



Optinės dangos II:  
Plonų sluoksnių technologija

# Turinys

- Ivadas
  - Svarbiausia formulė
  - Pagrindinės technologijos
  - Kaip skaityti dangos formulę
- Padėkliukas
  - Kokių formų būna padėkliukai
  - Iš ko būna padėkliukai
  - Padėkliuko paruošimas prieš garinimą
- Danga
  - Kaip veikia danga
  - Kaip auga danga
  - Dangos mikrostruktūra
  - Medžiagos naudojamos dangom

# Turinys

## ■ Garino kamera ir procesų skirtumai

- Kamera su joniniu asistavimu
- Kamera su dviem joniniais spinduliais
- Termino garinimo, joninio asistavimo ir joninio garinimo privalumai ir trūkumai

## ■ Dangu valymas

- O kam ta valymas?
- Pasiruošimas, ir valymo priemonės
- Kaip padėti optinį komponentą prieš valymą
- “Drop and drag” metodas
- Valymas panardinant
- Valymas garais

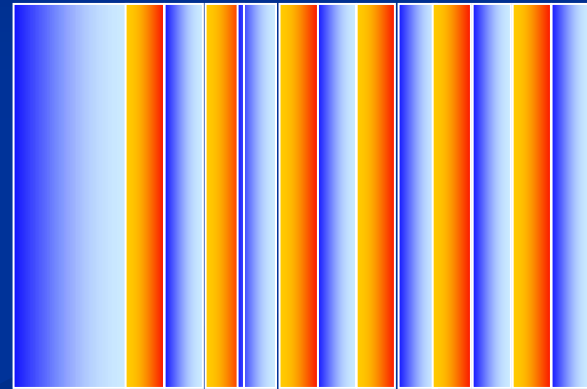
# Turinys

- Kodėl praktika  $\neq$  teorija?
- Sąveika su atmosfera
- Kitos priežastys

İvadas

# Svarbiausia formulė

$$M = \begin{pmatrix} \cos \delta_j & \frac{i \sin \delta_j}{n_j} \\ i \sin \delta_j & \cos \delta_j \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} A \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n_0 & -1 \\ n_0 & 1 \end{pmatrix} M_1 \dots M_n \begin{pmatrix} 1 \\ n_g \end{pmatrix}$$

- Anksčiau dangų modeliavimu naudojo logaritmine liniuotė ir ESM kurias vesino iš baseino
- Dabar dangom modeliuoti užtenka paprasto kompiuterio kurie skaičiavimam naudoja genetinius algoritmus.

# Pagrindinės technologijos

PVD: Physical  
vapor deposition

- Terminis garinimas.
- Garinimas su joniniu asistavimu.
- Garinimas jonais.

CVD: Chemical  
vapor deposition

- Dujų, garų reakcijos su padėkliuku.
- Lazeriu sukeltas CVD.

P-CVD:  
Physical – chemikal  
vapor deposition

- Eлектроcheminiai procesai.
- Polimerizacijos procesai.

# Kaip skaityti dangos formulę

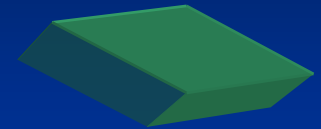
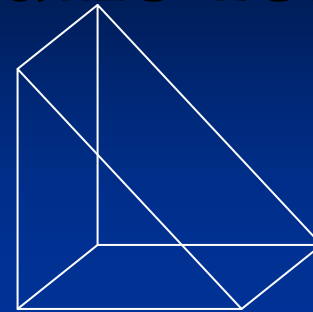
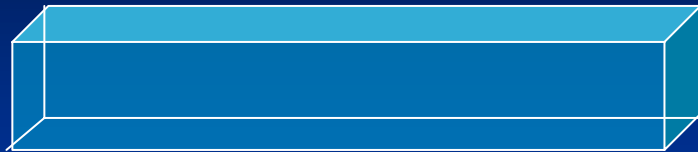
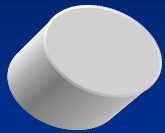
- Medžiaga kuri bus naudojama dangoje aprašoma viena raide pvz. : H: high index, L: low index ir t.t.
- Storio matavimo vienetai –  $\lambda/4$ , pvz.: jei  $\lambda/4=200\text{nm}$ , tai  $1.5H=300\text{nm}$ .
- Sudarius bazini dangos elementa(HL) jo kartojimosi skaičius Užrašomas laužtiniuose skliaustuose, prirašant “^” ir pasikartojimų skaičių pvz:  $[HL]^{10}$ .



