

Vilnius, 2020 gegužė

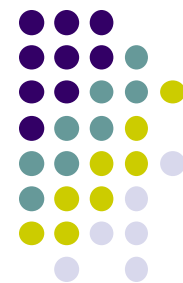


Ypatingų savybių ir išmaniosios medžiagos

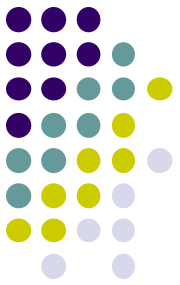
Algirdas Vaclovas Valiulis

Lietuvos mokslų akademija

Kokias medžiagas vadiname „išmaniosiomis“



Išmaniosios medžiagos – tai medžiagos, kurios turi vieną ar daugiau savybių, kurias gali žymiai pakeisti išoriniai veiksniai, tokie kaip veikiantys *įtempiai, temperatūra, drėgmė, aplinkos rūgštingumas pH, elektrinis ar magnetinis laukas*.

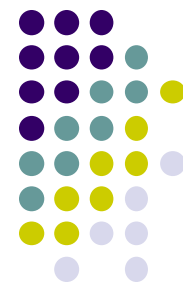


Planetos demografija

Žemės gyventojų skaičius jau pasiekė
7,5 milijardo:

- 40 % gyventojų dirba paslaugų srityse;
- 38 % gyventojų dirba žemės ūkyje;
- 22 % gyventojų dirba pramonėje.

Gyventojų veiklos poveikis aplinkai



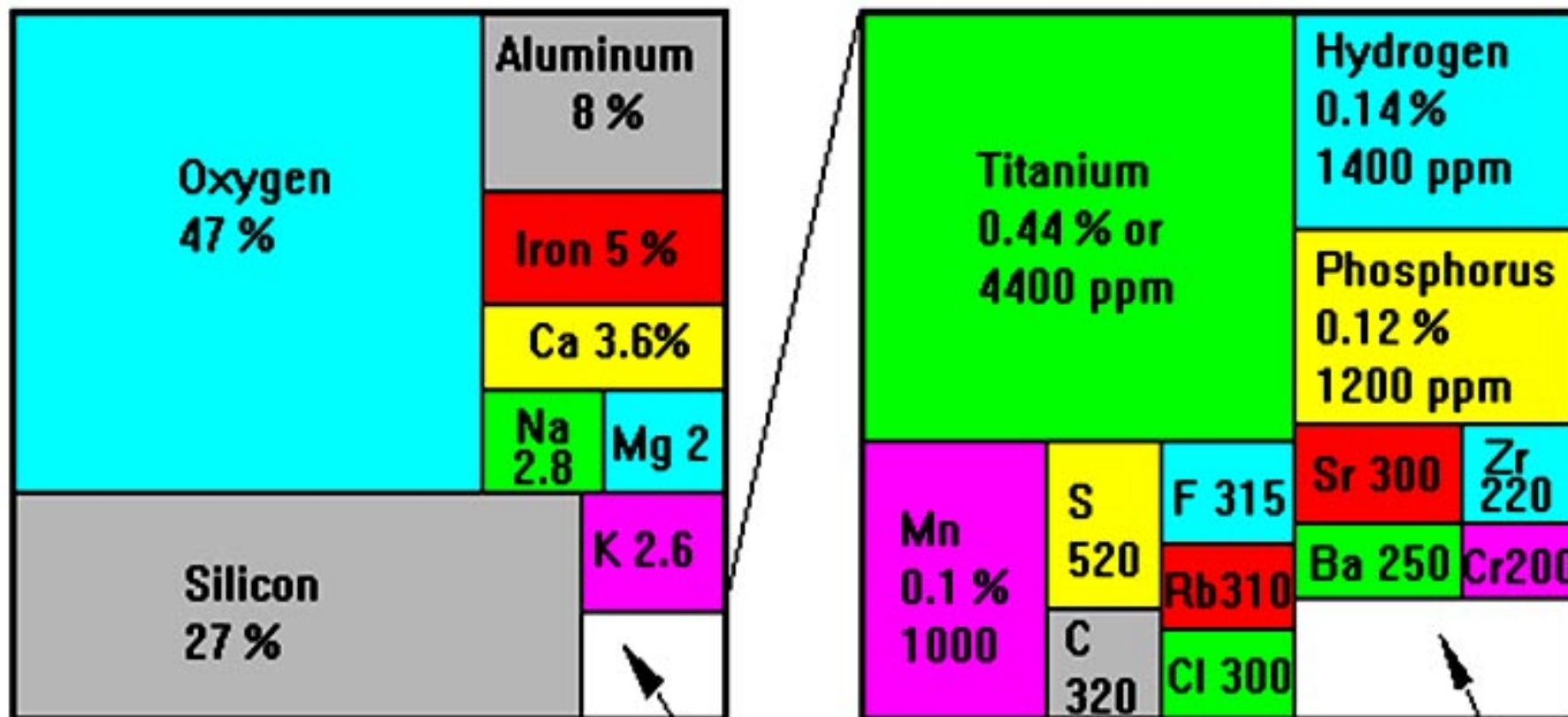
Kas sekundę:

- išnyksta 19 teniso kortų dydžio tropinių miškų plotas;
- vien Kinijoje dykumos plotas padidėja 78 m² ;
- vien Grenlandijoje ištirpsta 1600 tonų ledynų;
- deginant iškastinį kurą į atmosferą patenka šiltnamio efektą sukeliančios CO₂ dujos;
- Medžiagų poreikis vienam gyventojui Vokietijoje, Nyderlanduose ir JAV siekia atitinkamai 86, 84 ir 86 tonas per metus.

Žmonijos turimi ištekliai



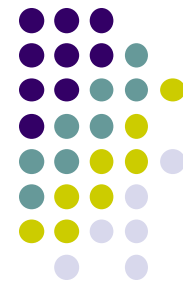
Cheminių elementų kiekis Žemės plutoje



Visi likę elementai apie
1 %

Apie 0.1 % (1000 ppm)
Zn, Cu, Ni, Pb, Mo, Th,

Medžiagos, turinčios mažiau pavojingų elementų ar junginių



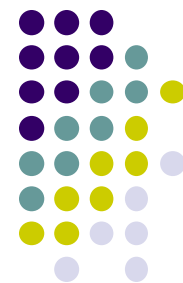
- Medžiagos, neturinčios švino;
- Medžiagos neturinčios halogenų;
- Medžiagos neturinčios chromo junginių;
- Ekologiški puslaidininkiai;
- Alternatyvios gyvsidabriui medžiagos
 - Lydmetaliai, lengvo pjovimo plienai, dangos, guolių lydiniai, kt.
 - Ugnies gesinimo medžiagos, PVC pakaitalai, kt.
 - Galvaniniu būdu dengtas lakštinis plienas, kt.
 - Fe-silicidai, kt.

Ekologiškos medžiagos



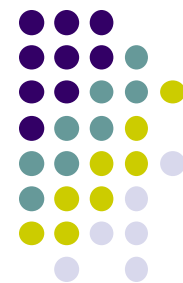
- Atsinaujinančių išteklių medžiagos;
 - Mediena ir augalinės medžiagos, bioplastikai, biokeramika, medžio keramika
- Medžiagos gaunamos iš atliekų;
 - Cementas ir stiklo keramika iš komunalinių atliekų arba pelenų
- Ekologiškesnės perdirbtos medžiagos

Geresnio pakartotino perdirbamumo medžiagos



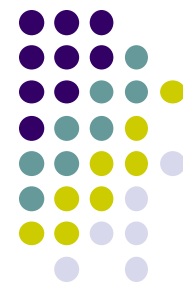
- Pakartotinai perdirbamieji lydiniai;
 - Perdirbamos kompozitinės medžiagos;
 - Mažai kenksmingų aplinkai priemaišų turintys lydiniai;
 - Medžiagos, kurios jau gaminio projektavimo metu, vertinamos kaip tinkamos perdirbimui
- Mažai legiruoti atsparieji plienai, daugiafunkcės paskirties aliuminio lydiniai
 - Kompozitinės medžiagos sudarytos iš tos pačios grupės medžiagų

Medžiagų technologijų plėtros chronologija



- 29 000–25 000 m. pr.m.e. – pasirodo pirmoji keramika
- III tūkstantmetis pr.m.e. – atsiranda vario metalurgija
- 16 a. pr.m.e. – hetitai sukuria geležies iš rūdų gamybos metalurgiją
- 10 a. pr.m.e. – Artimuosiuose Rytuose pradėta stiklo gamyba

Medžiagų technologijų plėtros chronologija



I tūkstantmetis

4 m.e.a. – pagamintas geležinis stulpas Delyje. Tai seniausias išlikęs korozijai atsparaus plieno pavyzdys.

7 m.e.a. – Kinijoje sukurta porceliano gamyba.

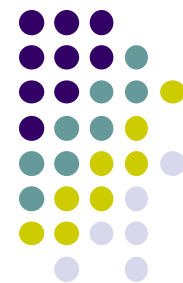
8 m.e.a. – Bagdado gatvės dengiamos iš naftos gaunama derva (mūsų laikų terminu – asfaltuojamos).

7 m.e.a. – Basroje (Irake) sukurta keramikos glazūravimo alavu technologija.

Medžiagų technologijų plėtros chronologija



Medžiagų technologijų plėtros chronologija



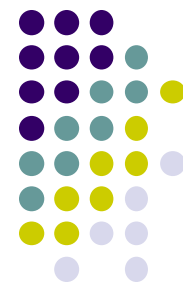
19-tas amžius

1825 m. pagamintas metalinis aliuminis.

1855 m. – sukurta konverterinė (Besemero) masinė plieno gamyba, kuri sąlygojo pramoninę revoliuciją.

1883 m. – sukurti pirmieji saulės elementai, kurių pagrindą sudarė selenas.

Medžiagų technologijų plėtros chronologija



20-tas amžius

1911 m. atrastas medžiagų superlaidumo reiškiny.

1912 m. sukurtas nerūdijantis plienas.

1916 m. sukurta metalų vienkristalių gamybos technologija.

1931 m. sukurtas nailonas.

1947 m. sukurtas puslaidininkinis germanio tranzistorius.

1951 m. sukurtas mikroskopas, kuriuo galima stebėti atskirus atomus.

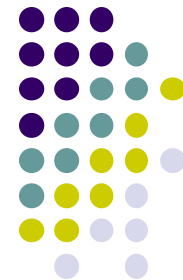
1954 m. sukurti 6 % šviesos konversijos naudingumo silicio saulės elementai.

1968 m. sukurtas skystųjų kristalų ekranas.

1970 m. sukurta silicio optinių skaidulų gamybos technologija (šviesolaidinė optika).

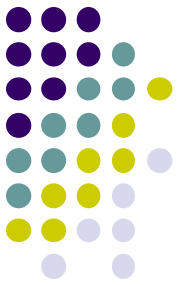
2004 m. atrastas grafenas, medžiaga apie 200 kartų stipresnė negu stipriausias plienas.

Šiuolaikinių išmaniųjų medžiagų rūšys



- ❖ Pjezoelektrinės medžiagos
- ❖ Magnetostrikcinės medžiagos
- ❖ Formą įsimenančios medžiagos (lydiniai ir polimerai)
- ❖ Magnetinės, formą įsimenančios medžiagos
- ❖ Termochrominės medžiagos
- ❖ Elektrochrominės medžiagos
- ❖ Fotochrominės medžiagos
- ❖ pH ir temperatūrai jautrūs polimerai
- ❖ Halochrominės medžiagos
- ❖ Chromogeninės medžiagos
- ❖ Reologinės medžiagos
- ❖ Ferokysčiai
- ❖ Magnetinio šaldymo medžiagos
- ❖ Dielektrinės elastingosios medžiagos
- ❖ Savaimė gyjančios medžiagos

Išmaniųjų medžiagų naudojimo priešaušrė



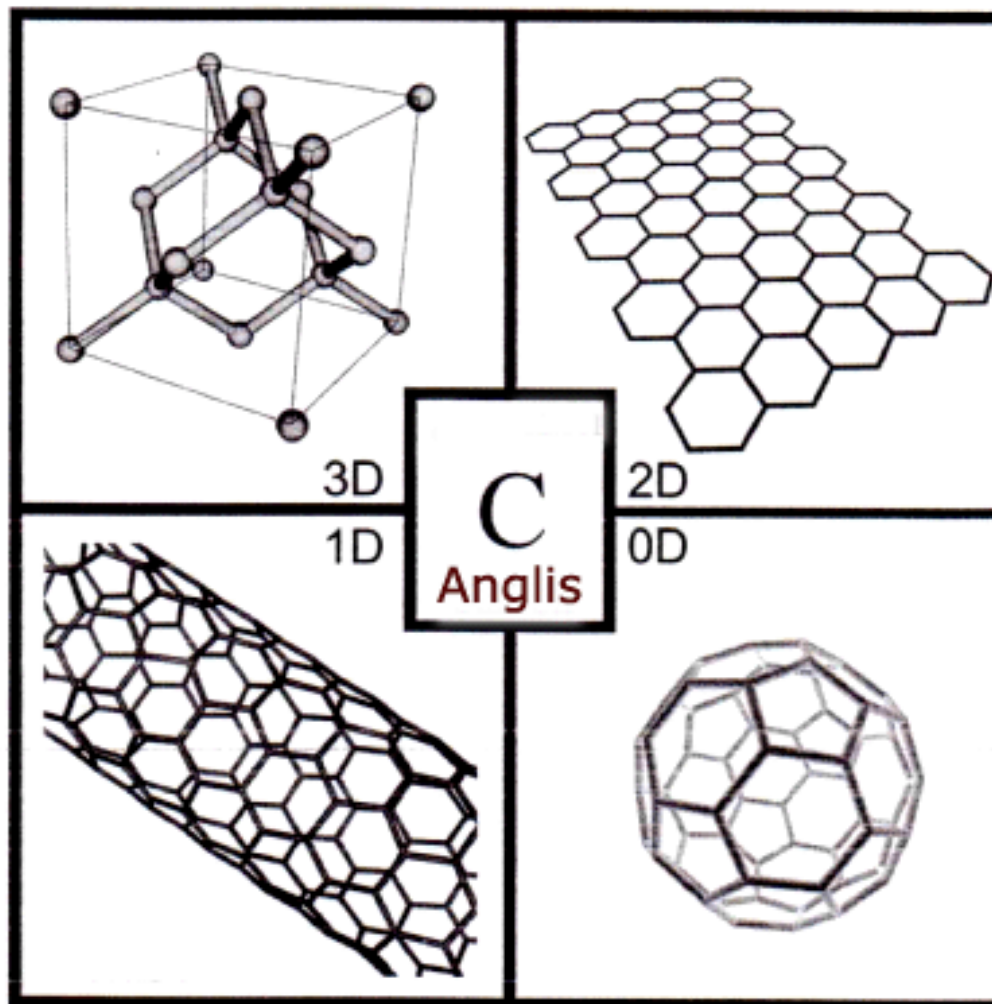
Senovės Egipte ir Romos imperijoje akmenys buvo skaldomi pasitelkiant medinius pleištus. Į akmens paviršiuje esantį ar iškirstą griovelį įkaldavo sausus medinius pleištus, kuriuos po to mirkydavo vandeniui. Medienai sugeriant drėgmę ji brinkdavo, plėsdavosi ir suskaldydavo akmenį ar akmens bloką į dvi dalis. Šiuo atveju galima įžvelgti išmaniosios medžiagos panaudojimo principą: vilgoma medžiaga brinksta, plečiasi ir suardo uolieną. Pleišta išdžiovinus, jis vėl susitraukia ir gali būti naudojamas pakartotinai.



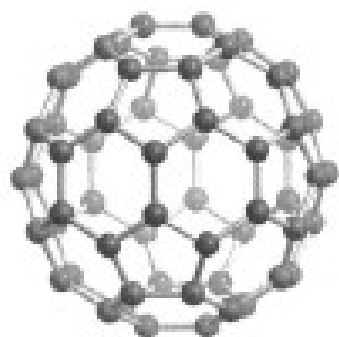
Ar plieną galime vadinti išmaniaja medžiaga ?



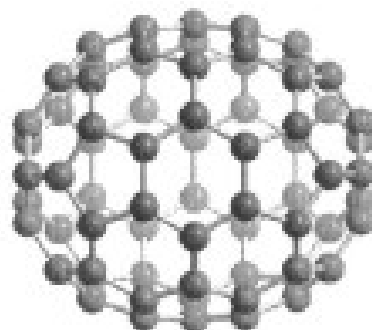
Anglies alotropinės atmainos: deimantas (3D); grafenas (2D);
anglies nanovamzdeliai (1D); fulerenas – tuščiavidurio kamuolio
formos molekulė (0D)



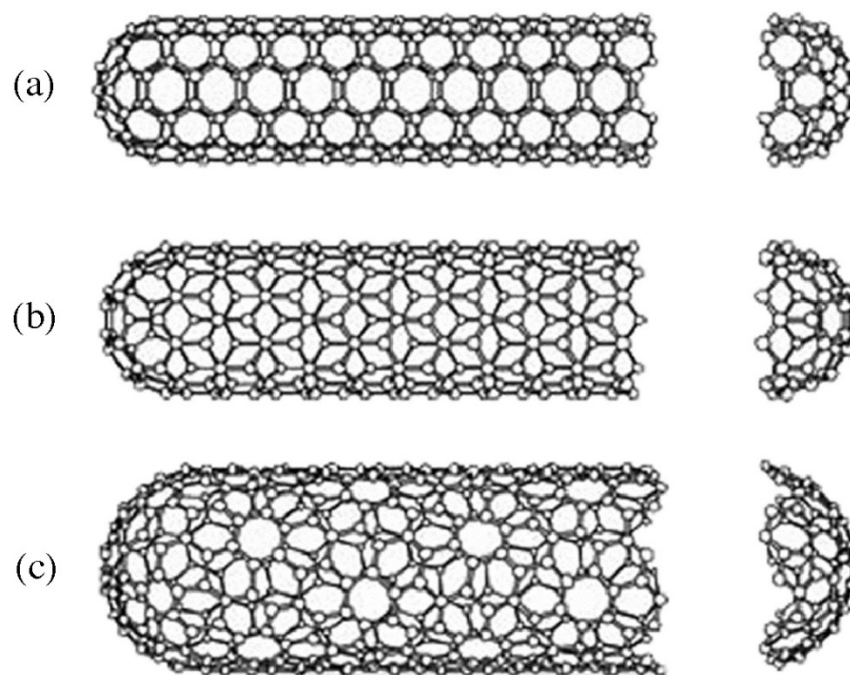
Tuščiavidurio kamuolio ir vamzdelio formos anglies dariniai



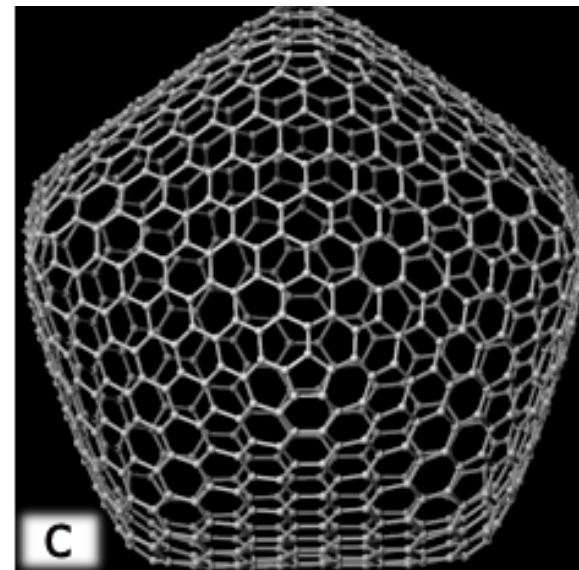
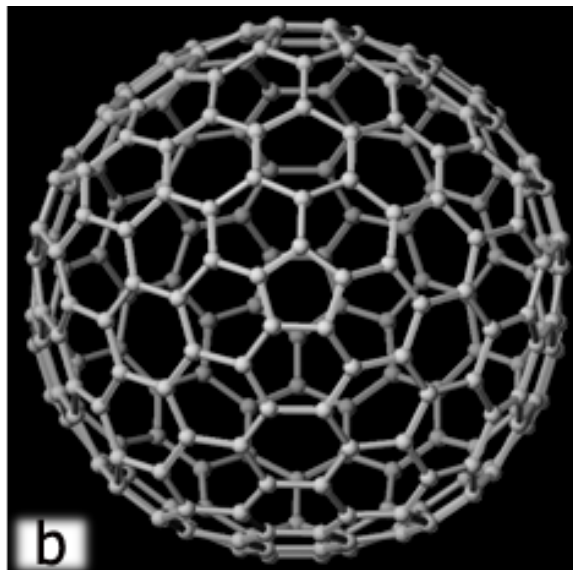
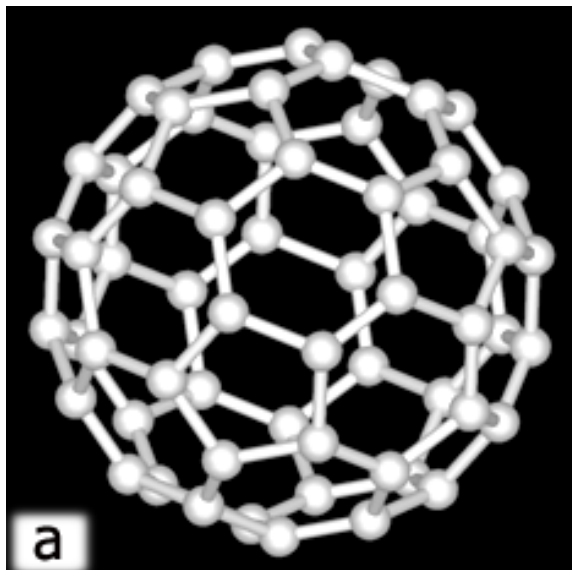
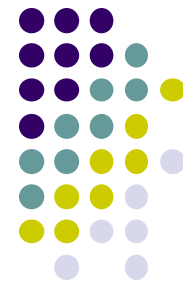
(a)



