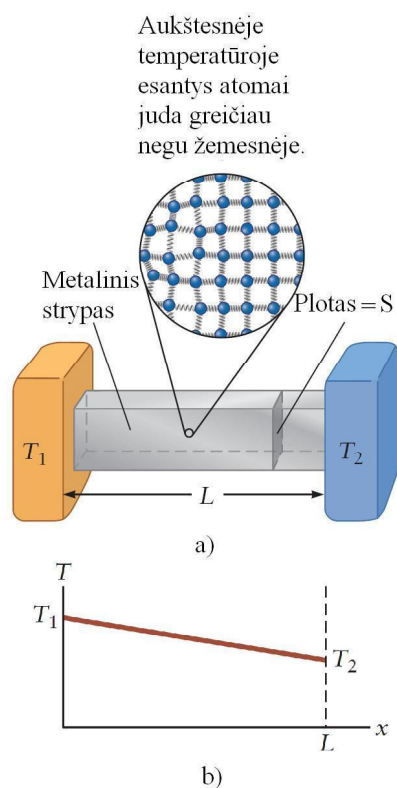


Šilumos laidumas



13 pav. a) kai strypo galuose yra pritvirtintos sistemos su skirtinga temperatūra, strypas perneša energiją iš karštesniojo galo į šaltesnį.
b) temperatūros pasiskirstymas išilgai strypo.

Šiluma yra energija, kuri pernešama tarp kūnų ar sistemų, kintant temperatūrai. Šis energijos pernešimas gali būti aprašomas trimis fizikiniais reiškiniais: šiluminiu laidumu, konvekcija ir šiluminiu spinduliavimu. Plačiau panagrinėsime šiluminį laidumą.

13 a) paveiksle pavaizduotas kietakūnis strypas, jungiantis dvi atskiras sistemas, kurios gali būti dujų balionai, skysčio talpyklos ar, galbūt, didelės metalinės detalės. Laikykime, kad šios sistemos yra skirtingų temperatūrų T_1 ir T_2 , taigi šiluminė energija pereis per strypą nuo vieno galo iki kito. Jei $T_1 > T_2$, energija eis iš kairiosios sistemos (karštesnės) į dešiniąją ir, galima sakyti, kad strypas praleis šilumą. Pačio strypo temperatūra negali būti apibūdinama viena reikšme. Vietoj to, strypo temperatūros reikšmė lėtai kinta nuo T_1 kairėje iki T_2 dešinėje (13 b pav.).

Per strypą 13 pav. pernešamos energijos kiekis priklauso nuo strypo ploto S , strypo ilgio L ir

temperatūrų skirtumo $\Delta T = T_1 - T_2$. Energijos pernešimas taip pat priklauso ir nuo medžiagos savybės, vadinamos šilumos laidumo koeficientu ir žymimos k raide. Šiluminis laidumas yra šiluminės energijos kiekis, pernešamas iš karštojo strypo galo į šaltąjį galą per laiko vienetą t ir apskaičiuojamas:

$$\frac{Q}{t} = kS \frac{T_1 - T_2}{L}$$

Medžiagos šilumos laidumo koeficientas yra skirtingas kiekvienai medžiagai. Dujoms (pvz. orui) šio koeficiento reikšmės yra žemos, metalams – didelės. Medžiagos, kurių k yra didelis, šilumą praleidžia greitai ir yra vadinamos laidininkais. Dauguma metalų yra geri laidininkai, nors k reikšmės metaluose kinta pakankamai dideliame intervale (ši skirtumą galite pajusti laikant sidabrinį ($k = 430 \text{ J/(s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C))}$ ar nerūdijančio plieno

($k = 50 \text{ J/(s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C)}$) šaukštelį, įdėtą į tą patį karštą arbatos puodelį). Medžiagos, kurių k yra mažas, tokios kaip vilna ($k = 2,2 \text{ J/(s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C)}$), poliuretanai ($k = 0,024 \text{ J/(s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C)}$), žąsų pūkai ($k = 0,025 \text{ J/(s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C)}$) ar kūno riebalai ($k = 0,2 \text{ J/(s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C)}$) prastai praleidžia šilumą, todėl yra geri izoliatoriai.