A large, round, wooden table with a yellow and brown patterned top, surrounded by people in a dimly lit room. The text "Padėkliukas" is overlaid on the image.

# Padėkliukas

# Kokia būna padėkliuko forma



Padėkliuko forma gali būti įvairi – ne vien taisyklingos geometrinės figūros. Tačiau tai gali sukelti papildomų problemų:

- Norint tolygiai padengti didelį plotą reikia naudoti dujų sklaidos metodą, kai kameroje padidinamas slėgis kuris išskaldo dujų srautą.
- Sudetingėjant formai tampa sudetinga dangos storio kontrolė, kas ypač svarbu optikoje.

# Iš ko būna padėkliukai

- Silikatai: kvarcas, BK7, paprastas stiklas...
- Metalai: varis, nikelis.
- Kaupinamieji lazerių elementai.
- Tirpių druskų kristalai.
- Keramika(zerodur, pyrex).

# Padėkliuko paruošimas prieš garinimą

Prieš garinimą padėkliukas nuvalomas, kad pašalinti taršą galinčią paveikti dangos mikrostruktūrą ir dangos sukibimą su padėkliuku

- Pirmnis valymas:

- Poliritas
- Spiritas
- Acetatas

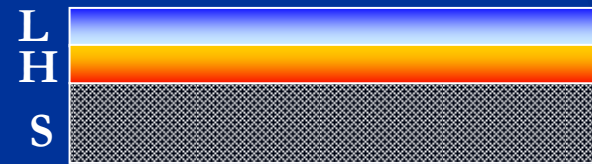
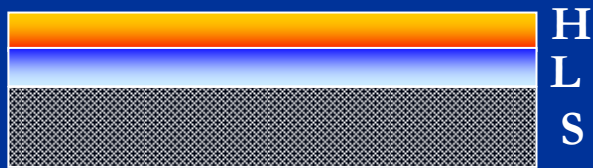
- Valymas įdėjus į kamera:

