



Showing: Atomic weight

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| IA | | | | | | | | | | | | | | | | | | VIIIB |
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | H | | | | | | | | | | | | | | | | | He |
| | 1.0079 | | | | | | | | | | | | | | | | | 4.0026 |
| 2 | | IIA | | | | | | | | | | | IIIB | IVB | VB | VIB | VIIB | |
| 3 | Li | Be | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| | 6.94 | 9.01218 | | | | | | | | | | | 10.81 | 12.011 | 14.006 | 15.999 | 18.998 | 20.17 |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Na | Mg | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| | 22.989 | 24.305 | | | | | | | | | | | 26.981 | 28.085 | 30.973 | 32.06 | 35.453 | 39.948 |
| 6 | | | IIIA | IVA | VA | VIA | VIIA | VIIIA | | IB | IIB | | | | | | | |
| 7 | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| | 39.098 | 40.08 | 44.955 | 47.90 | 50.941 | 51.996 | 54.938 | 55.847 | 58.933 | 58.71 | 63.546 | 65.38 | 69.735 | 72.59 | 74.921 | 78.96 | 79.904 | 83.80 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe |
| | 85.467 | 87.62 | 88.905 | 91.22 | 92.906 | 95.94 | 98.906 | 101.07 | 102.90 | 106.4 | 107.86 | 112.41 | 114.82 | 118.69 | 121.75 | 127.60 | 126.90 | 131.30 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Cs | Ba | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| | 132.90 | 137.33 | 138.90 | 178.49 | 180.94 | 183.85 | 186.20 | 190.2 | 192.22 | 195.09 | 196.96 | 200.59 | 204.37 | 207.2 | 208.98 | (209) | (210) | (222) |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Fr | Ra | Ac | Unq | Unp | Unh | Uns | Uno | Une | Unn | | | | | | | | |
| | (223) | 226.02 | (227) | (261) | (262) | (263) | (262) | (265) | (266) | (272) | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Lanthanide Series | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 |
| | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |
| | 140.12 | 140.90 | 144.24 | (145) | 150.4 | 151.96 | 157.25 | 158.92 | 162.50 | 164.93 | 167.26 | 168.93 | 173.04 | 174.96 |
| Actinide Series | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |
| | 232.03 | 231.03 | 238.02 | 237.04 | (244) | (243) | (247) | (247) | (251) | (254) | (257) | (258) | (259) | (260) |

