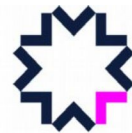


# DUV vrstvy pro sestavu čoček k Ramanovské spektroskopii

Jiří Jankuj, Jaromír Březina  
Meopta Optika s.r.o.



Technická agentura  
České republiky



Centra  
kompetence

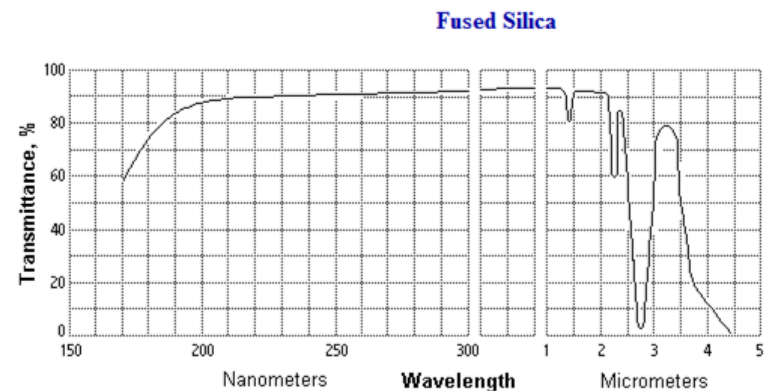
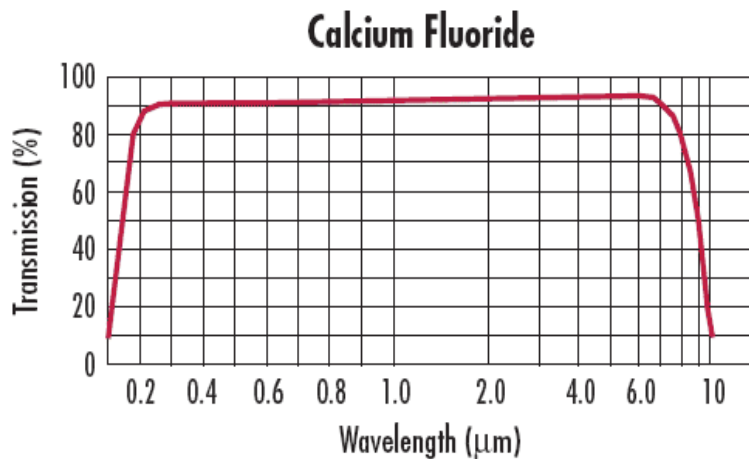
*Projekt TE01020229 (Centrum digitální optiky) je řešen s finanční podporou TA ČR*

## Obsah prezentace

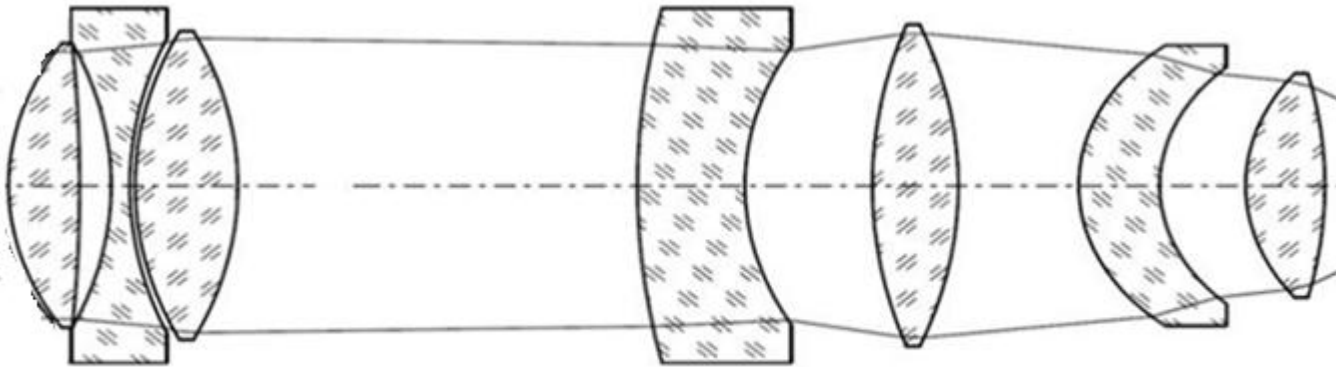
1. Zadání pro objektiv Ramanova DUV spektroskopu, použité materiály, AR vrstvy
2. Použitá technologie pro AR vrstvy
3. Popis použité vakuovky pro výrobu
4. Výpočet indexů lomu a tooling faktoru pro použité napařovací materiály
5. Optimalizace algoritmů pro nalezení AR designu
6. Výroba vrstev na čočkách pro Ramanovu spektroskopii
7. Výsledek