15 - 20 minučių su joniniu spinduliu

# Danga



# Kaip veikia danga

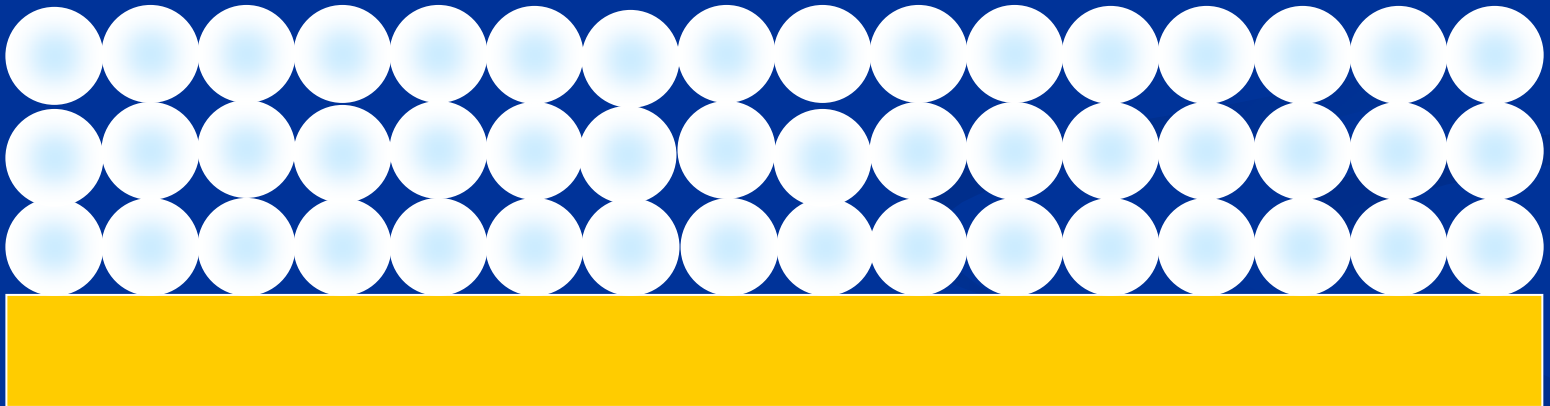


$H > L$

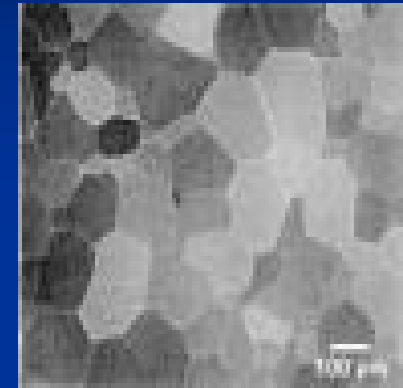
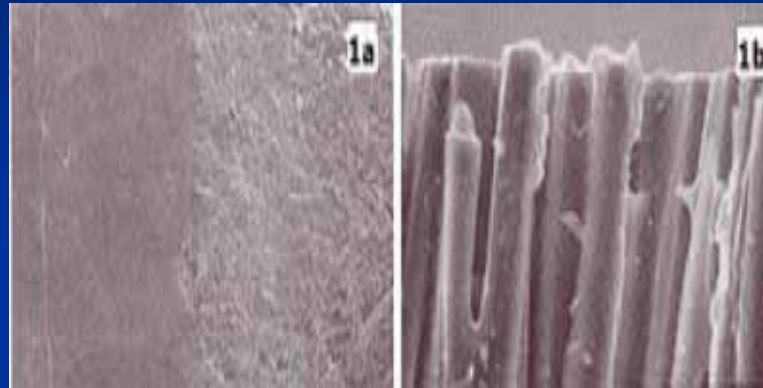
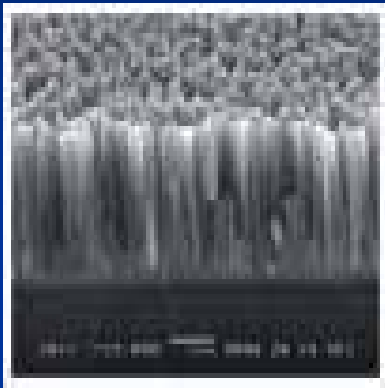
Banga pereinanti iš optiškai retesnės terpės į tankesnę kurios storis  $\lambda/4$  praranda pusę fazės

# Kaip auga danga

- Iš pradžių ant padėkliuko paviršiaus formuojasi mažos kondensato salelės.
- Salelės auga išcentriškai kol susijungusios suformuoja vientisą dangą.
- Animacijoje pavaizduotas idealus variantas.



# Dangos mikrostruktūra



Metalai  $<0.3T_1$

$0.3-0.45T_1$

$>0.45T_1$

Oksidai  $<0.25T_1$

$0.26-0.45T_1$

$>0.45T_1$

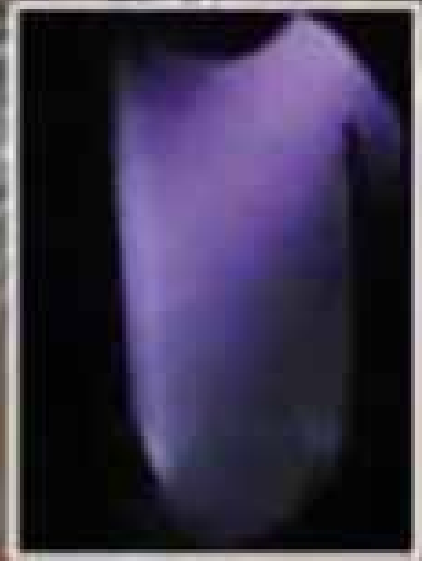
Dangos mikrostruktūra priekšnosauko no to kiek padekliuko temperatūra sudaro garinamos medžiagos lydimosi taško temperatūros.



