

**Rozvoj lidských zdrojů TUL pro zvyšování relevance,  
kvality a přístupu ke vzdělání v podmínkách Průmyslu 4.0**

## **Základy KOLORISTIKY**

Lektor: doc. Ing. Michal Vik, Ph.D.  
doc. Ing. Martina Viková, Ph.D.



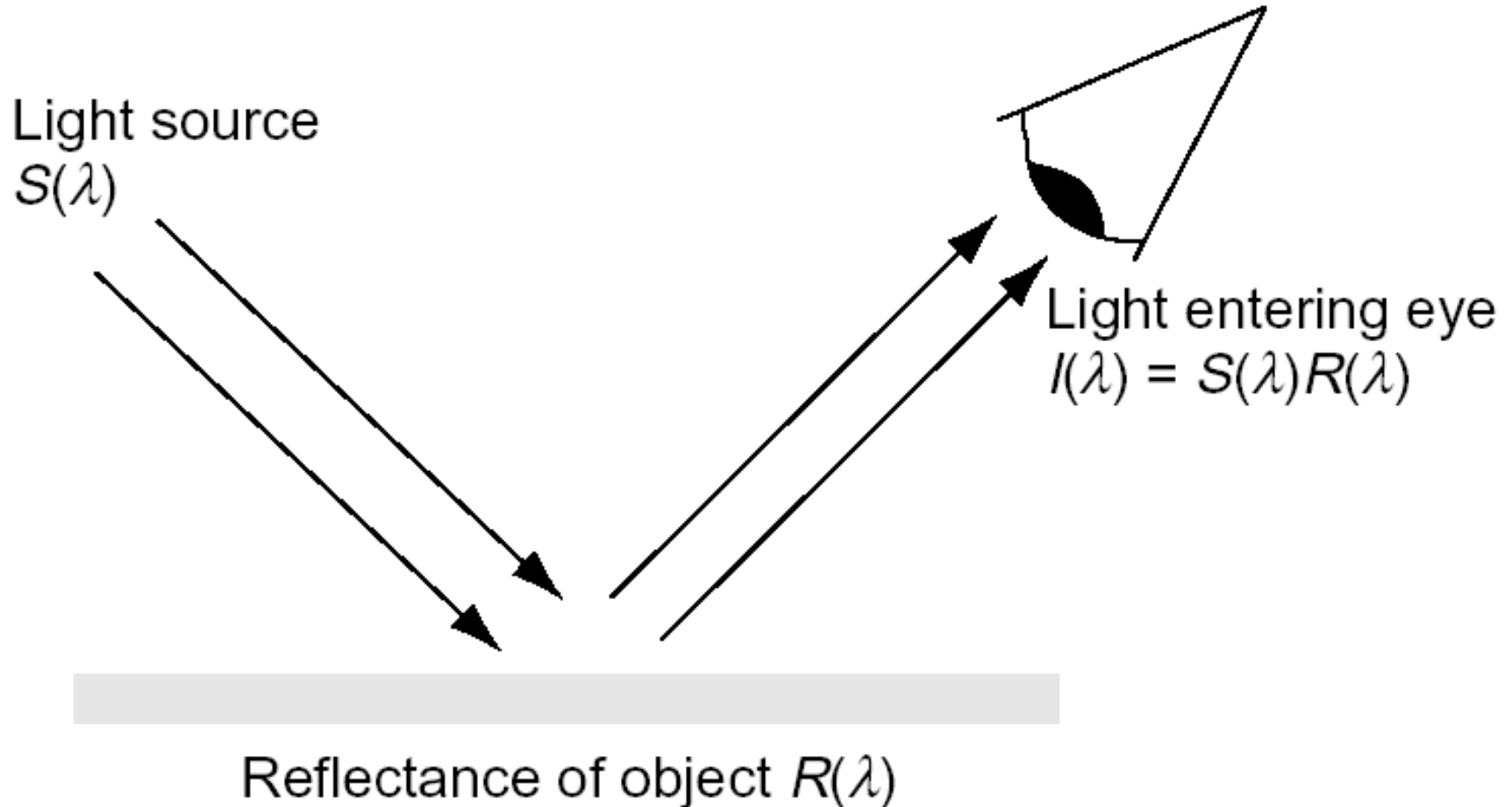
EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

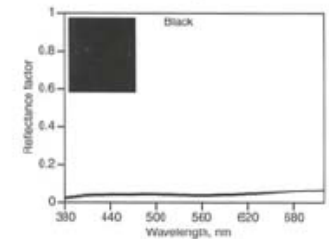
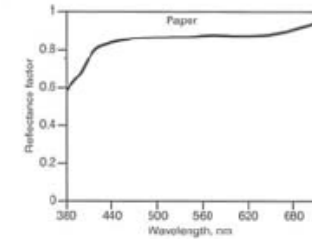
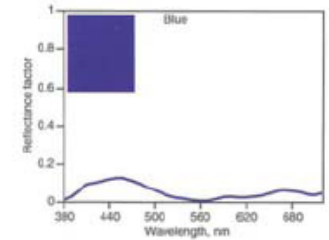
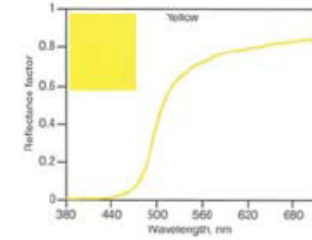
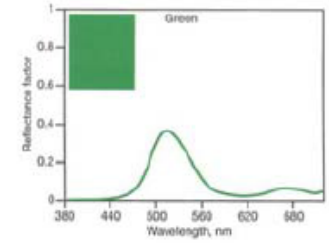
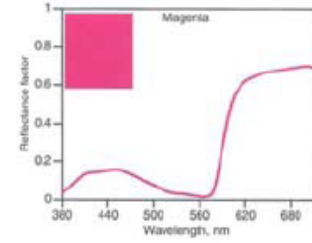
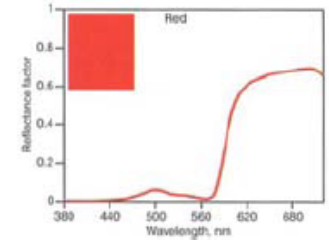
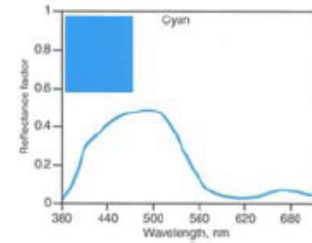
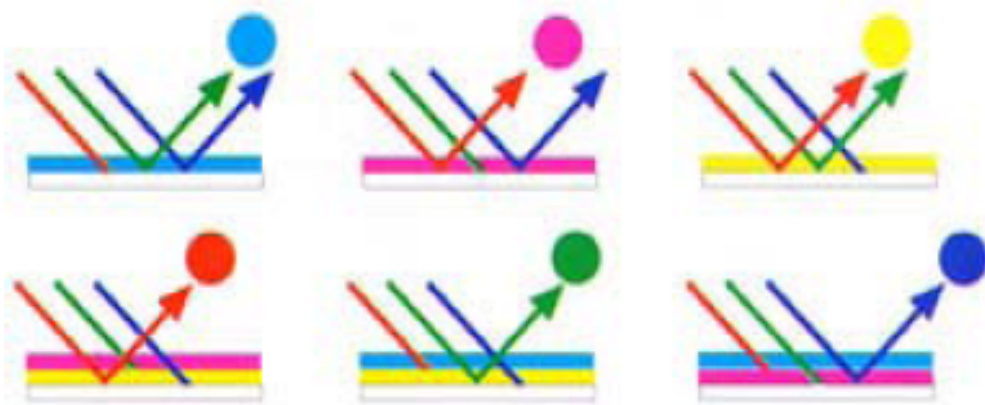
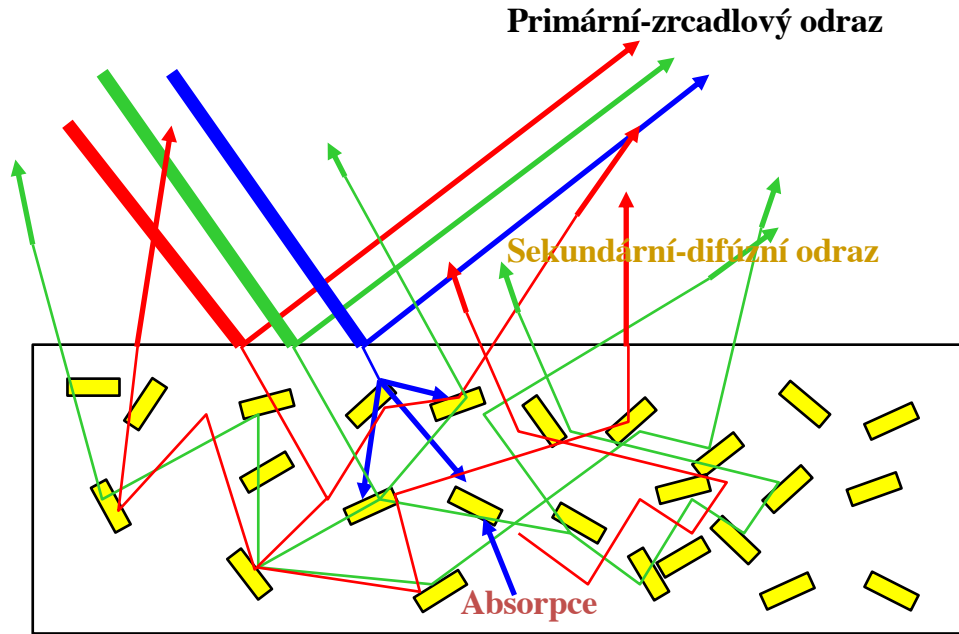
# Měření barev



