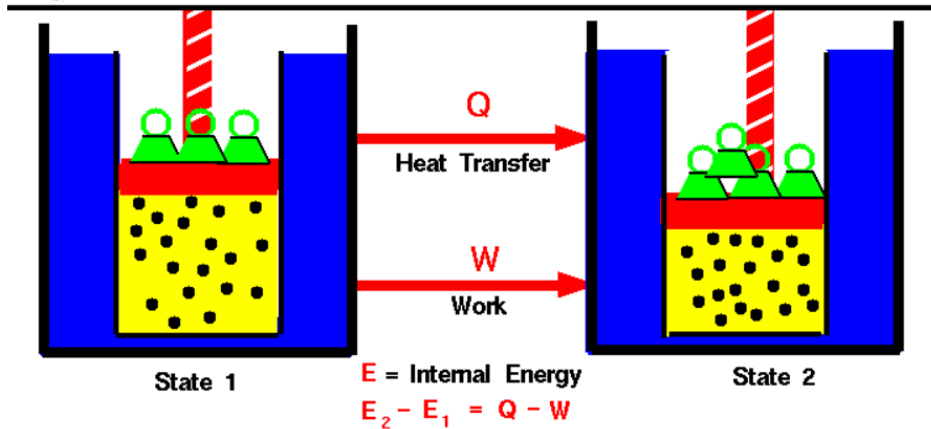


First Law of Thermodynamics

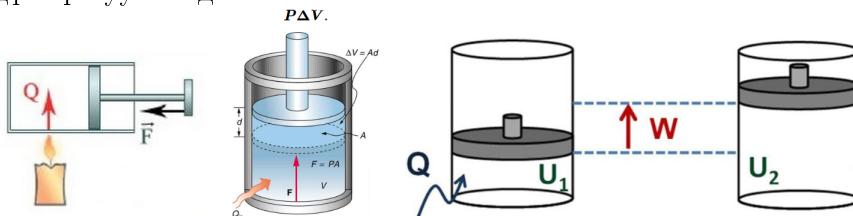


Механик хөдөлгөөний явцад энерги устаж алга болохгүй, хоосноос бий болохгүй нэг төрлөөс нөгөөд шилжинэ. Иймээс нийт энерги хадгалагддаг билээ.

Дулааны процессын хувьд бичигдсэн энерги хадгалагдах хуулийн илэрхийллийг термодинамикийн I хууль гэж нэрлэдэг.

Дулааны энергийг хэрхэн механик энерги болгох вэ? хэрхэн хамгийн үр ашигтай машин бүтээх вэ? гэдэг асуудалд термодинамикийн онол хариулт өгдөг.

Термодинамик системд хийн температур нэмэгдэхийн зэрэгцээ бүлүүр тодорхой зайд дээшилнэ. Энэ процессыг энерги хадгалагдах хуулийн үүднээс үзвэл, хийд гаднаас өгсөн дулааны энергийн зарим хэсэг нь хийн дотоод энергийг нэмэгдүүлэхэд, зарим хэсэг нь бүлүүрийг өргөх ажилд зарцуулагдана гэж тайлбарлана. Үүнийг термодинамикийн нэгдүгээр хууль гэдэг.



Өөрөөр хэлбэл термодинамик системд гаднаас хийсэн ажил ба өгсөн

дулаан хоёулаа дотоод энергийг нэмэгдүүлнэ.

$$\Delta U = A + Q$$

Термодинамик системд гаднаас өгсөн дулаан систем гадагшаа хийх ажил ба системийн дотоод энергийг нэмэгдүүлэхэд зарцуулагдана.

$$Q = \Delta U + A'$$

Хэрвээ системд гаднаас дулаан өгөхгүй бол

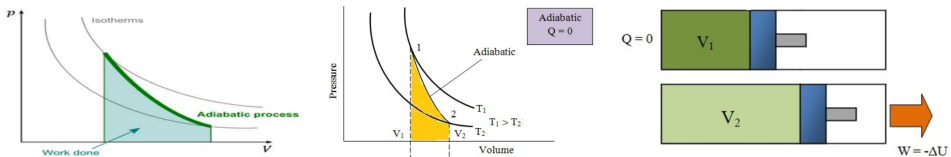
$$Q = 0 \quad \Delta U + A' = 0 \Rightarrow A' = -\Delta U$$

Системд гаднаас дулаан өгөхгүй бол систем дотоод энергийн хорогдлоор гадагшаа ажил хийнэ.

Дотоод энергийнхээ хорогдлоор байнга гадагшаа ажил хийх "мөнхийн хөдөлгүүр" зохион бүтээж болдоггүй. Термодинамик систем дулаан солилцож, ажил хийснээр түүний дотоод энерги өөрчлөгдөнө.

Орчинтойгоо дулаан үл солилцох процессыг адиабат процесс гэнэ.

Дулаан дамжих процессыг бүрэн хаах хаалт байж болохгүй. Харин адиабат процесс нь дулаан солилцох боломжгүй тохиолдолд хурдан явагдах процесс юм.



Изопроцессуудад термодинамикийн I хуулийг хэрэглэе.

- Изотерм процессын үед:

$$T = \text{const.} \quad \Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T, \quad \Delta T = 0 \text{ тул } \Delta U = 0 \Rightarrow Q = A'$$

Системд гаднаас өгсөн дулаан бүгд гадны хүчний эсрэг ажилд зарцуулагдана.