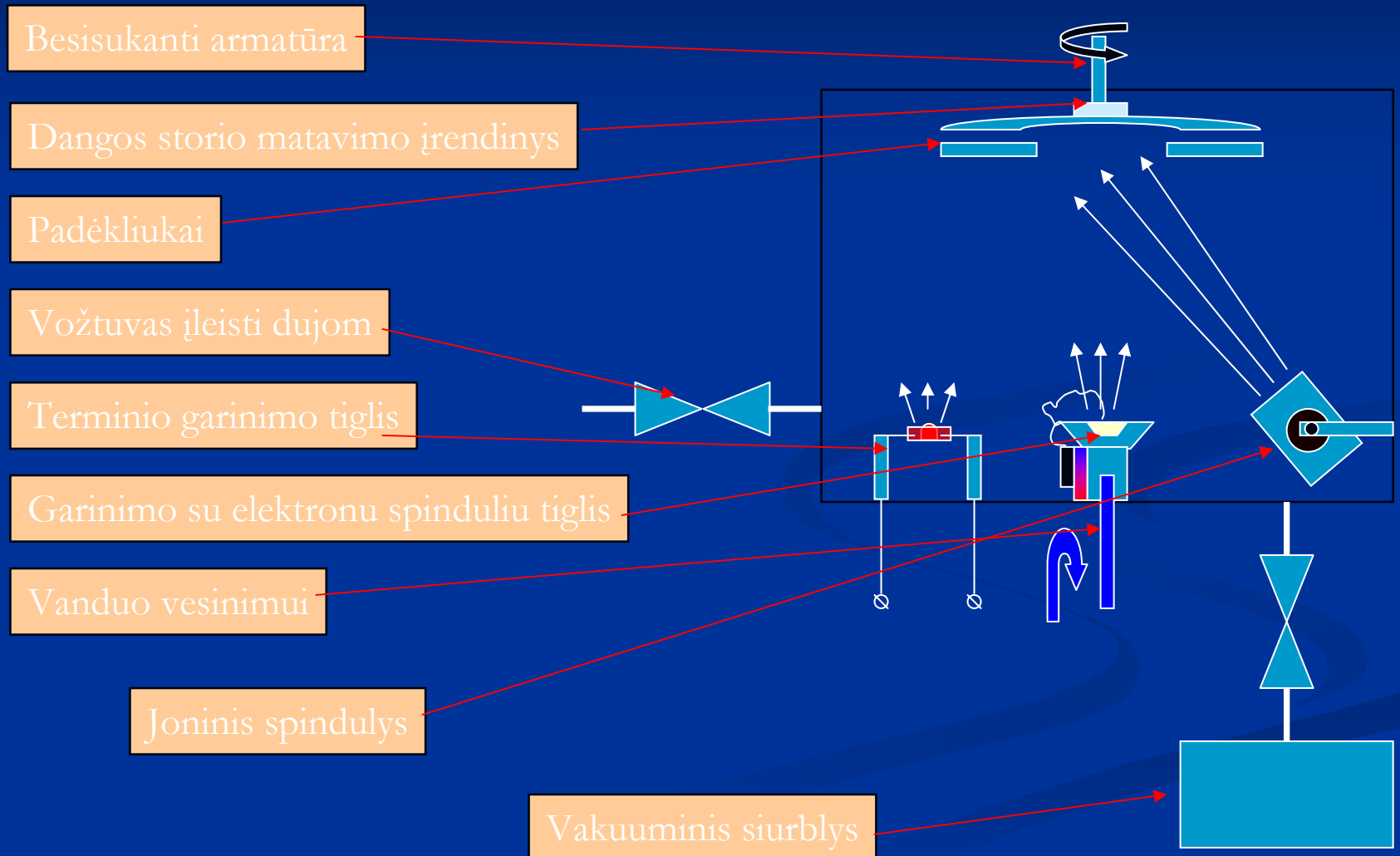
# Medžiagos naudojamos dangom

- Oksidai:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ .
- Sulfidai:  $\text{ZnS}$ .
- Fluoridai:  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{PbF}_2$ .
- Metalai: Aliuminis, varis.
- Kompozitinės medžiagos (SolGel).