Charakteristiky

Elektronová konfigurace: $1s^2 2s^2 2p^2$

Teplota tání: 1410°C

Teplota varu: 2355°C

Kovalentní poloměr: 1.11 \AA

Atomový poloměr: 1.46 \AA

Molární objem: $12.1 \text{ cm}^3/\text{mol}$

Elektronegativita: 1.90

Oxidační stavy: 4

Hustota @ 293 K: 2.33 g/cm^3

Měrné teplo: 0.71 J/g K

Výparné teplo: 384.220 kJ/mol

Slučovací entalpie: 50.550 kJ/mol

Elektrická vodivost: $2.52 \cdot 10^{-6} \text{ /}\Omega \text{ cm}$

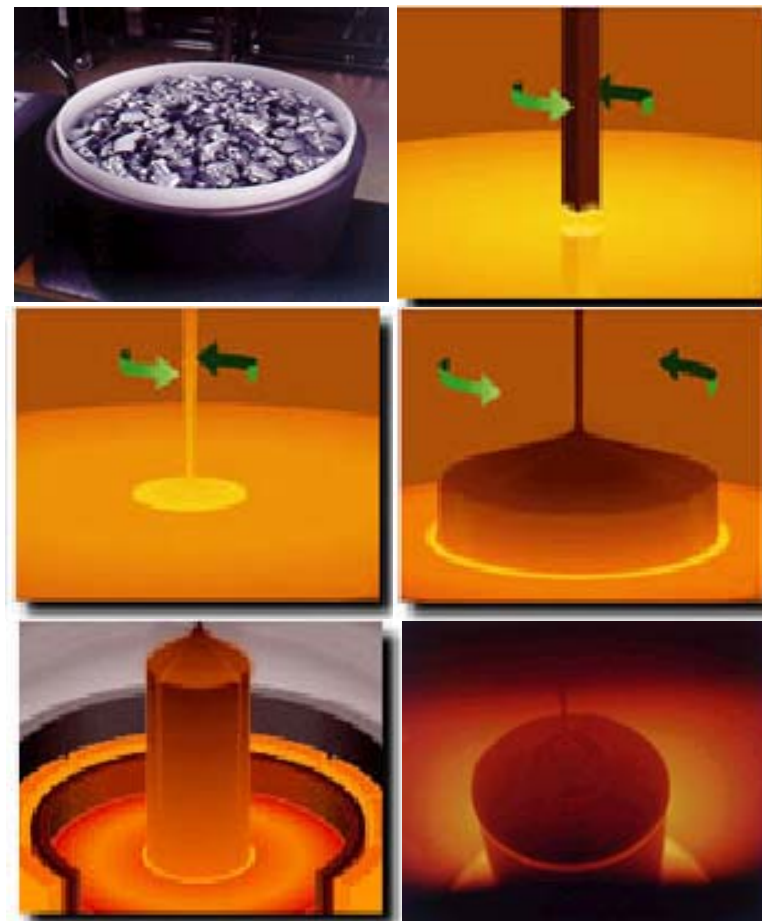
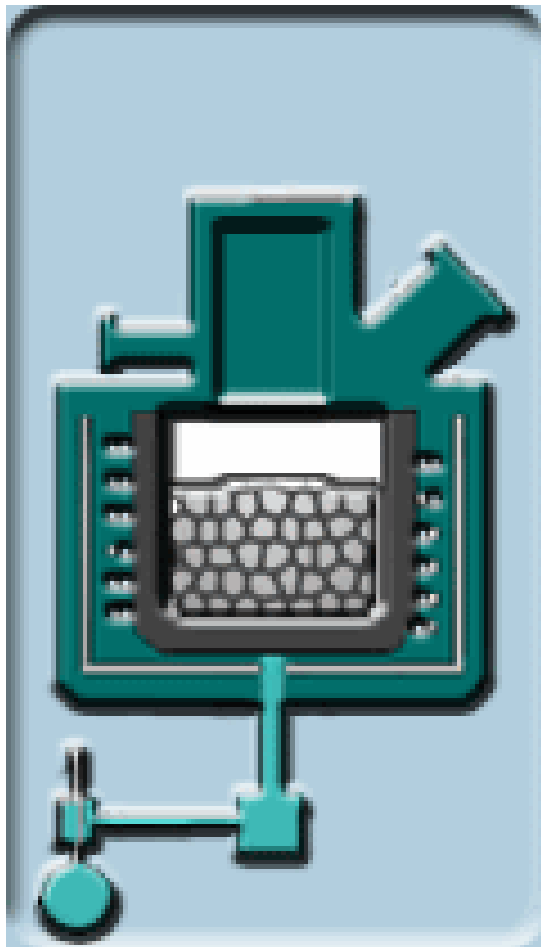
Tepelná vodivost: 1.48 W/cm K

- Zastoupení na Zemi: 25,8%
- Nevyskytuje se volný
- Zastoupení v organismech nízké, neúčastní se biochemických pochodů
- Biokompatibilní
- Polovodič
- Vyznamné formy: monokrystalický Si
amorfní Si
nanokrystalický Si
- Technologicky nejvýznamnější prvek

Výroba monokrystalického křemíku

- Příprava metalurgického Si redukcí SiO_2 uhlíkem
- Hydrochlorace: $\text{Si} + 3\text{HCl} \rightarrow \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$
- Frakční destilace SiHCl_3
- Termický rozklad SiHCl_3 za vzniku polykrystalického křemíku
- Czochralského metoda tažení monokrystalu křemíku