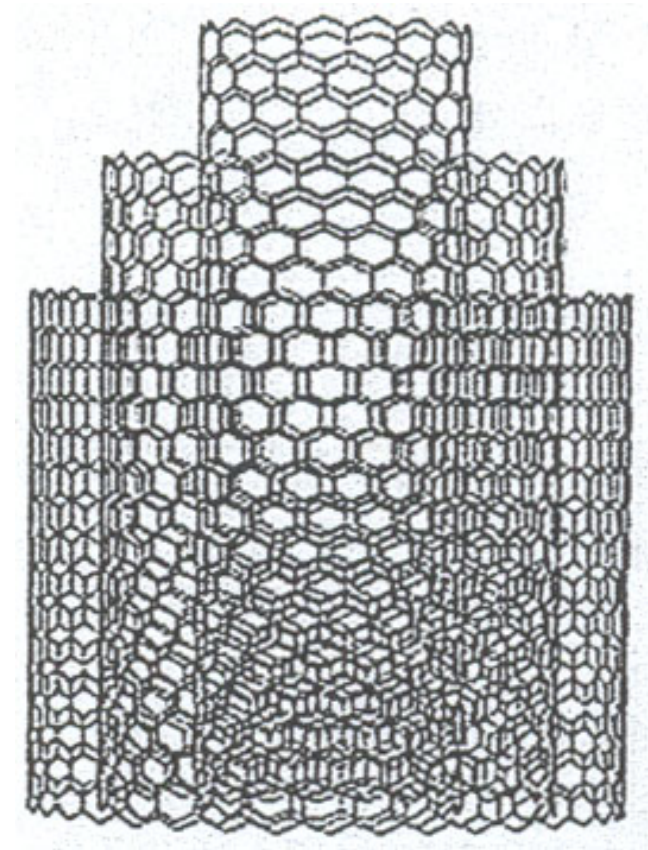
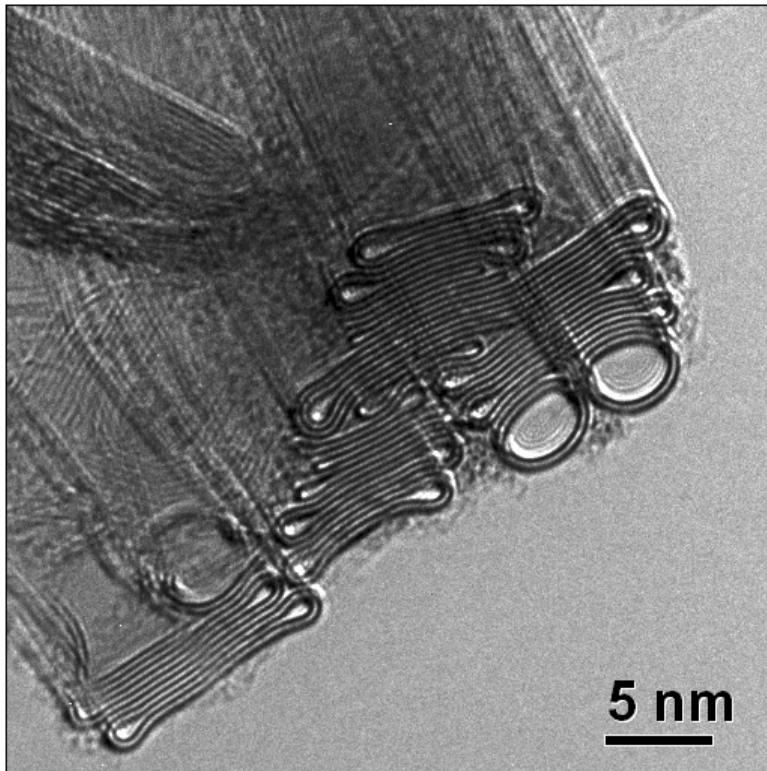
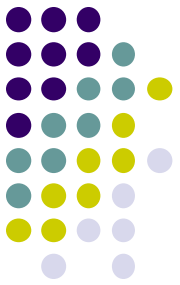
(b)



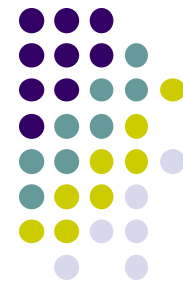
Fulerenai: a – C₆₀, b – C₂₄₀, c – C₅₄₀



Daugiasieniai anglies vamzdeliai

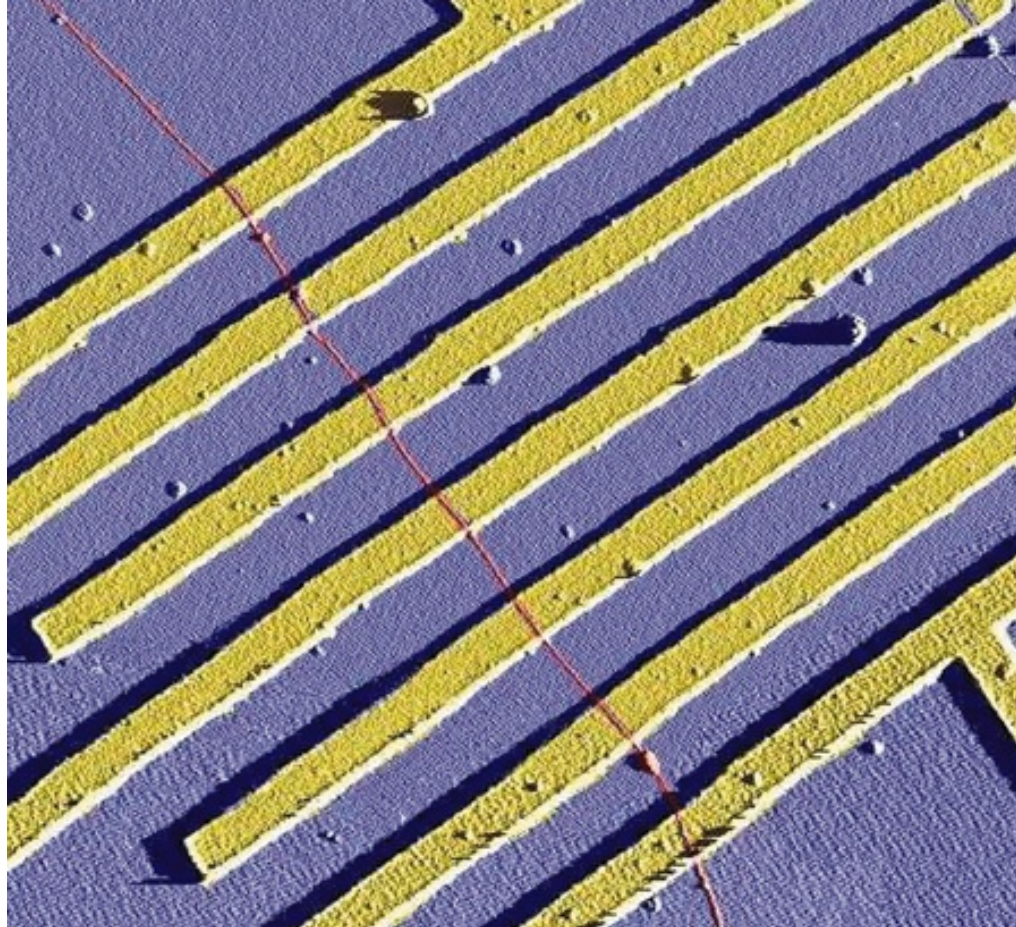
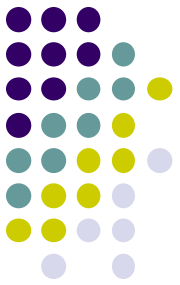


Vienasienio anglies nanovamzdelio savybės

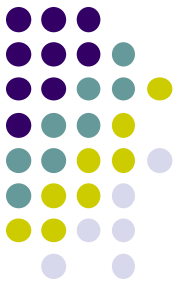


- Tamprumo modulis 1200 GPa (plieno 200 GPa);
- Anglies nanovamzdelių tempimo stipris yra 130 GPa (plieno < 5 GPa, Kevlaro 3,6 GPa).
- Išilginė plastinė deformacija 1%;
- Tankis $1,20 \text{ g/cm}^3$ (plieno 7,8 g/cm^3).

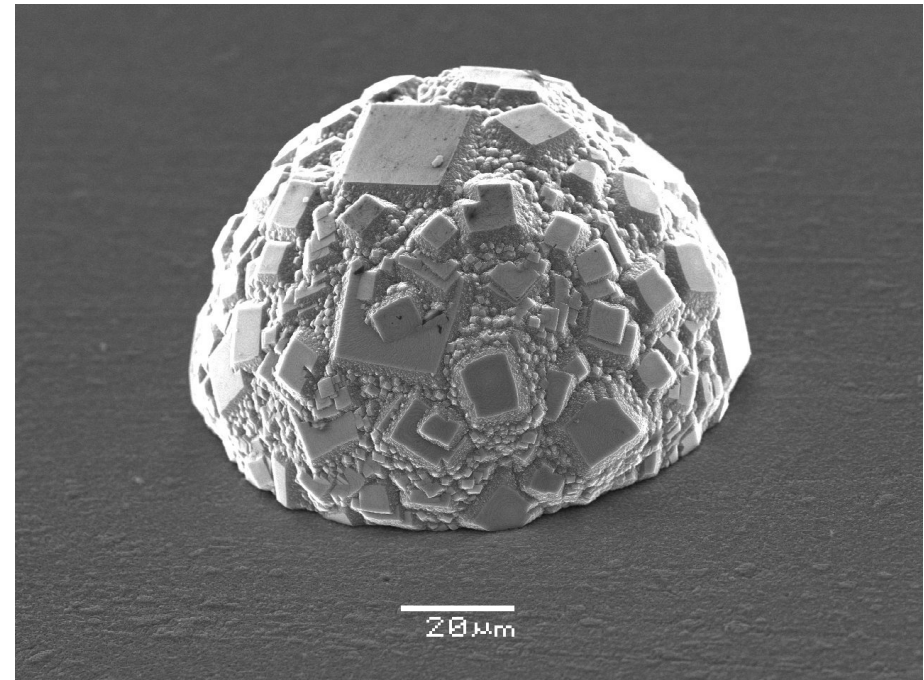
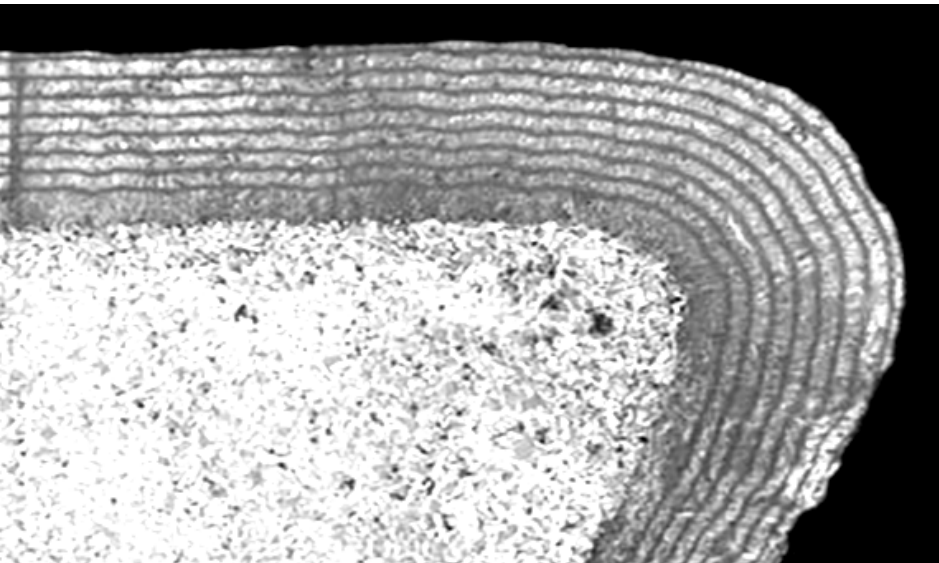
Elektrodai sujungti vienasienio nanovamzdelio laidu



Deimantinēs struktūros



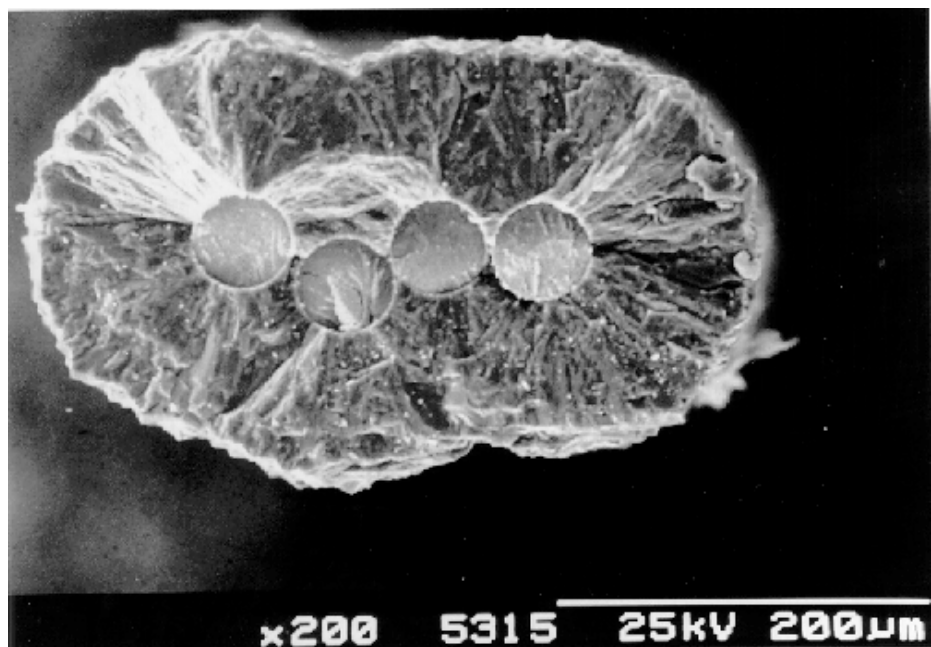
- Padengta deimanto plēvele pjovimo peilio viršūnē
- Deimanto „sfera“ sudaryta iš deimanto nanokristalų



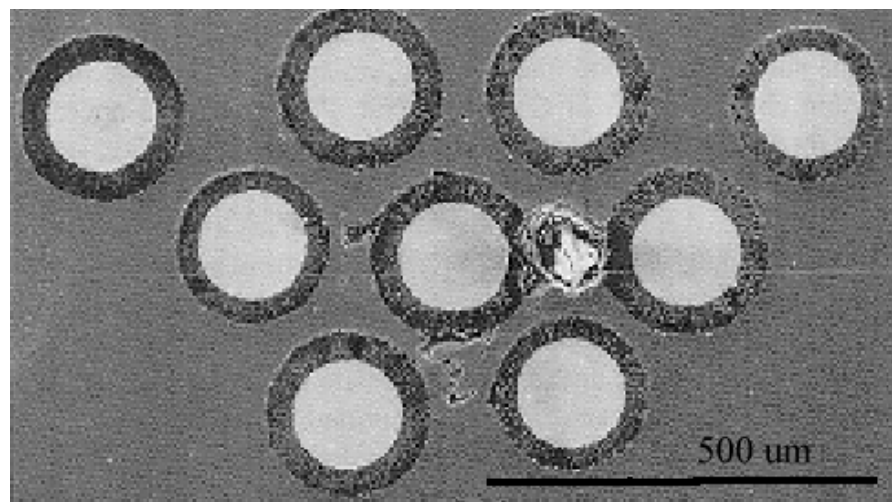
Deimantinēs struktūros



- Deimanto danga ant 4 volframo vielu



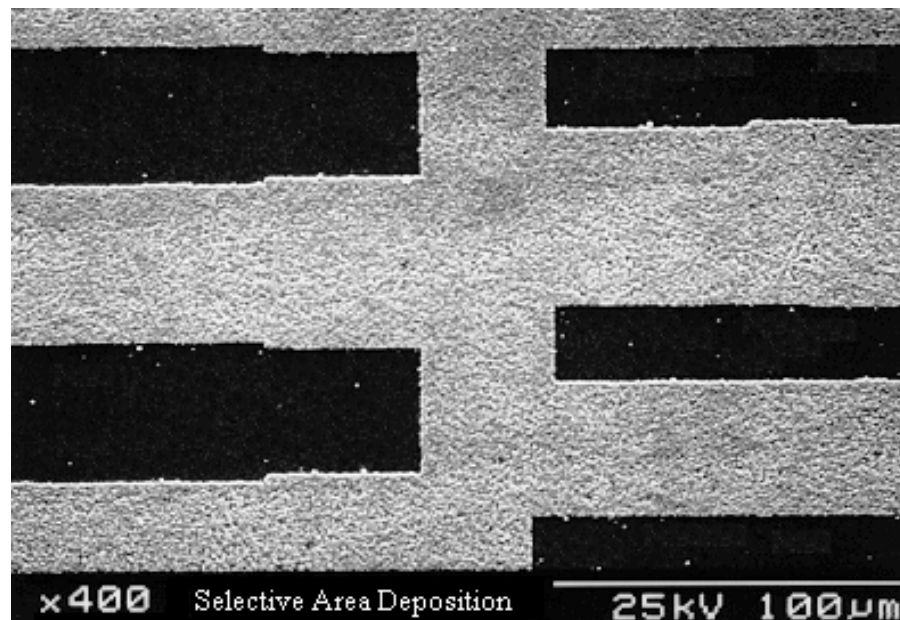
- Deimanto dangos ant volframo vielu



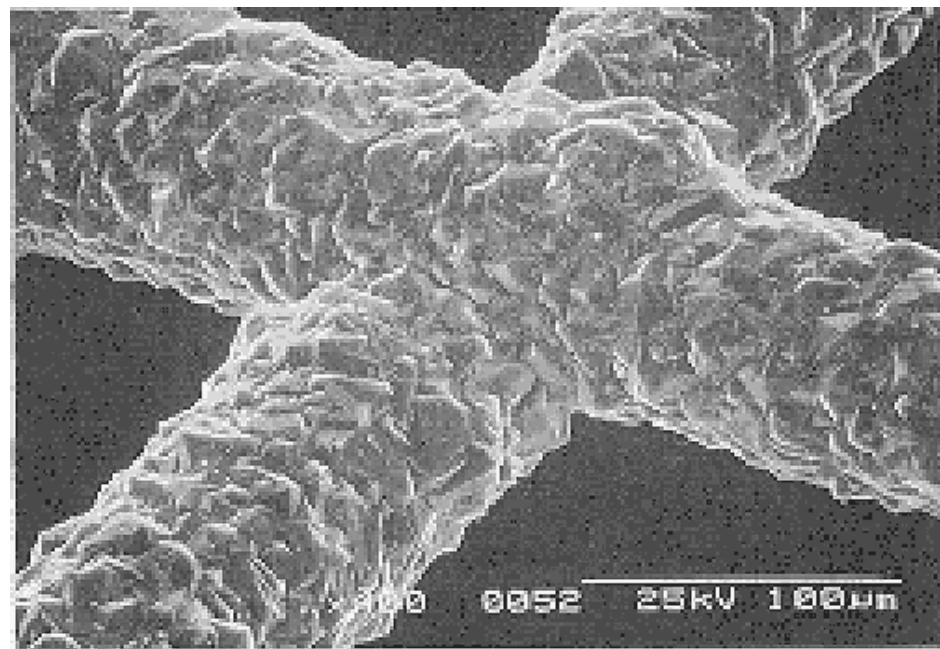
Deimantinės struktūros



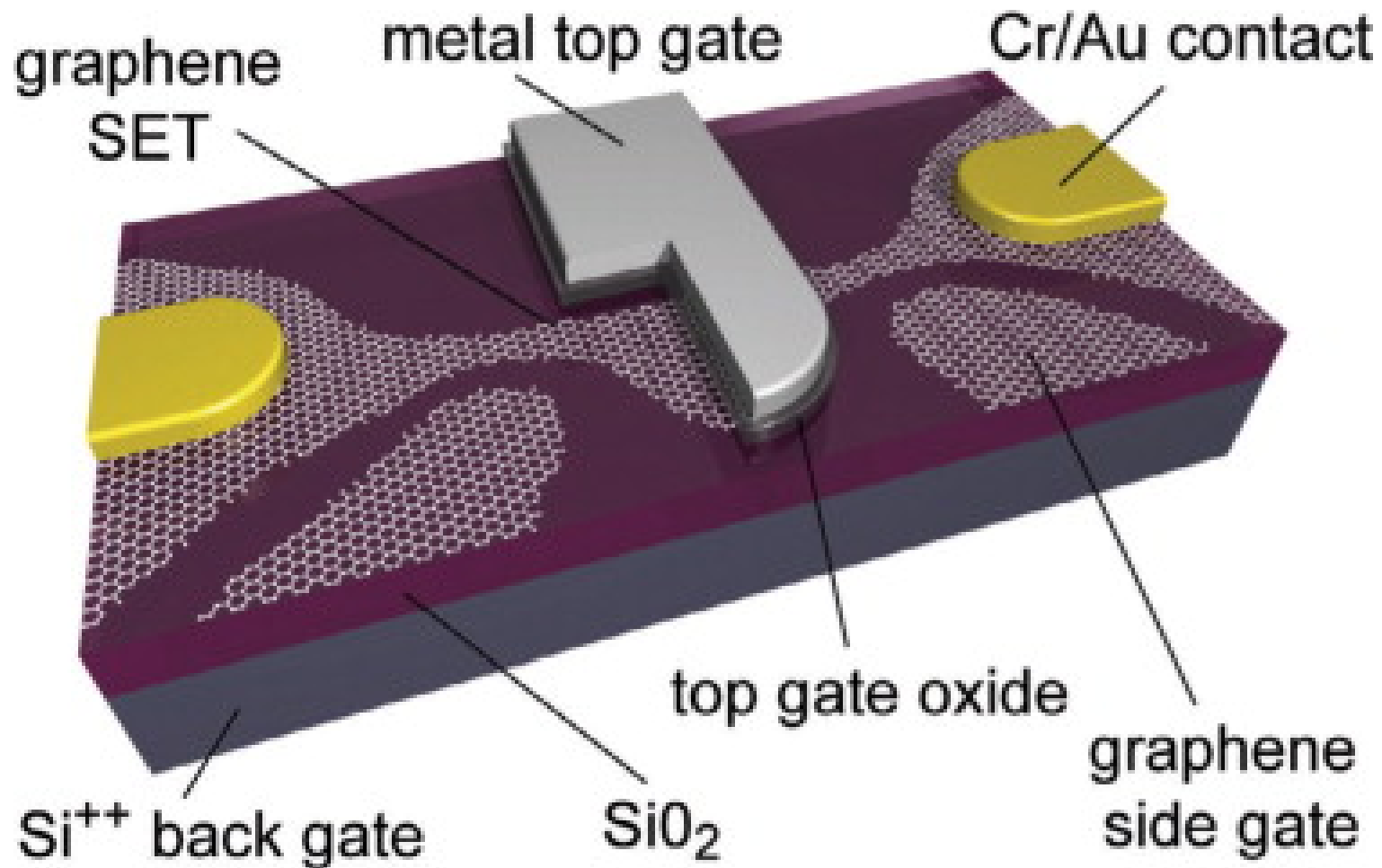
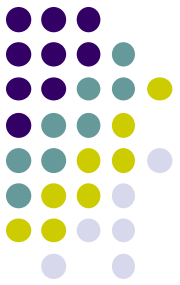
- Modeliuota deimanto plėvelė



