

Turiny

Įvadas / 5

ŠILUMINIAI REIŠKINIAI

1. Molekulinės kinetinės teorijos pagrindai

- 1.1. Molekulinės kinetinės teorijos pagrindiniai teiginiai / 7
 - 1.2. Medžiagos kiekis. Molekulių masė / 10
 - 1.3. Idealiosios dujos. Jų molekulių greitis / 12
 - 1.4. Idealiųjų dujų slėgis. Molekulinės kinetinės teorijos pagrindinė lygtis / 16
 - 1.5. Temperatūra ir jos matavimas / 19
 - 1.6. Absoliučioji temperatūra – molekulių vidutinės kinetinės energijos matas / 23
 - 1.7. Idealiųjų dujų būsenos lygtis / 26
 - 1.8*. Idealiųjų dujų būsenos lygties taikymas / 28
 - 1.9. Nanotechnologija ir jos taikymas praktinėje veikloje / 32
- Skyriaus „Molekulinės kinetinės teorijos pagrindai“ apibendrinimas / 35

2. Medžiagos būsenos. Garai ir skysčiai

- 2.1. Medžiagos būsenos / 39
 - 2.2*. Garai. Sotieji garai ir jų savybės / 42
 - 2.3. Virimas. Kritinė temperatūra / 45
 - 2.4. Oro drėgnis / 48
 - 2.5. Oro drėgnio matavimas / 50
 - 2.6. Paviršiaus įtempis. Paviršiaus įtempies jėga / 53
 - 2.7. Drėkinimas ir nedrėkinimas / 56
 - 2.8. Kapiliariniai reiškiniai / 59
 - 2.9. Orų stebėjimas. Meteorologija / 62
- Skyriaus „Medžiagos būsenos. Garai ir skysčiai“ apibendrinimas / 64

3. Kietųjų kūnų sandara. Kristaliniai ir amorfiniai kūnai

- 3.1. Kristaliniai ir amorfiniai kūnai / 67
 - 3.2. Skystieji kristalai ir jų naudojimas / 70
 - 3.3*. Cheminiai ryšiai kristaluose. Kristalų defektai / 73
 - 3.4. Kietųjų kūnų deformacijos rūšys / 75
 - 3.5*. Kietųjų kūnų mechaninės savybės / 78
 - 3.6. Tempimo diagrama / 80
 - 3.7. Kompozitai / 83
- Skyriaus „Kietųjų kūnų sandara. Kristaliniai ir amorfiniai kūnai“ apibendrinimas / 86

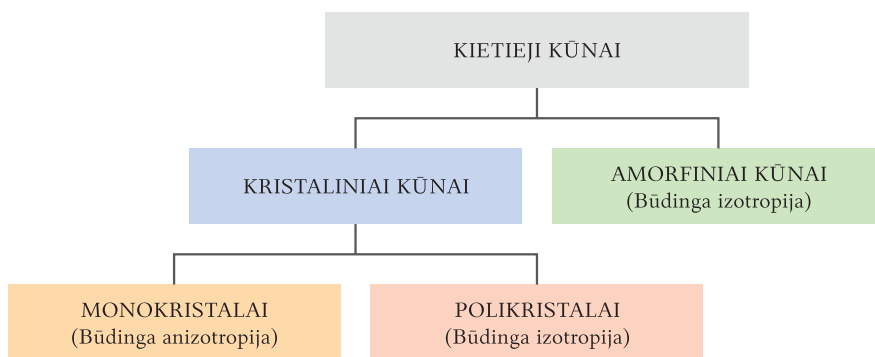
3.1. Kristaliniai ir amorfiniai kūnai

Kristaliniai kūnai

Kietojo kūno tyrimai yra svarbi fizikos sritis. Daugelis fizikų tiek pasaulyje, tiek Lietuvoje tiria kietųjų medžiagų sandarą. Juos domina mechaninės, elektrinės, magnetinės ir optinės kietųjų kūnų savybės. Kietieji kūnai gali būti kristaliniai arba amorfiniai (3.1.1 pav.). **Kristaliniais kūnais, arba kristalais** (gr. *krystallos* – ledas, kristolas), **vadinami kietieji kūnai, kurių molekulės (atomai arba jonai) erdvėje išsidėstę tvarkingai.**