Růst monokrystalu Si





Polysilicon Ingots

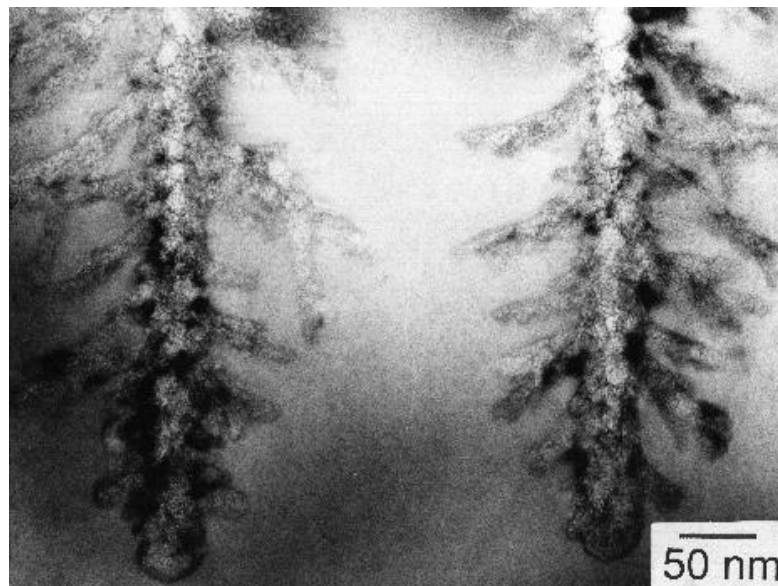
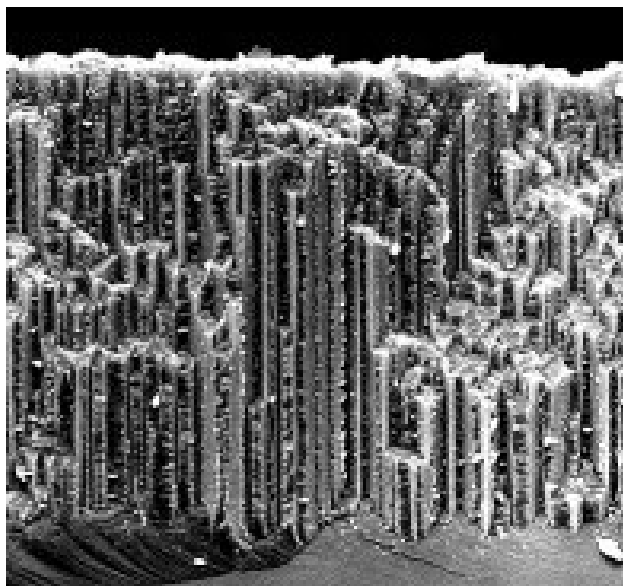


Co je nanokrystalický křemík?

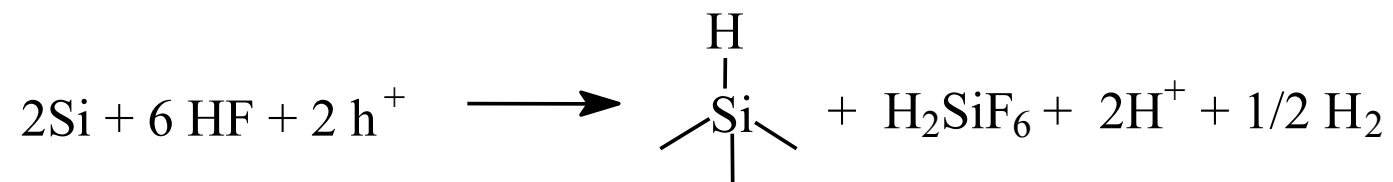


1950 – Uhlir a Turner, Bell Labs,
USA, příprava

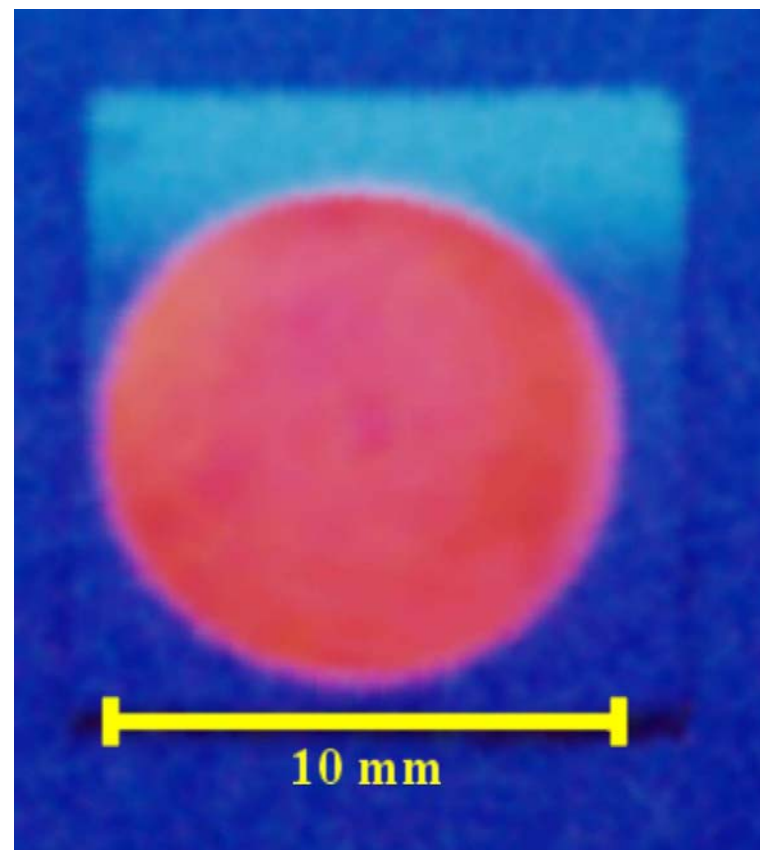
1990 – Canham, Malvern, UK,
poprvé pozorována
viditelná fotoluminiscence