## Zadání pro objektiv Ramanova DUV spektroskopu, použité materiály, AR vrstvy

- Zahájení výpočtů objektivu optickým designerem v Meoptě s materiály  $\text{CaF}_2$  a fused silica pro výrobu čoček
- Ramanova spektroskopie pracuje ve spektrální oblasti od 229 nm – 274 nm



Objektiv pro Ramanovu spektroskopii  
(orientační schéma sestavy)



## 2. Používané napařovací materiály pro DUV vrstvy

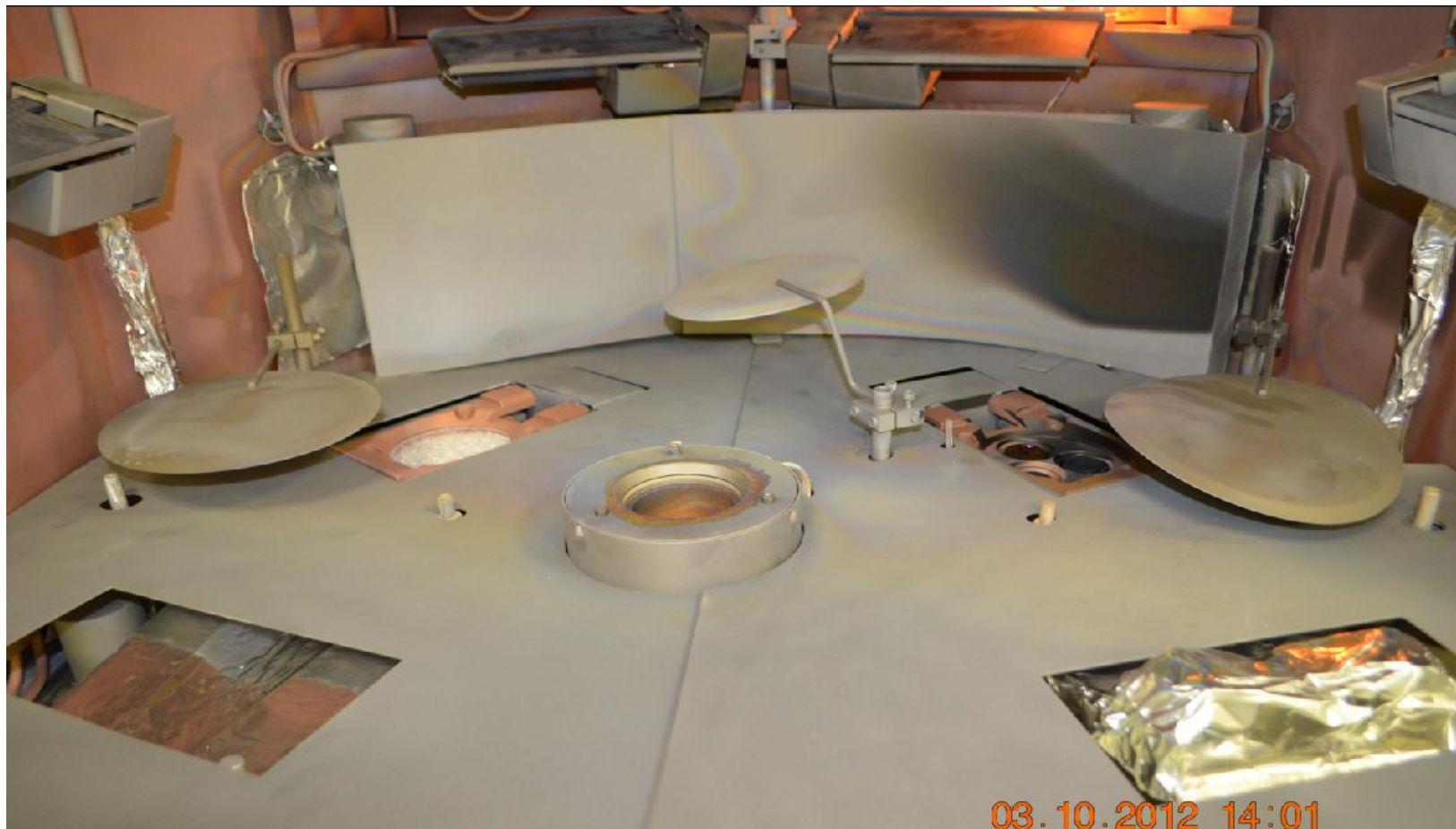
Evaporation materiál	Chemical formula	Transparency	Refractive index	Melting point
Hafnium oxide	HfO <sub>2</sub>	0.24-8	2.0	2812
Scandium oxide	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.23-12	1.9	2400
Magnesium oxide	MgO	0.25-8	1.7	2640
Aluminium oxide	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.19-7	1.63	2046
Silicon dioxide	SiO <sub>2</sub>	0.17-9	1.45	1713
Magnesium fluoride	MgF <sub>2</sub>	0.15-8	1.38	1266

