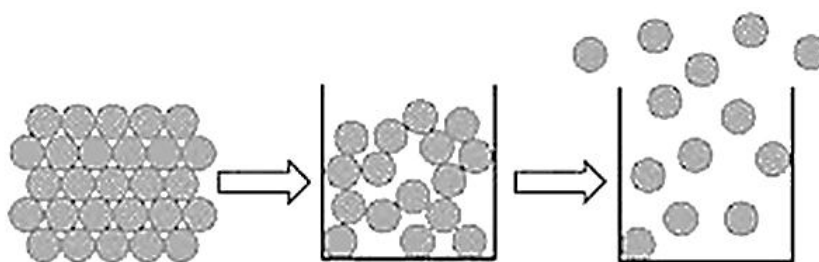
молекулуудын кинетик энерги нэмэгдэж, хэлбэлзлийн далайц нь

ихэсч бие биеэсээ холдож, хатуу бие тэлдэг.



Хайлах температур хүрэхэд дулааны энерги нь молекулуудын тогтвортой холбоог таслан, бие хатуу төлөвөөс шингэн төлөвт хувирдаг.

Зурагт шингэний молекулуудын байрлалыг үзүүлэв. Зургаас харвал шингэний молекулууд хатуу биеийн молекулууд хатуу биеийн молекулуудтай төсөөтэйгээр нягт байрласан боловч нэг байрнаас нөгөөд үсчиж шилжих боломжтой байна. Ингэснээр шингэн агуулсан савныхаа хэлбэртэй болдог. Шингэнийг халаахад молекулуудын кинетик энерги нэмэгдэж, шингэн тэлдэг. Шингэнийг буцлах температуртай болтол халаахад дулааны энерги нь молекулуудын хол зайнд байрлахад хүрэлцээтэй их болдог. Ингэж молекулуудын хооронд таталцлын хүч бараг үйлчилдэггүй. Молекулуудын хоорондох зай нь молекулын хэмжээнээс олон дахин их байдаг. Хийн молекулууд хоорондох зай нь молекулын хэмжээнээс олон дахин их байдаг. Хийн молекулууд хурдан хөдөлдөг тул хий тодорхой эзэлхүүн байхгүй агуулсан савныхаа хэлбэрийг дагадаг.



Хийг цааш нь халаавал молекулууд улам бүр хурдан хөдөлж бие биетэйгээ мөргөлдөж ионждог. Ингэснээр ионууд ба электронуудаас тогтсон плазм гэж

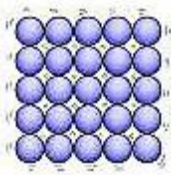
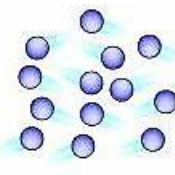
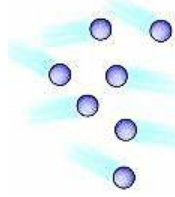
нэрлэгдэх бодисын шинэ төлөв үүсдэг. Плазм нь цахилгаан цэнэгтэй бөөмсийн хий юм. Плазм нь нар мэтийн халуун оддын бодисын үндсэн төлөв болдог. Лааны дөл, зуухан дахь гал нь плазм мөн. Бодис зөвхөн нэг агрегат төлөвт орших үед дулаан өгвөл молекулуудынх нь кинетик энерги нэмэгддэг. Бодисын агрегат төлөв өөрчлөгдөх, жишээлбэл, хатуу төлөвөөс шингэнд шилжих үед өгсөн дулаан нь молекулуудын хоорондох таталцлын хүчийг ялгах энергийг нэмэгдүүлэхэд зарцуулагддаг. Энэ үед бодисын температур өөрчлөгдөхгүй. Иймд температур бол молекулын дундаж кинетик энергийн хэмжүүр юм.

Хатуу, шингэн ба хийн биеүдийн бүтцийн ялгаа

Бодисын шинж чанар агрегат төлвүүдэд ялгаатай байдаг. Жирийн нөхцөлд хатуу биеийг шахах буюу сунгахад төвөгтэй. Гадны үйлчлэлгүй үед хатуу бие хэлбэр ба эзэлхүүнээ хадгалдаг.