Dažnai pramonėje, statybose yra vartojama šiluminės varžos R reikšmė. Šiluminė varža – šiluminė medžiagos charakteristika, nusakanti, kaip medžiaga sulaiko šilumos energiją. Šiluminė varža apskaičiuojama pagal formulę:

$$R = \frac{L}{k},$$

Čia L – medžiagos storis, k – medžiagos šiluminis koeficientas.

Šilumos kiekis, savitoji šiluma

Įdėjus šaltą šaukštelį į karštos arbatos puoduką, šaukštelis įkaista, o arbata atvėsta, nes abu kūnai artėja link šiluminės pusiausvyros. Ši temperatūrų pokytį sąlygoja ne kas kitas, kaip energijos perdavimas iš vieno kūno į kitą. Energijos perdavimas, vykstantis išimtinai dėl temperatūros pokyčių, yra vadinamas šilumos perdavimu, o tokiu būdu perduota energija – šiluma. Svarbu įsidėmėti, kad temperatūra ir šiluma yra visiškai skirtingi dalykai. Temperatūra priklauso nuo medžiagos būsenos ir yra šilumos / šaltio kiekybinis matas. Tuo tarpu, fizikoje šilumos terminas yra visada naudojamas, kalbant apie energijos perdavimą iš vieno kūno ar sistemos į kitą kūną ar sistemą dėl temperatūros skirtumų.

Šilumos kiekis, žymimas Q , yra vidinės energijos pokytis, kurį kūnas gauna arba netenka šilumos perdavimu metu, ir yra apskaičiuojamas pagal formulę: $Q = cm(t_2 - t_1) = cm\Delta t$. Šilumos kiekio vienetai SI sistemoje yra džauliai, $[Q] = \text{J}$. Šilumos kiekiui apibūdinti naudojami ir nesisteminiai vienetai – kalorijos (cal). Kalorija yra apibrėžiama, kaip šilumos kiekis, reikalingas pakelti 1 g vandens temperatūrą nuo $14,5^\circ\text{C}$ iki $15,5^\circ\text{C}$.

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J},$$

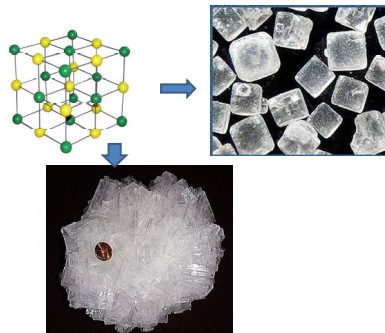
$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal} = 4186 \text{ J}.$$

Savitoji šiluma, žymima c , yra skirtinga kiekvienai medžiagai ir rodo, kiek šilumos reikia vieno kilogramo medžiagos temperatūrai pakelti vienu laipsniu. $[c] = 1 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$

Faziniai virsmai

Medžiaga gali būti keturių agregatinių būsenų: kietasis kūnas, skystis, dujos ir plazma, o perėjimas iš vienos būsenos į kitą vadinamas faziniais virsmais.

Kietasis kūnas. Absoliučiai kietas kūnas – kūnas, kuriame, veikiant išorinėms jėgoms, atstumai tarp jo taškų nesikeičia, ir kūnas išlaiko savo pirminę geometrinę formą. Fizikoje kietuoju kūnų vadiname kristalą (7 pav.). Tai – kietasis kūnas, turintis tvarkingą vidinę struktūrą. Jį sudaro tvarkingai susigrupavusios dalelės: atomai, jonai arba molekulės (atomų junginiai). Susidarant kristalui, jo atomai, jonai ar molekulės tvarkingai išsidėsto lygiagrečiomis eilėmis, kurių grupės sudaro kristalų gardeles. Gardelė lemia kristalo formą. Kai prie jos jungiasi daugiau atomų, jonų ar molekulių, kristalas auga. Taškai, kuriuose išsidėsčiusios struktūrinės dalelės, vadinami **gardelės mazgais**. Pats mažiausias tūris, tiksliai pasikartojantis visame kristale, vadinamas **elementariąja gardele**. Kristalą sudaro elementarių gardelių kombinacijos.