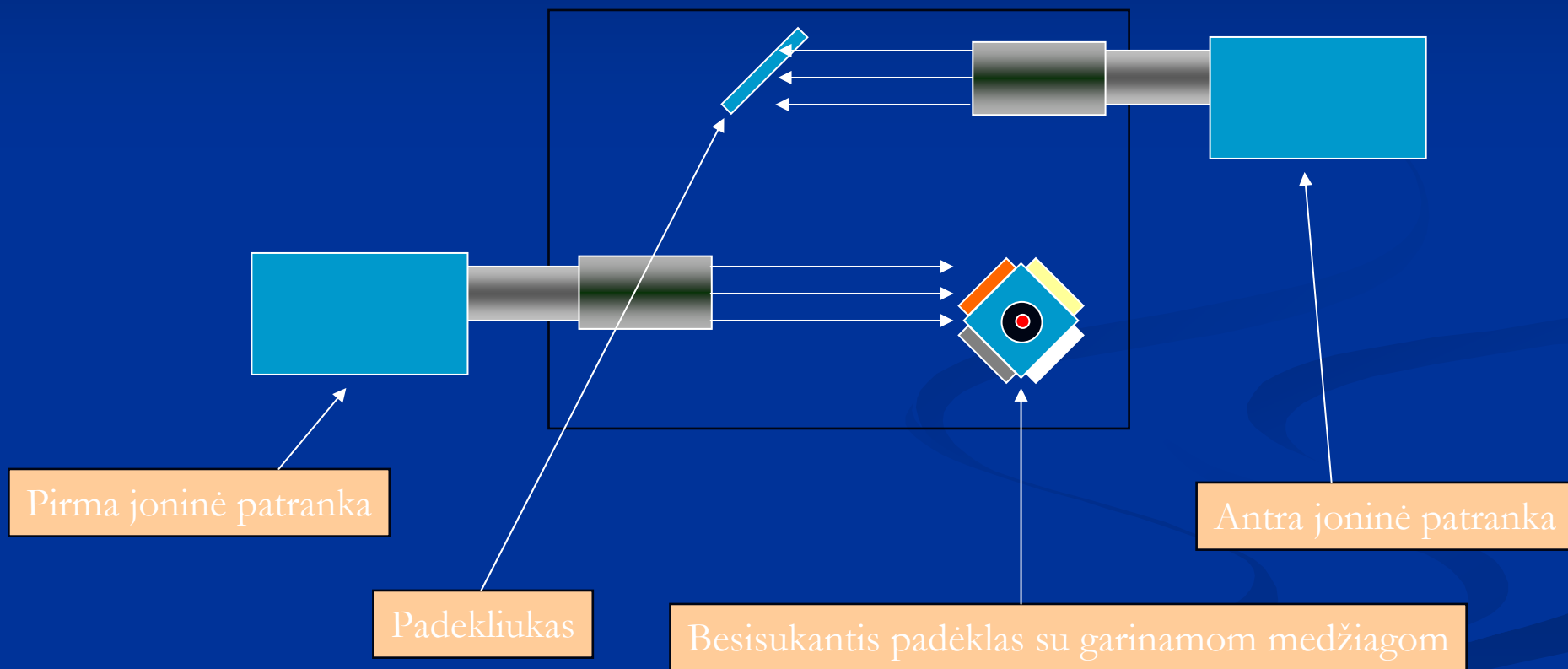
# Garinimo kameros ir procesų skirtumai



# Kamera su joniniu asistavimu



# Kamera su dviem joniniais spinduliais



# Terminio garinimo, joninio asistavimo, joninio garinimo privalumai ir trūkumai

## Terminis garinimas:

- Pigus.
- Užima mažai vietos (Salyginai).
- Greitos dangos augimo spartos  $1-25 \mu\text{m}/\text{min}^{-1}$ .
- Temperatūrinis darbo diapazonas  $1000 - 2000\text{C}^0$ .
- Padėkliuko temperatūra  $200 - 1600\text{C}^0$ .
- Dideli paviršiaus nelygumai = didelė skaida.