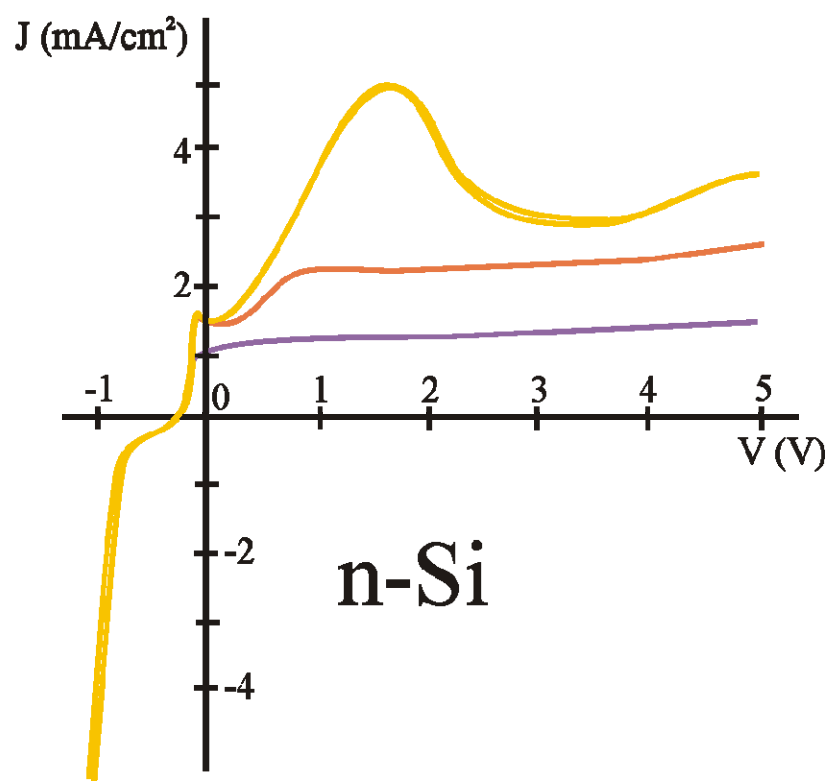
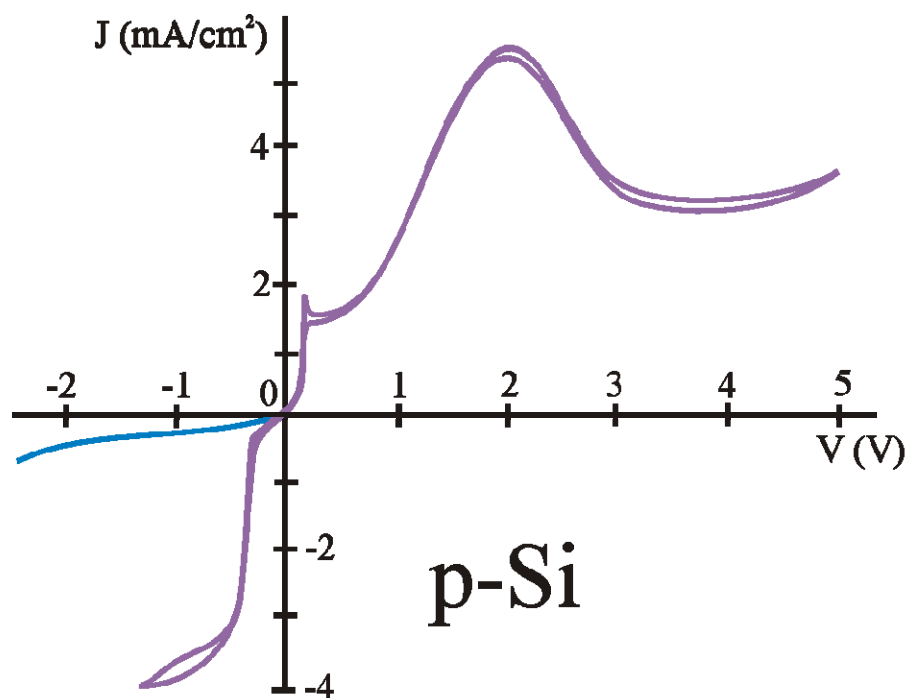
Příprava nanokrystalického křemíku