### 3. Popis použité vakuovky pro výrobu

Syrus 1100 DUV od Leybold Optics s kryo pumpou, speciálně vyleštěným nerezovým povrchem, použité bezolejové vakuové pumpy

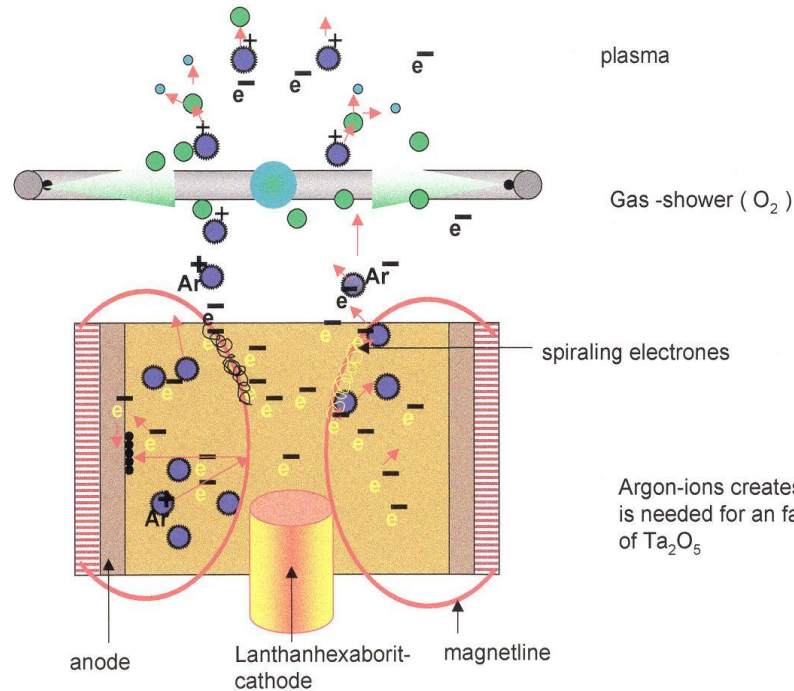


Vnitřní detaily použité vakuovky



# Plasmový zdroj od firmy Leybold Optics s kyslíkovou sprchou nad APS zdrojem

APS step 4

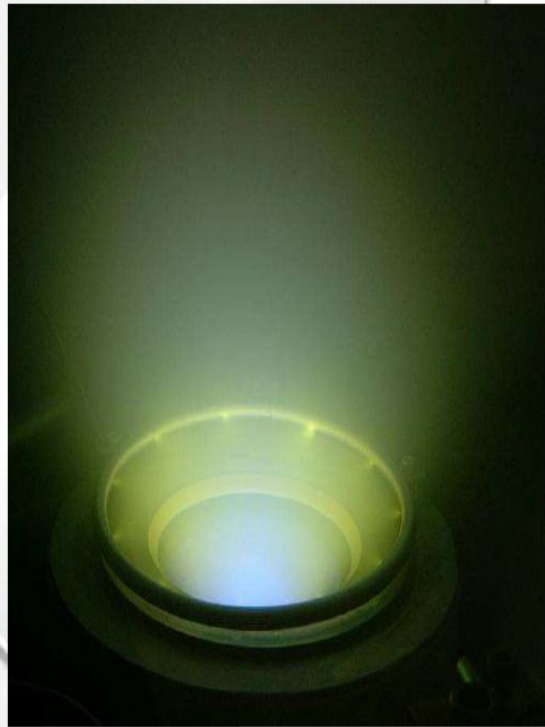


Argon-ions creates atomic oxygen, what is needed for an fast oxidation process of Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