- Изохор процессын үед:

$$V = \text{const.} \quad A = P \Delta V, \quad \Delta V = 0 \text{ тул } A = 0 \Rightarrow Q = \Delta U$$

Системд гаднаас өгсөн дулаан бүгд дотоод энергийг өөрчлөхөд зарцуулагдана.

- Изобар процессын үед:

$$P = \text{const. } \Delta U \neq 0, \quad A \neq 0 \text{ тул } Q = \Delta U + A'$$

Системд гаднаас өгсөн дулаан систем гадагшаа хийх ажил ба системийн дотоод энергийг нэмэгдүүлэхэд зарцуулагдана.

Жишээ: Цилиндр саван доторх хийг шахахад бүлүүрт үйлчлэх гадаад хүчээр 120Ж ажил гүйцэтгэв. Савны дулаан дамжуулалын улмаас хий орчиндоо 30Ж дулаан алдав. Хийн дотоод энергийн өөрчлөлт ямар байсан бэ?

БОДОЛТ: Термодинамикийн 1-р хуулиар системд гаднаас өгсөн дулаан систем гадагшаа хийх ажил ба системийн дотоод энергийг нэмэгдүүлэхэд зарцуулагдана.

$$Q = \Delta U + A'$$

Үүнээс $\Delta U = Q - A'$. Хэрэв хий тэлж байвал ажил нэмэх утгатай, хэрэв хий шахагдаж байвал ажил сөрөг утгатайгаар авна. Бодлогын нөхцөл ёсоор хий шахагдаж байгаа. Өөрөөр хэлбэл: $A' = -120\text{Ж}$, мөн хий дулаанаа алдаж байгаа тул $Q = -30\text{Ж}$. Иймд дотоод энергийн өөрчлөлт: $\Delta U = -30\text{Ж} + 120\text{Ж} = 90\text{Ж}$

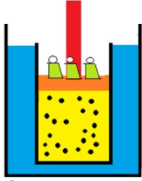
Жишээ: Систем гаднаас 300Ж дулаан авахад дотоод энерги нь 120Ж-аар нэмэгджээ. Систем гадагшаа хэдий хэмжээний ажил хийсэн бэ?

БОДОЛТ: Термодинамикийн 1-р хуулиар системд гаднаас өгсөн дулаан систем гадагшаа хийх ажил ба системийн дотоод энергийг нэмэгдүүлэхэд зарцуулагдана. $Q = \Delta U + A'$. Эндээс $A' = Q - \Delta U$ тул томъёонд мэдэгдэж буй утгуудыг орлуулбал: $A' = 180\text{Ж}$ болно.

Жишээ: Дулаан тусгаарлагдсан цилиндр саванд нэг атомт идеал хий байв. Бүлүүрийн масс m . Бүлүүр дээр $10m$ масстай ачаа байрлуулав. Савны ёроолоос бүлүүр хүртэлх зай h бол бүлүүрийн дээр байрлуулсан ачааг авбал бүлүүр ямар өндөрт өргөгдөх вэ?

БОДОЛТ: Клапейрон-Менделеевийн тэгшитгэл бичье.

$$\begin{cases} \frac{11mg}{S}Sh = \nu RT & (1) \\ \frac{mg}{S}SH = \nu RT_1 & (2) \end{cases}$$



Термодинамикийн 1-р хууль ёсоор :

$$\frac{3}{2}\nu R(T - T_1) = mg(H - h) \quad (3)$$

(1)-ээс (2)-ыг хасаад (3)-д орлуулбал:

$$mg(11h - H) = \nu R(T - T_1)$$

$$\frac{3}{2}mg(11h - H) = mg(H - h) \Rightarrow 33h - 3H = 2H - 2h \quad \text{Эндээс } H = 7h$$

ДАСГАЛ БОДЛОГО

- Систем гаднаас 200Ж дулаан авахад дотоод энерги нь 80Ж хэмжээгээр нэмэгджээ. Систем гадагшаа ямар ажил хийсэн бэ?
- Дулааны үзэгдлүүдэд энерги хадгалагдах хуулийг томъёолж, зөв хариуг сонго.
 - Системийн дотоод энерги ажил дулаан хоёрт зарцуулагдана.
 - Систем гадагшаа хийх ажил системд дулаан өгч, дотоод энергийг нэмэгдүүлнэ.
 - Системд гаднаас өгсөн дулаан, ажил хоёулаа дотоод энергийг өөрчлөхөд зарцуулагдана.
 - Системд өгсөн дулаан дотоод энергийг өөрчлөх ба системд гаднаас ажил хийнэ.
- Идеал хийд 100Ж дулаан өгөхөд дотоод энерги нь 60Ж хэмжээгээр нэмэгдсэн бол хийн гадагшаа хийсэн ажлыг ол.
- Хий адиабатаар тэлэх үед хий 500Ж ажил хийсэн бол хийд гаднаас ямар хэмжээний дулаан шилжүүлсэн вэ?
- Идеал хийд гадны хүчний хийсэн ажил нь хийн дотоод энергийн өөрчлөлттэй тэнцүү байв. Идеал хийд ямар процесс явагдсан вэ?
- Идеал хийд гаднаас өгсөн дулаан нь хийн гүйцэтгэсэн ажилтай тэнцүү байв. Идеал хийд ямар процесс явагдсан вэ?