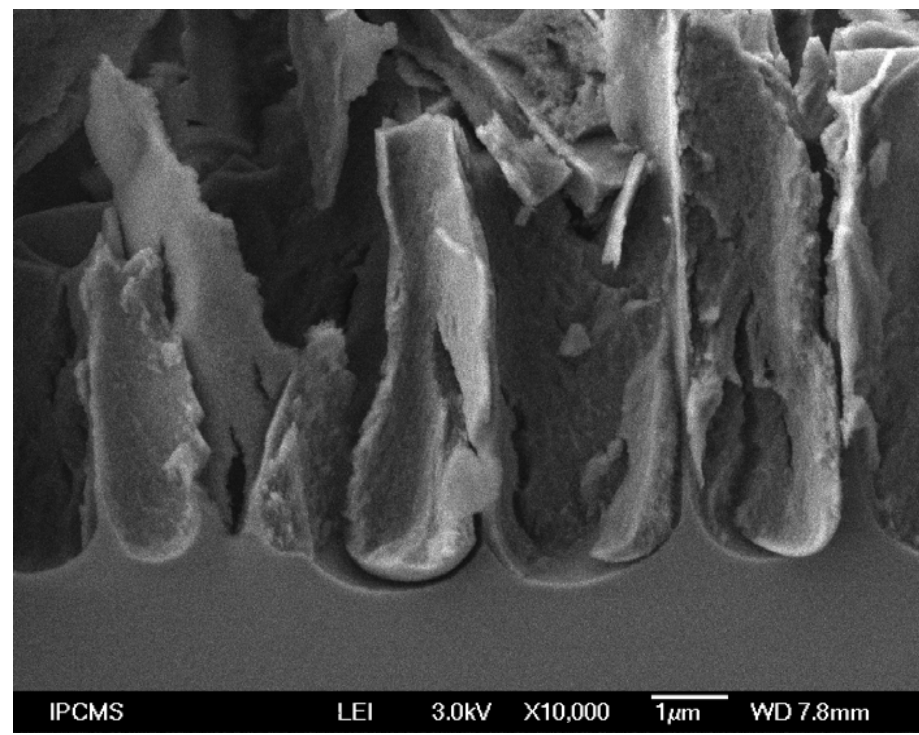
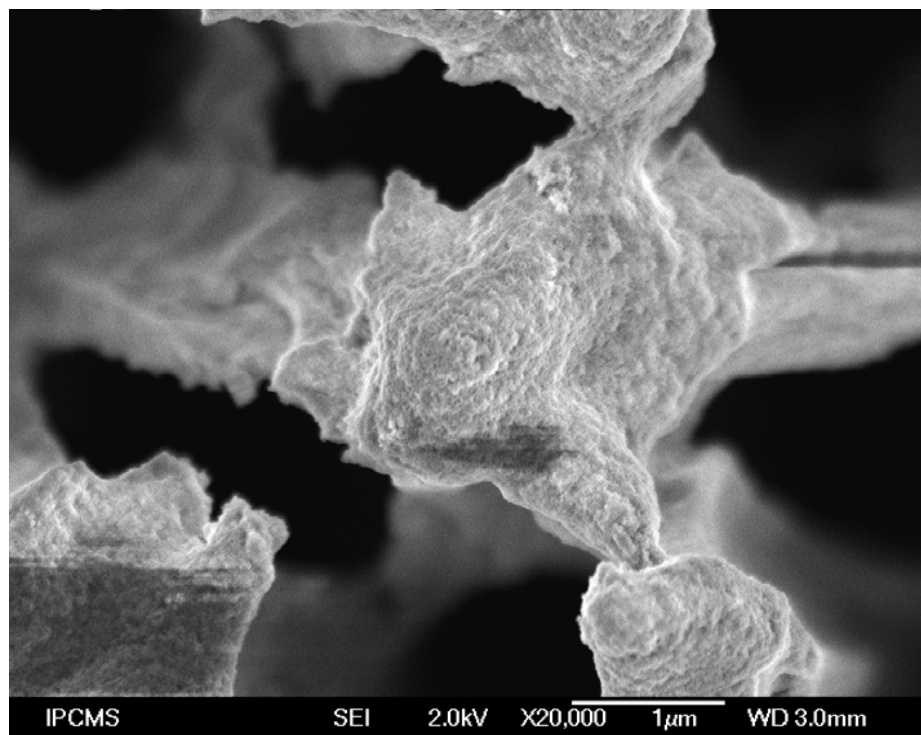