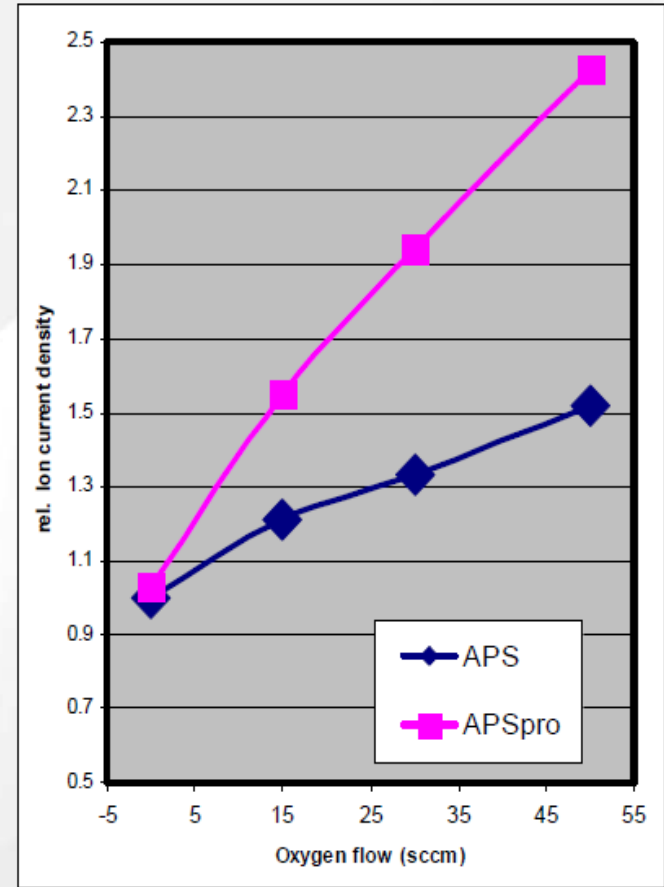


# Porovnání plasmového zdroje - APS standard a APS pro

standard APS



APSpro



## Depozitní parametry použitých materiálů

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pstart	Tp	Vnap	Ubias	Ia	Uv	Icoil	F Ar 1	F Ar2	F O2-1	F O2-2
[mb]	[C]	[nm/s]	[V]	[A]	[V]	[A]	[sccm/s]	[sccm/s]	[sccm/s]	[sccm/s]
1x10 <sup>-5</sup>	180	0.4	160	50	70	1.90	4	10	30	0

HfO<sub>2</sub>

Pstart	Tp	Vnap	Ubias	Ia	Uv	Icoil	F Ar 1	F Ar2	F O2-1	F O2-2
[mb]	[C]	[nm/s]	[V]	[A]	[V]	[A]	[sccm/s]	[sccm/s]	[sccm/s]	[sccm/s]
1x10 <sup>-5</sup>	180	0.25	115	50	70	1.50	6	5	25	60

SiO<sub>2</sub>

Pstart	Tp	Vnap	Ubias	Ia	Uv	Icoil	F Ar 1	F Ar2	F O2-1	F O2-2
[mb]	[C]	[nm/s]	[V]	[A]	[V]	[A]	[sccm/s]	[sccm/s]	[sccm/s]	[sccm/s]
1x10 <sup>-5</sup>	180	0.5	160	55	70	1.70	2	14	3	0

# 4. Výpočet indexů lomu

Software MatEdit od firmy Leobold Optics

File Edit Database Synthesis Help  
 Editor RefracCurve Schott Glas DharaGlas  
 Coeff Editor Table Editor Single Layer Synthesis Targets

Start Layer PhTh.  [nm]  d Synthesis  normal dispersion  
 Result PhTh.  [nm]

$n = A_0 + A_1 / \lambda^2 + A_2 / \lambda^4$

Start n.     n  
 Result n     Use Result

Target Range [nm] Min.  Max.

$k = B_1 \exp(B_2 / \lambda)$

Start k.    k  
 Result k.    Use Result

Substrates

Name	RefractionN	RefractionK	Dispersion
N-BK7	1.5168	0	Sellmeier3
N-LAK9	1.691	0	Sellmeier3
N-LaF35	1.7433	0	Sellmeier3
N-BK7	1.52141447577348	0	Sellmeier3
S-BAH27	1.71138999157024	0	Sellmeier3
Glass	1.52	0	TableN
N-BAF52	1.61617805953674	0	Sellmeier3
B270	1.528137	0	TableN
N-BAF4	1.61369667300215	0	Sellmeier3
N-LAK8	1.72061799330405	0	Sellmeier3
N-LAK8	1.72061799330405	0	Sellmeier3
SF1	1.7319	0	TableN
Suprasil	1.4623	0	TableN

Sort by Name Edit

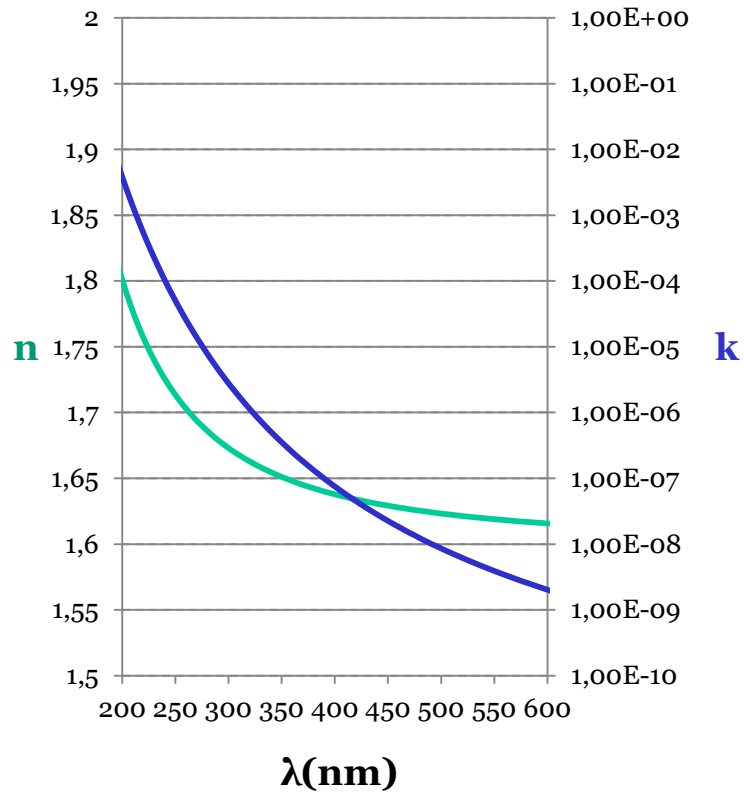
Spectrum Chart  Window on top  Autoscale