Шингэн хэлбэрээ амархан өөрчилдөг. Жирийн нөхцөлд агуулсан савныхаа хэлбэртэй болдог. Гэвч жингүйдлийн нөхцөлд шингэн бөмбөлөг хэлбэртэй байдаг. Борооны жижиг дусал бөмбөлөг хэлбэртэй. Шингэний хэлбэрийг амархан өөрчилж болдог ч эзэлхүүнийг нь өөрчлөхөд төвөгтэй байдаг. Ийнхүү шингэн хэлбэрээ амархан өөрчилдөг, харин эзэлхүүнээ хадгалдаг байна.

Хий хувийн эзэлхүүнгүй, мөн хэлбэргүй байдаг. Хий нь агуулсан савныхаа бүх эзэлхүүнийг эзэлдэг. Ус гэдэг бодис мөс, ус ба усны уур гэсэн гурван агрегат төлөвт оршдог. Энэ нь мөс, ус ба усны уур гэсэн гурван агрегат төлвүүдэд оршдогийг та нар мэднэ. Эдгээрийн молекулууд адилхан болохыг харуулж байна. Тэгвэл энэ гурван төлөв молекулуудаараа биш, харин энэ молекулууд яаж байрласан, хэрхэн хөдөлгөөрөө ялгаатай байх нь.