## Joninis asistavimas, joninis garinimas:

- Brangus.
- Įranga reikalauja daugiau vietos.
- Lėtos dangos augimo spartos  $0.02 - 2 \mu\text{m}/\text{min}^{-1}$ .
- Darbinės temperatūros  $100 - 500\text{C}^0$ .
- Garina viską!

# Dangu valymas



# O kam tas valymas?

- Nešvarumai didina sugertį.
- Modifikuoja atspindį.
- Pažeidžia dangų paviršius.
- Mažina eksploatacijos trukmę.
- Blogina dangos ir padėkliuko sukibimą.

# Kokie būna teršalai

- Pluštai(neilonas, celiuliozė...).
- Chemiškai absorbuotos dujos(1-10eV).
- Fiziškai absorbuotos dujos(0.1-0.5eV).
- Oksidacijos produktai.
- Valiklių liekanos.
- Alyvos, dervos.
- Organinė tarša.



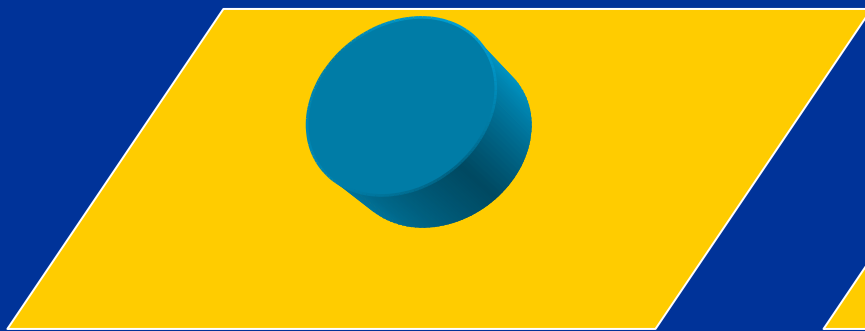
# Pasiruošimas, ir valymo priemonės

- Labai švari darbo vieta.
- Labai švarios rankos( $1\text{cm}^2$  – 100 riebalų liaukų)!!!
- Latex`o pirštinės, antpirščiai.
- Žibintuvėlis.
- Pincetas, su guminiiais antgaliais.
- Optikai skirtas popierius.
- Vata, vatos tamponai(mediniai be klijų).

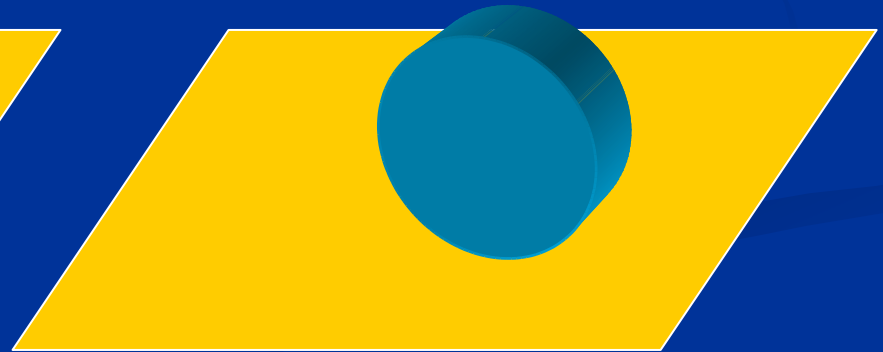
- Nosinaitės optikai valyti užantspauduotuose vokuose.
- Distiliuotas vanduo.
- Muilas(bespalvis).
- Acetatas, metanolis.
- Spiritas – ypač švarus.
- Vandenilio peroksidas 3%.
- Suspaustas oras arba anglies dvideginis.