Chart Performance

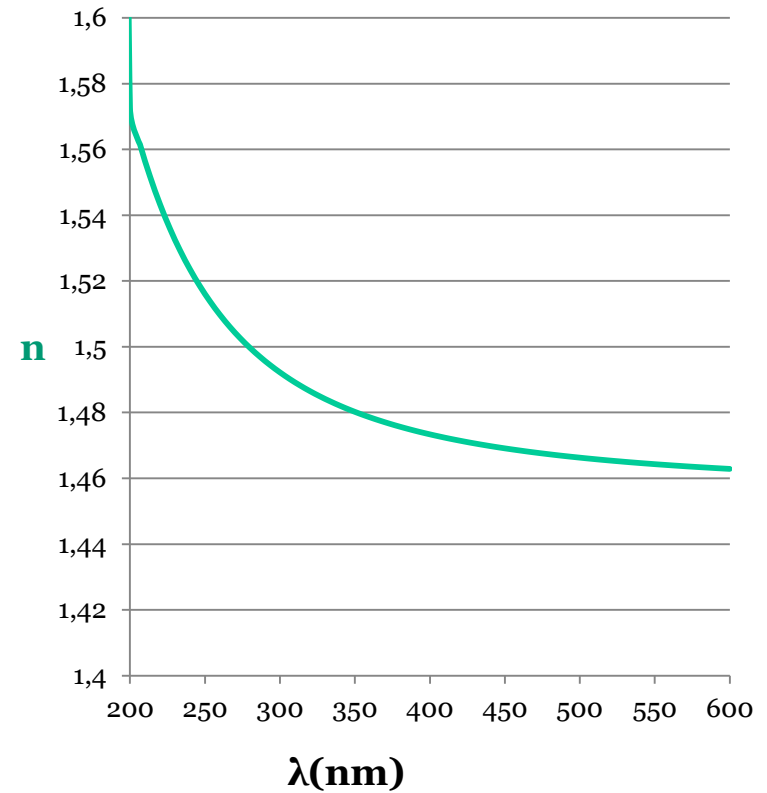
Wavelength | 184.395 | y | 93.651 | Merit: | 0.2169

# Optické indexy lomu materiálů v DUV oblasti

Material  $\text{Al}_2\text{O}_3$



Material  $\text{SiO}_2$



## 5. Optimalizace algoritmů pro výpočty

a-automatické algoritmy pro 1-2 vrstvy programem MacLeod, TFCalc WinFilm  
 b-ruční simplex metody v programu Mcalc, Film2006, WinFilm ,CodeV etc.