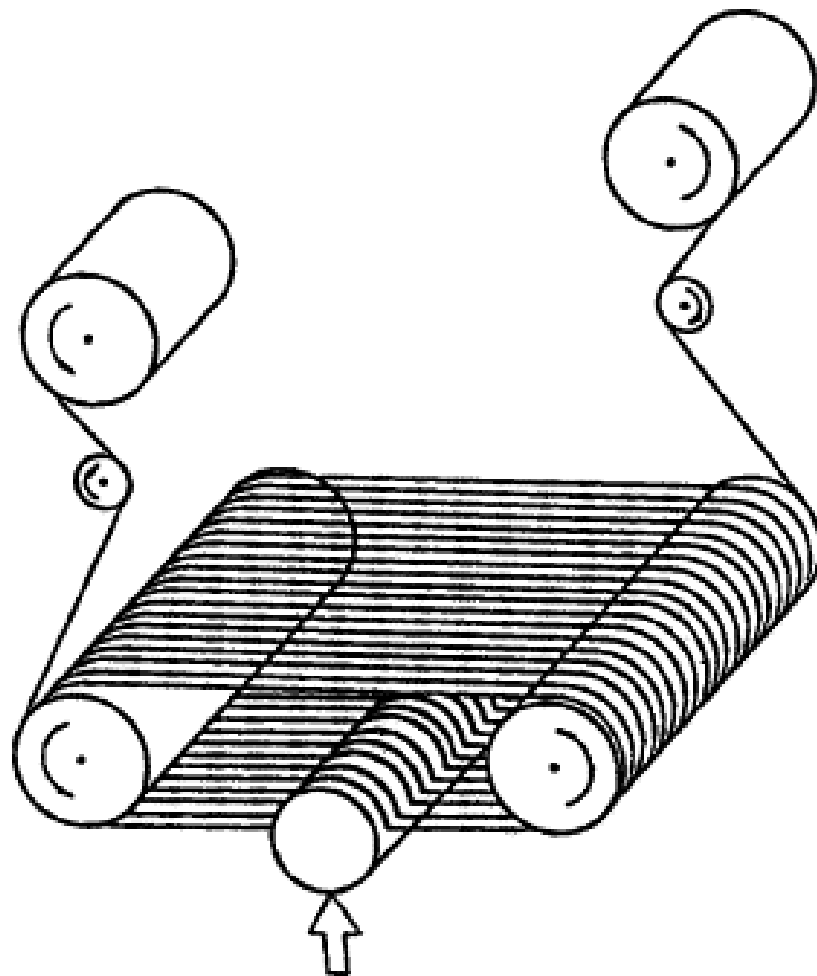
- Deimanto danga ant kryžminės jungties



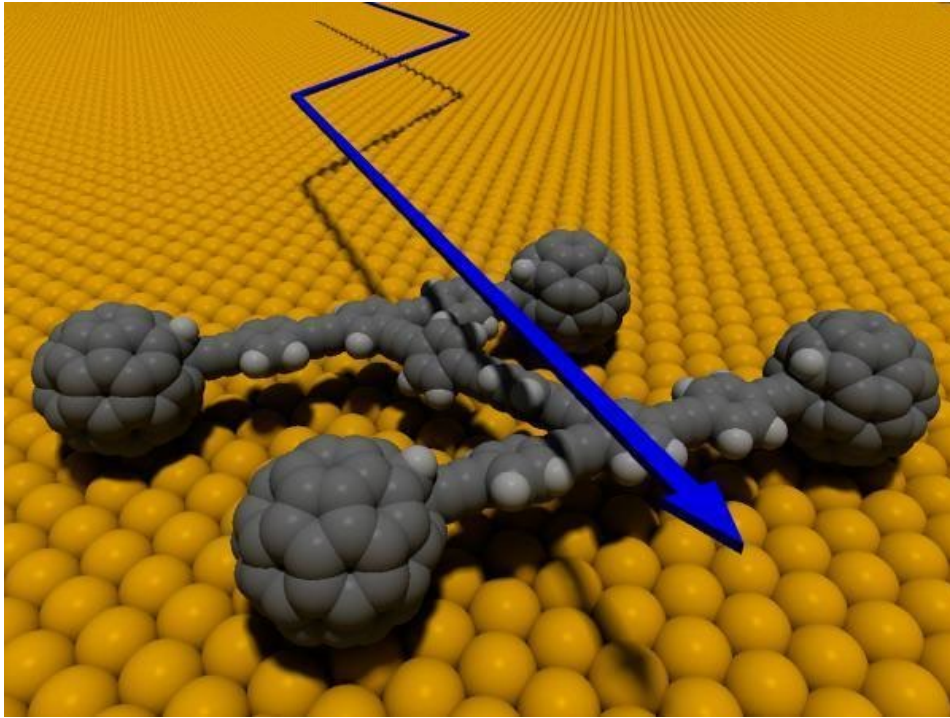
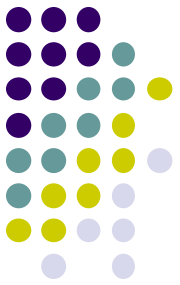
Grafeninis tranzistorius



Silicio monokristalo pjaustymas



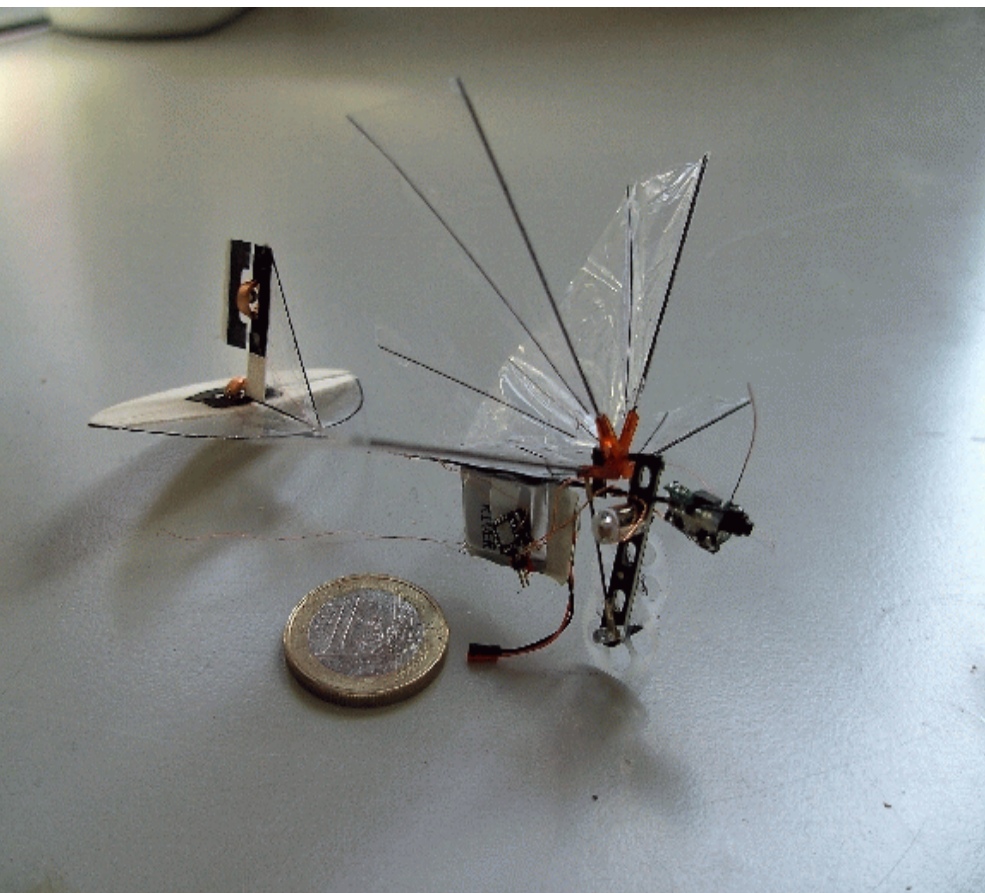
Molekulinis automobiliukas



Molekulinis automobilis su keturiais anglies atomų ratais, kurie sukasi ant anglies atomų ašių.

Nano automobilio ratai 5000 kartų mažesni už žmogaus lastelę

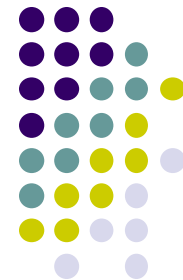
Ypač mažas, nuotoliniu būdu valdomas lėktuvas



„DelFly Micro“ – ypač mažas nuotolinio valdymo lėktuvas turintis fotoaparata ir vaizdo atpažinimo programinę įrangą. Sveria tik 3 gramus. Atstumas tarp sparnų galų 10 cm.

Su baterija, sveriančia tik 1 gramą, gali skristi apie tris minutes. Didžiausias greitis 5 m/s.

Pjezoelektrinės medžiagos



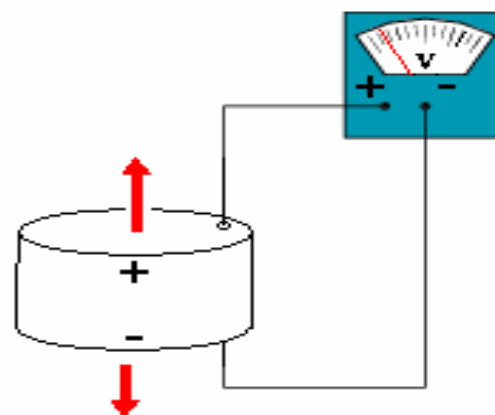
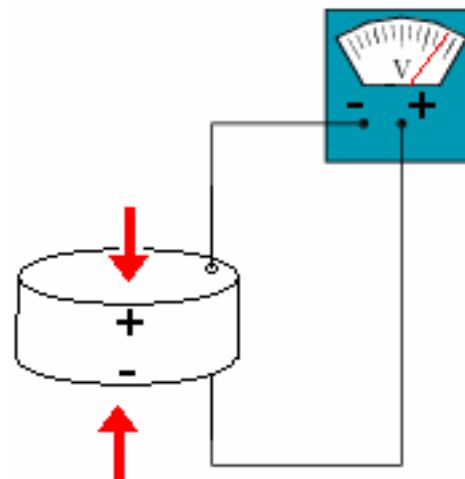
Tai keraminės ar polimerinės medžiagos, kurios nuo mechaninio įtempimo *poliarizuojasi*, o elektrinio lauko veikiamos *deformuojasi*:

- veikiant tam tikram mechaniniam įtempiui. pjezoelektrinės medžiagos generuoja elektrinį potencialą;
- pjezoelektriniai jutikliai (generatoriai) paverčia mechaninę energiją į elektros energiją ir atvirkščiai.
- jei pjezoelektrinė medžiaga patenka į elektrinį lauką, ji, proporcingai įtampai, ilgėja arba trumpėja.

Tiesioginis poveikis: elektros generatorius



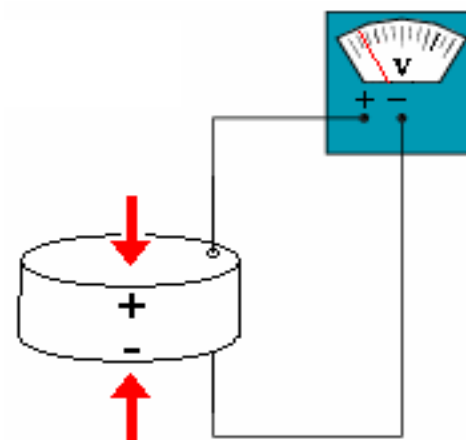
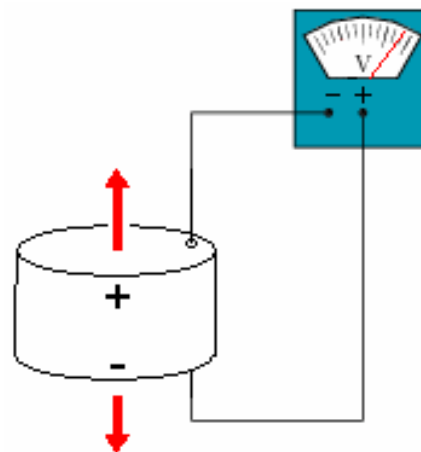
Medžiagą
suspaudžiant ar
ištempiant jos tūris
keičiasi ir ji sukuria
tiesioginio ar
atvirkščio poliškumo
srovę



Atvirkštinis arba pjezoelektrinis efektas



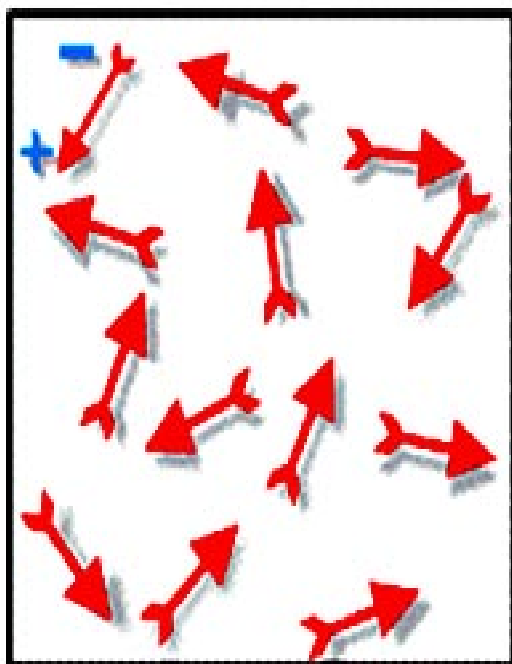
Pridėjus prie medžiagos skirtingo poliškumo įtampą jos tūris padidėja arba sumažėja



Pjezoelektrinės medžiagos sandara

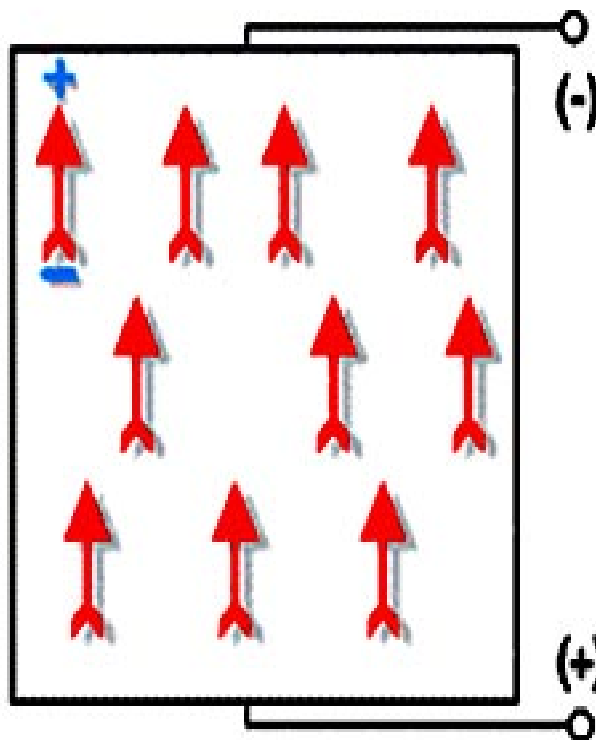


Netvarkus dipolių (domenų) išsidėstymas medžiagoje iki polarizacijos

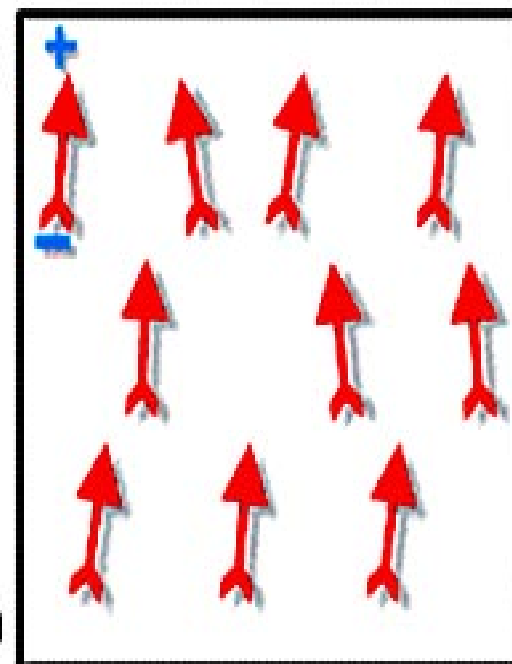


Polarizavimo kryptis

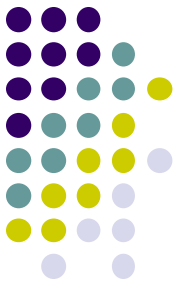
Dipolių polarizacija elektriniame (DC) lauke



Likutinė dipolių polarizacija pašalinus elektrinį lauką



Pjezoelektrinių medžiagų rūšys



Gamtiniai kristalai:

Berlinitas (AlPO_4), cukranendrių cukrus, kvarcas, topazas, turmalino grupės mineralai, apatito kristalai

Dirbtiniai kristalai:

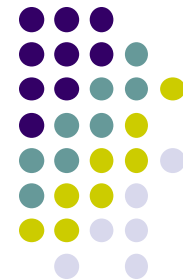
Galio ortofosfatas (GaPO_4), Langasitas ($\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$)

Dirbtinė keramika:

BaTiO_3), (PbTiO_3), ($\text{Pb}[\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x}]\text{O}_3$), (KNbO_3), (LiNbO_3),
(LiTaO_3), (Na_xWO_3), $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$, $\text{Pb}_2\text{KNb}_5\text{O}_{15}$

Polimerai: polivinilidenfluoridas (PVDF)

Pjezoelektrinių pavarų vystymosi pasaulinės prognozės



Pasaulinis pjezoelektrinių daugiasluoksnių aktuatorių, keraminių servovariklių metinis augimo tempas siekia net 19,2 %.

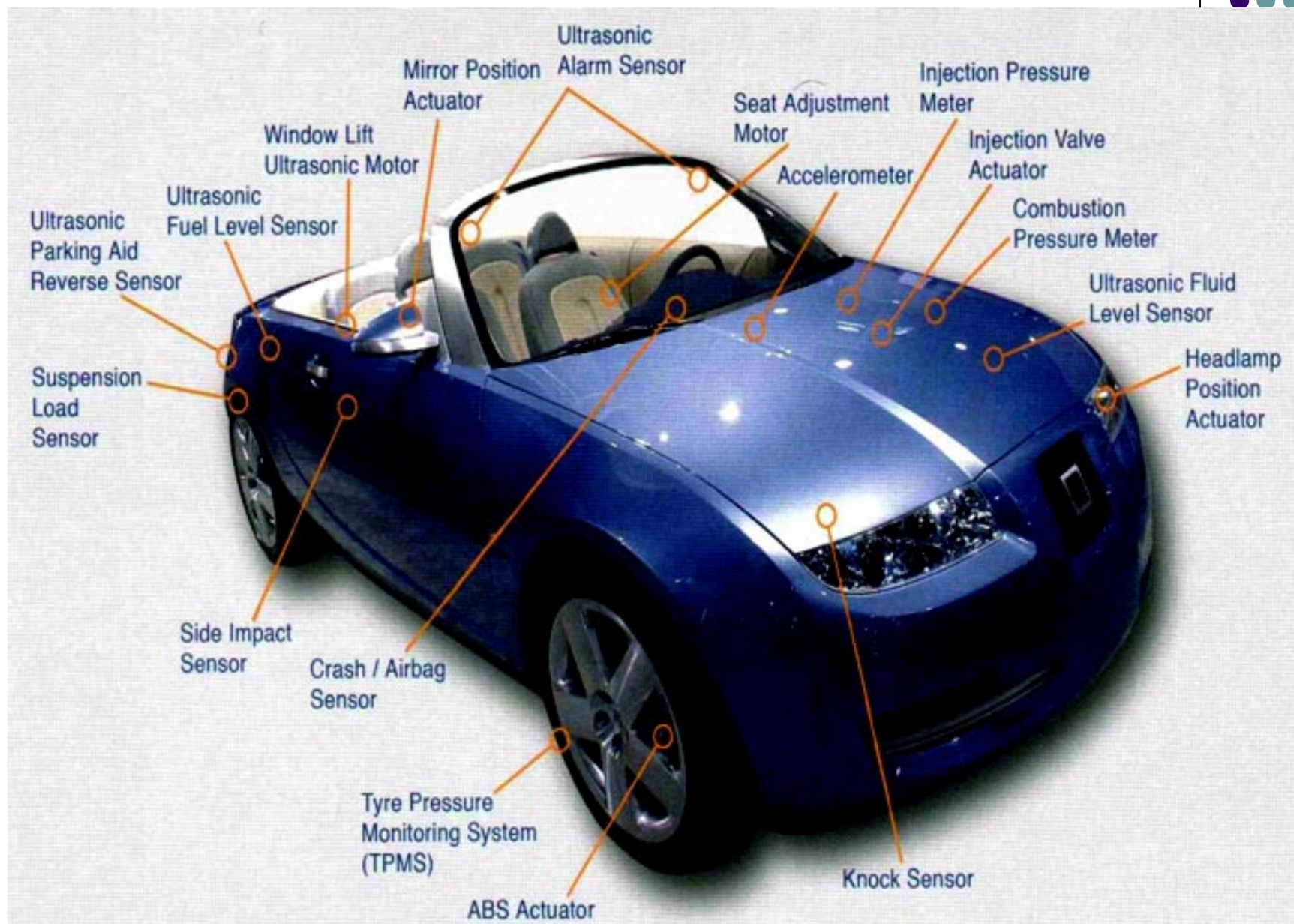
Gyvybės mokslo ir medicinos technologijų srityse pjezoelektrinių pavarų ir variklių segmento rinka kasmet didėja apie 18,7 %.