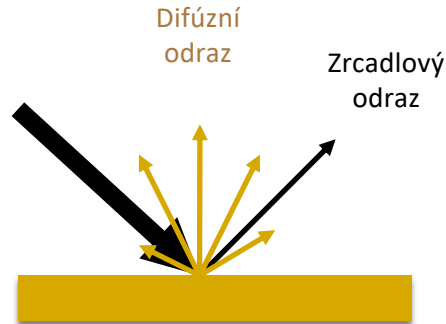
# Vizuální triplet



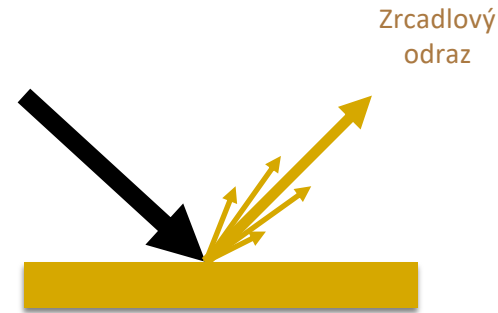
# Spektrální vlastnosti objektů



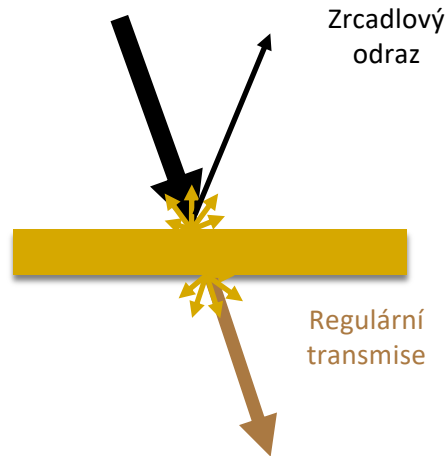
# Základní rozdělení objektů podle interakce se světlem



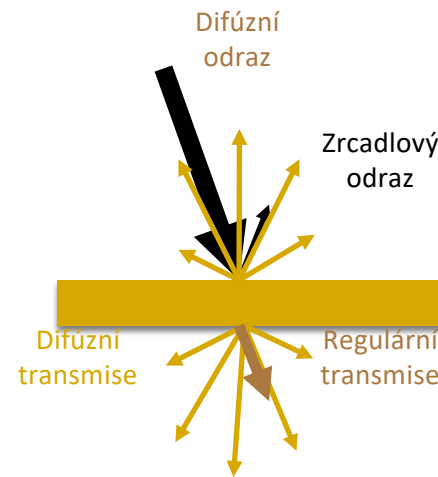
Objekty neprůsvitné  
- nekovové



Objekty neprůsvitné  
- kovové



Objekty průhledné  
- podíl difúzního odrazu  
nebo transmise  $\rightarrow 0$



Objekty průsvitné  
- podíl zrcadlového odrazu  
nebo regulární transmise  $\rightarrow 0$



# Přístroje

Geometrické atributy  
lesk, mat, textura atd.

Barevné atributy

Fyzikální analýza

Psychofyzikální analýza

Spektroradiometr

Spektrofotometr

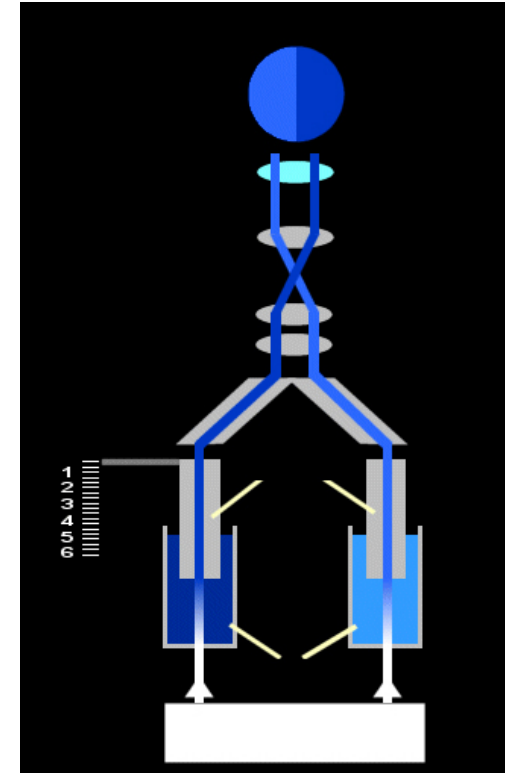
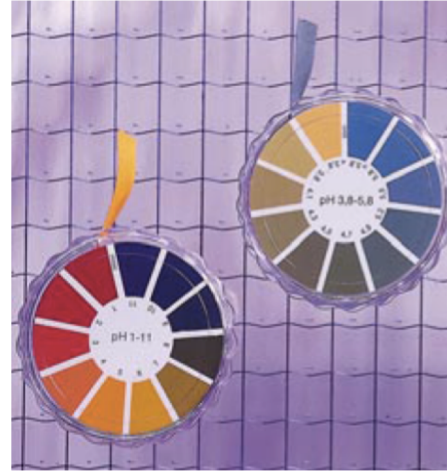
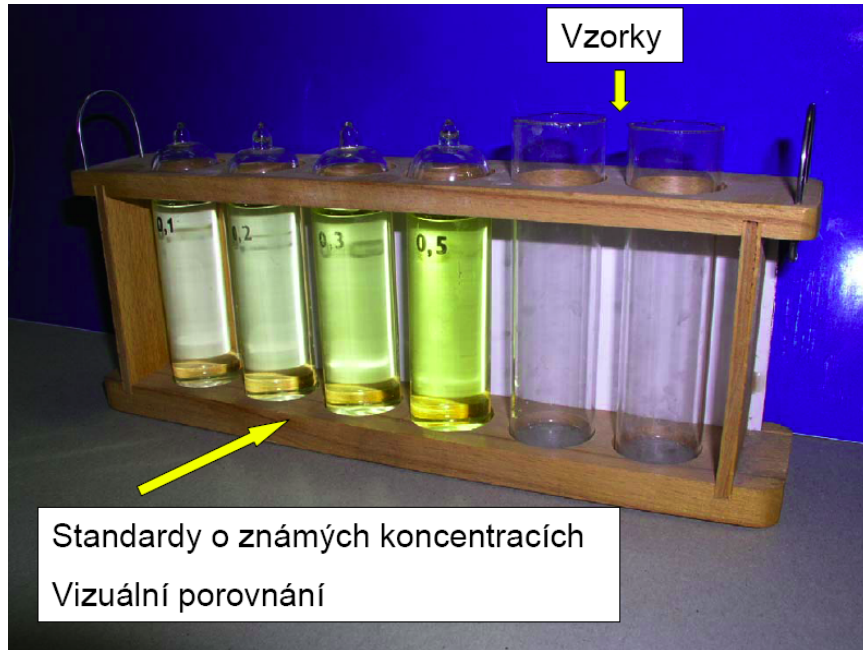
Kolorimetr

Objektivý mód

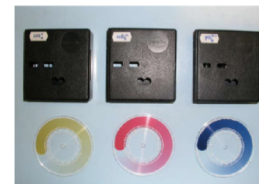
Odraz (remise)

Prostup (transmise)