- MacLeod program

**S** Simplex

**O** Optimac

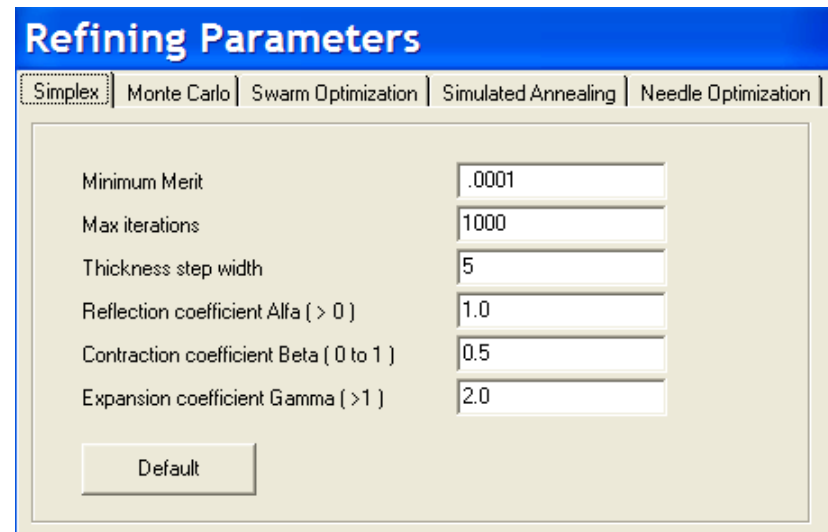
**SA** Simulated Annealing

**CG** Conjugate Gradient

**QN** Quasi-Newton

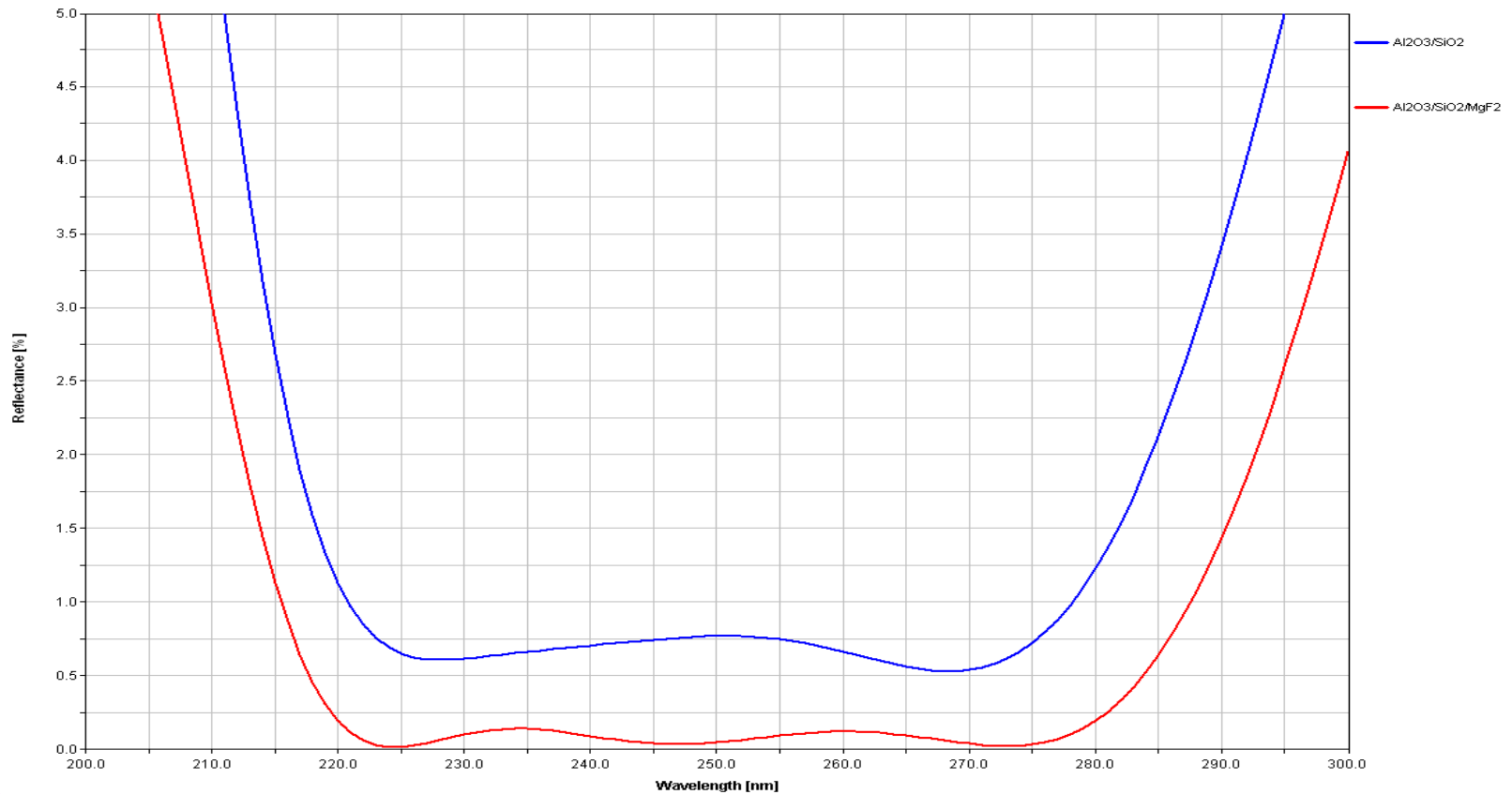
**N** Needle Synthesis

- Mcalc program

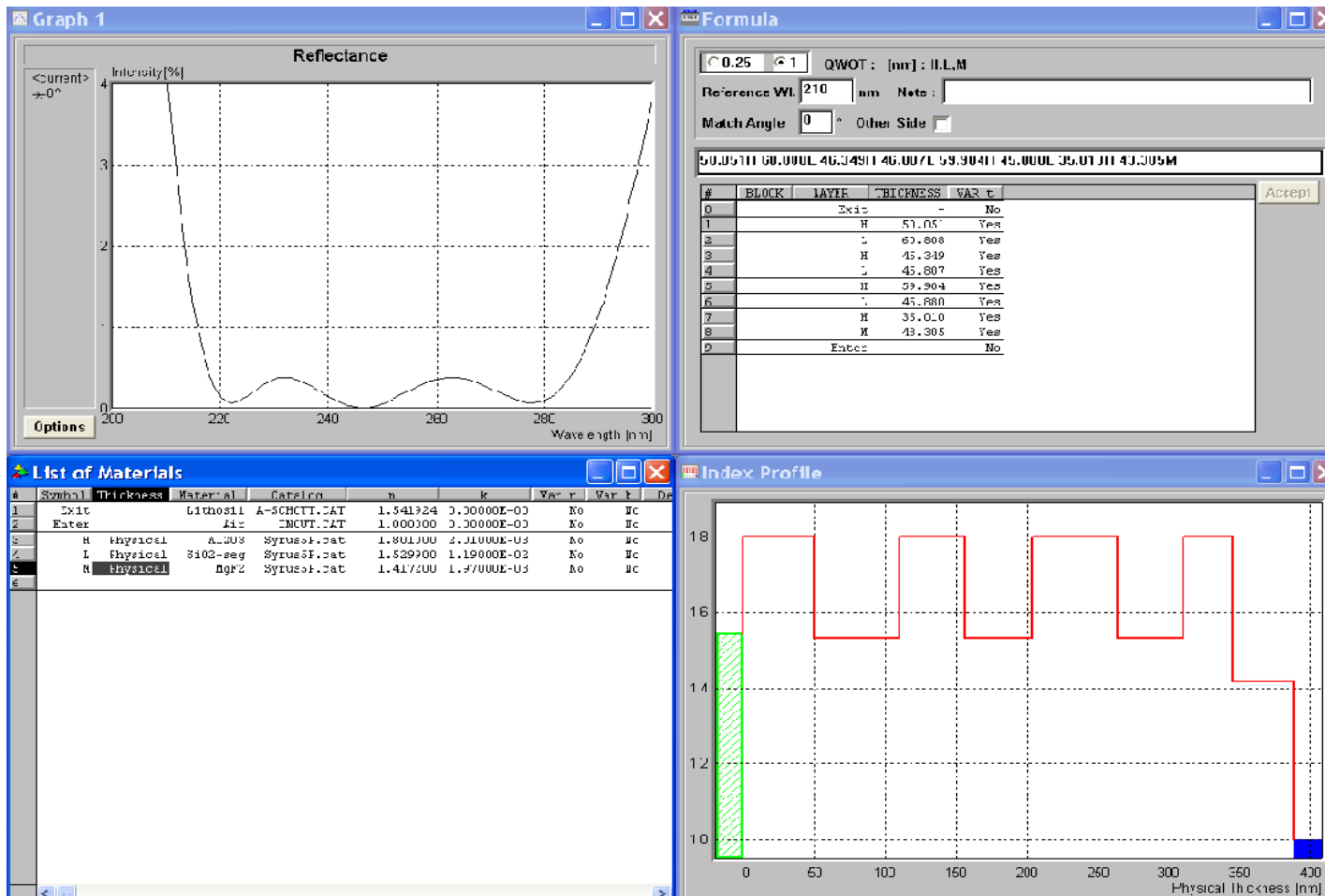


Refining Parameters	
<input checked="" type="radio"/> Simplex   <input type="radio"/> Monte Carlo   <input type="radio"/> Swarm Optimization   <input type="radio"/> Simulated Annealing   <input type="radio"/> Needle Optimization	
Minimum Merit	<input type="text" value=".0001"/>
Max iterations	<input type="text" value="1000"/>
Thickness step width	<input type="text" value="5"/>
Reflection coefficient Alfa (> 0)	<input type="text" value="1.0"/>
Contraction coefficient Beta (0 to 1)	<input type="text" value="0.5"/>
Expansion coefficient Gamma (>1)	<input type="text" value="2.0"/>
<input type="button" value="Default"/>	