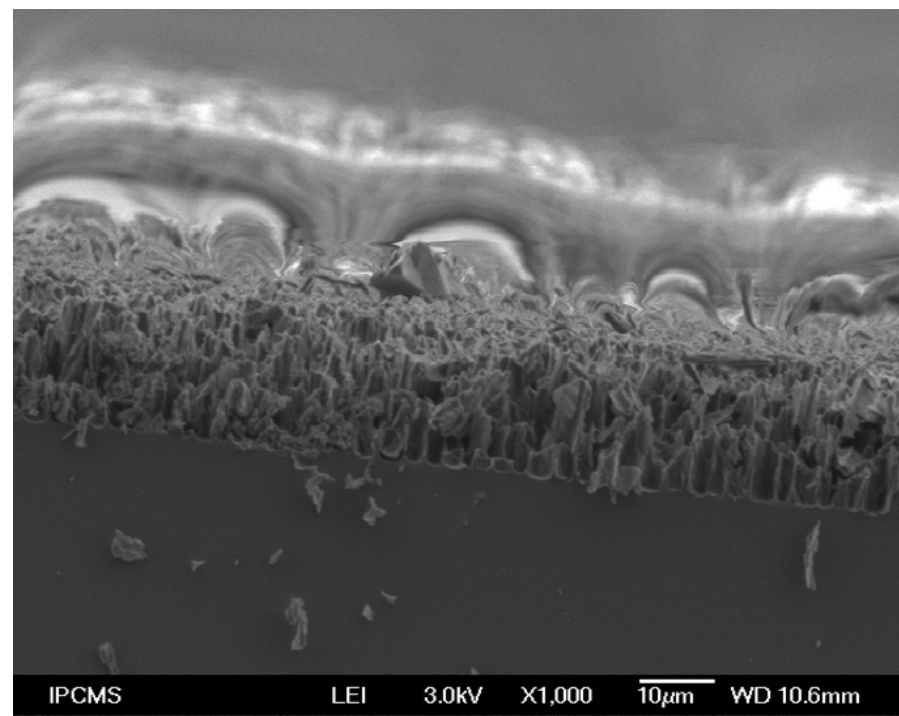
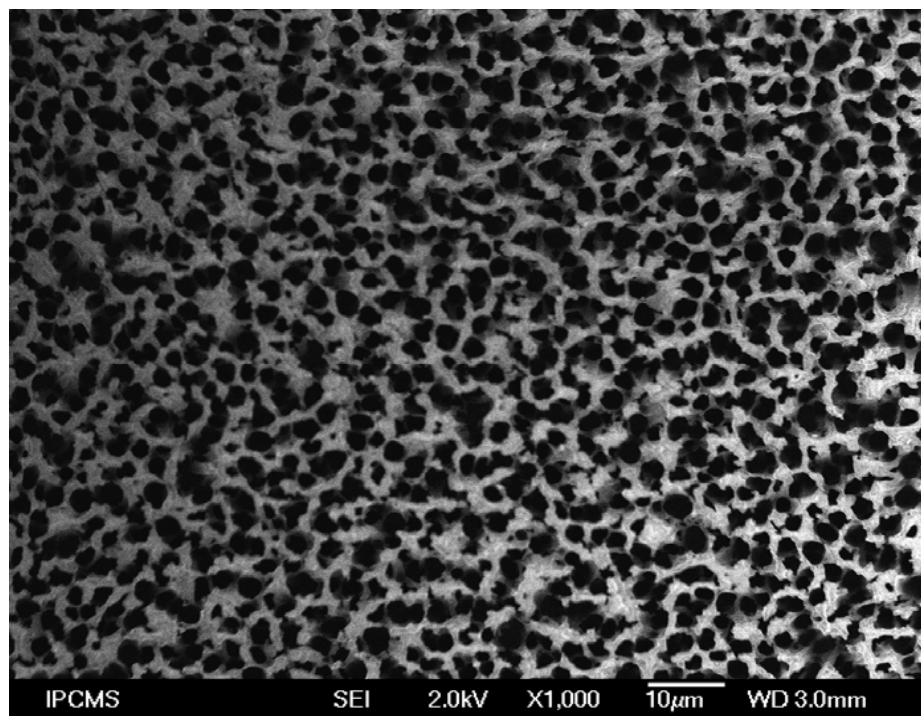