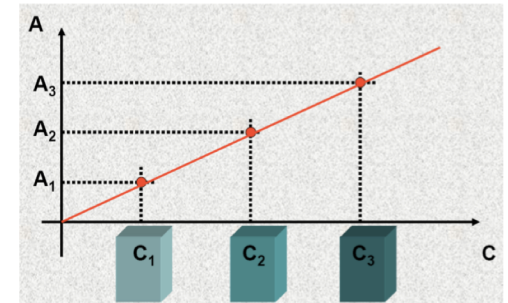
# Vizuální kolorimetrie



$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

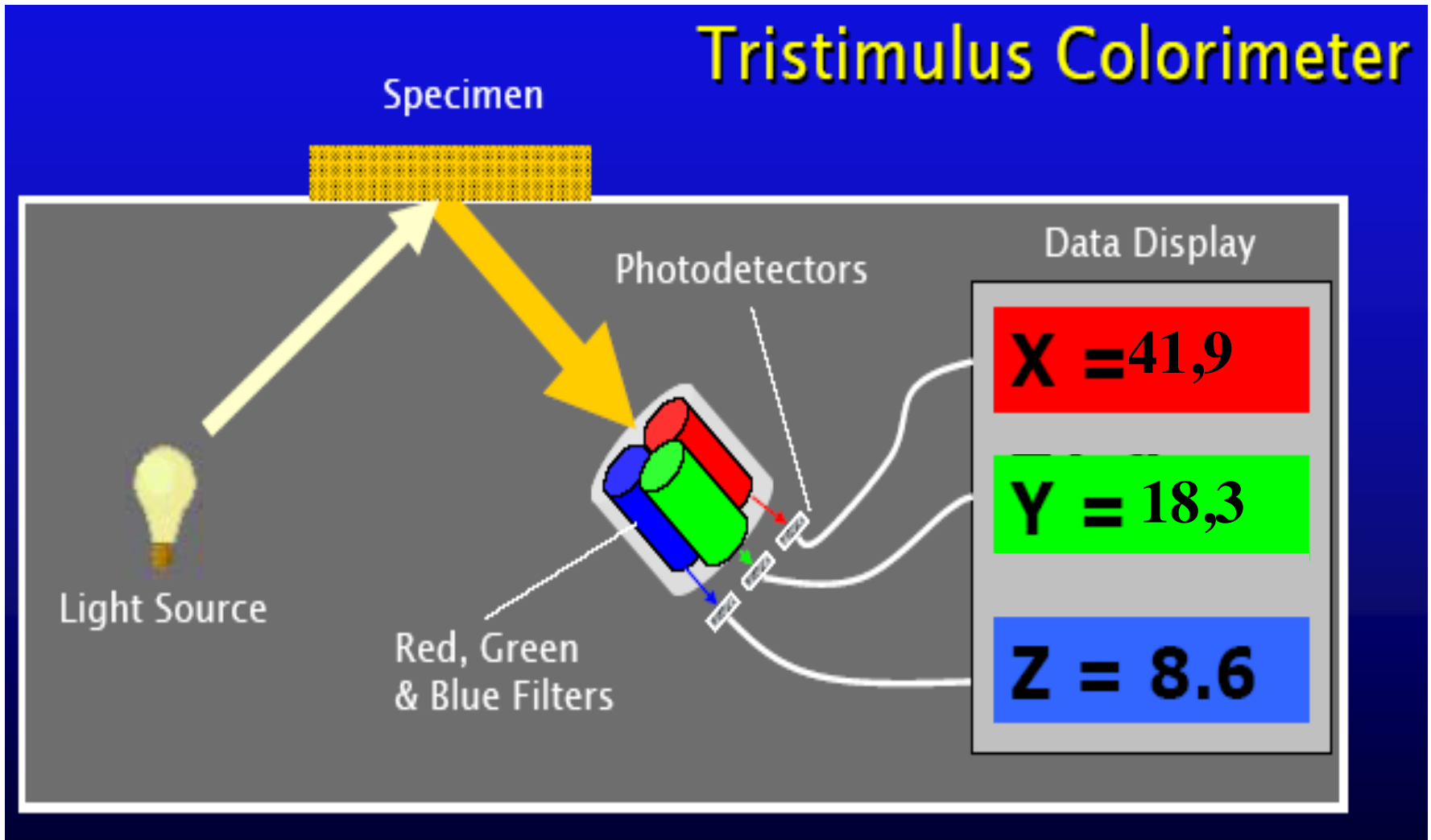


Duboscqův kolorimetr



# Kolorimetri I

## Tristimulus Colorimeter





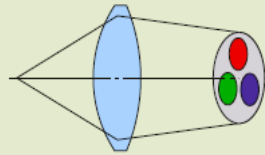
# Kolorimetry II



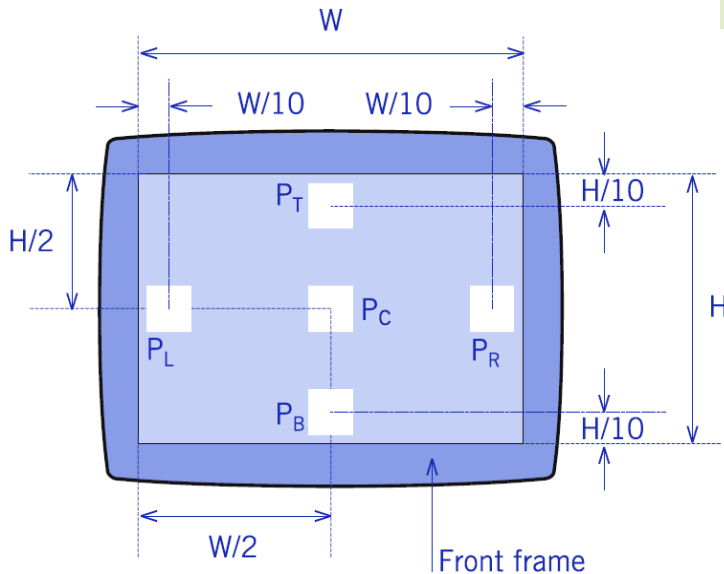
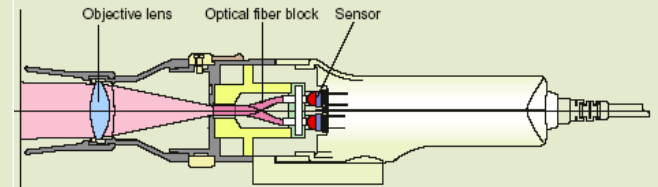
# Kalibrace monitorů



Optical system of conventional measuring instruments



CA-210 optical system



## Applications

Rear Projector, PDP, LCD, OLED, FED  
 Chromaticity Inspection / Adjustment  
 Quality Control of Chromaticity.  
 White-Balance Inspection / Adjustment  
 Gamma Inspection / Adjustment.  
 Contrast Inspection / Adjustment