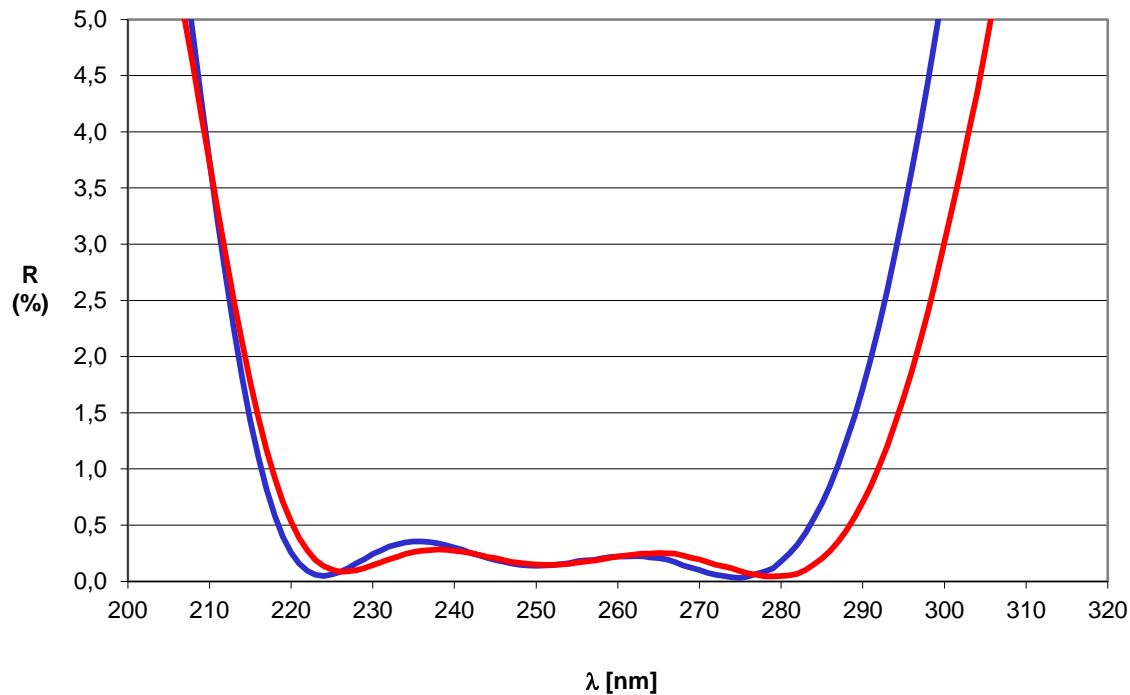
Teoretické optimální výsledky pro fused silica substráty  
8 AR vrstvou v technologii  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  a  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2/\text{MgF}_2$



# Teoretický design 8 AR vrstvy technologii $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2/\text{MgF}_2$

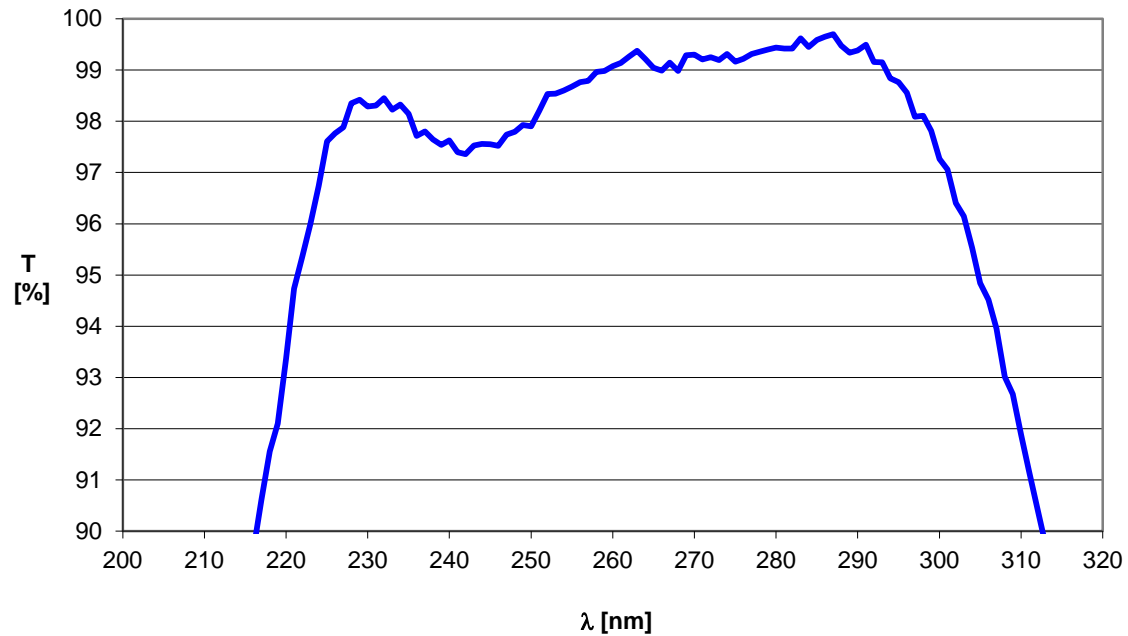


## 6. Výroba vrstev na čočkách pro Ramanovu spektroskopii ( měření na čočkách na spektroskopu Specord 600)





## Propustnost na lithosilové čočce (navrstveny po obou stranách )



Děkuji za pozornost