Povrch porézního křmíku

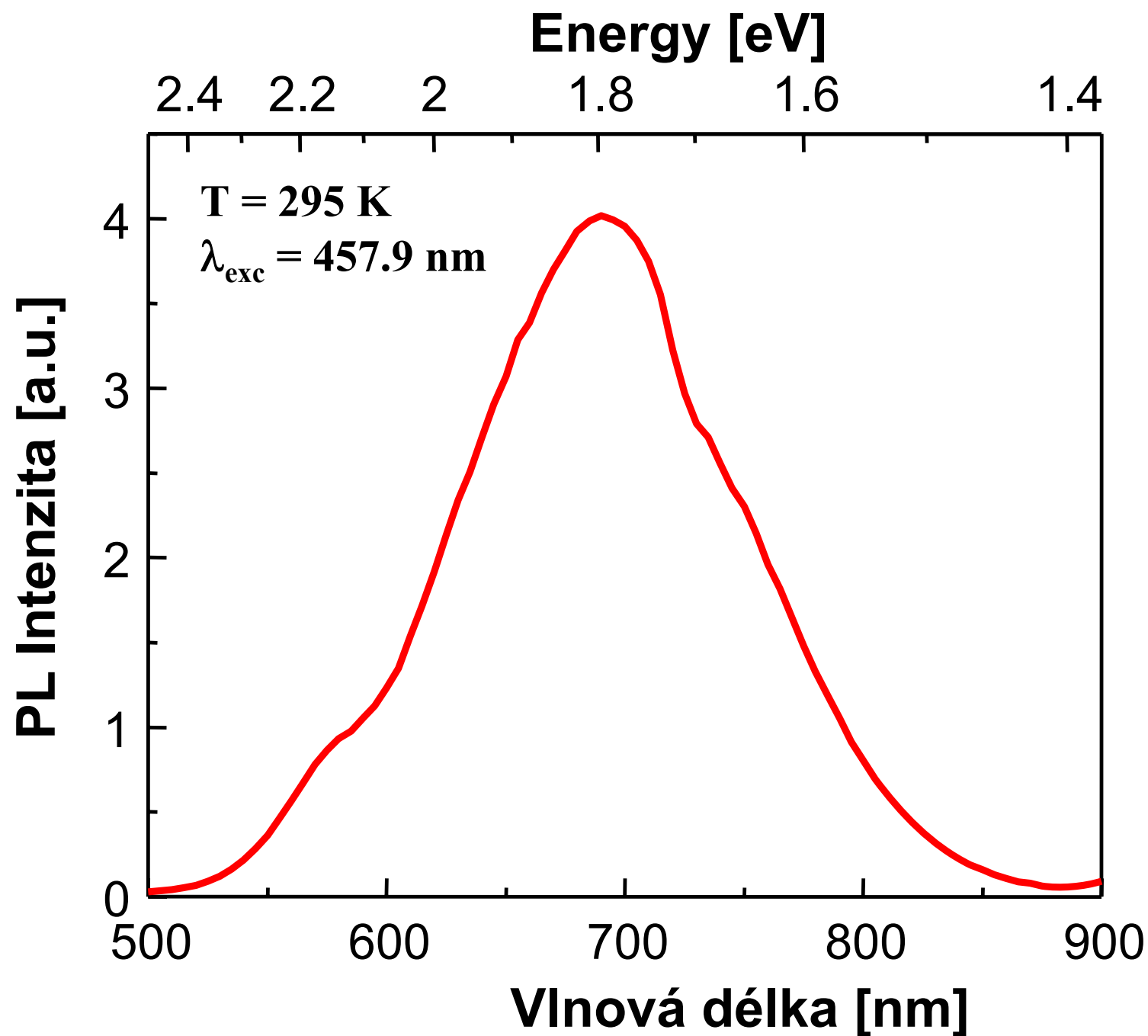


Cyklický voltamogram systému Si|F⁻(0,2M)||sat.Ag/AgCl za různých podmínek osvětlení