7 pav. Druskos kristalinė gardelė ir kristalai

Be kietųjų kristalinių kūnų, dar yra amorfiniai kūnai (8 pav.). Juose, kitaip negu kristaliniuose, atomai išsidėstę netvarkingai. Tik artimiausi atomai – kaimynai – išsidėsto beveik tvarkingai. Bet amorfiniuose kūnuose to paties elemento struktūra visomis kryptimis tiksliai nesikartoja kaip kristaluose.

Amorfinių kūnų savybės. Visi amorfiniai kūnai izotropiniai: jų fizinės savybės vienodos visomis kryptimis. Prie amorfinių kūnų priskiriama stiklas, daugelis plastikų, derva, kanifolija, karamelė ir kt.



8 pav. Amorfinis gintaras ir amorfinė gardelė

Skystis. Skystis (9 pav.) – viena iš medžiagos agregatinių būsenų. Skysčiai yra takūs, jų formą įprastinėmis sąlygomis nulemia indo forma.

Skysčio molekulės neturi fiksuotos padėties – jos laisvai juda visame tūryje, susidurdamos viena su kita ir keisdamos trajektorijas.

Skirtingai nei dujų molekulės, galinčios greitai išsisklaidyti aplinkoje, skysčio molekulės traukia viena kitą, todėl jų pabėgimo į aplinką galimybės yra ribotos. Skysčių tūris mažai keičiasi kintant slėgiui ir temperatūrai. Tuo jie panašūs į kietą kūną (atlaiko gniuždymo įtempimus). Skysčiai yra takūs, t.y. neturi formos, o įgyja indo, kuriame laikomi formą. Takumas pasireiškia todėl, kad skystis neatlaiko vidinių įtempimų. **Realūs** skysčiai priešinasi dalelių pasislinkimui. Skysčiams tekant gretimuose slydimo paviršiuose susidaro įtempimai, kurie sukelia trinties jėgas. Ši savybė vadinama klampa. Kūno gebėjimas plūduriuoti yra vadinamas plūdrumu.

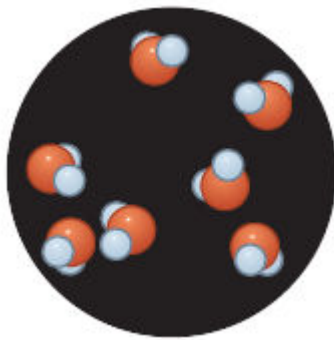


9 pav. Vanduo ir vandens gardelė skystoje būsenoje

Dujos. Dujos (10 pav.) – viena iš medžiagos agregatinių būsenų. Kaip ir skysčiai, dujos keičia formą, yra klampios. Skirtingai nuo skysčių – užima visą tūrį, kuriame jos yra. Dujos turi slėgį, kurį sukelia molekulių smūgiai į indo sienelės.

Dujų molekulių kinetinė energija didesnė už kieto kūno ir skysčio būsenos, bet mažesnė už plazmos.

Atstumai tarp dujų molekulių yra žymiai didesni nei tarp skysčio molekulių, todėl tarpmolekulinė sąveika padidėja tik tada, kai molekulės suartėja (skysčiuose tarpatominės jėgos visada veikia bemaž vienodose ribose).



10 pav. Vandens garai

Molekulinė fizika ir termodinamika nagrinėja energijos virsmus sistemose, kurias sudaro labai daug atomų, molekulių. Dalelės chaotiškai juda (tai chaotiškas šiluminis judėjimas), susidaužia, perduoda viena kitai judesio kiekį, energiją ir t.t. Kadangi dalelių labai daug, negalime remtis klasikine mechanika, kur kiekvienos dalelės būseną apibūdinama jos judesio lygtimi ir parametrais: greičiu, pagreičiu ir pan. Termodinamikoje nagrinėjami energijos ir darbo virsmai, neatsižvelgiant į tai, kas sudaro sistemą. Čia naudojami makroskopiniai dydžiai, apibūdinantys visą sistemą ar jos makroskopinę dalį ir nusakantys jos ryšį su aplinka, dar vadinami termodinaminiais parametrais. Termodinaminius parametrus galima išmatuoti tiesiogiai. Svarbiausi termodinaminiai parametrai yra: medžiagos tankis ρ (arba specifinis tūris V), slėgis p , temperatūra T (°K) ar t (°C). Šiuos būsenos parametrus siejanti lygtis yra vadinama būsenos lygtimi. Parametrų kitimas, keičiantis būviui, vadinamas termodinaminiu procesu.