# Kaip padėti optinį komponentą prieš valymą

Labai blogai

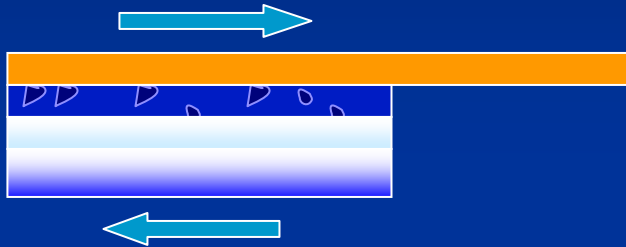


Labai gerai



Optinį komponentą (jei tai leidžia jo forma) visada dėti ant briaunos, o ne ant optinio paviršiaus!

# “Drop and drag” metodas



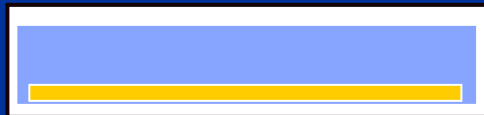
1. Uždedame pusiausvyrai nosinaitę ant optinio komponento.
2. Užlašiname pora lašų metanolio ar acetono.
3. Šiek tiek skysčiui išgaravus viską palenkiame ir švelniai traukiame.
4. Dėl susidariusios paviršių sąveikos visi nešvarumai “nutempiami”.



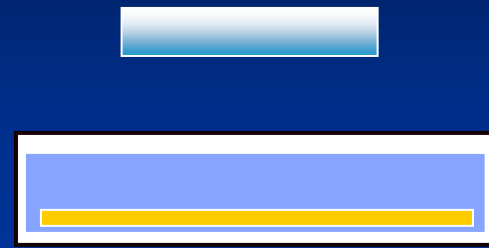
# Valymas panardinant (minkštom dangom)