Photo shows Universal Measuring Probe

# Spektrofotometry I



**datacolor**   
international

Byk color



 **x-rite**



 GretagMacbeth™

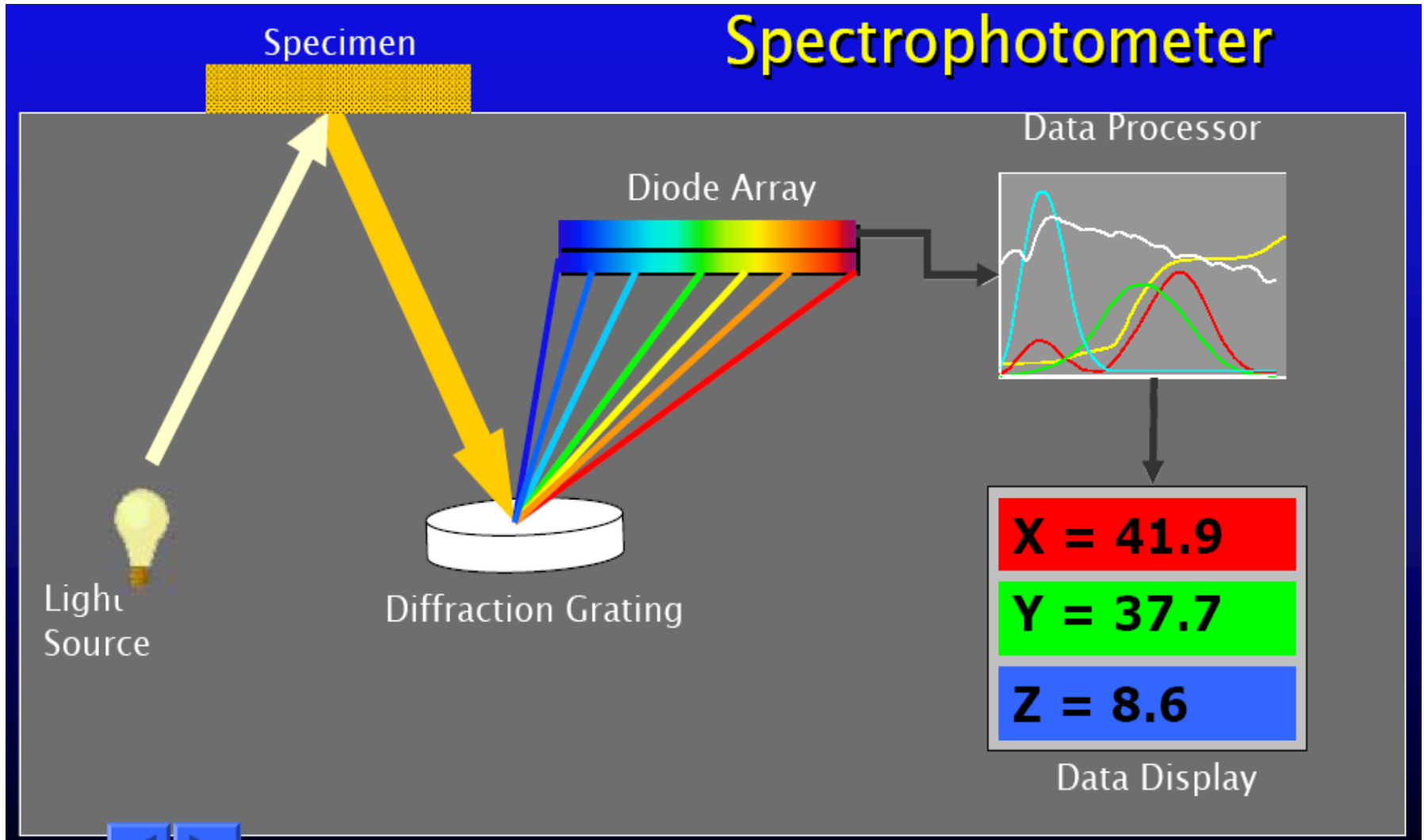


**MINOLTA**

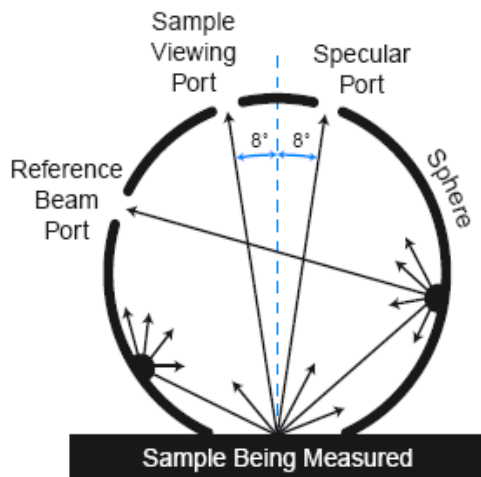


 **HunterLab**

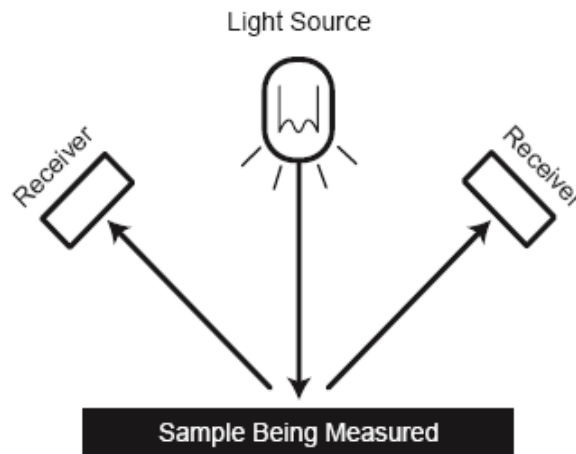
# Spektrofotometrie II



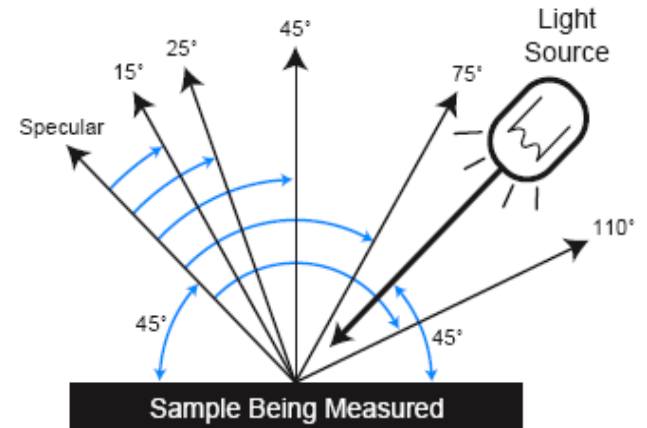
# CIE konfigurace geometrií osvětlování a měření



d/8 - difuzní



0/45 - úhlová

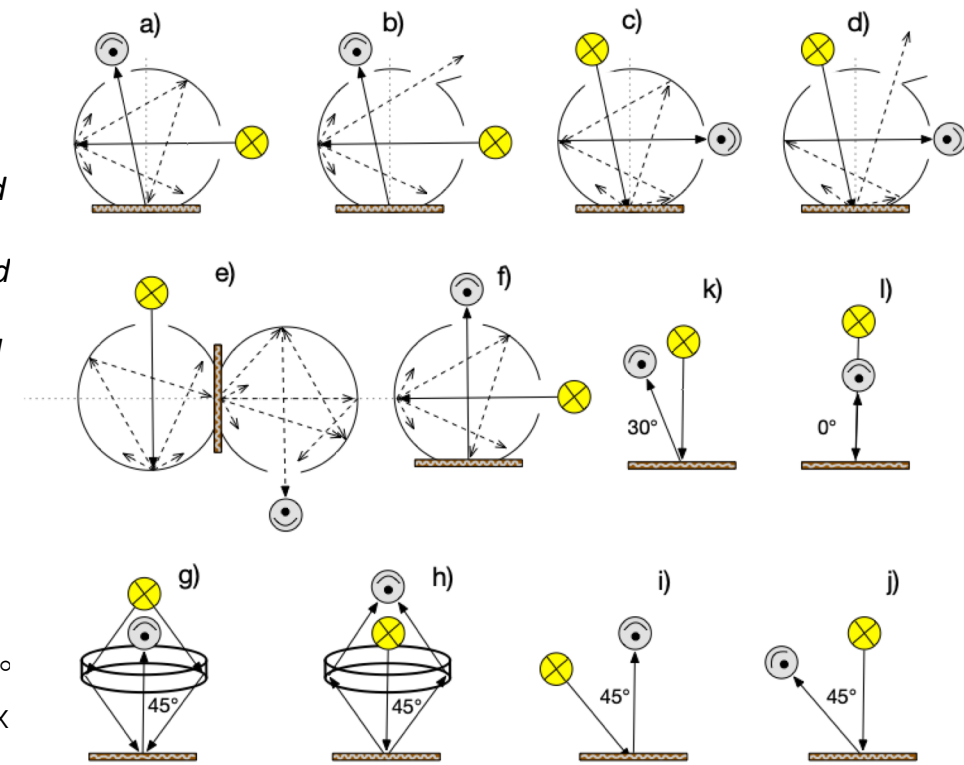


víceúhlová

# Současné doporučení CIE pro měření odrazivosti

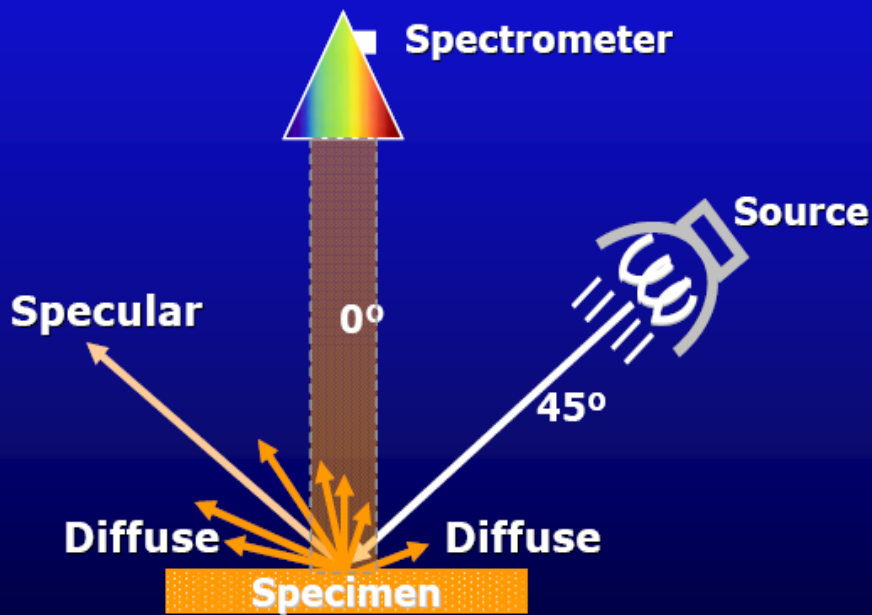
CIE 15.3 (2007) Colorimetry 3-rd edition

- 1) Diffuse: eight-degree geometry, specular component included ( $d_i:8^\circ$ )
- 2) Diffuse: eight-degree geometry, specular component excluded ( $d_e:8^\circ$ )
- 3) Eight degree: diffuse geometry, specular component included ( $8^\circ:d_i$ )
- 4) Eight degree: diffuse geometry, specular component excluded ( $8^\circ:d_e$ )
- 5) Diffuse / diffuse geometry (d:d)
- 6) Alternative diffuse geometry (d: $0^\circ$ )
- 7) Forty-five degree annular / normal geometry ( $45^\circ a:0^\circ$ )
- 8) Normal / forty-five degree annular geometry ( $0^\circ:45^\circ a$ )
- 9) Forty-five degree directional / normal geometry ( $45^\circ x:0^\circ$ )
- 10) Normal / forty-five degree directional geometry ( $0^\circ:45^\circ x$ )