Kelios idėjos verslui Lietuvoje

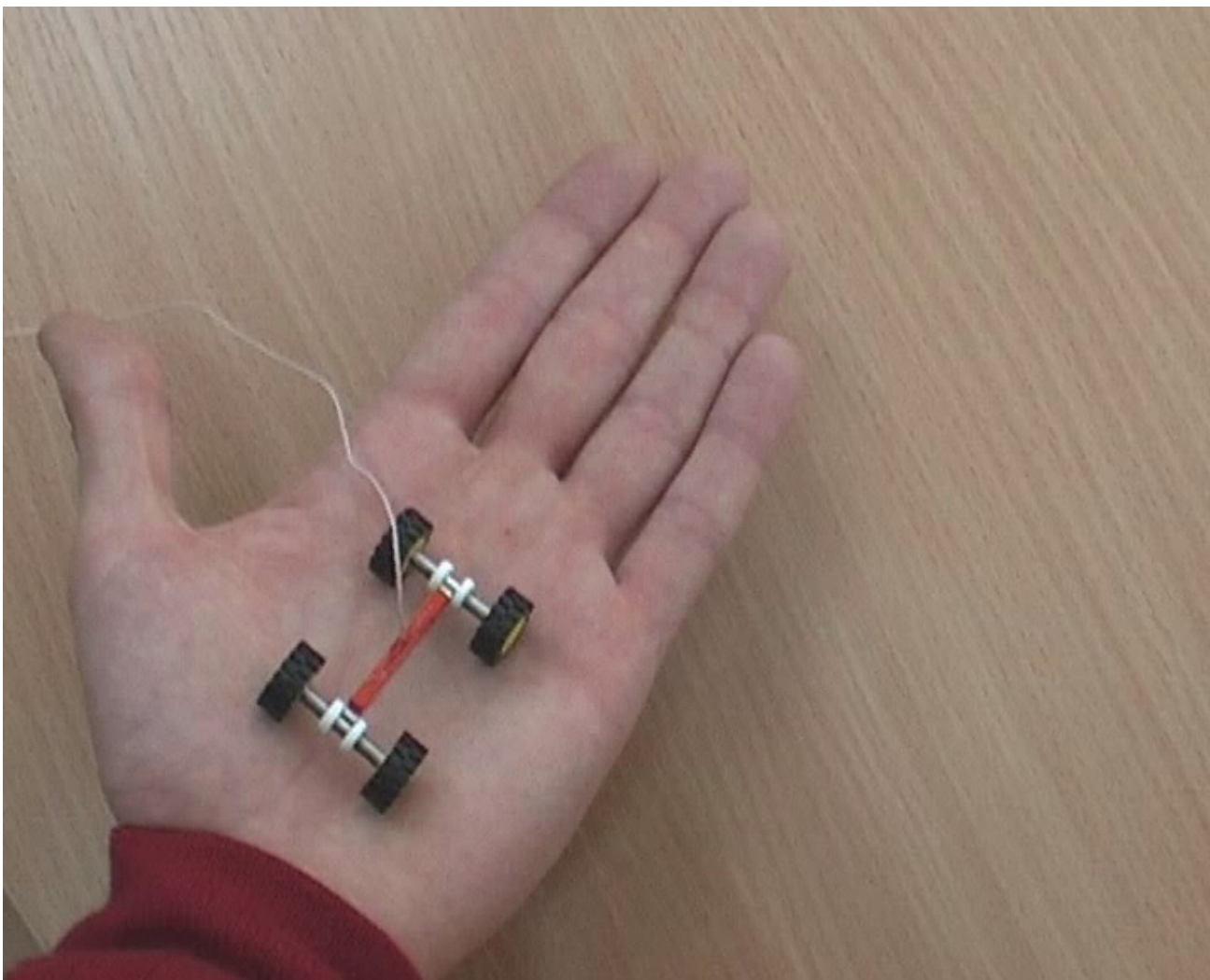


1. Pjezoelektrinės pozicionavimo/skenavimo sistemos precizinėms sistemoms.
2. 2D ekranas akliems darbui su Internetu.
3. Autonominiai pjezoelektriniai varikliai – vieno ir kelių laisvės laipsnių.
4. Precizinės staklės su pjezoelektrine paklaidų kompensavimo sistema.
5. Kraujagyslių valymo įtaisas.
6. Diagnostiniai zondai virškinimo traktui.

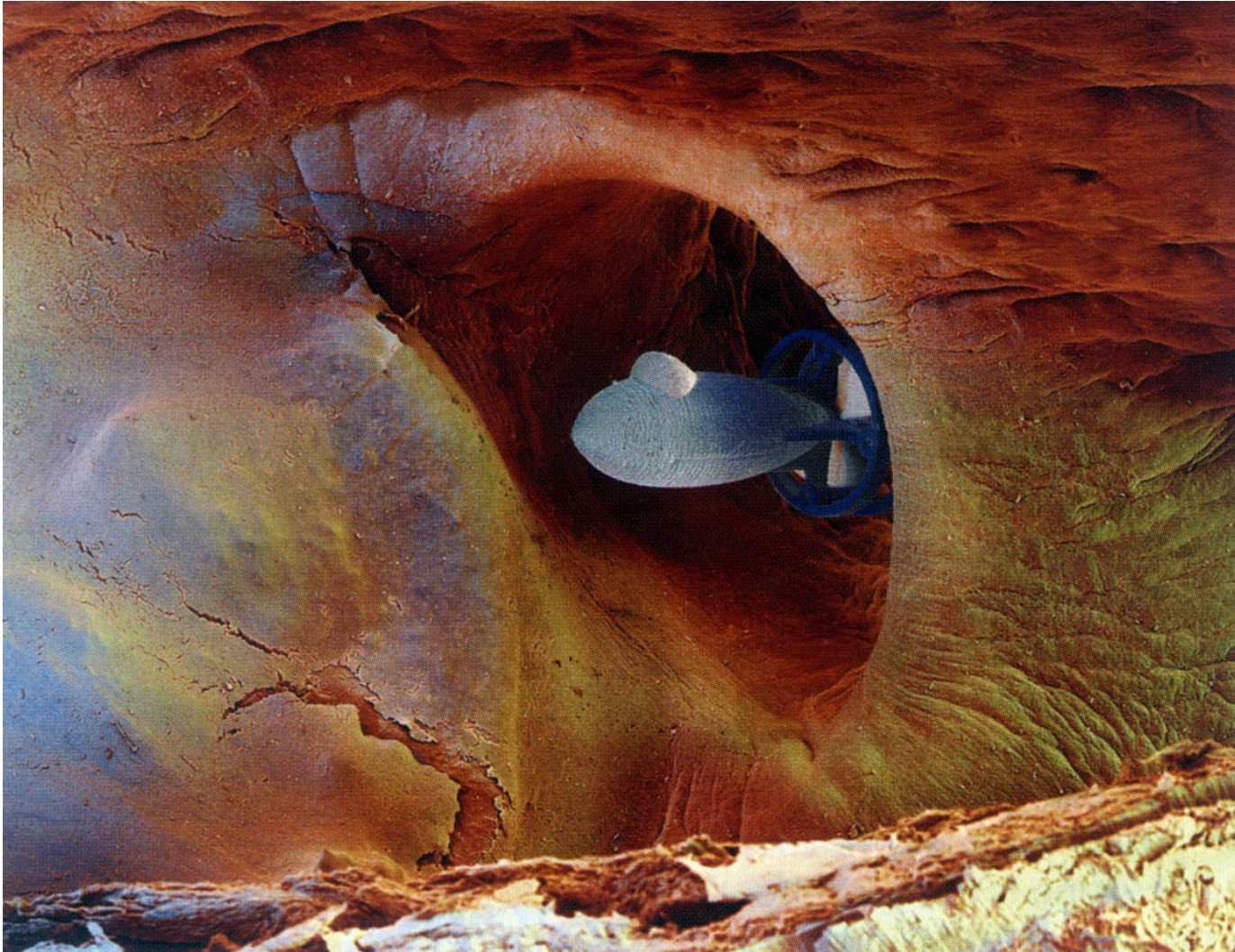
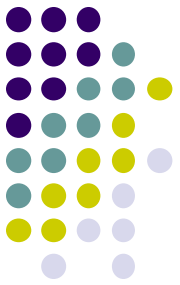
Išmanieji elementai automobilyje



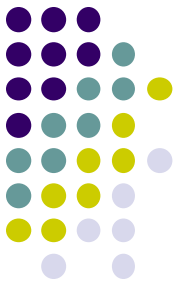
Mažiausias pjezoautomobiliukas pasaulyje



Mikro-povandeninis laivas arterijoje

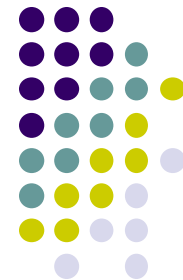


Termoelektrinės medžiagos



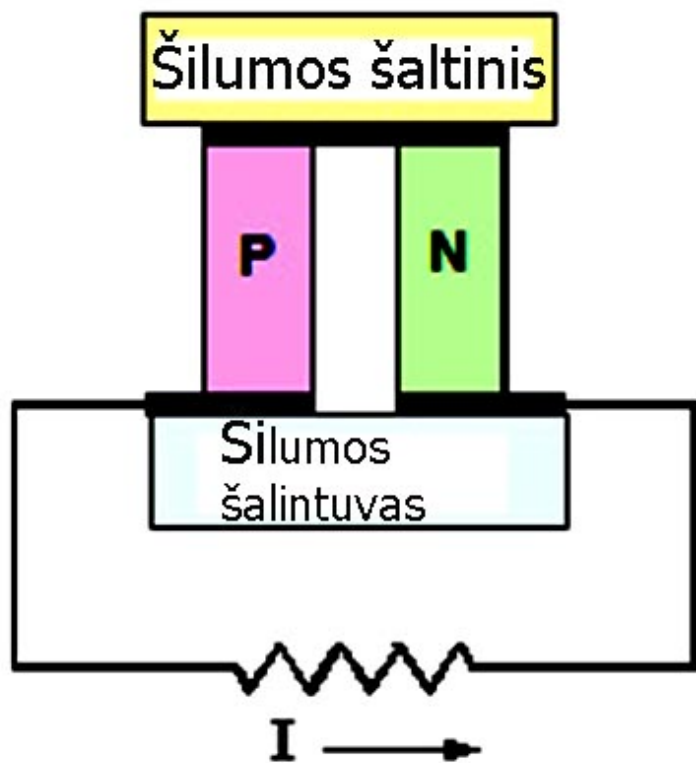
- Daugiau nei pusė automobiliuose, metalo lydymo įrenginiuose, net indaplovėse ir kitur sunaudojamos energijos prarandama šilumos atliekų pavidalu.
- Termoelektrinės medžiagos elektros srovę išgauna iš temperatūrų skirtumo. Apvyniokite termoelektrine medžiaga automobilio išmetamąjį vamzdį, ir per jį prarandama šiluma galėtų gaminti elektrą.
- Efektyviausia iki šiol sukurta termoelektrinė medžiaga yra švino telūridas. Šviną galima pakeisti ne tokiu toksišku bismutu.

Termoelektrinės medžiagos

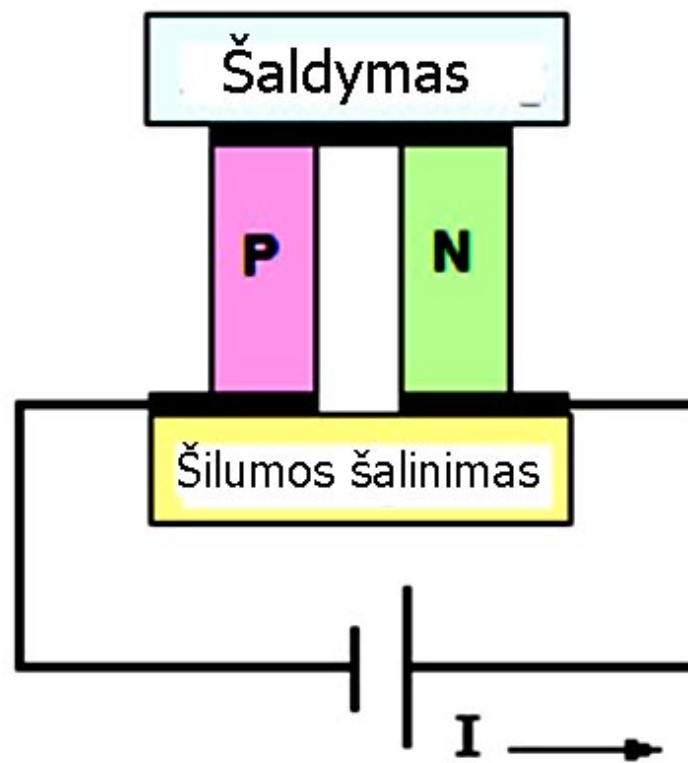


- Nauja medžiaga – **skuteruditali**. Tai medžiagos, kuriose retųjų žemių elementų, pavyzdžiui, cerio ar iterbio atomai įterpiami į narvą panašią kobalto ir stibio struktūrą, sugaudančioje šilumą, bet išleidžiančioje elektros srovę. Ši medžiaga kuo karščiau, tuo geriau veikia.
- Iki 2016 m. „General Motors“ tikėjosi pabaigti sunkvežimiuko prototipą, turintį termoelektrinį generatorių, panaudojantį išmetamųjų dujų šiluminę energiją. Šios, iš dujų šilumos gaminamos, elektros energijos turėjo pakakti automobilio radijo, žibintų ir kitų prietaisų energijos poreikiams.

Termoelektrinių porų darbo režimai



Energijos generavimo būseną



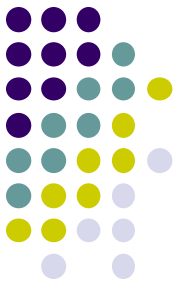
Aušinimo būseną

Termoelektrinių įrenginių privalumai



- TE aušintuvuose nėra judančių dalių, jų priežiūra paprastesnė.
- TE įrenginiai gali stabiliai dirbti per 200 000 valandų.
- TE aušintuose nėra chloro-fluoro angliavandenilių.
- TE įrenginiai gali palaikyti temperatūrą laipsnio dalies tikslumu.
- TE aušintuvai gali veikti aplinkose, kuriose labai mažai vietos (kosminiuose aparatuose) ar įprastiniam šaldytuvui labai nepalankios sąlygos.
- TE aušintuvai gali veikti bet kokioje erdvinėje padėtyje.

Elektrochrominės medžiagos



Elektrochromizmas – tai medžiagos gebà keisti savo optines savybes, kai ją veikia išorinė elektros įtampa.



Skaidri, į įprastą stiklą panaši medžiaga



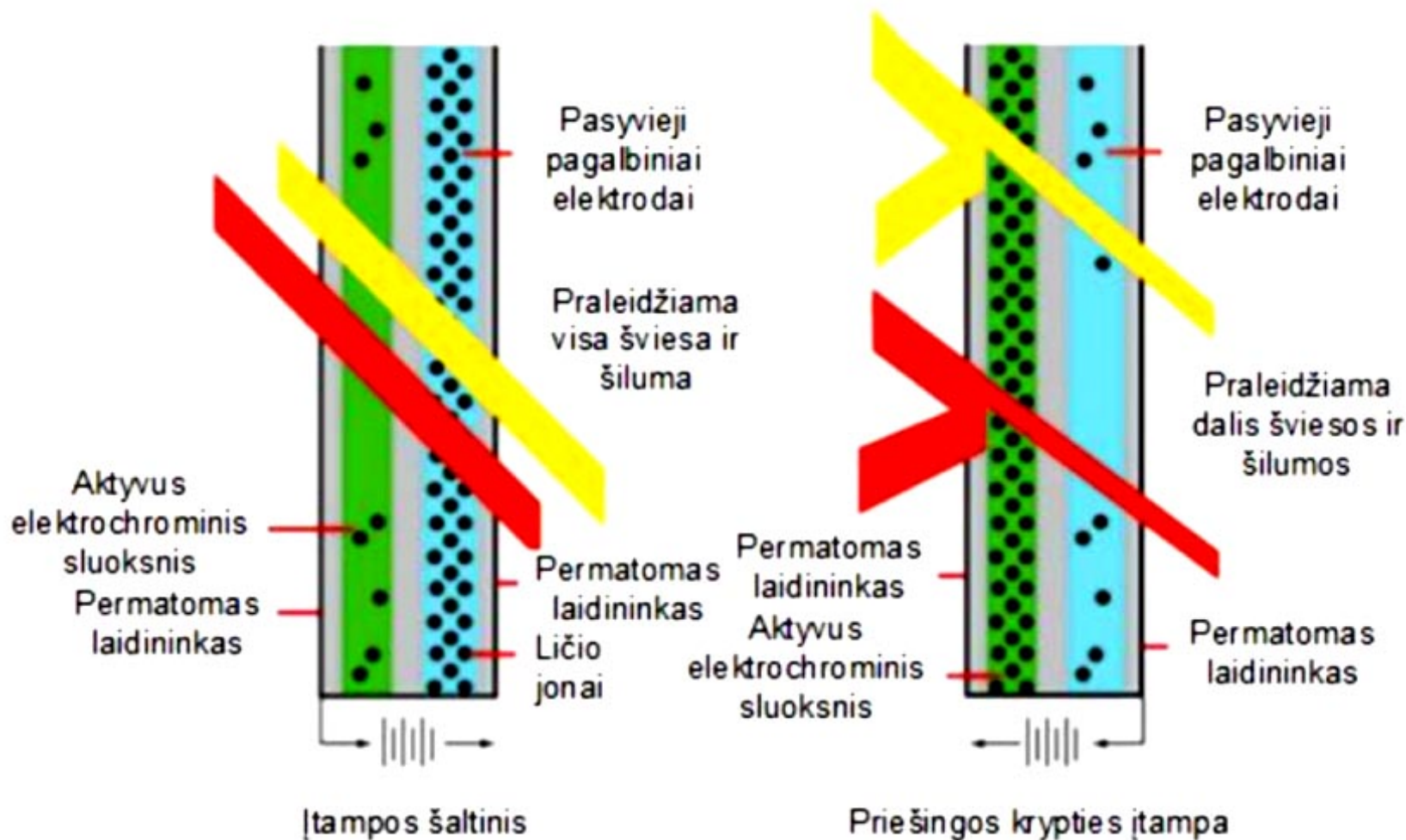
Prijungus nedidelę įtampą medžiaga tampa neperšviečiama

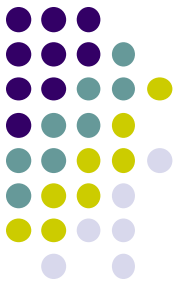
Chrominės medžiagos (termochrominės, elektrochrominės, fotochrominės)



PRALAIDI BŪSENA

A TSPINDINTI BŪSENA

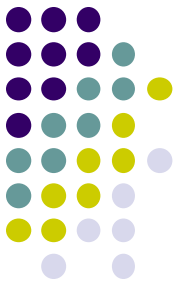




Elektrochrominės medžiagos

Naudojamos:

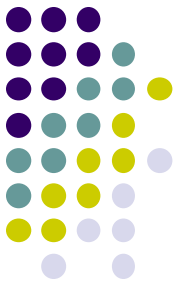
- Išmaniesiems akiniams
- Atbulinio stebėjimo veidrodžiams
- Akių apsaugos skydelių langams (suvirintojų skydeliai)
- Šviesai pralaidūs prietaisai optinės informacijos rinkimui ir saugojimui
- Valdymui reikia 1–5 V įtampos. Energija naudojama tik perjungimo metu.



Fotochrominė medžiagos

Fotochromizmas – tai grįžtamas spalvos kitimas, veikiant šviesai. Plačiai taikomas saulės akiniams.





Termochrominės medžiagos

Termochrominės medžiagos keičia spalvą priklausomai nuo jų temperatūros.

Gaminamos iš pereinamųjų metalų oksidų. Pavyzdžiui, tokių kaip VO_2 .

Naudojamos automobilių, pastatų, orlaivių, informacinių ekranų stiklams.

Jų dedama į rašalus, dažus, popierių, polimerines medžiagas.