Kristalinių kūnų gamtoje yra daug: valgomoji druska, vario sulfatas, alūnas, kvarcas, deimantas ir pan. Kristalų fizinės savybės svarbios žmogaus

praktinėje veikloje. Pavyzdžiui, deimantas – tvirtiausia medžiaga gamtoje. Kvarcas ir germanis, pasižymintys elektrinėmis savybėmis, naudojami elektrotechnikoje ir elektronikoje. Iš kristalų gaminamos mikroschemos, atminties elementai, tranzistoriai. Kristalai naudojami grąžtų, termometrų, laikrodžių, lazerių¹ gamyboje. Safyras, rubinas, ametistas ir kiti kristalai puošia daugelį juvelyrinių dirbinių. Sukurtos atskirų kristalų masyvų (grafeno) gamybos technologijos. Jie pakeičia silicį didelės galios kompiuteriuose ir elektronikoje, nes yra kompaktiškesni ir naudoja mažiau energijos.



3.1.1 pav.

Kristalų sandara. Kristalinė gardelė

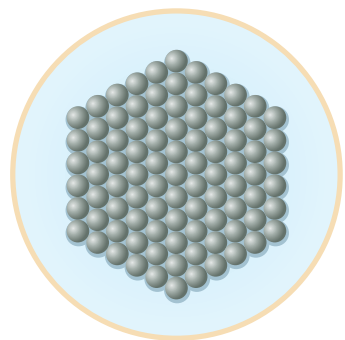
Taisyklingą geometrinę kristalų formą lemia tvarkingas dalelių (atomų, molekulių, jonų) išsidėstymas. Dalelės išsidėsto lygiais tarpais, tam tikromis eilėmis, sudarydamos geometrines figūras erdvėje ar plokštumose (žr. 2.1.1 pav.). Sakoma, kad kristaliniams kūnams būdinga **to limóji tvarkà**. Kristalus sudarančios dalelės negali laisvai judėti. Jos tik svyruoja apie pusiausvyros padėtį.

Kodėl dalelės kristaluose išsidėsto tvarkingai? Atsakyti į šį klausimą padeda nesudėtingo

bandymo rezultatai. Ant šiek tiek įgaubto stiklo (pavyzdžiui, seno žadintuvo) paberama smulkių metalinių rutuliukų. Stiklą lengvai sukrėtus, rutuliukai tvarkingai išsidėsto žemiausioje galimoje padėtyje (3.1.2 pav.), t. y. taip, kad jų potencinė energija būtų mažiausia. Tuo pačiu principu išsidėsto ir dalelės kristale. Jos užima padėtį, atitinkančią žemiausią dalelių potencinės (sąveikos) energijos lygmenį.

Sujungus kietojo kūno molekulių (atomų arba jonų) pusiausvyros centrus, gaunama taisyk-

¹1960 m. JAV fizikas Teodoras Meimanas (*Theodore Maiman*) sukonstravo pirmąjį pasaulyje lazerį, kuriam panaudojo dirbtinai išaugintą rubino kristalą.



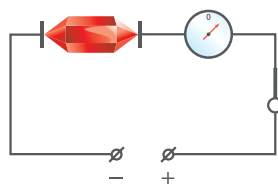
3.1.2 pav.

linga erdvinė gardelė. Ji vadinama **kristalinė gardelė** (2.1.1 pav.). Gardelė gali būti įvairių

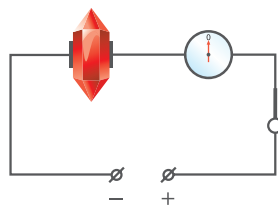
formų. Kubinę gardelę turi valgomoji druska, natriis, chromas, rombinę – kvarcas, topazas, heksagoninę (šešiakampės stačiosios prizmės formos) – cinkas, magnis ir daugelis lydinų. Mokslininkai nustatė, kad gali būti net 230 įvairių kristalo erdvinės gardelės formų. Joninės erdvinės gardelės mazguose dažnai būna teigiamieji arba neigiamieji jonai, kitais atvejais – atomai. Kristalo savybės lemia ne tik dalelių, esančių kristalinės gardelės mazguose, rūšis, bet ir gardelės forma. Grafitas ir deimantas sudaryti iš tų pačių anglies atomų, tačiau skirtinga gardelės forma (žr. 2.1.1 pav.) lemia skirtingas šių medžiagų savybes.