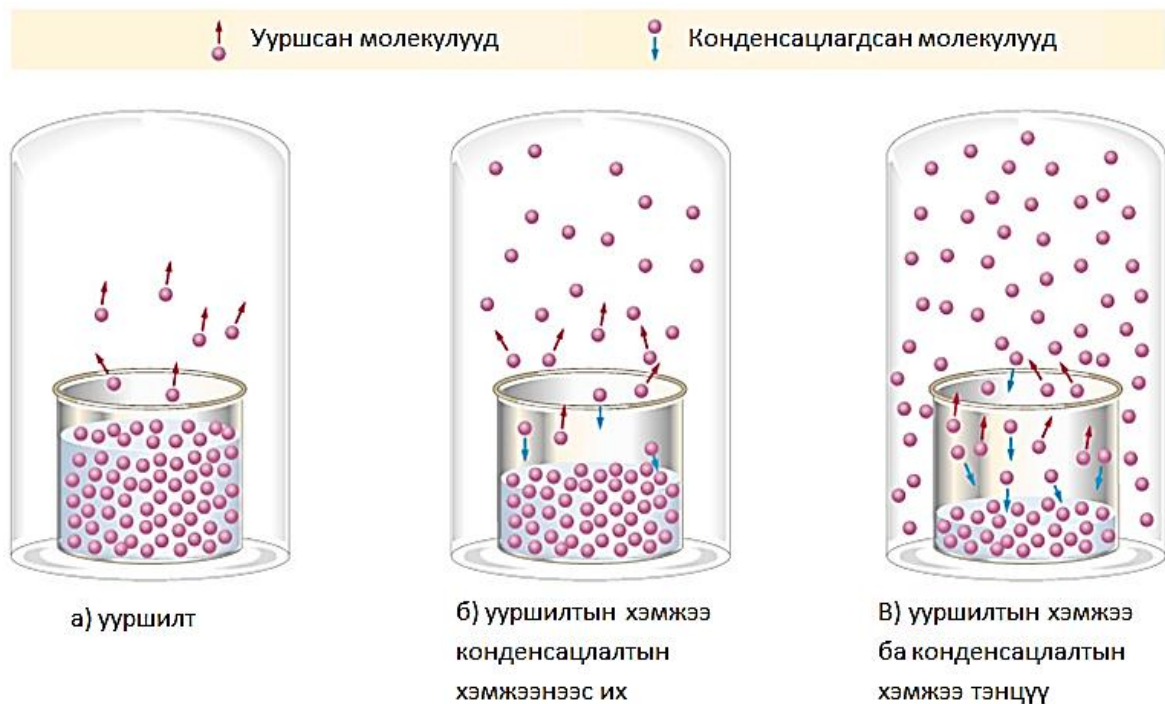
Хатуу	Шингэн	Хий
		
Бөөмсийн хөдөлгөөний энерги бөөмсийн холбоосыг таслахад хүрэлцэхгүй байдаг	Бөөмсийн хөдөлгөөний энерги бөөмсийн холбоос энергитэй жишихүйц байдаг	Бөөмсийн хөдөлгөөний энерги бөөмсийн холбоос энергиэр их байдаг
Үүний үр дүнд хатуу биеийн бөөмс тодорхой байрлалай байдаг. Бөөмс энэ байрлалынхаа орчимд дулааны хэлбэлзэх хөдөлгөөн хийдэг.	Үүний үр дүнд шингэний бөөмс байрлалаа өөрчлөх сэлгэх боломжтой байдаг. Бөөмс энэ дулааны хэлбэлзэх хөдөлгөөн ба давших хөдөлгөөн хийдэг.	Хийн бөөмс хол хол оршдог учир хий сийрэг байдаг. Хийн бөөмс эмх замбараагүй дулааны давших хөдөлгөөн хийж байдаг.

Ханасан ба ханаагүй уур

Задгай саванд байгаа усны хэмжээ аажмаар багасдгийг бид мэднэ. Үнэн хэрэгтэй шингэн ул мөргүй алга бодоггүй, тэр нь уурт хувирдаг. Шингэний гадаргаас гарсан молекулууд уурыг үүсгэдэг. Шингэнээс уурт шилжих молекултай нэг зэрэг урвуу процесс бас явагддаг. Шингэний гадаргуу дээр эмх журамгүй хөдөлж байгаа молекулын зарим нь шингэндээ буцаж ордог.

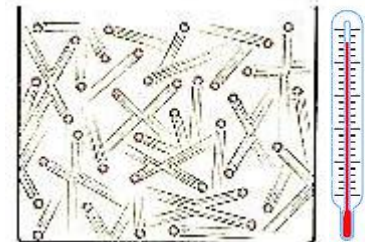
Хэрэв шингэний ууршилт битүү саванд явагдаж байгаа бол эхлээд шингэнээс нисч гарсан молекулын тоо шингэндээ эргэж ирсэн молекулын тооноос их байна. Иймд сав дахь уурын нягт алгуураар ихэсдэг. Уурын нягт нэмэгдэхэд шингэндээ эргэж орох молекулын тоо ч ихэсдэг. Тун удалгүй шингэнээс нисч гарах молекулын тоо нь шингэндээ буцаж орох уурын молекулын тоотой тэнцүү болдог. Энэ агшнаас эхлэн шингэн дээрх уурын молекулын тоо тогтмол болж ирдэг.

Ингэснээр уур ба шингэний хооронд динамик тэнцвэр гэж нэрлэгдэх тэнцвэр тогтдог. Шингэнтэйгээ динамик тэнцвэртэй оршдог уурыг *ханасан уур*, шингэнтэйгээ тэнцвэрт төлөвт оршихгүй байгаа уурыг *ханаагүй уур* гэж нэрлэдэг.



Температур, дулааны хөдөлгөөн, дулааны энерги

Биеийн хэр зэрэг халуун хүйтэн байгааг физикт температур гэдэг хэмжигдэхүүнээр илэрхийлдгийг та бүхэн мэдэж байгаа гэдэгт итгэлтэй байна. Температур нь биеийг бүрдүүлж байгаа нэг бөөмд оногдох дулааны хөдөлгөөний дундаж кинетик энергиэр илэрхийлэгддэг. Иймд халуун хүйтэн гэдэг нь биеийг бүрэлдүүлж байгаа бөөмсийн дулааны хөдөлгөөнтэй холбоотой.



Биеийн температур их байх тутам түүн доторх бөөмсийн дулааны хөдөлгөөний энерги их байна. Ижилхэн температурт байгаа өөр өөр биеийн бөөмсийн дулааны хөдөлгөөний дундаж кинетик энерги адил байна. Биеийн масс ихсэхэд бөөмсийн тоо олшрох учир нийт энергийн хэмжээ нэмэгдэнэ. Иймд биеийн дотоод энерги температураас гадна массаас хамаарна. Харин температур биеийн массаас хамаарахгүй.

Бөөмсийн дулааны хөдөлгөөний энерги нь ижил боловч бөөмсийн холбоос энерги ялгаатай байдаг. Хөдөлж байгаа бие бүр хөдөлгөөний кинетик энергитэй байдаг. Мөн хөдөлж буй бөөмс кинетик энергитэй байна.