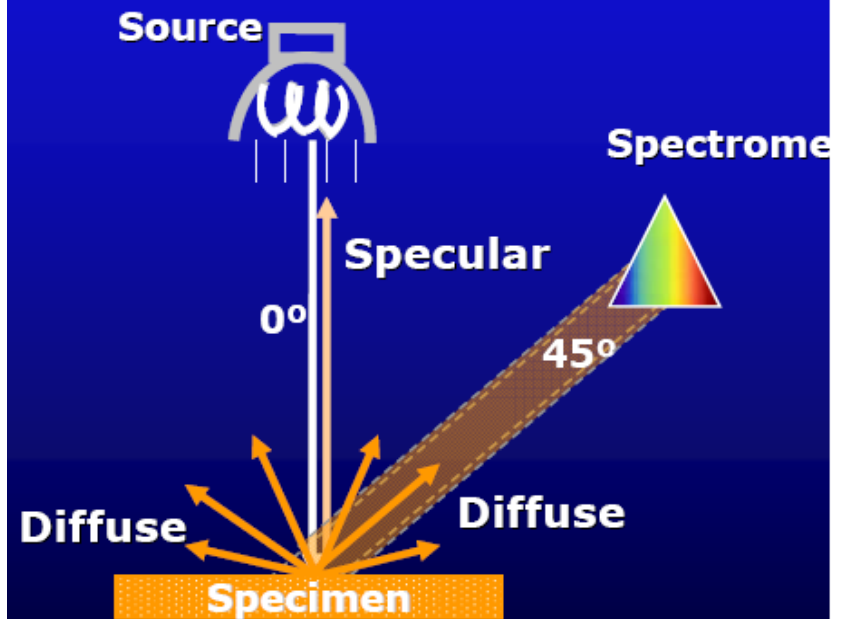


# Měření spektrálního činitele rozptylného odrazu

## 45° Illumination/0° Measure

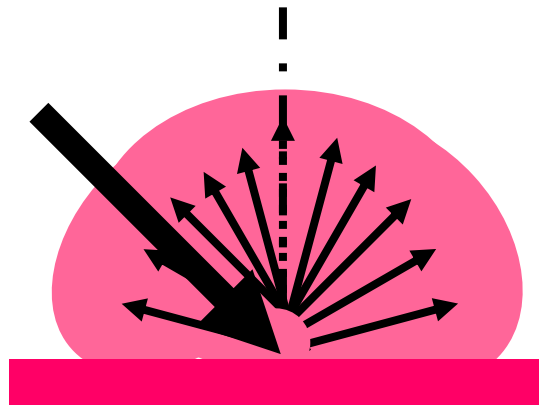


## 0° Illumination/45° Measure

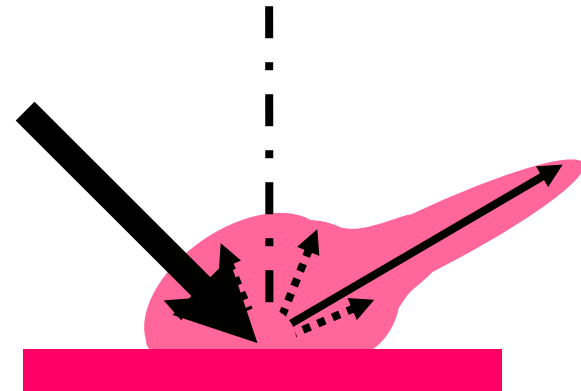


# Odraz světla na různých površích

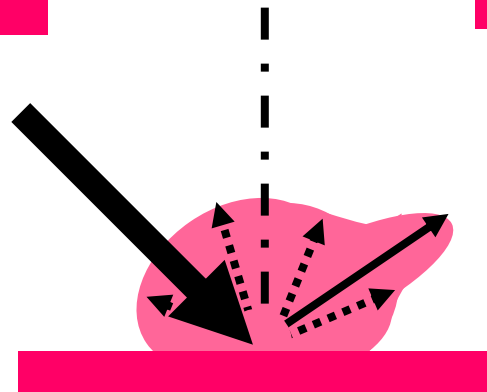
Geometrie 45/0



Matný



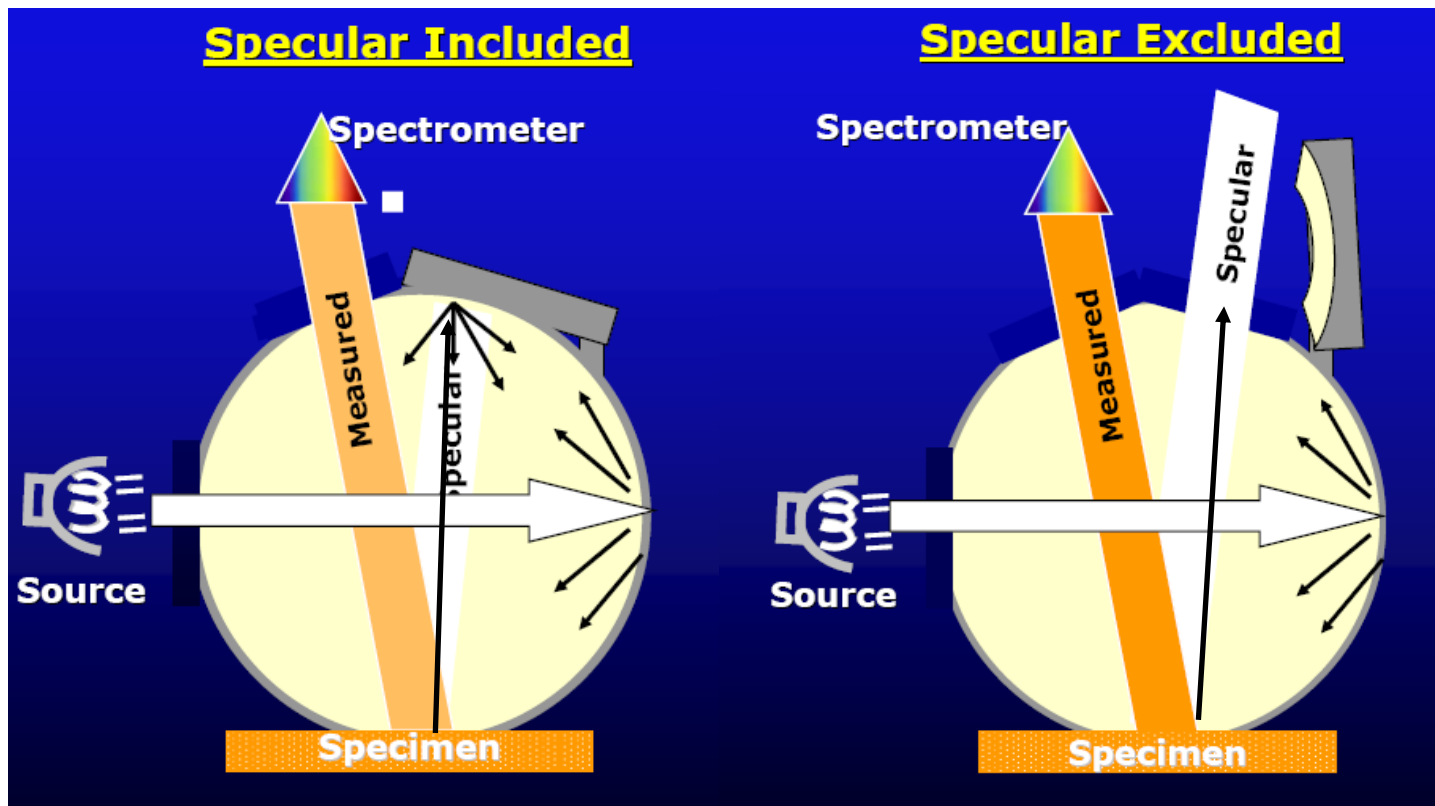
Vysocelesklý



Polomatný



# Měření celkového spektrálního činitele odrazu



**SCI-**  
Specular component included  
(včetně zrcadlové složky odrazu)

$D/8^\circ$

**SCE-**  
Specular component excluded  
(bez zrcadlové složky odrazu)

# Geometrie 0°/45°



**SCE**

(bez zrcadlové složky odrazu)

$\Delta L^*$

**1.4**

$\Delta a^*$

**-1.5**

$\Delta b^*$

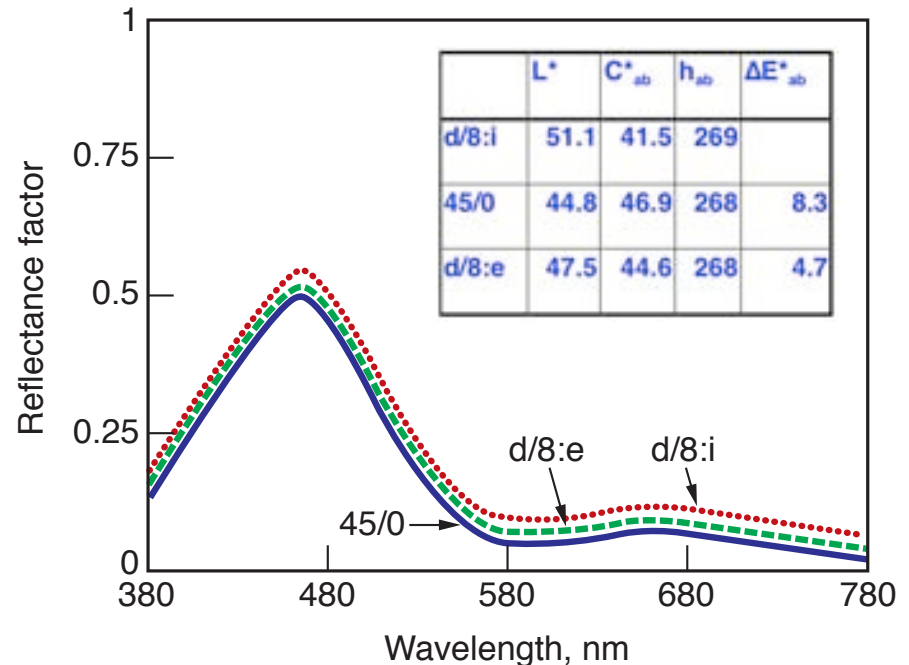
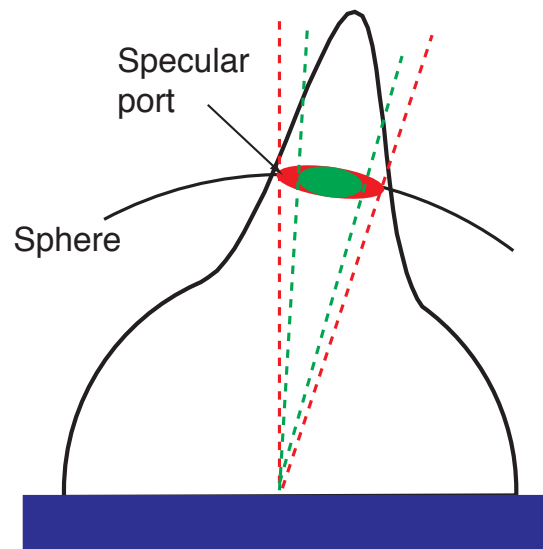
**-1.2**

# Geometrie d/8°

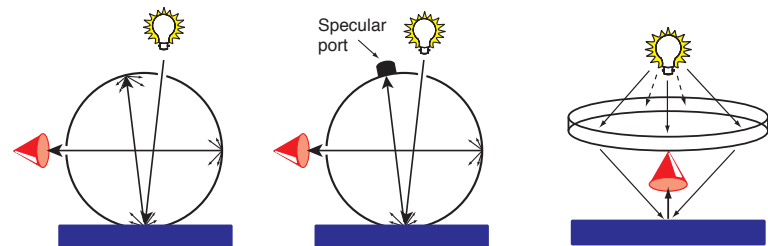


	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$
<b>SCI –</b> (včetně zrcadlové složky odrazu)	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.0</b>
<b>SCE -</b> (bez zrcadlové složky odrazu)	<b>1.8</b>	<b>-1.6</b>	<b>-0.9</b>