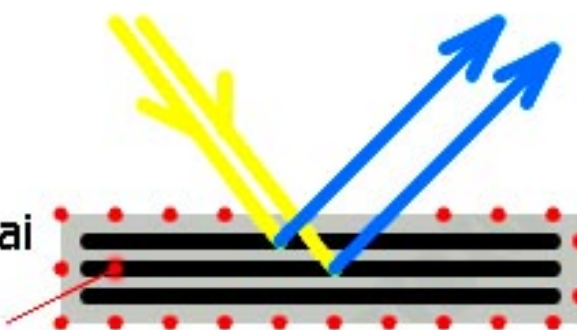


Termochrominės medžiagos

Karštas

Mėlyna
atspindėta
šviesa

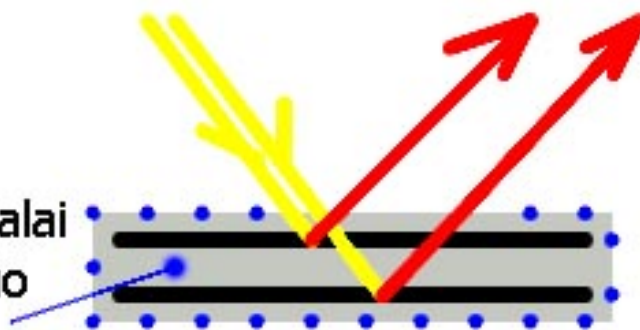
Skystieji kristalai
arti vienas kito



Šaltas

Raudona
atspindėta
šviesa

Skystieji kristalai
toli vienas nuo
kito



Termochrominēs medžiagos

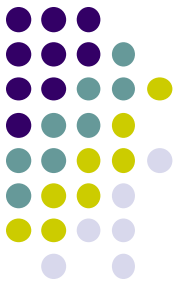


Šiltas

Šaltas

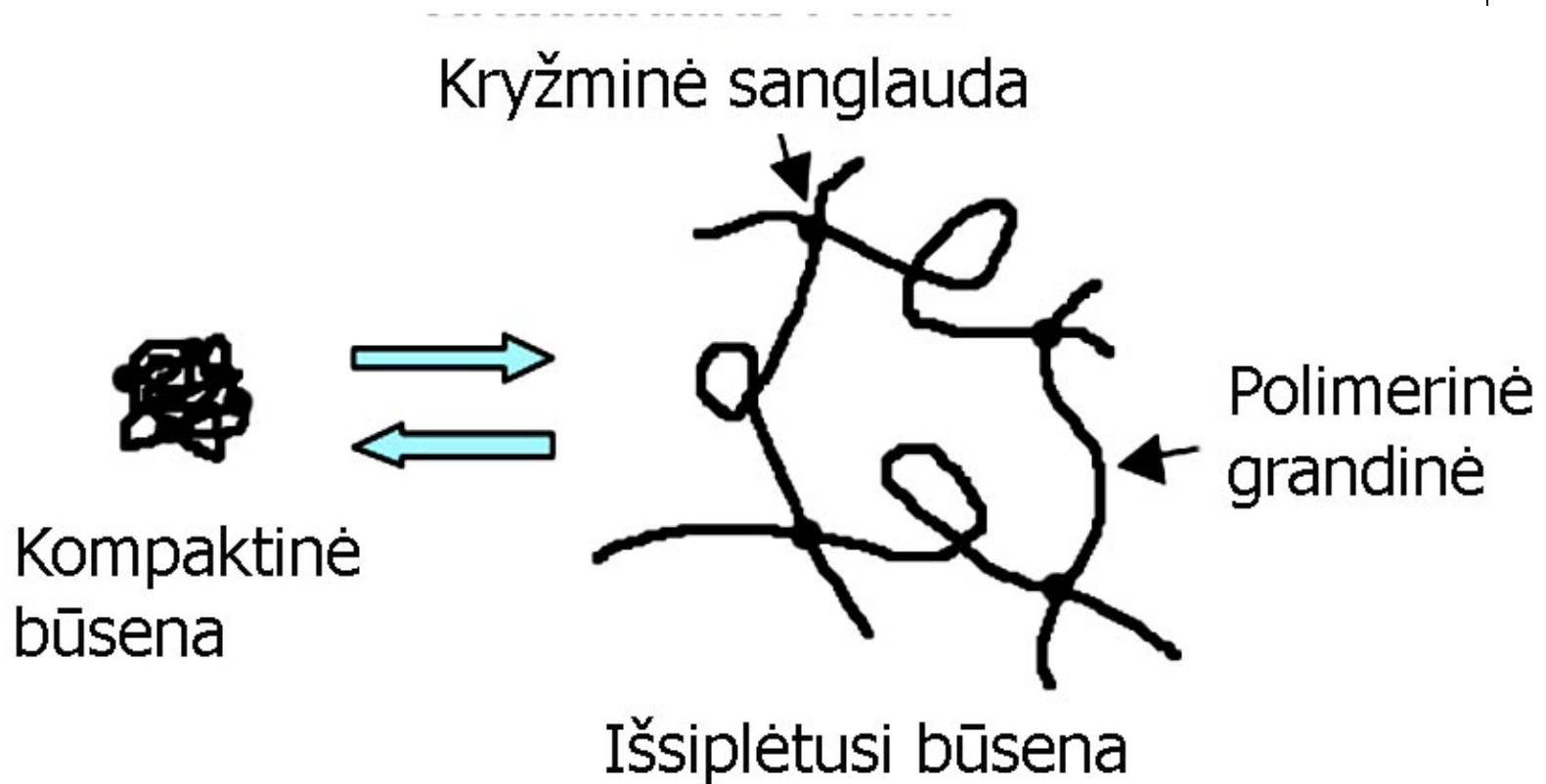
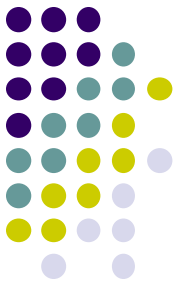


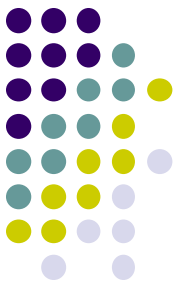
pH jautrūs polimerai



- *pH* jautrūs polimerai yra medžiagos, kurios reaguodamos į aplinkos terpės rūgštingumo (*pH*) pokyčius, keičia savo matmenis.
- Tokios medžiagos, priklausomai nuo aplinkos rūgštingumo, išbrinksta arba susitraukia.
- Dėl tam tikrų funkcinių grupių (rūgštinių – COOH , SO_3H – ar bazinių – NH_2) jonizacijos ir susidariusių elektrostatinės atstūmos jėgų veikimo vyksta hidrodinaminis medžiagos tūrio didėjimas.

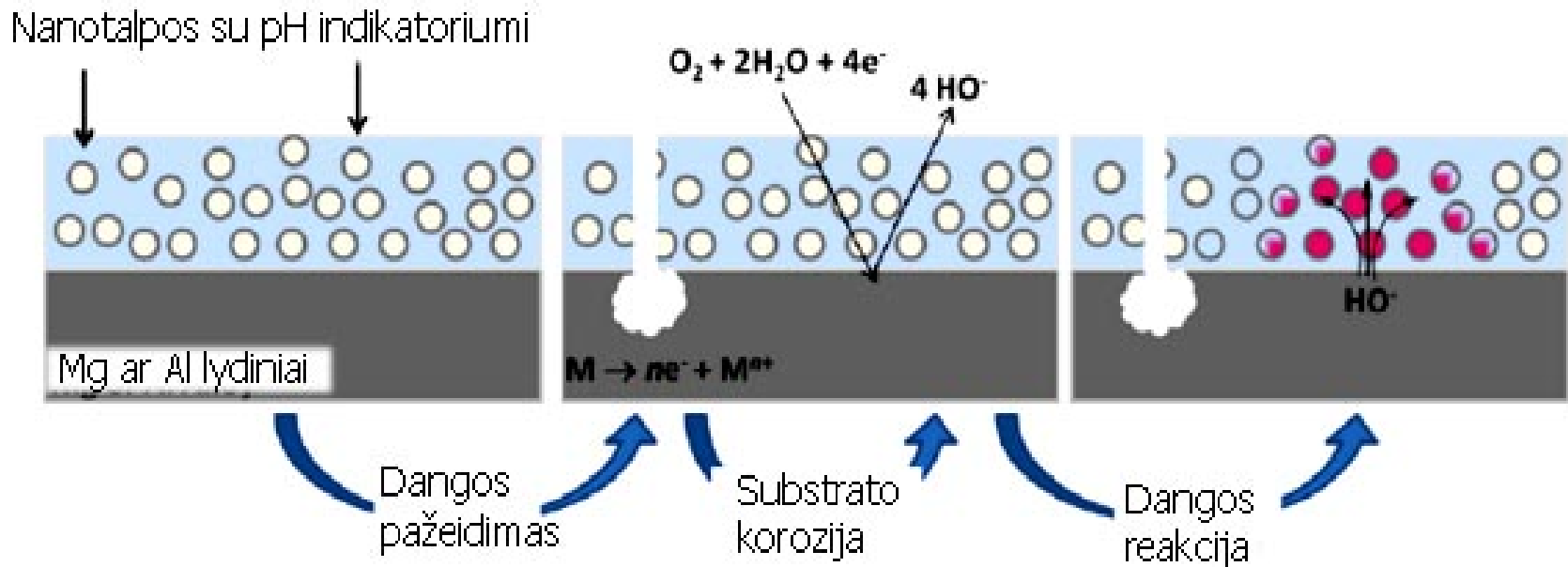
Susitraukusios ir išsiplėtusios gelio būsenos schema

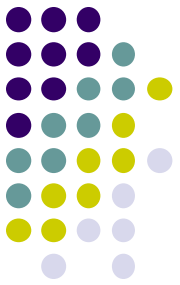




pH jautrūs indikatoriai

- pH jautrūs indikatoriai keičia spalvas kaip pH funkciją. Jų priedai į dažus kaitina spalvą, kai po dažų sluoksniu prasideda metalo korozija.



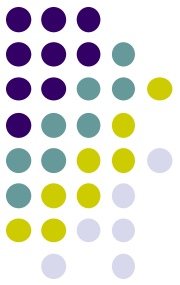


Fotovoltinės medžiagos

- Fotovoltinės medžiagos verčia saulės energiją elektros energija.

Procesą įgalina *fotovoltinis efektas*.

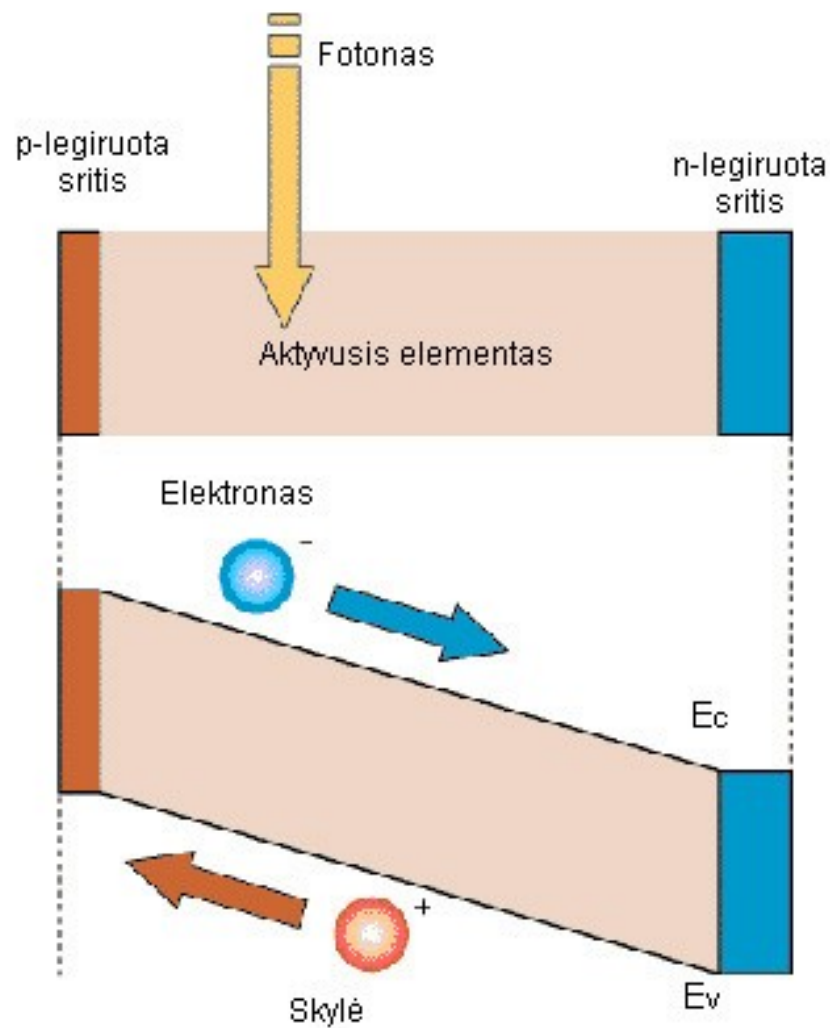
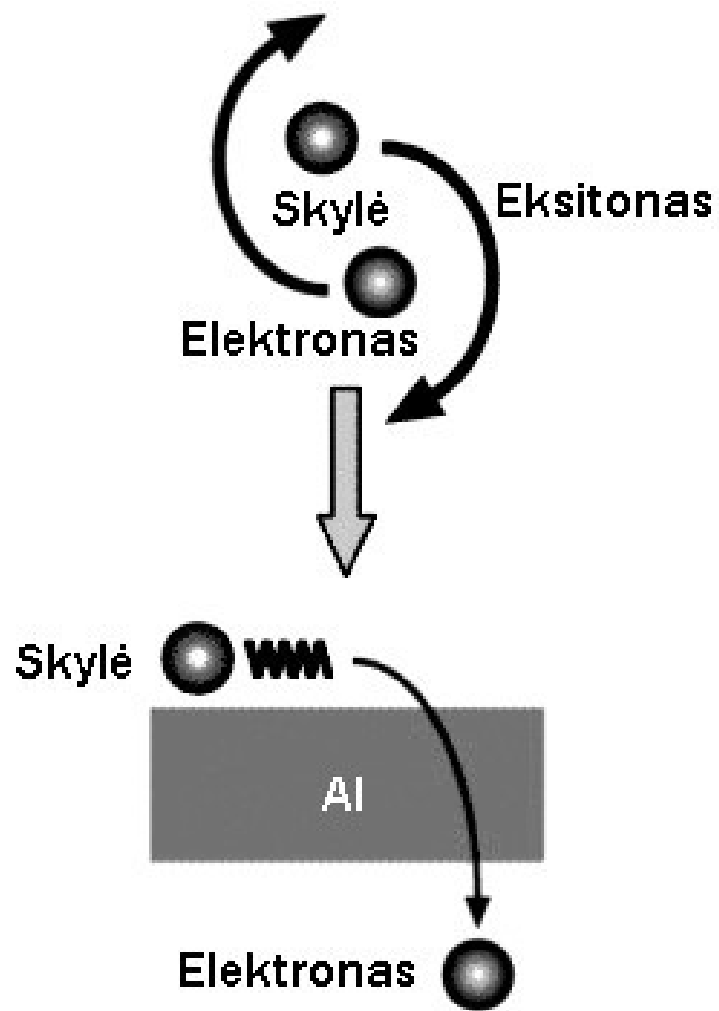
- Modernus fotovoltinis elementas sukurtas 1954 metais „Bell Laboratories“.
- Saulės fotoelektros elementuose šiuo metu naudojamos monokristalinio, polikristalinio ir amorfinio silicio, kadmio tellurido, vario indžio selenido/sulfido, galio arsenido, organinių dažiklių, organinių polimerų (anglies fullerenu ir kt.) medžiagos.



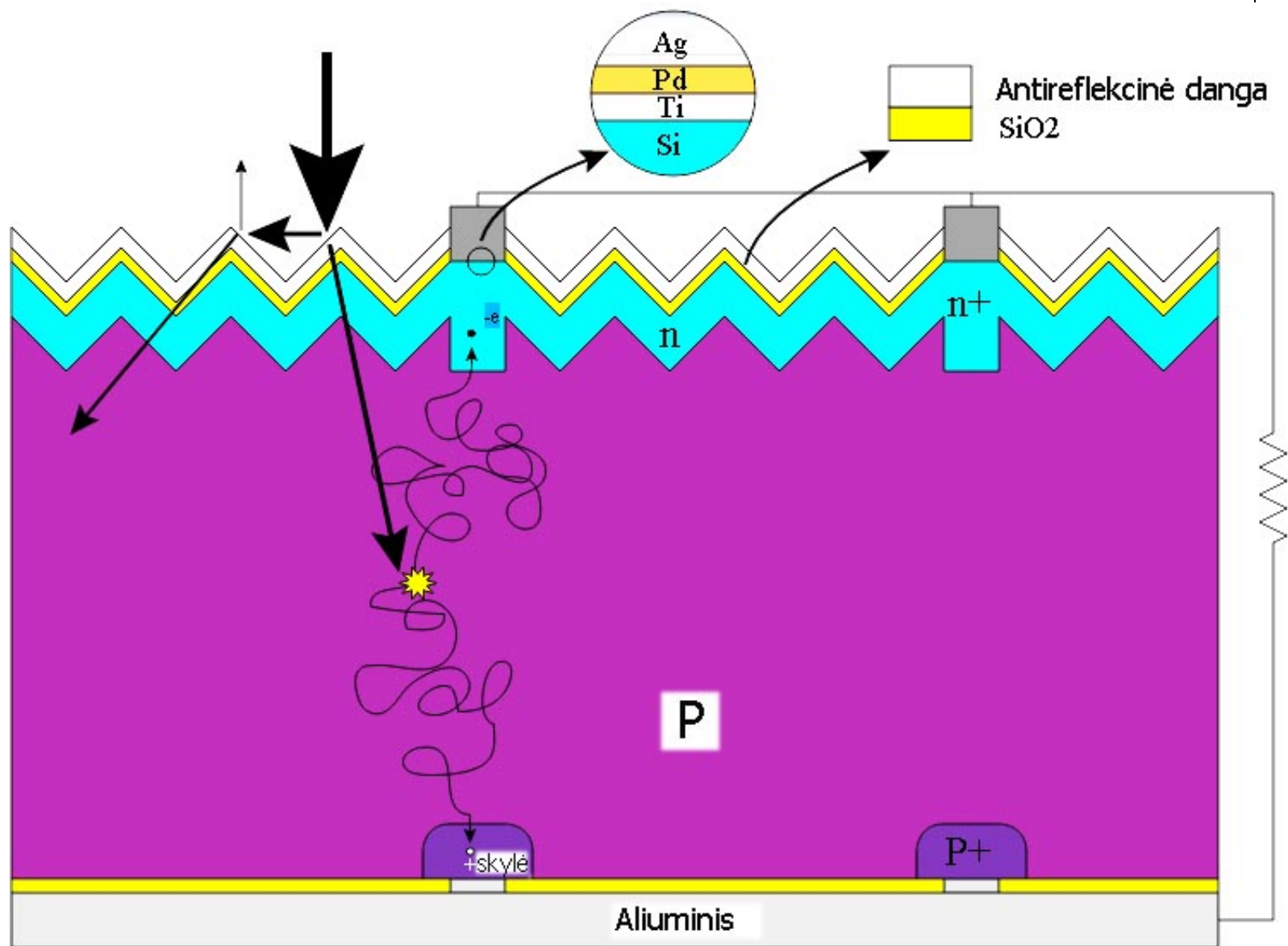
Fotovoltinės medžiagos

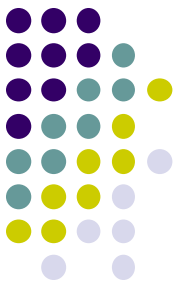
- Kristalinio silicio įtaisų naudingumas (efektyvumas) artėja prie teorinės ribos – 29 %.
- Plonasluoksnių saulės elementų šviesos konversijos efektyvumas, naudojant vienpakopę GaAs jungtį, siekia 25,8 %.
- Trijų jungčių GaAs elementų šviesos konversijos efektyvumas siekia 42,3 %.
- Pramoninių saulės elementų šviesos konversijos efektyvumas – 18–20 %.

Fotovoltinės medžiagos



Fotovoltinēs medžiagos





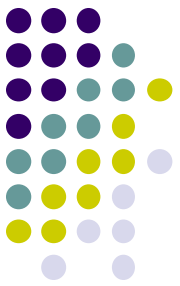
Fotovoltinės medžiagos

Įvairių medžiagų, naudojamų saulės elementams gaminti, šviesos konversijos naudingumo koeficientas



Saulės elemento medžiaga	Saulės elemento naudingumo koeficientas, %	Masinės gamybos saulės elemento naudingumo koeficientas, %	Saulės elementų modulio naudingumo koeficientas, %
Monokristalinis silicis	24,7	18,0	14,0
Polikristalinis silicis	19,8	15,0	13,0
Amorfinis silicis	13,0	10,5	7,5
Mikromorfinis silicis	12,0	10,7	9,1
CdTe	16,4	10,0	9,0
Hibridiniai elementai	20,1	17,3	15,2
Spalvotieji elementai	12,0	7,0	5,0



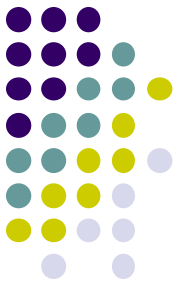


Fotoelektrinių medžiagų pranašumai

Žemės paviršių pasiekia 89 000 TW saulės spindulių energijos. Tai beveik 6000 kartų daugiau negu vidutinė 15 TW ekvivalento galia, kurią dabartiniu metu sunaudoja žmonija.

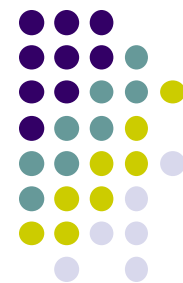
Saulės energijos naudojimas nesukelia aplinkos taršos. Fotovoltiniai įrenginiai gali veikti daugelį metų (~ 20) be priežiūros.

Saulės energijos gamyba ekonomiškai pranašesnė, kai nėra elektros tinklų arba kuro transportavimas yra brangus ar net neįmanomas.