Monokristalai ir polikristalai

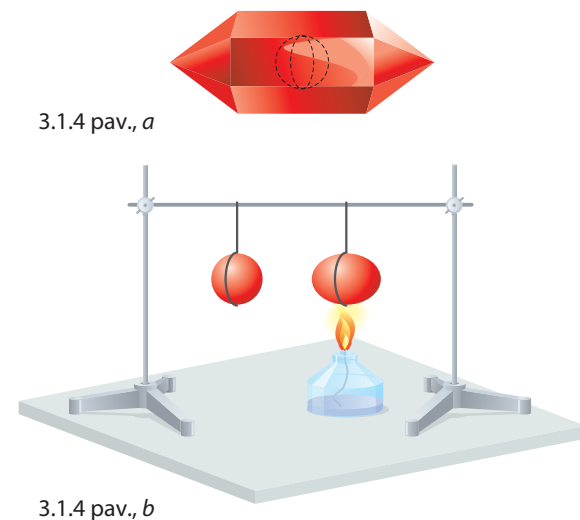
Kietasis kūnas, sudarytas iš vieno kristalo, vadinamas **monokristalū** (gr. *monos* – vienas, vienintelis, vientisas). Monokristalų fizinės savybės priklauso nuo pasirinktos krypties kristale. Daugelis kristalų šviesą, šilumą ir elektros srovę įvairiomis kryptimis praleidžia skirtingai (3.1.3 pav., *a*, *b*). Nuo krypties priklauso ir šiluminis monokristalų plėtimasis. Iš monokristalo pagamintas rutuliukas šildomas labiau plečiasi horizontalia kryptimi negu vertikalia (3.1.4 pav., *a*, *b*). **Kristalų fizinių savybių priklausomybė nuo krypties kristalo viduje vadinama anizotropija** (gr. *anisos* – nelygus, *tropos* – kryptis, savybė). Monokristalams ji būdinga dėl to, kad tvarkingai išsidėsčiusių atomų, molekulių



3.1.3 pav., *a*



3.1.3 pav., *b*



3.1.4 pav., *a*

3.1.4 pav., *b*

lių arba jonų sąveikos jėgos ir atstumai tarp atomų skirtingomis kryptimis yra nevienodi.

Kietasis kūnas, sudarytas iš daugybės suaugusių vienas su kitu kristalėlių, vadinamas **polikristalū** (gr. *polys* – didelis, gausus). Pavyzdžiui, grūdinto plieno ar ketaus lūžio vietoje net plika akimi galima įžiūrėti smulkių kristalėlių. Smūgiuojamas valgomosios druskos gabalas subyra į taisyklingos formos kristalėlius, kurių paviršių riboja statmenos plokštumos. Iš polikristalų pagamintų daiktų nesunku rasti artimiausioje mūsų aplinkoje. Tai – metaliniai šaukštai, šaku-

tės, peiliai ir kt. Rafinuotas cukrus taip pat yra polikristalas.

Dėl netvarkingo kristalėlių išsidėstymo polikristalų, taigi ir metalų, fizinės savybės visomis

kryptimis yra vienodos. Kietojo kūno fizinių savybių nepriklausymas nuo pasirinktos krypties jo viduje vadinamas **izotropija**. Taigi **polikristalinės medžiagos yra izotropiškos**.

Amorfiniai kūnai

Kietieji kūnai, neturintys kristalinės sandaros, vadinami **amorfinais kūnais** (gr. *amorphos* – beformis). Tai – gintaro, stiklo, vaško gaminiai ir kt. Tam tikromis sąlygomis amorfiniai kūnai būna tamprūs kaip kristalai. Pavyzdžiui, esant žemai temperatūrai, dervos gabalas yra kietas ir, stipriai smogtas plaktuku, subyra. Temperatūrai kylant, amorfiniai kūnai pamažu minkštėja. Konkrečios lydymosi temperatūros jie neturi. Lengvai suminkštėja vaškas, derva. Iš įkaitinto stiklo galima formuoti įvairios formos gaminius (3.1.5 pav., *a*). Dėl to jis naudojamas indų, švies-tuvų, meno dirbinių gamybai (3.1.5 pav., *b*).

Amorfinių kūnų atomai arba molekulės, panašiai kaip skysčio molekulės, tam tikrą laiką svy-

ruoja apie pusiausvyros padėtį, paskui peršoka į naują. Tačiau tokie jų šuoliai yra gerokai retesni negu skysčių molekulių. Todėl žemoje temperatūroje amorfiniai kūnai yra artimesni kristalams. Temperatūrai kylant, molekulių šuoliai iš vienos sėslios padėties į kitą dažnėja – amorfiniai kūnai minkštėja, pasidaro takūs, taigi ir artimesni skysčiams. Pavyzdžiui, stiklas yra takus net kambario temperatūroje. Todėl senų pastatų langų stiklai apačioje būna storesni.