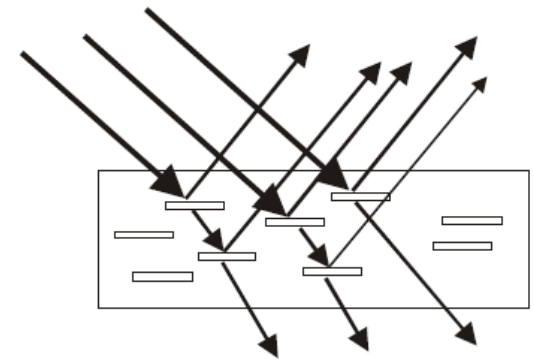
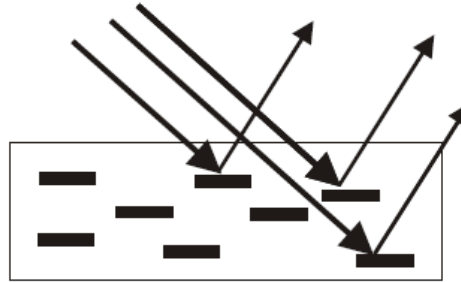
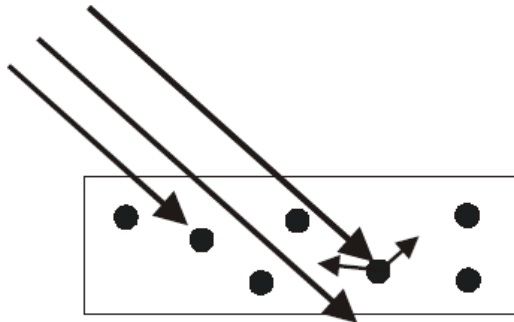
# Rozdíly mezi měřícími geometriemi



Rozdíl mezi velikostí výstupní apertury u difúzních měřících geometrií vztahených na ideálně hladký vzorek a velikostí apertury nutné pro vyloučení leskové složky u reálných vzorků má za následek neshodu mezi daty naměřenými 45°:0° (SCE) a de:8°(SCE)



# Měření laků I



## Absorption pigments:

- | Diffuse scattering ( $\text{TiO}_2$ )
- | Color is independent of geometry
- | Geometry  $45^\circ/0^\circ$  or  $\sim 0^\circ/d$
- | CIE and ASTM

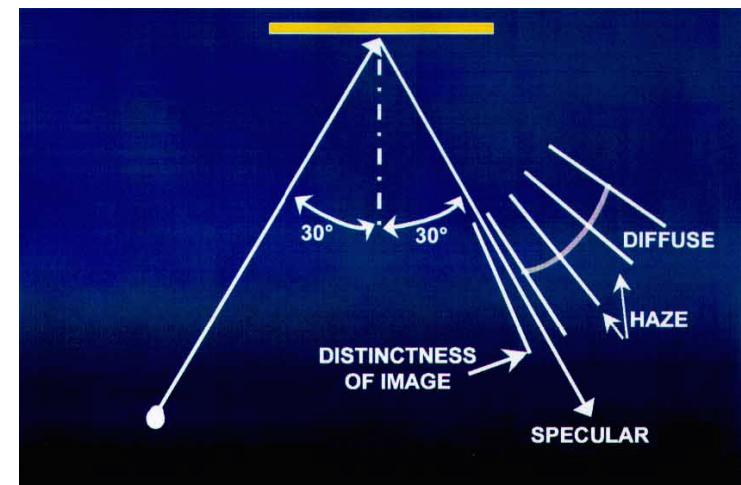
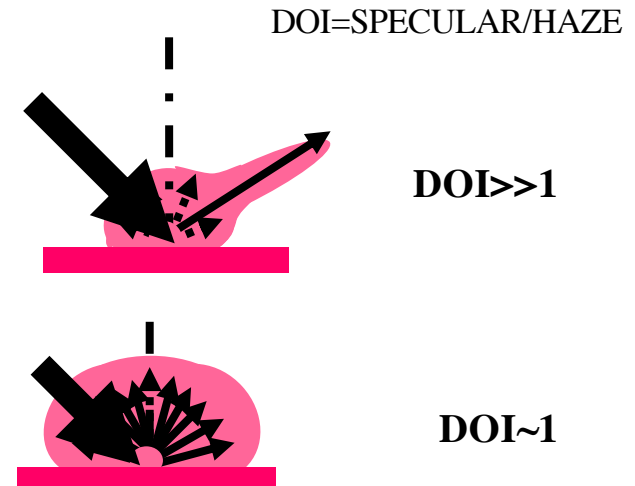
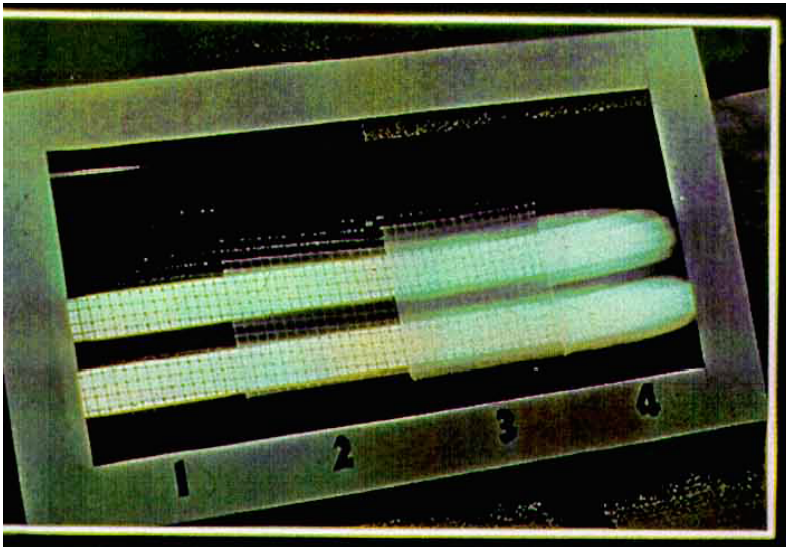
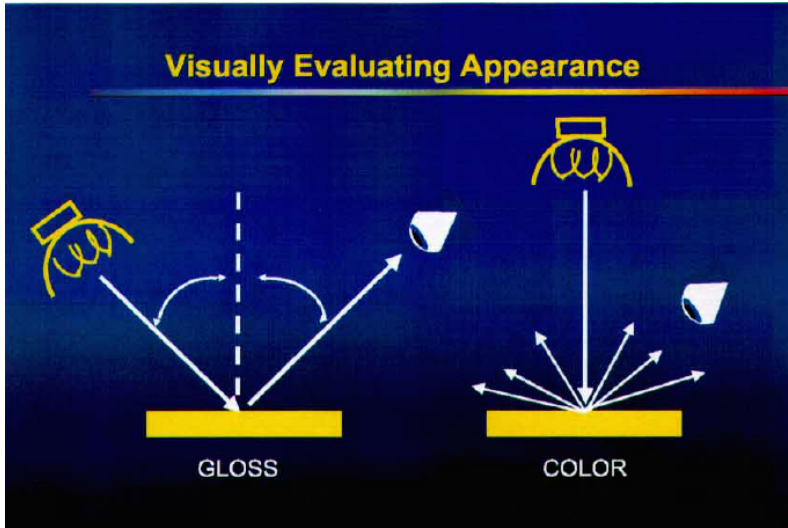
## Metallic pigments:

- | Metal-flake (Al) pigments in a clear resin, like mirrors
- | Color depends on the viewing angle
- | Geometry  $45^\circ/15^\circ$  &  $45^\circ$  &  $110^\circ$
- | ASTM

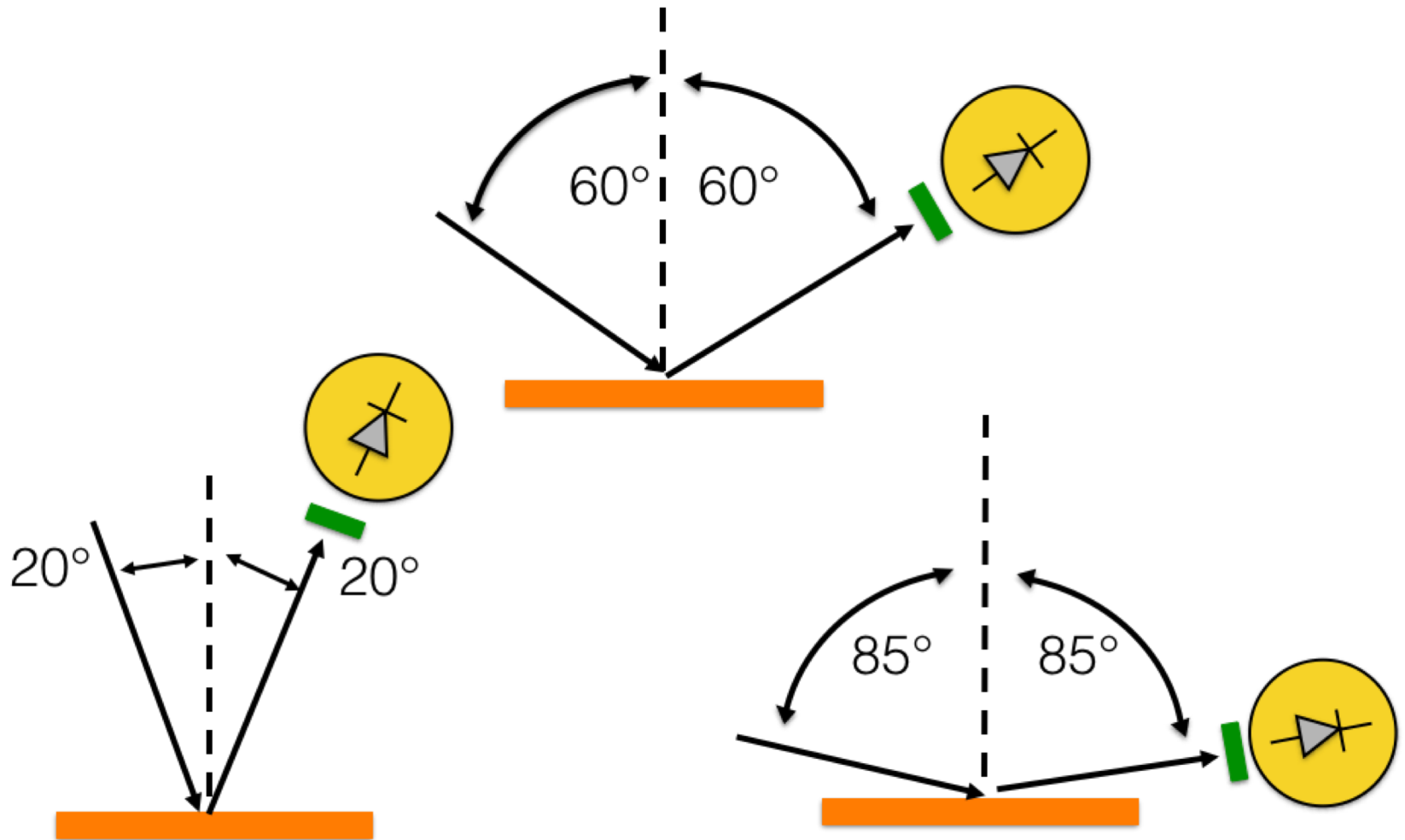
## Pearlescent pigments:

- | Small, thin platelet of transparent material (mica coated with  $\text{TiO}_2$  ( $n=2.4$ )), thin-film interference
- | Color depends on the illumination and viewing angle
- | Geometry under study (ASTM)

# Měření laků II



# Měření laků III



# Leskoměry



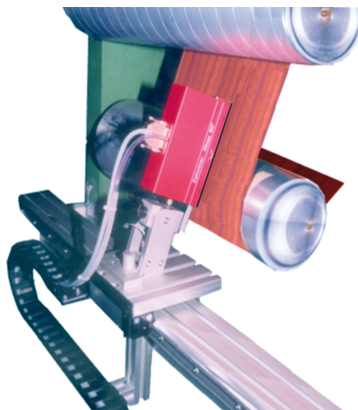
X-Rite



Konica-Minolta



Zehntner GmbH



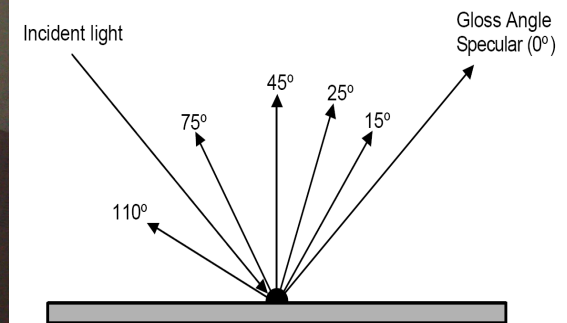
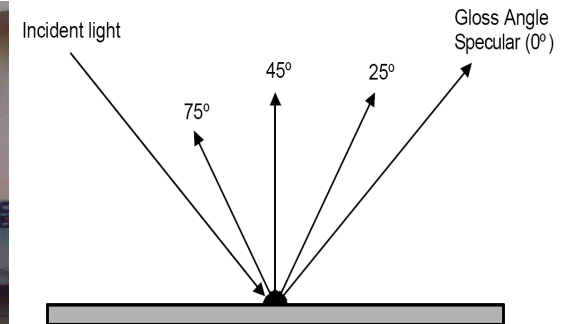
On-line měření lesku



Shanghai Precision & Scientific Instrument Co., Ltd.



# Víceúhlové spektrofotometry I



# Víceúhlové spektrofotometry II

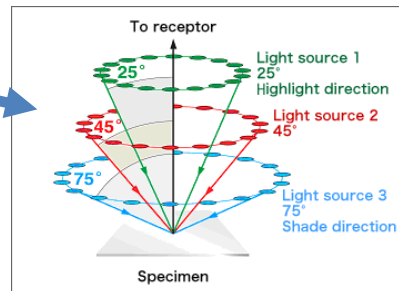
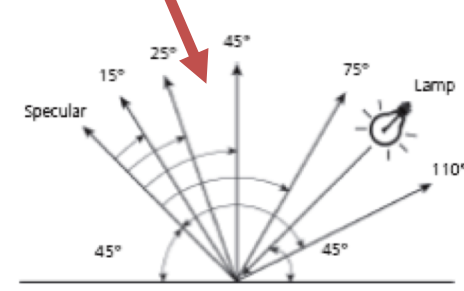
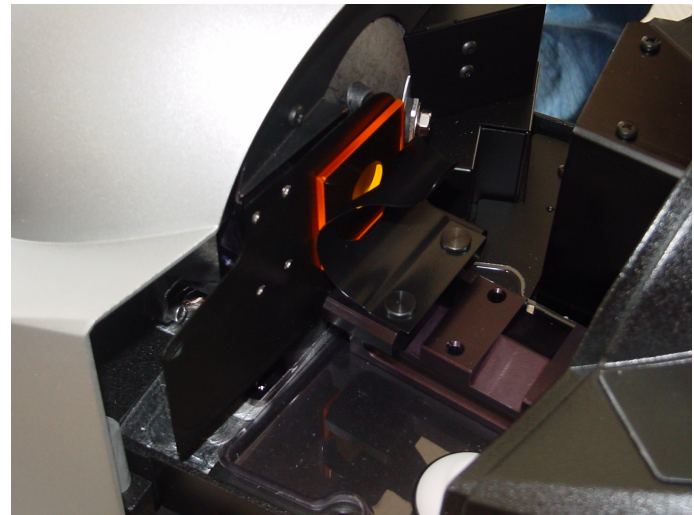
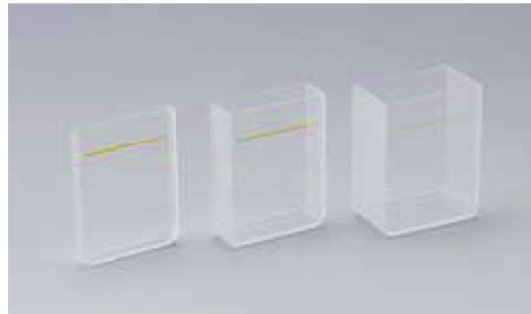
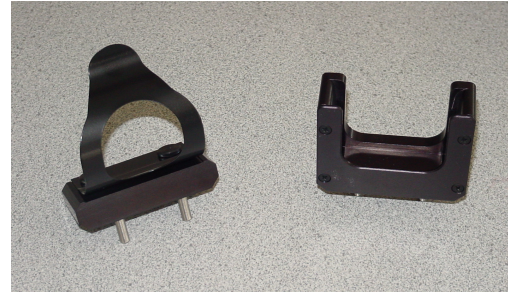
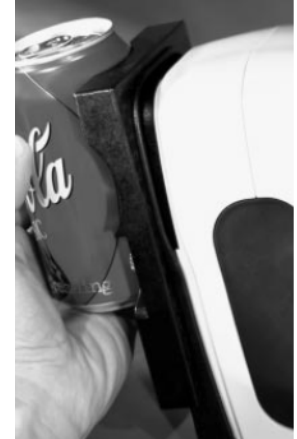
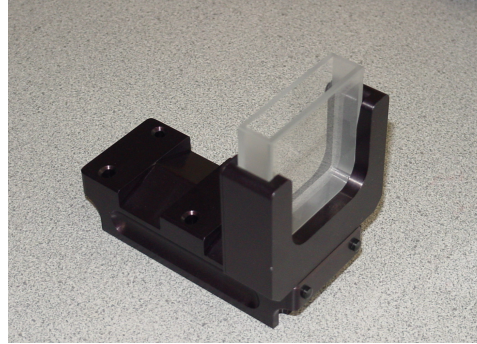