Fotoelektrinių medžiagų trūkumai

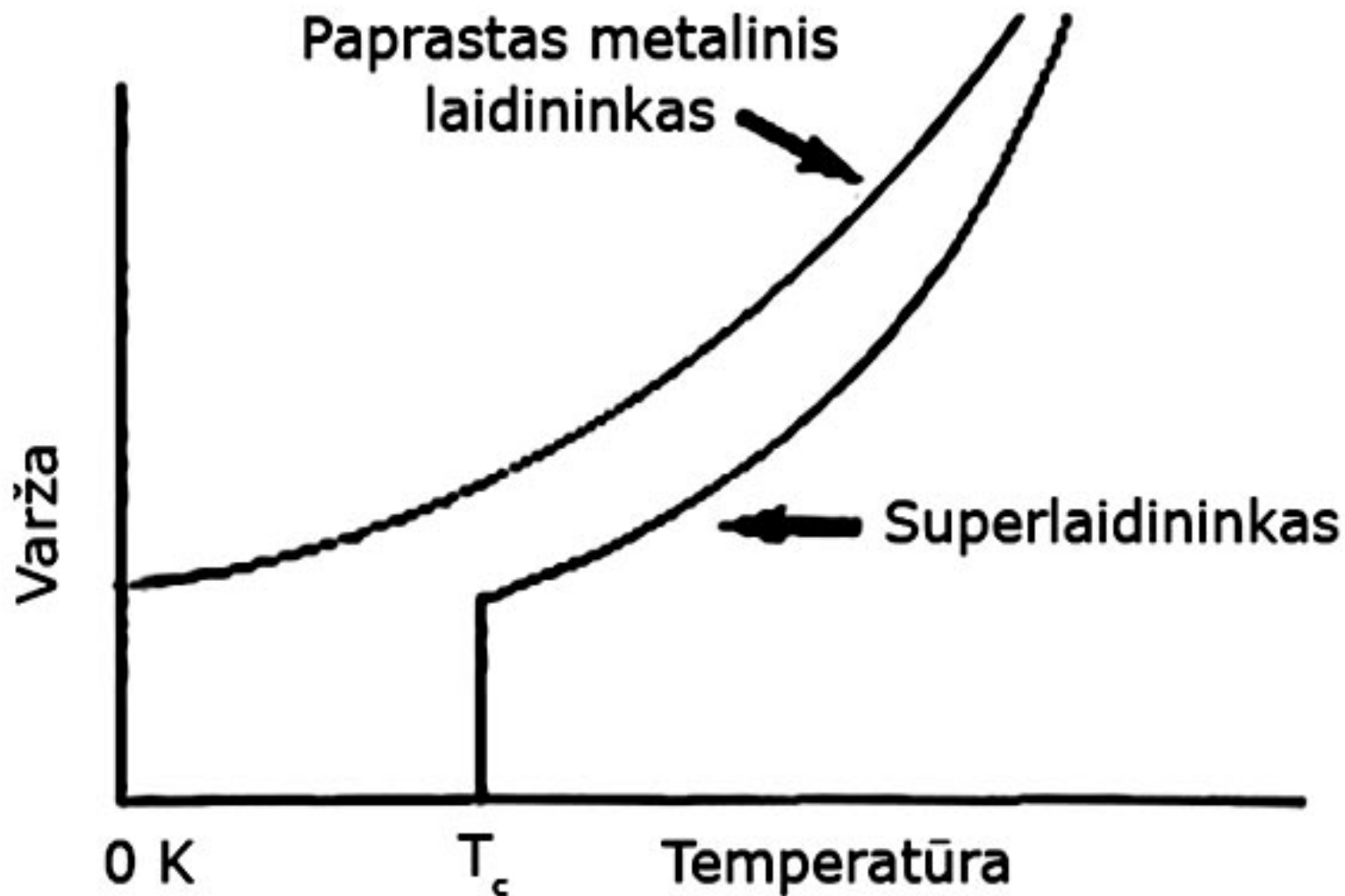
- Fotovoltinių jėgainių įrengimas yra brangus.
- Saulės energija yra brangesnė nei dauguma kitų smulkiosios alternatyvios energijos gamybos formų (vėjo, hidroenergetikos).
- Saulės energija negalima pasinaudoti nakties metu ar esant dideliam debesuotumui.
- Saulės energijos gamyba priklauso nuo geografinės vietos (insoliacijos ar apšviestumo galios).
- Saulės elementai gamina nuolatinę srovę, kurią perduodant reikia konvertuoti į kintamą srovę (energijos nuostoliai 4–12 %).



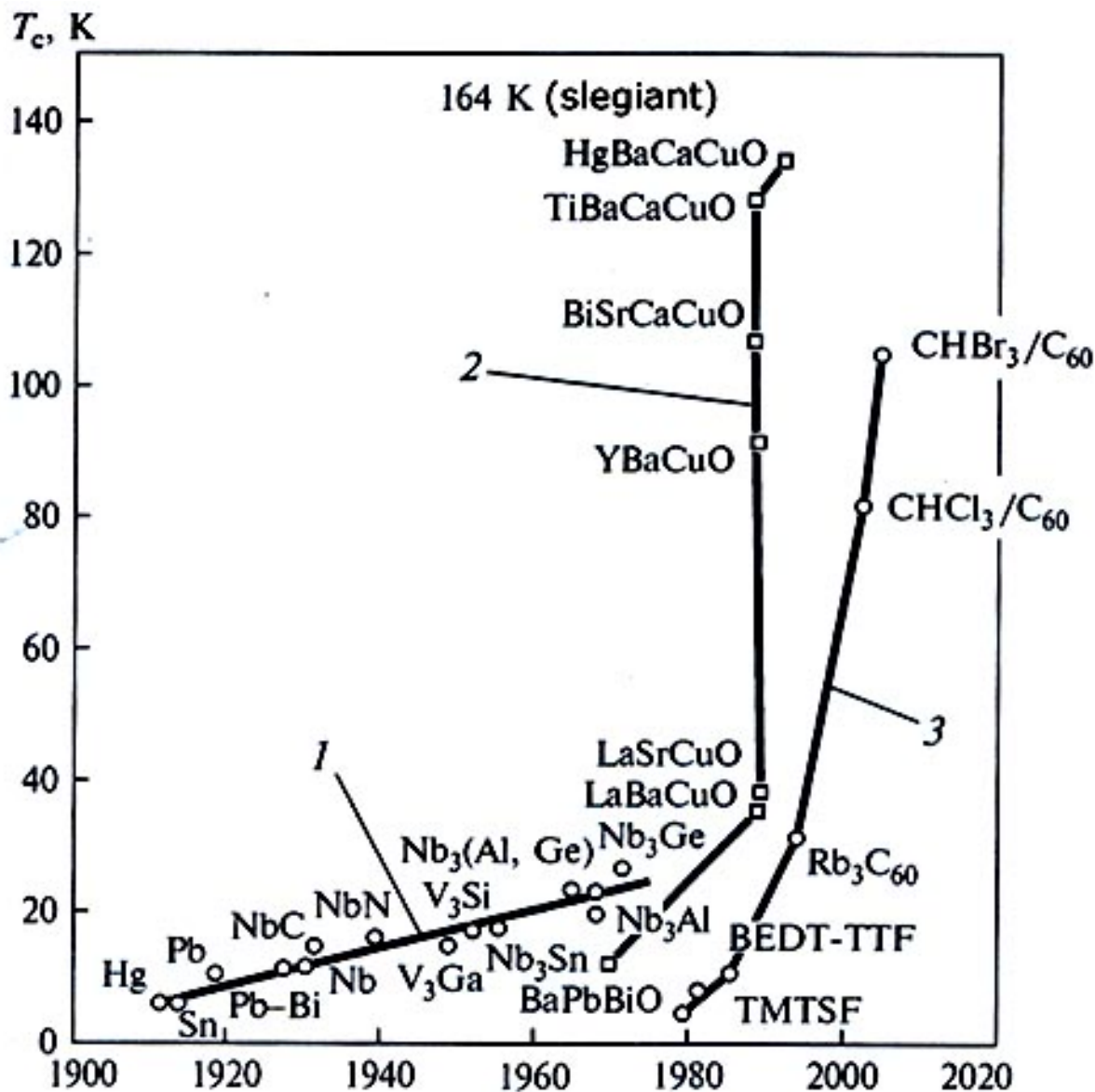
Superlaidžios medžiagos

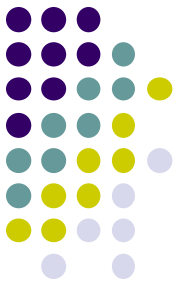
- Superlaidžios medžiagos tai medžiagų klasė, kurių varža elektros srovei yra nulinė ar artima nulinei reikšmei
- Temperatūra, kurią pasiekus medžiagoje atsiranda superlaidumas vadinama **kritine superlaidumo temperatūra**.
- Švarių metalų aukščiausia kritinė superlaidumo temperatūra yra niobio (9,26 K), o žemiausia – volframo (0,015 K).
- Magnetinis laukas superlaidžią medžiagą atstumia.
- Superlaidininke indukuotoji srovė sukuria priešpriešinį lauką, kuris stumia veikiantį magnetą. Šis tarpusvio stūmimo efektas toks stiprus, kad magnetas gali tvyroti virš superlaidininko.

Superlaidžios medžiagos



Superlaidžios medžiagos





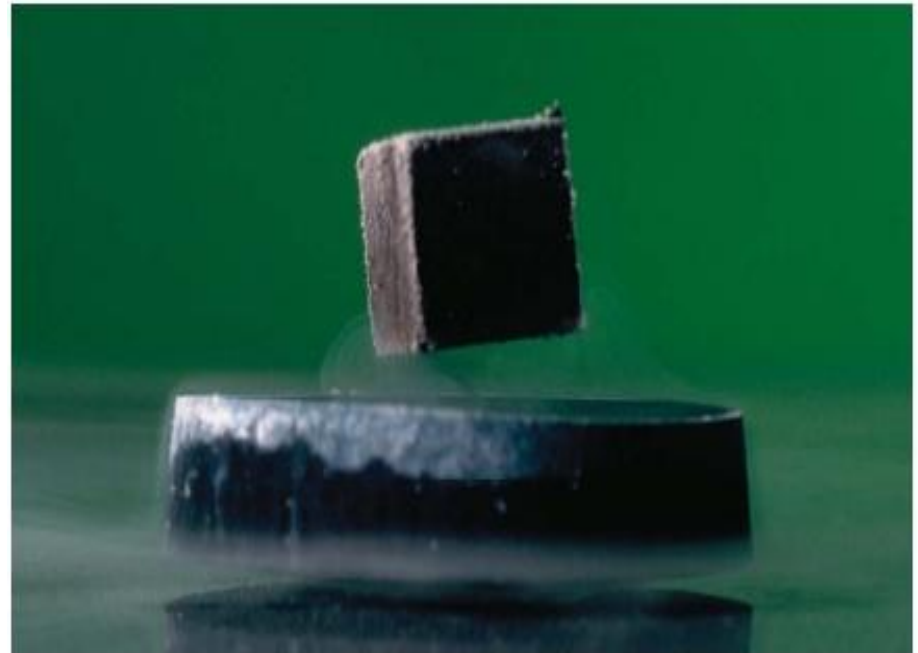
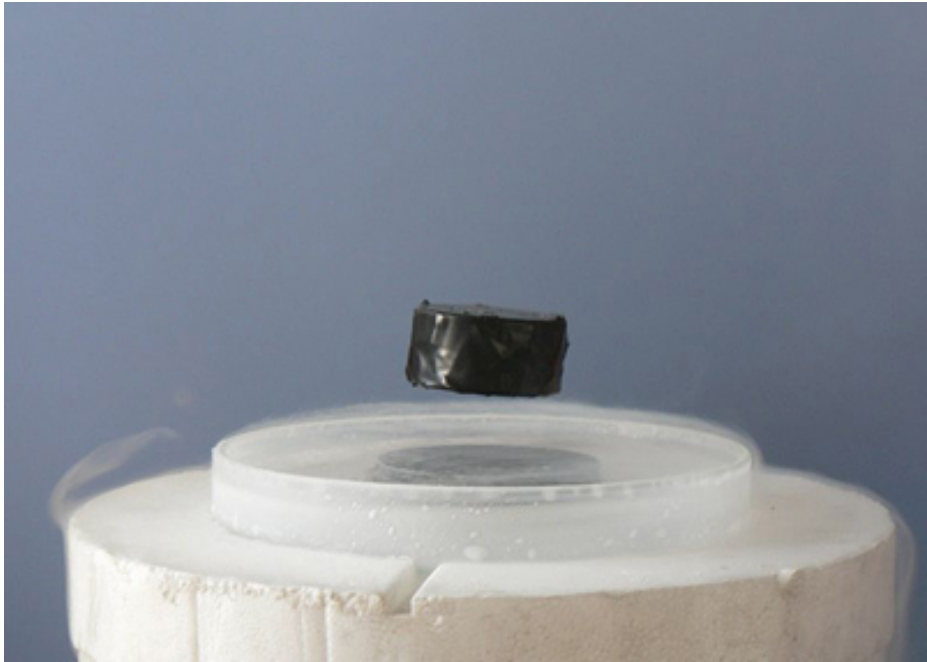
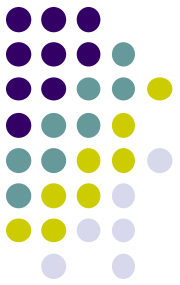
Superlaidžios medžiagos

Kuriant superlaidžias medžiagas siekiama sukurti tokias, kurios pasižymėtų superlaidumu jau kambario temperatūroje.

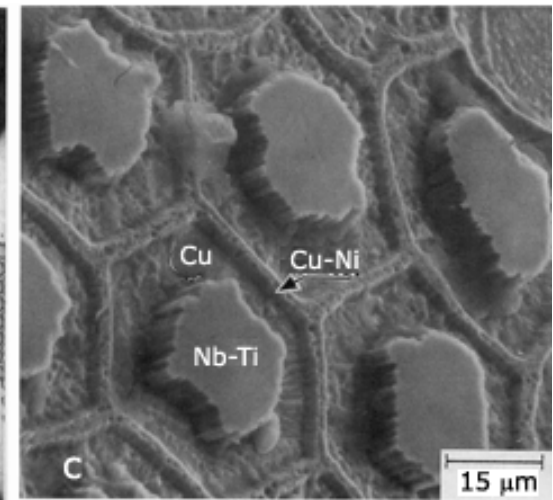
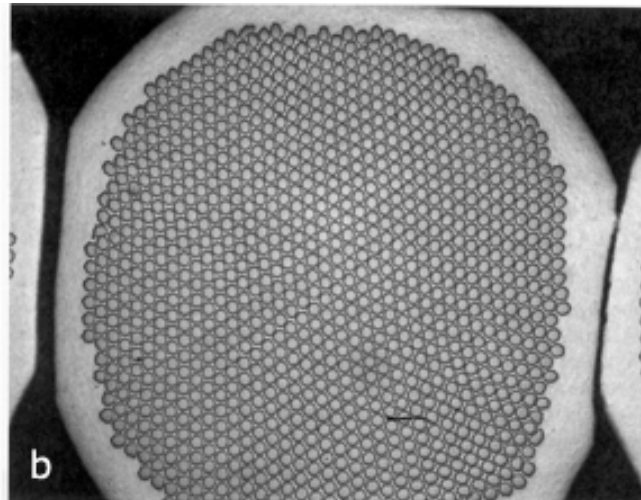
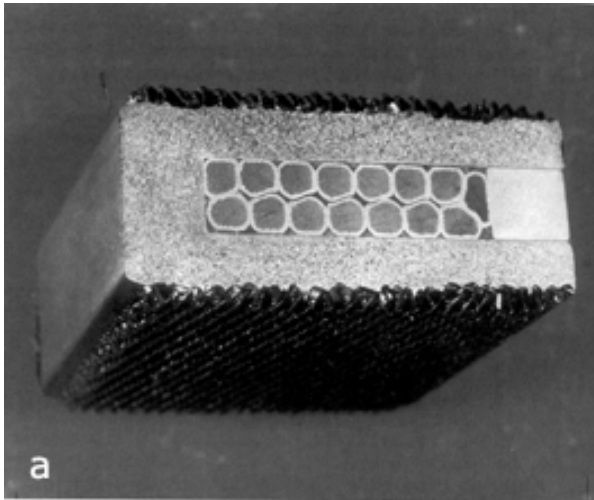
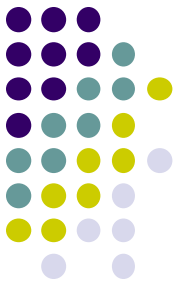
Kol kas aukščiausios temperatūros superlaidininkas buvo keraminė medžiaga (2007 m.), sudaryta iš alavo, bario, indžio, tulio, vario ir deguonies ($\text{Sn}_{1,4}\text{In}_{0,6}\text{Ba}_4\text{Tm}_5\text{Cu}_6\text{O}_{20+\delta}$).

Jos kritinė temperatūra T_c esant 1 bar slėgiui siekia 175 K.

Superlaidumo taikymas



Nb_3Sn vielos gamybos technologija



Nb₃Sn vielos gamybos technologija



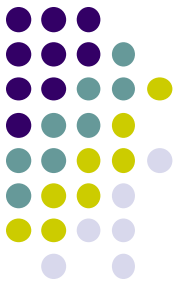
- Iš Nb₃Sn superlaidininko pagaminti magnetų apvijas yra sudėtinga, nes superlaidininko medžiaga yra labai trapi.
- Superlaidžios medžiagos sluoksniai sukuriama jau suvyniojus magneto apviją.
- Vėliau apvijai atliekamas terminis apdorojimas, kurio metu Sn atomai difunduoja į Nb siūlus ir taip sukuriama superlaidžios medžiagos sluoksnis.

Superlaidumo taikymas



„Maglev“, arba magnetinės levitacijos traukiniuose (500–580 km/h) panaudojamos magnetinio lauko sukuriama atstumiančiosios magnetinės jėgos, kurios neleidžia traukiniui prisiliesti prie kelio paviršiaus ir taip eliminuoja trinties jėgas.

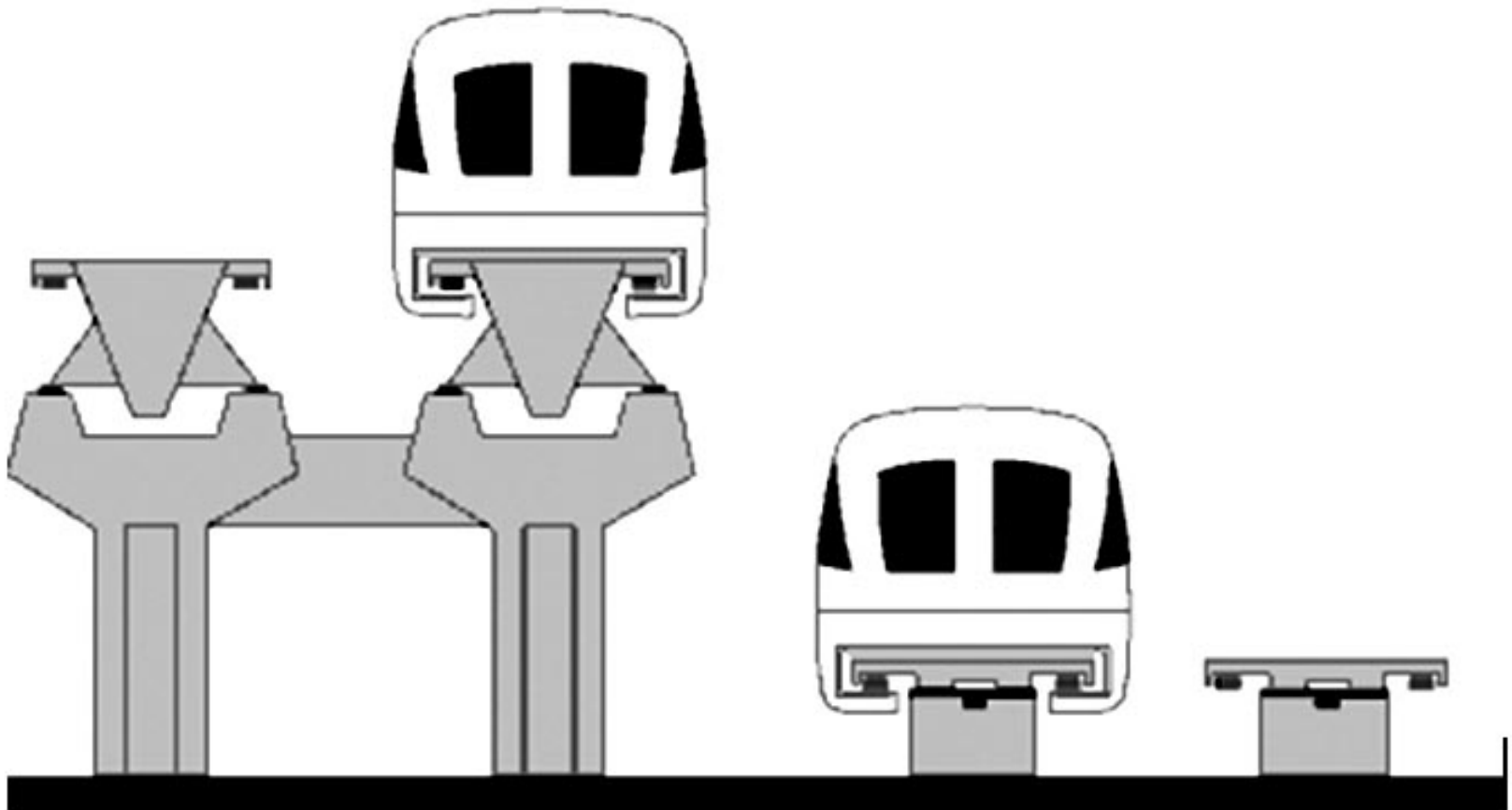
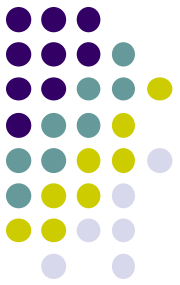
Tik panaudojus superlaidininkus galima sukurti didelio stiprio elektromagnetus galinčius pakelti transporto priemonę nuo kelio paviršiaus.