Amorfinių kūnų tik artimiausios dalelės (atomai, molekulės) išsidėsto tvarkingai, todėl sakoma, kad amorfiniams kūnams būdinga **artimoji tvarka**. Šie kūnai yra izotropiški – fizinės savybės nepriklauso nuo pasirinktos krypties jų viduje.



3.1.5 pav., *a*



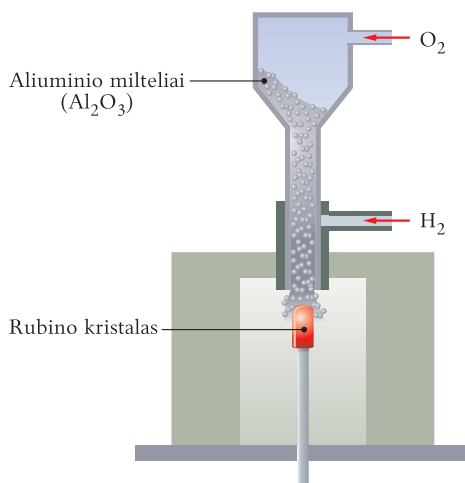
3.1.5 pav., *b*

Kristalų auginimas

Didelė kristalų paklausa privertė ieškoti alternatyvių jų šaltinių. Sukurtos modernios kristalų auginimo technologijos.

Kristalai auginami specialiuose automatizuotuose termostatuose. Pagrindinė problema, kuri kyla auginant kristalus, – aukšta žaliavos temperatūra. Pavyzdžiui, norint išauginti rubino mo-

nokristalą, reikia aliuminio oksido miltelius įkaitinti iki 2030 °C. Rubino auginimo įrenginyje kaitinami aliuminio oksido milteliai byra plona srovele (3.1.6 pav.). Išsilydę jie mažais lašeliais krinta ant strypo, kurio paviršiuje formuojasi rubino kristalas. Taip pavyksta išauginti iki 500 mm ilgio monokristalinius strypelius.



3.1.6 pav.



3.1.7 pav.

Kristalus galima auginti lėtai garinant skystį iš sočiojo tirpalo arba lėtai mažinant tirpiklio temperatūrą. Iš tirpalo gaunamo kristalo forma priklauso nuo skysčio priemaišų, skysčio srovių. Tirpalo šaldymas labai pakeičia kristalų formą.

Susidaro ilgų, adatos pavidalo keistai susijungusių kristalų. Pavyzdys – ledo ornamentai ant lango (3.1.7 pav.). Dideli, be priemaišų kristalai išauginami kosmose, nesvarumo ir didelio vakuumo sąlygomis.

Klausimai ir užduotys

1. Apibūdinkite molekulių sąveikos jėgas ir judėjimo pobūdį kietuosiuose kūnuose, skystuose ir dujose.
2. Kuo panaši ir kuo skiriasi kristalinių ir amorfinių kūnų sandara?
3. Paaiškinkite izotropijos reiškinį. Kam jis būdingas?
4. Ar visi kristaliniai kūnai yra anizotropiniai? Atsakymą pagrįskite.
5. Mediena yra anizotropinė. Ar ją galima laikyti kristaline medžiaga?
6. Pasirenkite diskusijai apie stiklapūtystę (istorija, dabartinės technologijos, meniniai ir praktiniai taikymo aspektai).
7. Prisiminkite per chemijos pamokas nagrinėtus kristalų auginimo būdus. Internetu paieškokite informacijos apie naujausias kristalų auginimo namų sąlygomis technologijas. Klasėje padiskutuokite apie fizikinius ir cheminius jų aspektus. Pabandykite patys išauginti kristalų.
8. Paieškokite internete informacijos apie anizotropiją gyvojoje gamtoje.

3.2. Skystieji kristalai ir jų naudojimas

Skystųjų kristalų sandara

Dabar jau nieko nestebina televizoriaus, kompiuterio monitoriaus (3.2.1 pav.) ar mobiliojo telefono ekranas, pagamintas iš skystųjų kristalų.

Šios medžiagos taip pat naudojamos laikrodžiuose, švieslentėse, termometruose, skaičiuotuose ir kituose elektronikos prietaisuose.