1. Vanduo ir muilas



3. Spiritas



2. Distiliuotas vanduo

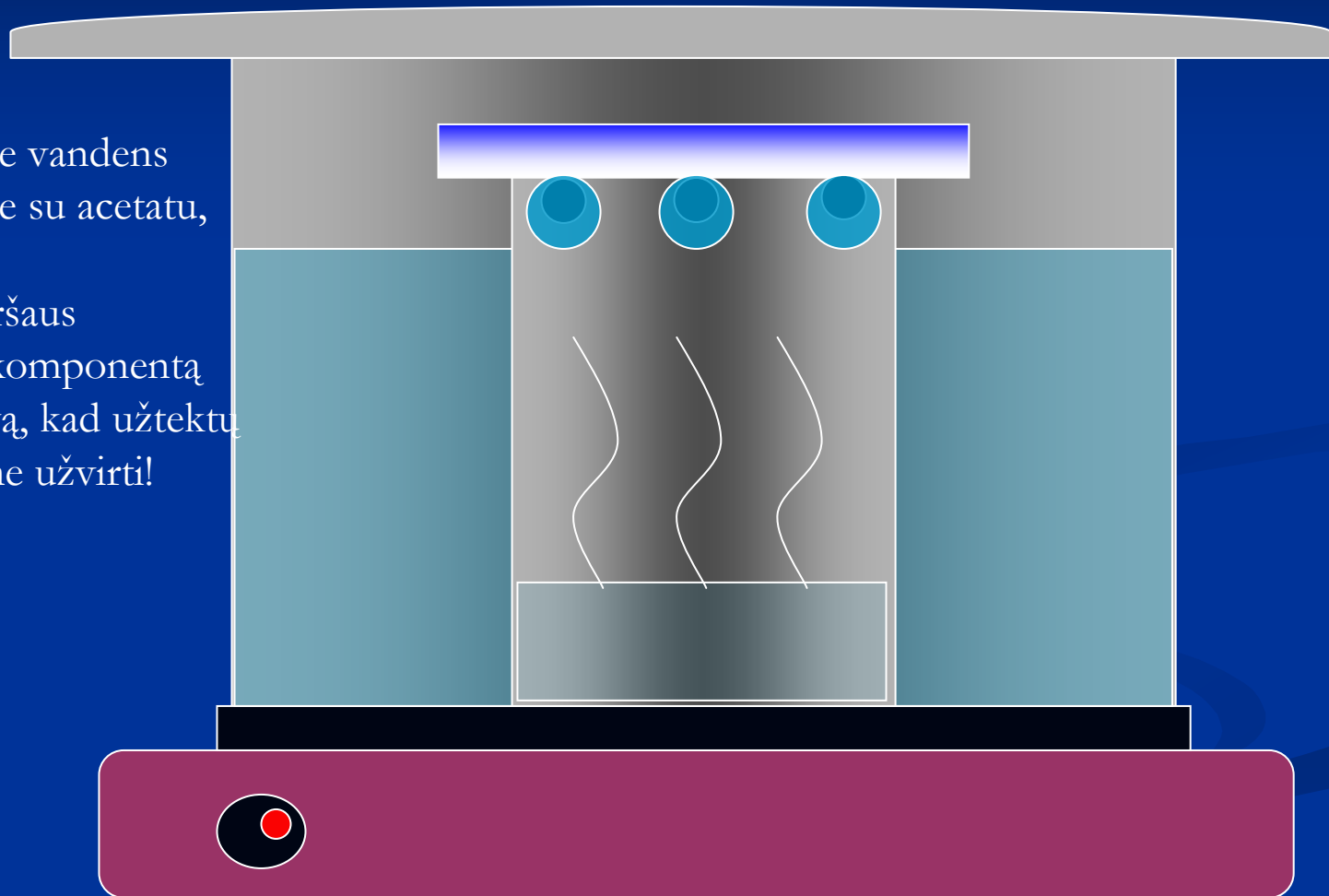


4. Acetatas, acetonas, metanolis

1. Į keturias lėkštutes įklojame po optinę nosinaitę.
2. Įpilame valiklius kaip parodyta paveiksle.
3. Paeiliui optinį komponentą panardiname į vones.
4. Prireikus procesą kartojame.

# Valymas garais: švelniausias

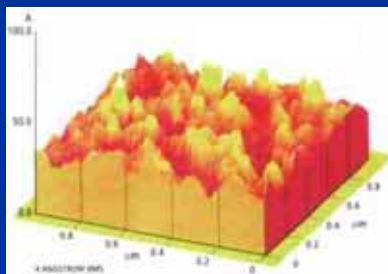
1. Į puodą pripilame vandens
2. Įstatome skardine su acetatu, mentanoliu.
3. Ant skardinės viršaus montuojame optinį komponentą
4. Įjungiamo šildytuvą, kad užtektų valikliui garinti, bet ne užvirti!



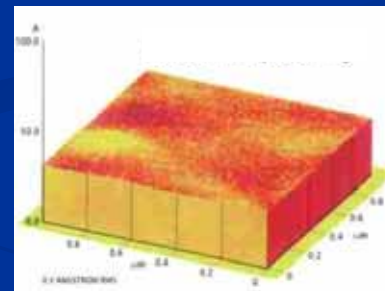


Kodėl teorija  $\neq$  praktika

# Saveika su atmosfera



Be joninio asistavimo



Su joniniu asitavimu

Dėl dangos nelygumų ir saveikos su atmosfera ant paviršiaus susidaro skirtingos storio plevelė, dėl kurios visame paviršiuje kinta optinis dangos storis. To pasekoje atsiranda spektro poslinkiai.



# Kitos priežastys

- Padėkliuko ir dangos medžiagos paruošimas prieš garinimą.
- Bloga vakuumo kokybė kuri teršia dangą.
- Garinimo kameros vibracija.
- Blogai sukalibruoti įrenginiai.
- Programų netikslumas.
- Laidų ir joninių įrenginių keliami triukšmai.
- Leiskite dangai atvėsti☺.

<http://www.repairfaq.org/sam/laseratr.htm>

Verta paskaityti

Ačiū už dėmesį