Figure 7: 3-angle circumferential illumination



MA68II illumination and Viewing Angles

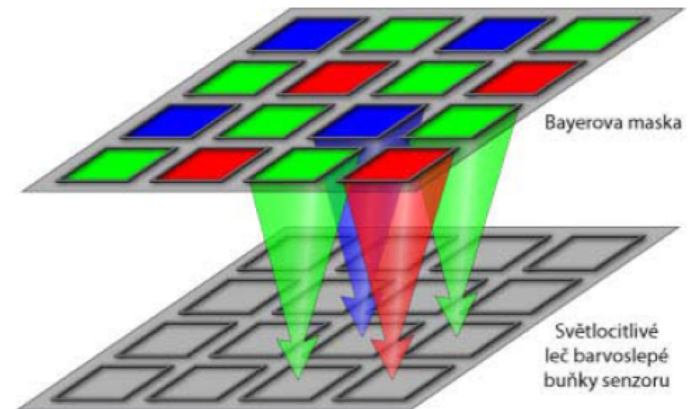
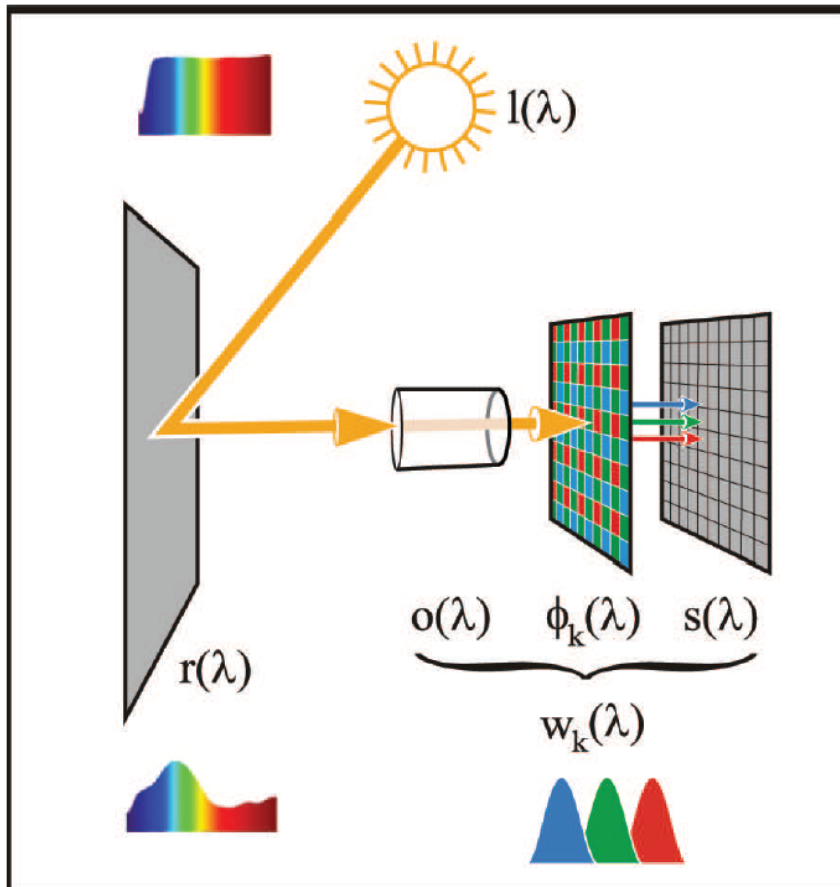
## Příslušenství



## Obrazová analýza I

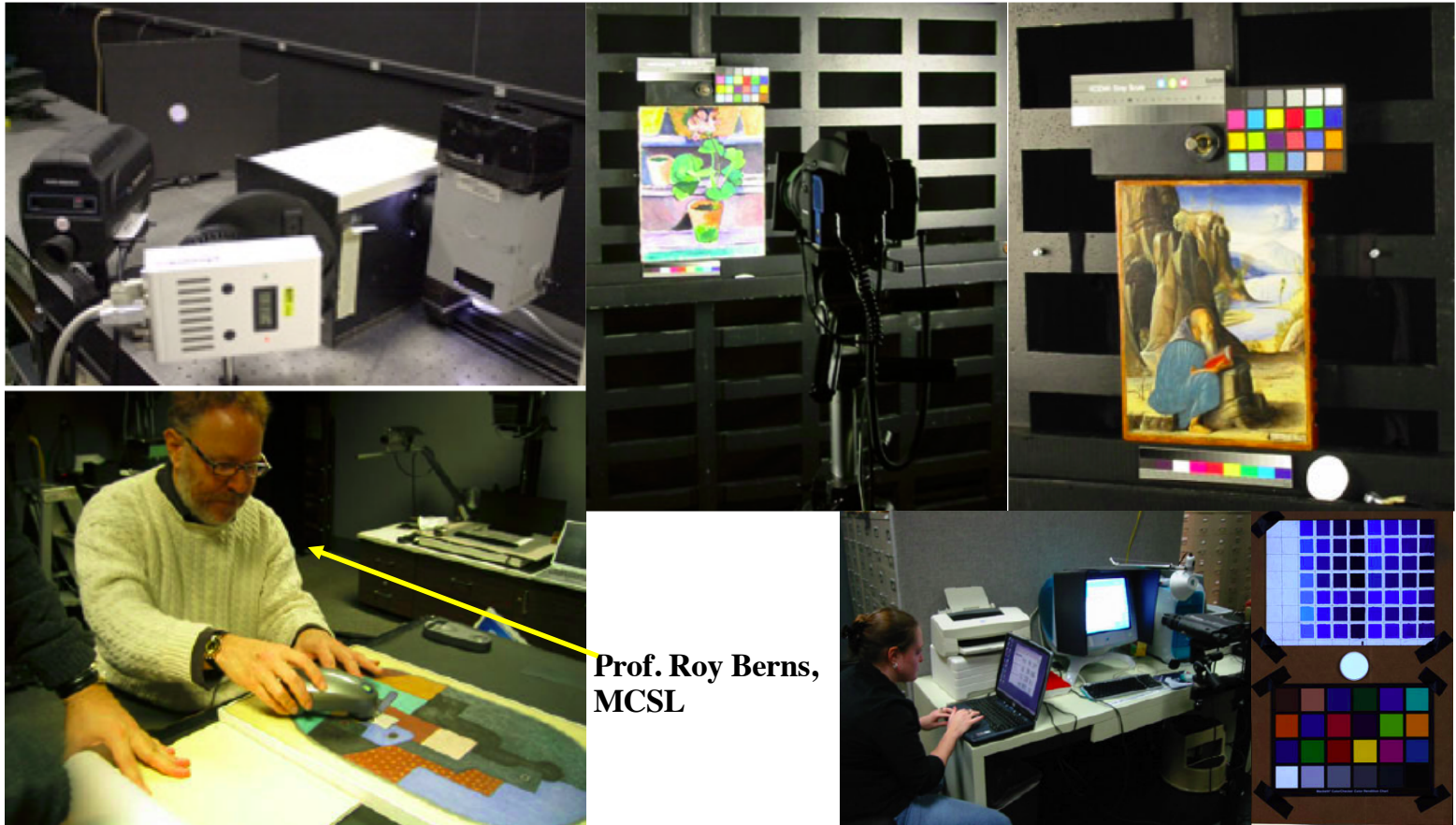


## Obrazová analýza II



Aby bylo možné zjistit barvu, a tím vytvořit plnobarevný pixel obrazu, pomáhají si fotoaparáty malým trikem založeným na tzv. **Bayerově masce**. Bayerova maska je soustava tristimulárních filtrů umístěných před senzorem - každá buňka senzoru je pak citlivá pouze na světlo určité barvy.

## Obrazová analýza III



Adopted from Technical Report „Imaging at the National Gallery of Art, Washington D.C.“

## Údržba systémů měření

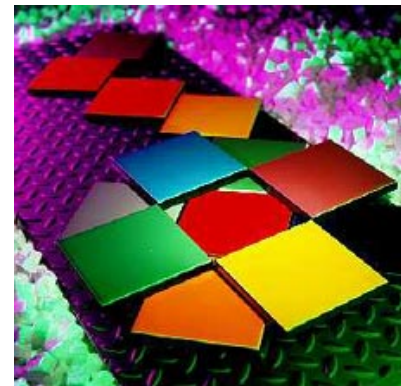
-PÉČE O SPEKTROFOTOMETR

-UCHOVÁVÁNÍ KALIBRAČNÍCH STANDARDŮ V ČISTOTĚ A SPECIÁLNÍM PRACHOTĚSNÉM BOXU

-DODRŽOVÁNÍ JEDNOTNÉ METODIKY KALIBRACE (správná pozice kachlí a černého standardu vůči aperturnímu otvoru, pozor na mechanické poškození)

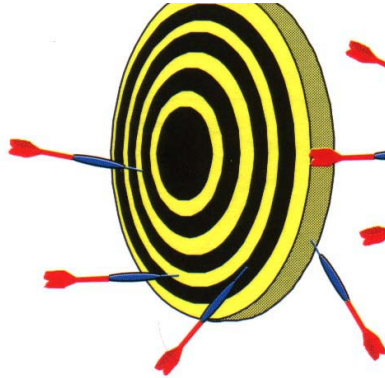
-PREVENTATIVNÍ ÚDRŽBA

- SLEDOVÁNÍ ODCHYLEK MĚŘENÍ

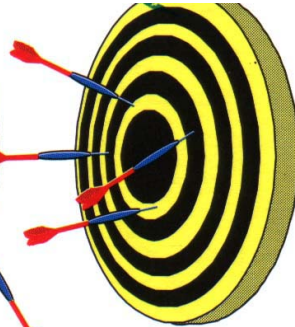


# Přesnost a Správnost

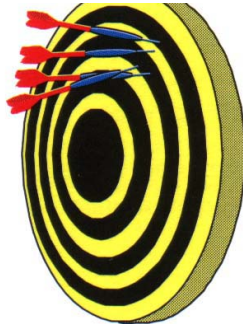
Nepřesné a nesprávné měření



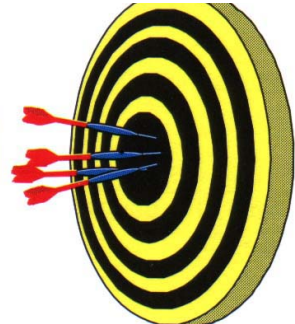
Nepřesné a správné měření



Přesné a nesprávné měření



Přesné a správné měření



**Kalibrace – proces zajišťující přenositelnost přístrojem naměřených hodnot vůči národním a mezinárodním mírám.**

**Ověření - proces zajišťující schopnost přístroje poskytovat přesná a správná měření vůči národním a mezinárodním mírám.**





## Kdo může provádět kalibraci?

- Operátor přístroje
- Vedoucí laboratoře
- Interní kalibrační tým
- Externí kalibrační servis
- Výrobce přístroje
- Ve všech případech je nutné zaškolení a potřebná dokumentace