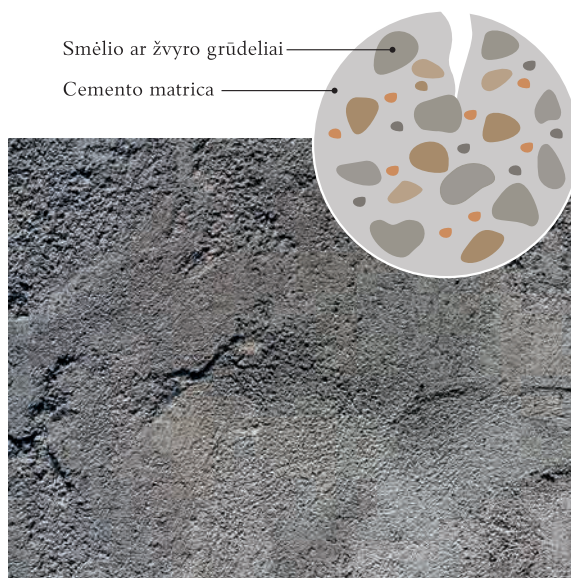
3.7. Kompozitai

Trapios medžiagos lengvai įtrūksta ir tie įtrūkimai plinta apimdami vis naujas sritis. Pasiekę tvirtesnę medžiagą, jie gali sustoti. Tai taikoma kompozitų (lot. *compositus* – sudėtinis) – tvirtų ir plastiškų medžiagų – gamyboje. Vientisas kompozito komponentas vadinamas matrica. Į ją įterpiama intarpų – viena ar keletas kitų atsparesnių medžiagų. Pavyzdžiui, betonas yra kompozitas. Jo matrica – cementas (3.7.1 pav.), o intarpas – smėlio ir žvyro grūdėliai. Įskilimas plinta cementu, tačiau, pasiekęs smėlio ir žvyro grūdėlius, sustoja. Šis pavyzdys rodo, kad kompozitai gaminami iš kelių skirtingų medžiagų. Pavieniui šios medžiagos neturi tokių savybių, kokias įgyja naudojamos kartu. Kompozitams būdingos šios savybės:

- tvirti, atsparūs mechaniniam poveikiui,
- atsparūs temperatūros svyravimams (nuo $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $220\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- gerai sulaiko šilumą;
- tinkami naudoti ilgai;
- nereikalauja ypatingos priežiūros.

Technikoje kompozito sąvoka pradėta vartoti XIX a., o statybose – XX a. Kompozitai naudojami visose technikos ir kasdienio gyvenimo srityse – pradedant virtuve ir baigiant erdvėlaiviais. Jų poreikis ypač išaugo atsiradus būtinybei plačiau naudoti lengvesnes ir stipresnes medžiagas statant dangoraižius, šiltesnius ir greičiau surenčiamus gyvenamuosius namus, tiltus, gaminant erdvėlaivius.

Pirmieji šiuolaikinių kompozitų prototipai atsirado daugiau kaip prieš 5000 m. iki Kr. ir buvo naudojami statybose. Į saulėje išdžiovinintas molio plytas buvo dedama susmulkintų akmenų arba organinių medžiagų. Žmonės pastebėjo, kad tada plytos mažiau trūkinėja. Trečiajame tūkstantmetyje iki Kr. Egiptė ir Mesopotamijoje iš bituminės smala suklijuotų nendrių buvo daromos valtys. Tai yra dabartinio stiklo plastiko, gaminamo iš dirbtinių komponentų – stiklo pluošto ir polimerų, – prototipas. Nendrės ir ypač jų pluoštas – palyginti stipri ir lengva poringa



3.7.1 pav.

medžiaga, o bituminė derva suklijuoja iš tokių pluoštų padarytą gaminį, jį sustiprina, daro nelaidų vandeniui.

Pirmasis mūsų eros tūkstantmetis nepasižymėjo gerų kompozicinių medžiagų gamyba. Tik XX a. viduryje buvo sukurti nauji kompozitai, vadinamieji boro plastikai, kurie 10–15 kartų stipresni ir 3–4 kartus lengvesni už statybinių plieną. XX a. septintajame dešimtmetyje, išradus labai didelio tampros modulio ir stiprumo anglies pluoštus, buvo sukurta kompozitų su dar geresnėmis savybėmis.