Termodinamikoje dažnai naudojamas idealių dujų modeliu. Idealiosios dujos – tai dujos, kurių:

- molekulės galime laikyti materialiaisiais taškais: molekulių skersmenys žymiai mažesni, nei vidutiniai atstumai tarp jų;
- molekulės sąveikauja tik susidurdamos; jų smūgiai tamprūs;
- bent kiek nutolusios molekulės nesąveikauja.

Tokių dujų molekulės tarp smūgių juda tiesiaeiigiškai ir tolygiai visomis kryptimis.

Normaliomis sąlygomis realiosios dujos mažai skiriasi nuo idealiųjų.

Idealiosioms dujoms tinka lygtis

$$pV = \text{const};$$

čia p – dujų slėgis, V – dujų tūris.

Vienam moliui ar kilomoliui dujų galėsime parašyti:

$$pV = RT;$$

čia R – universalioji dujų konstanta ($R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$), T – absoliutinė temperatūra.

Tai idealiųjų dujų būvio (Klapeirono) lygtis. Tokia pat lygtis bet kuriai dujų masei m :

$$pV = \frac{m}{M}RT$$

čia M – molio masė. Kadangi molį (kilomolį) sudaro N_A molekulių (N_A – Avogadro skaičius), o Bolcmano konstanta $k = R/N_A$, idealiųjų dujų būvio lygtį galima užrašyti taip:

$$p = \frac{kN_A T}{V} = knT$$

čia $n = N_A/V$ – dujų koncentracija (molekulių skaičius tūrio vienetė).

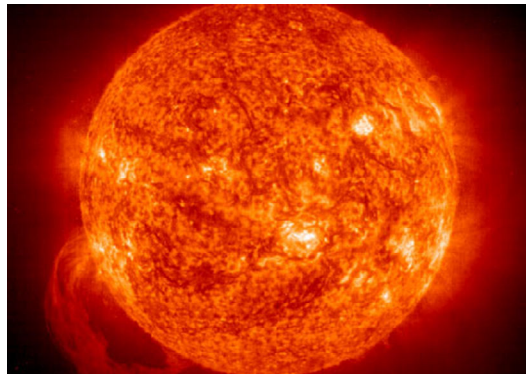
Realiosioms dujoms Klapeirono lygtis yra :

$$\left(p + v^2 \frac{a}{V^2} \right) (V - vb) = vRT$$

a ir b – konstantos, priklausančios nuo dujų prigimties, $v = \frac{m}{M}$.

Plazma. Plazma (11 pav.) – iš dalies arba visiškai jonizuotos dujos, kurių teigiamųjų ir neigiamųjų krūvių tankis praktiškai vienodas. Vadinasi, plazma yra

elektriškai neutrali sistema. 99,9% Visatos medžiagos yra plazmos pavidalo: Saulė, žvaigždės ir tarpžvaigždinės dujos sudarytos iš plazmos. Tik vieną dešimtąją dalį procento medžiagos Visatoje sudaro tokie kosminiai kūnai, kaip mūsų Žemė. Plazma gali būti ir žemos temperatūros, jeigu dujas jonizuoja ne karštis, o kokios nors rūšies spinduliavimas.



11 pav. Saulė yra plazmos rutulys

Ketvirtąją agregatinę būseną detaliau analizuosime skyriuje „Elektros srovė dujose“.

Vanduo yra puikus fazinių virsmų pavyzdys, nes gali būti trijų agregatinių būsenų: kietasis kūnas (ledas), skystis ir dujos (vandens garai). Medžiagai pereinant iš vienos agregatinės būsenos į kitą išsiskiria šiluma. Medžiagos lydimosi šiluma apskaičiuojama pagal formulę: $Q = \lambda m$, kur λ - savitoji lydimosi šiluma. Medžiagos garavimo šiluma apskaičiuojama pagal formulę: $Q = Lm$, kur L - savitoji garavimo šiluma.

Medžiagos virsmas iš vienos agregatinės būsenos į kitą dažnai yra vaizduojamas grafiškai (12 pav.)