Superlaidumo taikymas

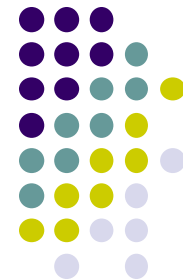
Šiuo metu kuriamose „Maglev“ sistemos transporto priemonėse naudojama $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ pagrindo lydyta tekstūruota keramika (MT-YBCO), kurios darbo temperatūra yra 77 K (skysto azoto temperatūra) ir superlaidi MgB_2 metališkojo junginio medžiaga, kurios darbo temperatūra 39–40 K (t. y., tarpinė tarp žematemperatūrių ir aukštatemperatūrių superlaidžių medžiagų).

„Maglev“ sistemos kelio ir traukinio schemos

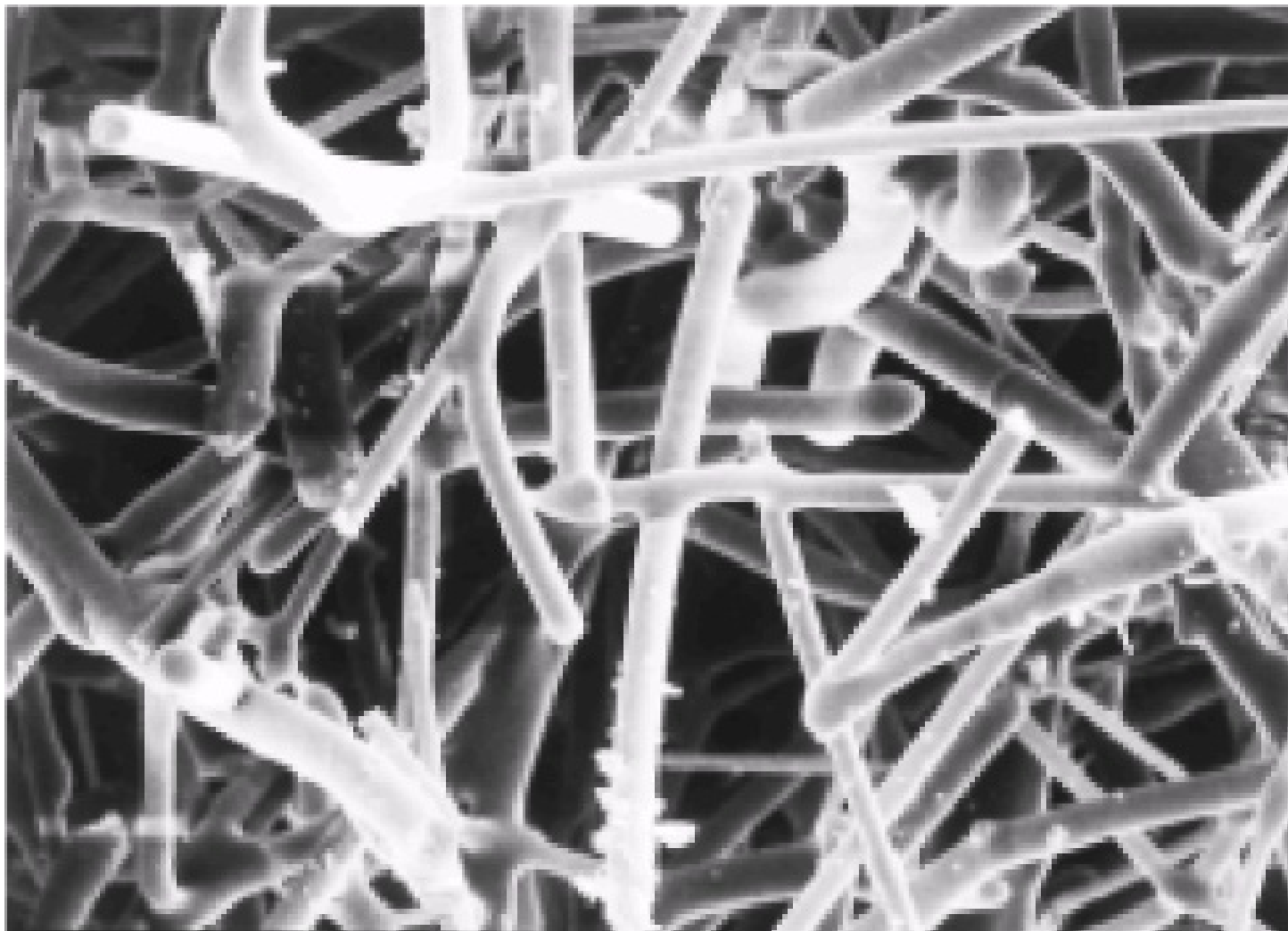
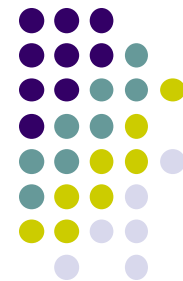


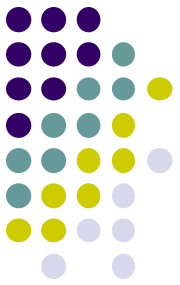
Keraminės medžiagos

Kosminės šaudyklės šiluminės apsaugos keraminiai blokai



Sukepinto silicio pluošto keraminių blokų sandara

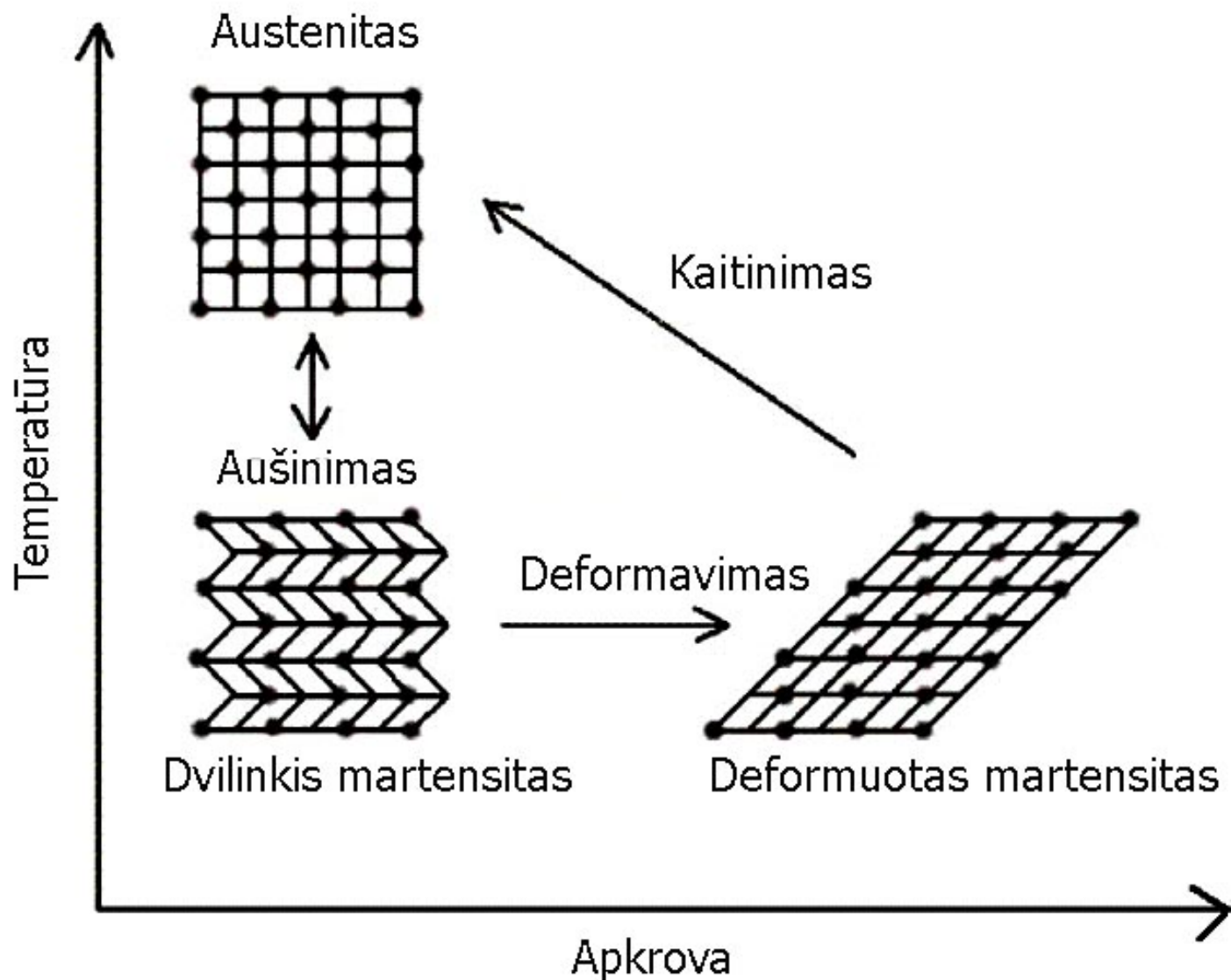




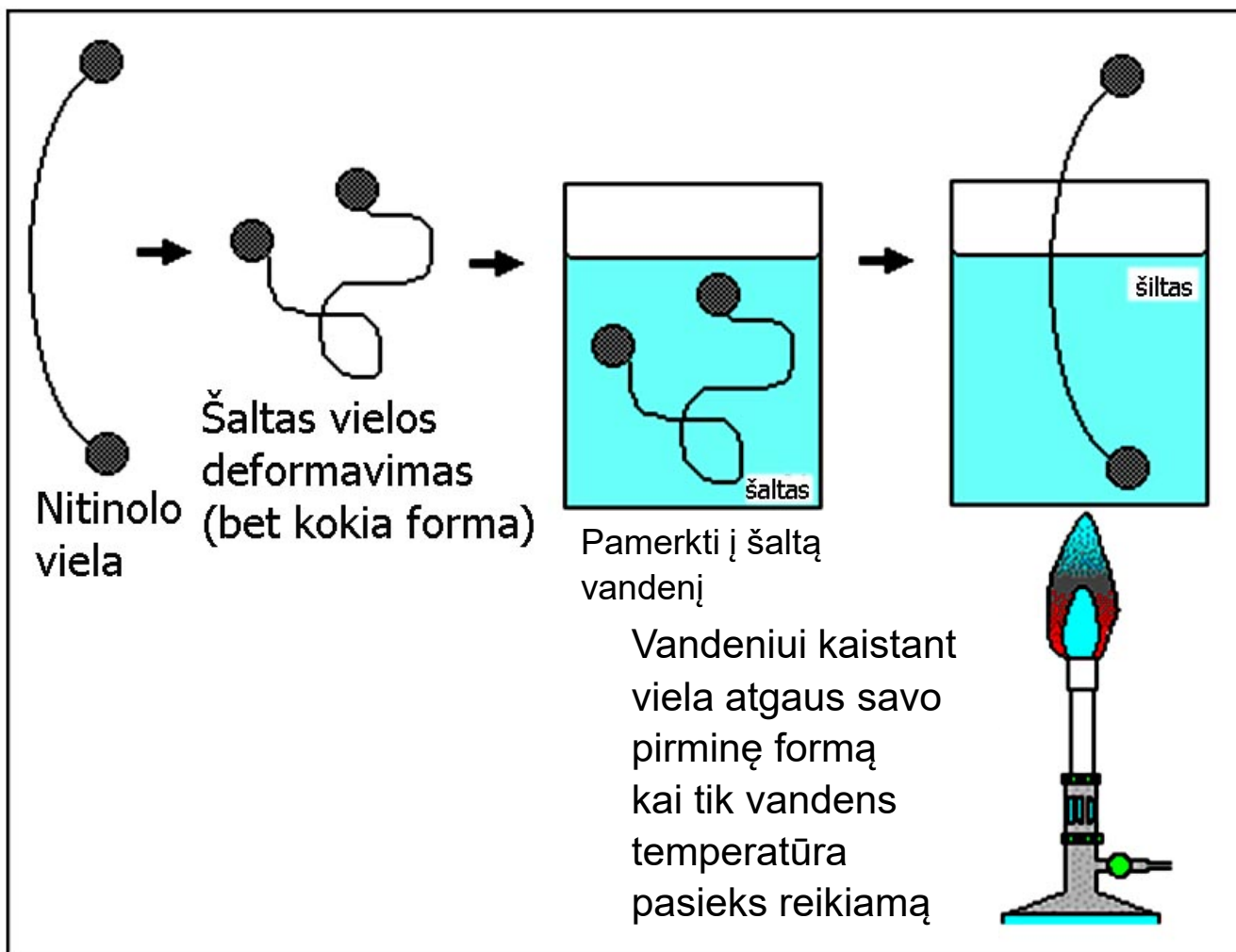
Formą įsimenantys lydiniai

- Tai lydiniai, kurie „prisimena“ savo pradinę formą.
- Šiandiena labiausiai paplitusi medžiaga yra nikelio-titano lydiniai (Nitinolas, ~ 50% Ni, 1961 m.).
- Nitinolas stiprus, plastiškas, atsparus korozijai, Gerai sugeria vibracijas ir pasižymi unikalia savybe – atmintimi. Šių lydinių po plastinės deformacijos geometrinė forma atstatoma šildant arba nuimant apkrovą.
- Alergines reakcijas sukeliančio nikelio kontaktą su audiniais apriboja susidariusi TiO_2 plevelė.
- Formos atminties įsiminimo efektas būdingas Cu-Al-Ni, Cu-Zn-Al ir Fe-Mn-Si lydiniams.

Formos įsiminimo efekto diagrama



Nitinolo formos atminties efektas



Formą įsimenantys lydiniai



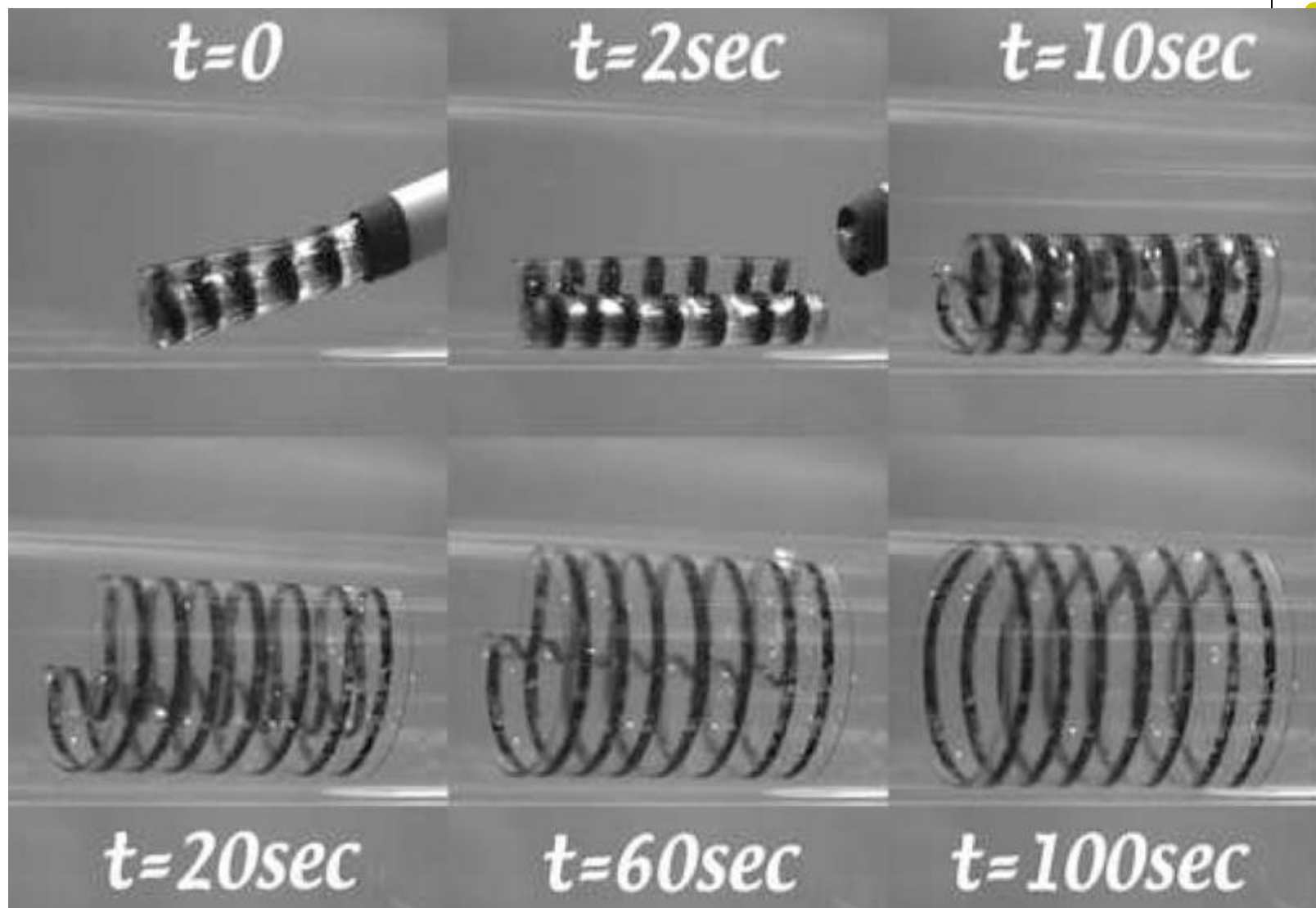
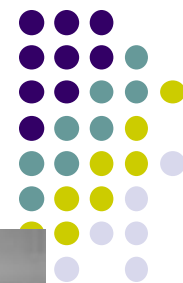
- Nitinolis, esant pereinamojo virsmo temperatūrai, yra martensito fazės būsenoje.
- Martensito fazėje nitinolis gali būti sulenktas į įvairias formas.
- Norint atgauti „pradinę formą“, metalas gali būti šildomas net iki 500 °C.
- Aukštoje temperatūroje atomai grupuojasi į kompaktiškesnį ir taisyklingesnį modelį, žinomą kaip **austenito fazė**.
- Virš pereinamosios temperatūros, nitinolis iš deformuoto martensito virsta į austenitą ir atgauna pirminę formą.
- Struktūrinio virsmo temperatūra skirtingiems lydiniams yra skirtinga. Jos ribos yra nuo –50 °C iki 166 °C.
- Šis deformacinių virsmų ciklas gali būti kartojamas milijonus kartų.

Formą įsimenančios medžiagos

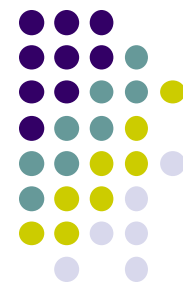


	Formą įsimenantys polimerai	Formą įsimenantys lydiniai
Tankis (g/cm^3)	0,9–1,2	6–8
Deformacija	Iki 800 %	<8 %
Deformacijos sužaditimui reikalingi įtempiai (MPa)	1–3	50–200
Atsistatymo metu susidarantys įtempiai (MPa)	1–3	150–300
Veikimo temperatūra	-30–260 °C	-100–100 °C
Pradinės būsenos atsistatymo greitis	1 s – keletas minučių	<1 s
Gamybos, apdirbimo sąlygos	<200 °C, mažas slėgis	>1000 °C, didelis slėgis
Kaina	~55 Lt/kg	~500 Lt/kg

Stento formos atsistatymas 37 °C temperatūroje



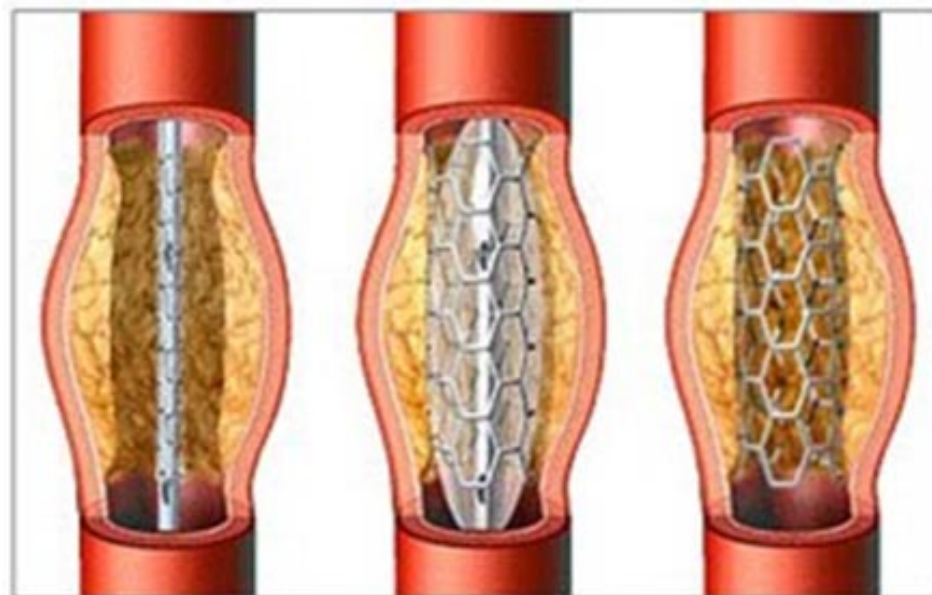
Kraujagyslių stentai



Kraujagyslės spindžio
sumažėjimas



Stento įstatymas ir
spindžio išplėtimas

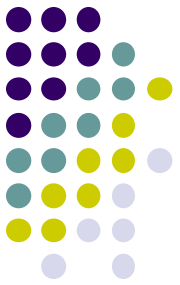


Stento
įdėjimas

Stento
išsiplėtimas

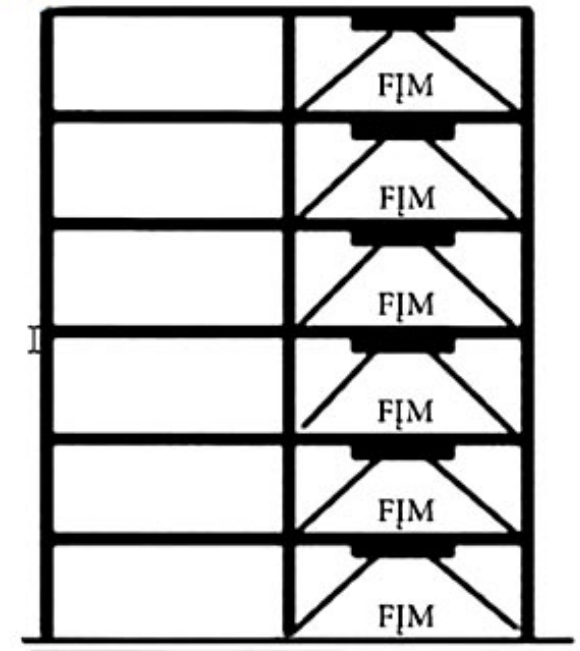
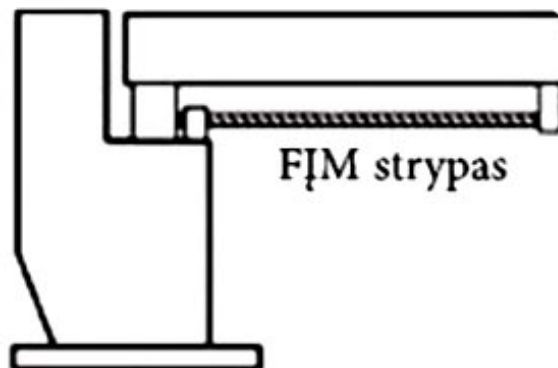
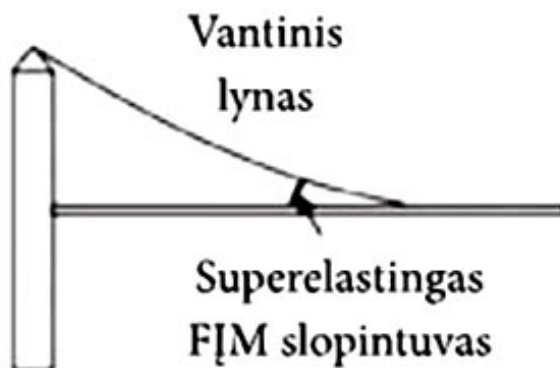
Stentas
kraujagyslėje