XX a. ketvirtojo dešimtmečio pabaigoje kompozitų gamybai pradėtas naudoti išlydytas stiklas, ištemptas į ilgą pluoštą. Kompozitai, turintys stiklo pluošto, yra labai stiprūs. Jų stiprumas tempiant yra daugiau kaip 60 kartų didesnis negu metalo, naudojamo automobilių kėbulams gaminti. Per pastaruosius dvidešimt penkerius metus kompozitų naudojimas transporto priemonių gamybai išaugo daugiau kaip 10 kartų. Kompozitų naudojimas lėktuvų gamybai turi didelį ekonominį efektą. Stiklo plastikų santykinis stiprumas yra 5–6 kartus didesnis negu pa-



3.7.2 pav.

grindinių medžiagų, iš kurių gaminami lėktuvai (aliuminio, boro). Be to, stiklo plastikai yra daug lengvesni. Jie leido sumažinti lėktuvo masę daugiau kaip du kartus.

Kompozitai šiuo metu plačiai naudojami statybose. Jie suteikia statiniams didesnę stiprumą, pastovumą, standumą naudojant mažiau medžiagų. Kompozitai leidžia sumažinti pastatų svorį, naudoti mažesnio skerspjūvio konstrukcijas. Pavyzdžiui, 1890 m. Čikagoje pastatyto 18 aukštų pastato „Garrick Building“ pirmųjų aukštų mūro sienų storis buvo 1,8 m. Šio pastato sienos 1 m² svėrė apie 4 t. Šiuo metu statomų



3.7.3 pav.



3.7.4 pav.



3.7.5 pav.

dangoraižių 1 m² sienos, pagamintos iš kompozitų, nesveria nė 300 kg (3.7.2 pav.). Kompozitai pagerina pastato termoizoliacines ir akustines savybes, atpigina pastato statybą, nes sumažina konstrukcijų gamybos energijos, transportavimo ir montavimo išlaidas.

Lietuvoje iš kompozitų gaminamos termoizoliacinės medžiagos, denginių konstrukcijos su vidiniais termoizoliaciniais sluoksniais, keramzitbetonio blokėliai (3.7.3 pav.). Jie gaminami iš keramzito, cemento ir vandens. Keramzitas – aukštoje temperatūroje kaitinto molio granulės, kurios pasižymi geromis termoizoliacinėmis savybėmis. Rišamoji medžiaga yra cementas.

Kompozitai naudojami ir buityje¹. Virtuvės baldų stalviršis (3.7.4 pav.) – svarbi virtuvės interjero dalis. Gaminant maistą, stalviršiams tenka nemažos apkrovos, todėl jie daromi iš mechaniniam poveikiui atsparių medžiagų. Iš kompozitų (dirbtinio akmens) gaminamos plautuvės, sienų dangos. Jų paviršius lengva valyti, atnaujinti, jie gerai perima aplinkos temperatūrą, todėl liečia-

mi atrodo šiltesni negu natūralaus akmens gaminių paviršiai.

Kompozitai yra svarbūs odontologijoje. Švietimo kietėjantys kompozitai plačiau yra žinomi kaip helio plombos (3.7.5 pav.). Iš tokių kompozitų daromi mišiniai, bandant sujungti gerąsias kelių plombų savybes.

Skaitydami informaciją apie avalynę, galite rasti paaiškinimą, kad jos gamyboje buvo naudojami kompozitai. Dažniausiai jie naudojami gaminant batų padų atraminius tiltus.

Kompozitai naudojami ir audinių gamyboje. Nuo blogo oro, lietaus saugantys audiniai gaminami iš specialios struktūros pluoštų, jų siūlai arba medžiagos apdorojamos specialiais preparatais (įmirkomos), naudojamos įvairios membranos.

Tarpdalykinis projektas

Internete yra daug interaktyvių mokymosi objektų, susijusių su metalais. Susisteminkite juos, parengdami pranešimą (ar sukurdami katalogą) apie metalus. Atskleiskite fizikinius ir cheminius šios temos aspektus:

- metalų kristalų sandara;
- metalų fizinės savybės (kalumas, plastiškumas, blizgesys, neskaidrumas, tankis, lydymosi temperatūra);
- metalų cheminis aktyvumas;
- metalai gamtoje;
- metalai žmogaus organizme ir augaluose;
- metalų gavimas;
- metalų legiravimas.

¹Buityje ši medžiaga vadinama dirbtiniu akmeniu.