Formą įsimenančios medžiagos statybose

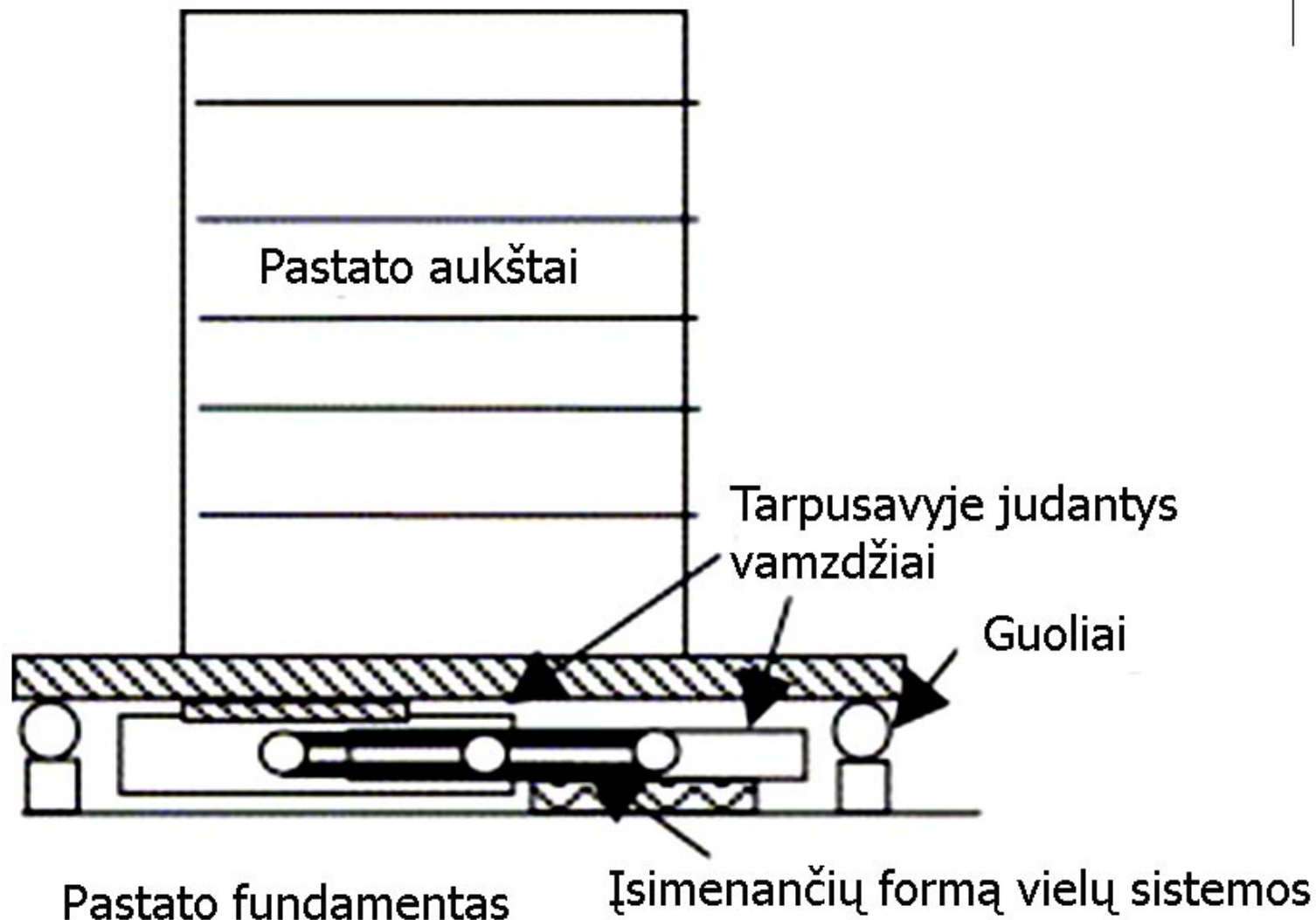


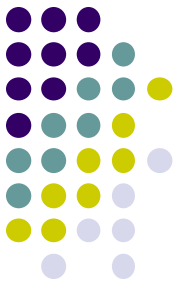
Privalumai:

- sukuriamą didelę jėgą konstrukcijai grįžtant į pradinę būseną;
- pasižymi geromis vibracijų slopinimo charakteristikomis;
- atsparumas korozijai (panašus į nerūdijančio plieno) ir magnetinio lauko poveikiui.



Formą įsimenančios medžiagos statybose

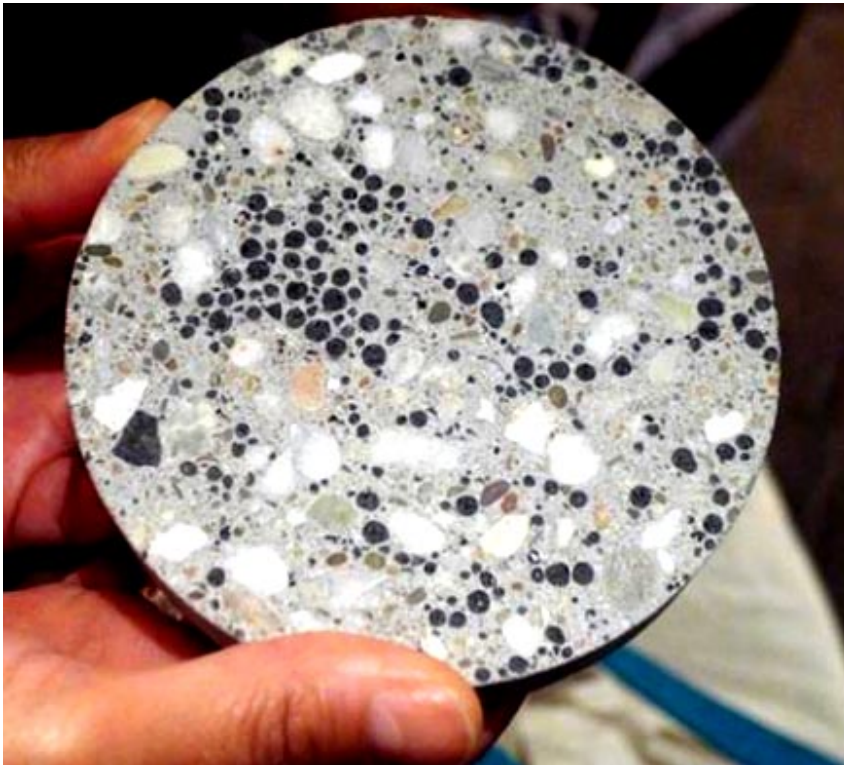


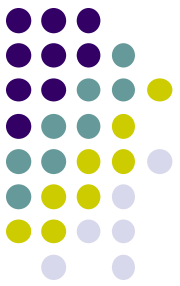


Biologinis betonas – savaime gyjantis betonas!

Gijimo procesai:

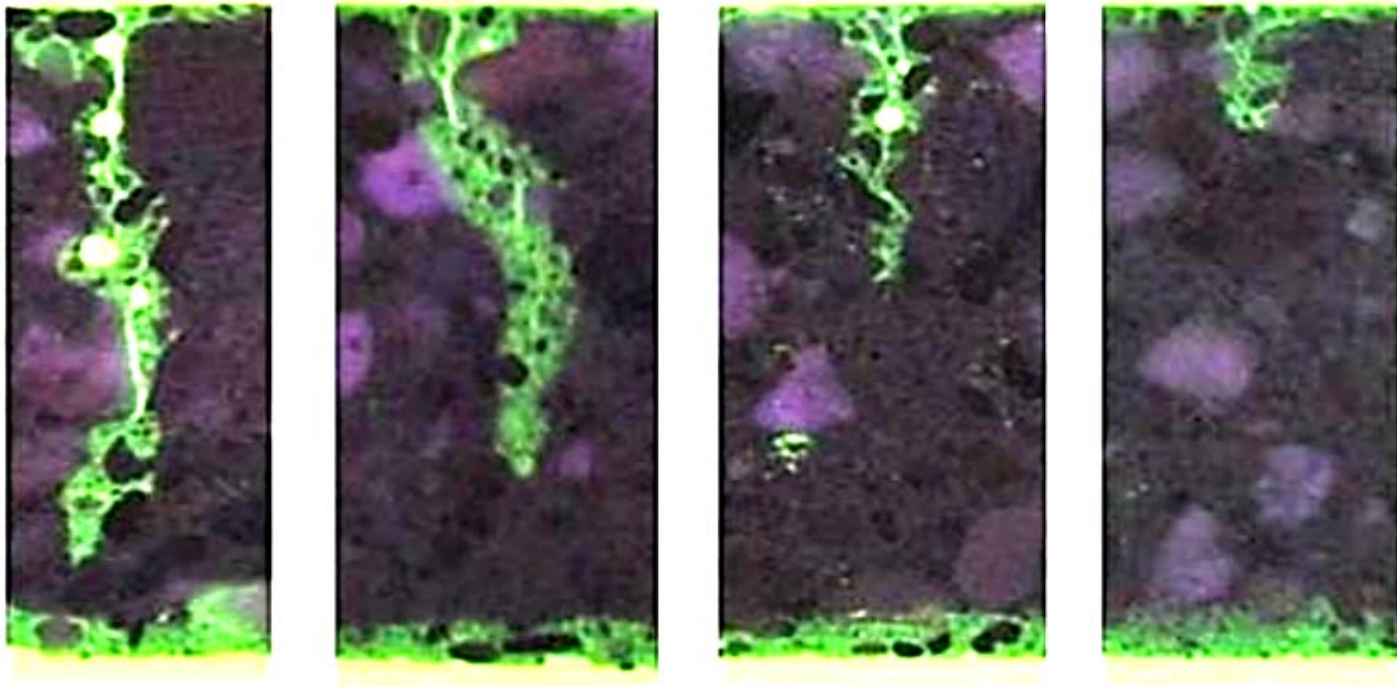
- Autogeninis gijimas – užgyja plyšiai iki 0,2 mm pločio.
- Autonominis gijimas užgyja plyšiai iki 0,5 mm pločio.

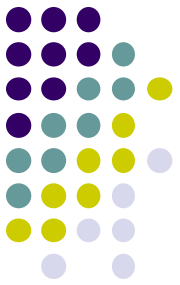




Biologinis betonas – savaime gyjantis betonas!

Savaiminio (autonominio) gijimo proceso
biocheminė reakcija:





Biologinis betonas – savaime gyjantis betonas

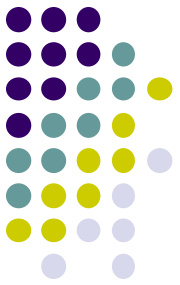
Privalumai:

- Konstrukcijų pleišėjimo prevencija;
- Armatūros korozijos prevencija;
- Iki 30 % išaugusi statinio eksploatacijos trukmė.

Trūkumai:

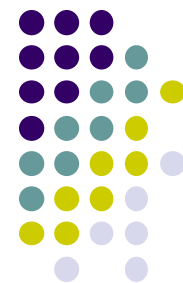
- Kaina (~2 kartus didesnė);
- Projektavimo normų, reglamentuojančių biologinio betono gamybos sudėtį, nebuvimas;
- Brangūs biologinio betono gijimo efektyvumo nustatymo tyrimai.

Reologinės medžiagos



- Reologinės medžiagos – tai išmaniosios kietos ir skystos (elektroreologiniai ir magnetoreologiniai skysčiai), kurie gali labai greitai pakeisti būseną veikiant elektriniam ar magnetiniam laukui.
- Šie skysčiai pritaikomi automobilių amortizatoriams, transporto priemonių sėdynėms, treniruokliams.
- Veikiami magnetinio lauko magnetoreologiniai skysčiai transformuojasi į kietą medžiagą ir vėl į skystį, kai laukas yra išjungtas.

Reologinės medžiagos



- Magnetoreologinis skystis susideda iš mikrometrinio dydžio geležies ar feromagnetinės medžiagos miltelių pasklidusių suspensiniame vandens ar specialios alyvos tirpale.
- Tipiško magnetoreologinio skysčio sudėtyje yra 20–40 % grynos, minkštos geležies miltelių.
- Prietaisų konstrukcija yra paprasta, valdymui reikalinga maža galia, greitas atsakas į išorės veiksnius.

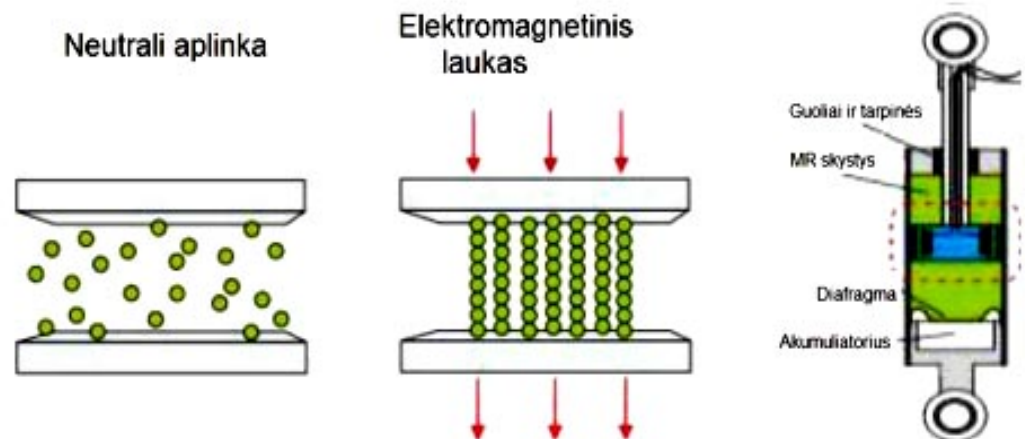
Reologinės medžiagos



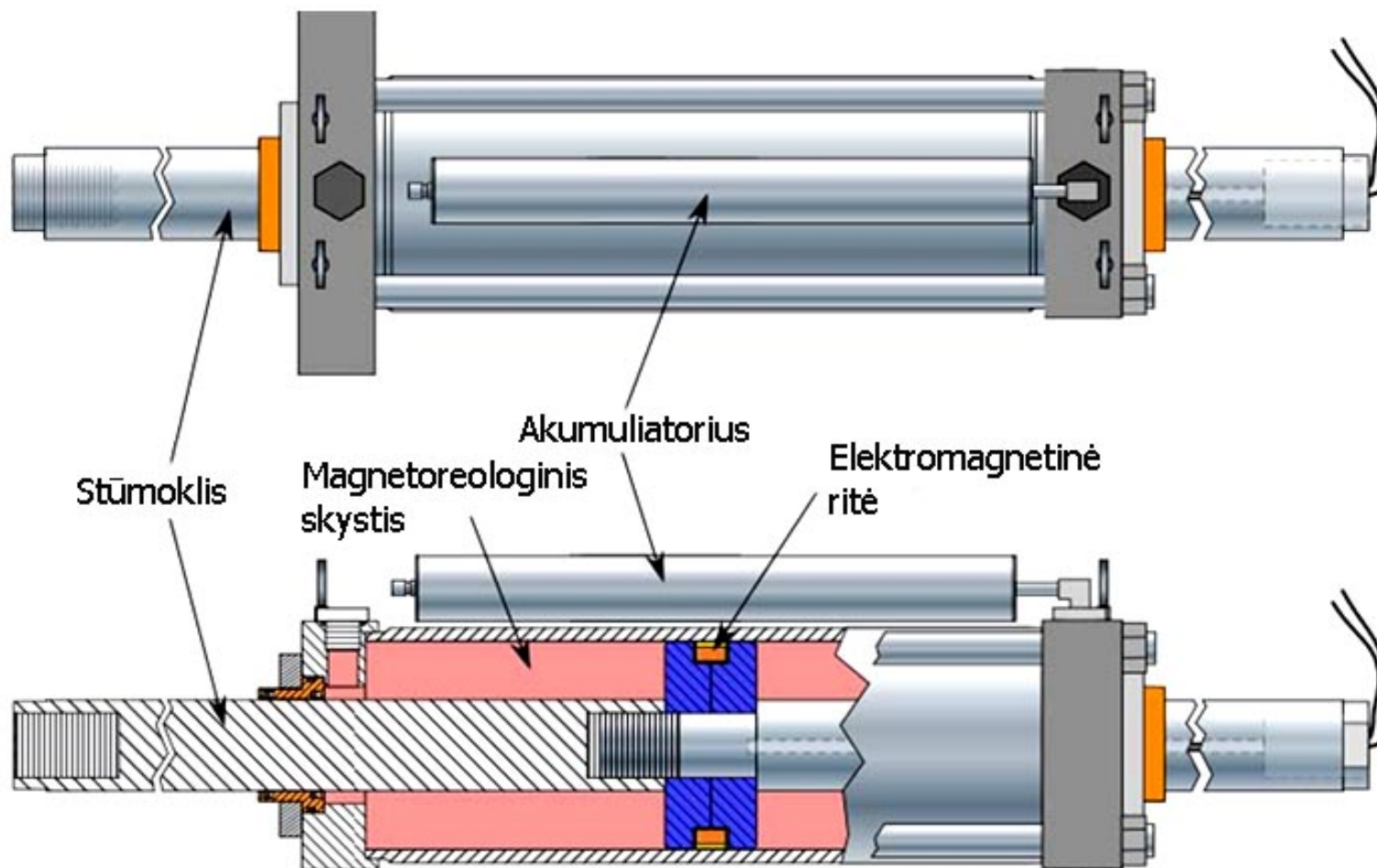
- Elektoreologinės medžiagos
- Magnetoreologinės medžiagos

Taikymas:

- slopintuvai pastatų vibracijų mažinimui;
- vėjo sukeltų vibracijų slopinimas vantiniuose tiltuose.



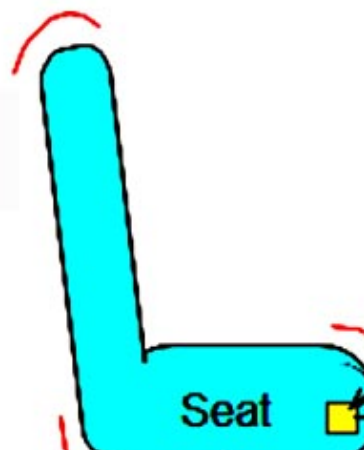
Magnetoreologinio skysčio slopintuvas



Magnetoreologinio skysčio slopintuvas



Tinkamo judesio
uždavėjas



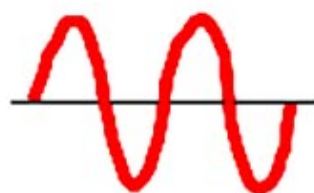
Seat

Jutiklis

Kontrolieris

Spyruoklė

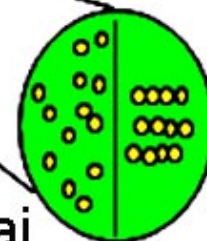
Smūgių sugėrėjas

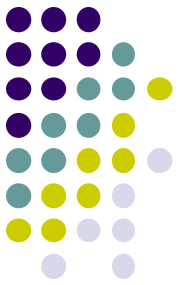


Kelio nelygumo
smūgis

Milteliai
išsidėstę
netvarkiai

Milteliai
išsidėstę
tvarkiai





Plėtodami mokslą, naudodami jo pasiekimus niekada nepamirškime, kad negalime tik gauti ir nieko neprarasti. Praradimai gali būti įvairūs – žala sveikatai, gamtos ir gyvenamosios aplinkos tarša ar net visos planetos klimato kaita. Naujovių reikėjo, reikia ir reikės – tik svarbu matyti ne vien jų spindesį, bet įžvelgti ir užkardyti jas lydinčias potencialias grėsmes!