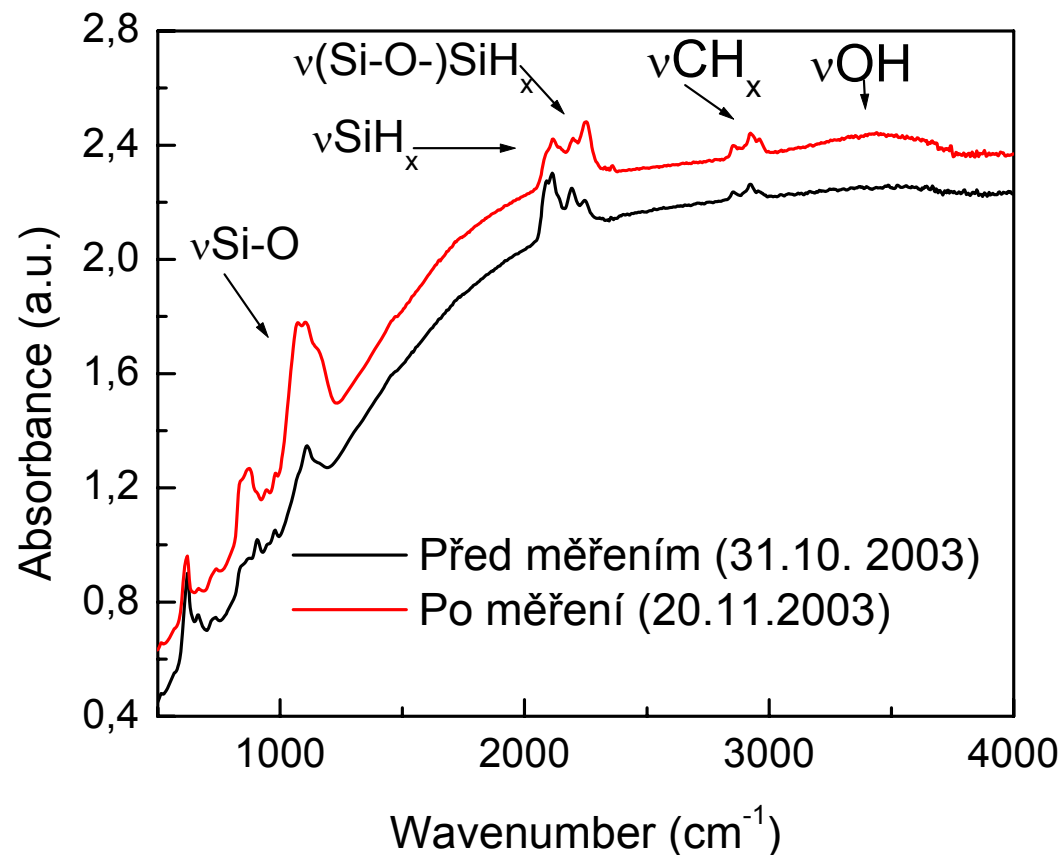


Fotoluminiscence nanokrystalického křemíku



Charakterizace porézního křemíku

- IČ spektroskopie: [Transmisní měření](#)
Odrázová měření
(ATR, fotoakustická spektroskopie)
- Ramanova spektroskopie



Proč optosenzory na bázi porézního křemíku?

- vysoká citlivost
- rychlá odezva fotoluminiscenčního zhášení
- navázáním vhodných sloučenin na povrch porézního křemíku lze zvýšit rozpoznávací vlastnosti
- materiálová kompatibilita s technologií integrovaných obvodů – jednoduchá integrace na křemíkovém čipu

Nedostatky:

- Nízká chemická stabilita na vzduchu
- Nízká selektivita



řešení – funkcionalizace povrchu

stabilizace

Molekulární rozpoznávání

Senzory na bázi PS

Optosenzory

- interference
- luminiscence

Elektrochemické senzory

- vodivost
 - kapacita
-

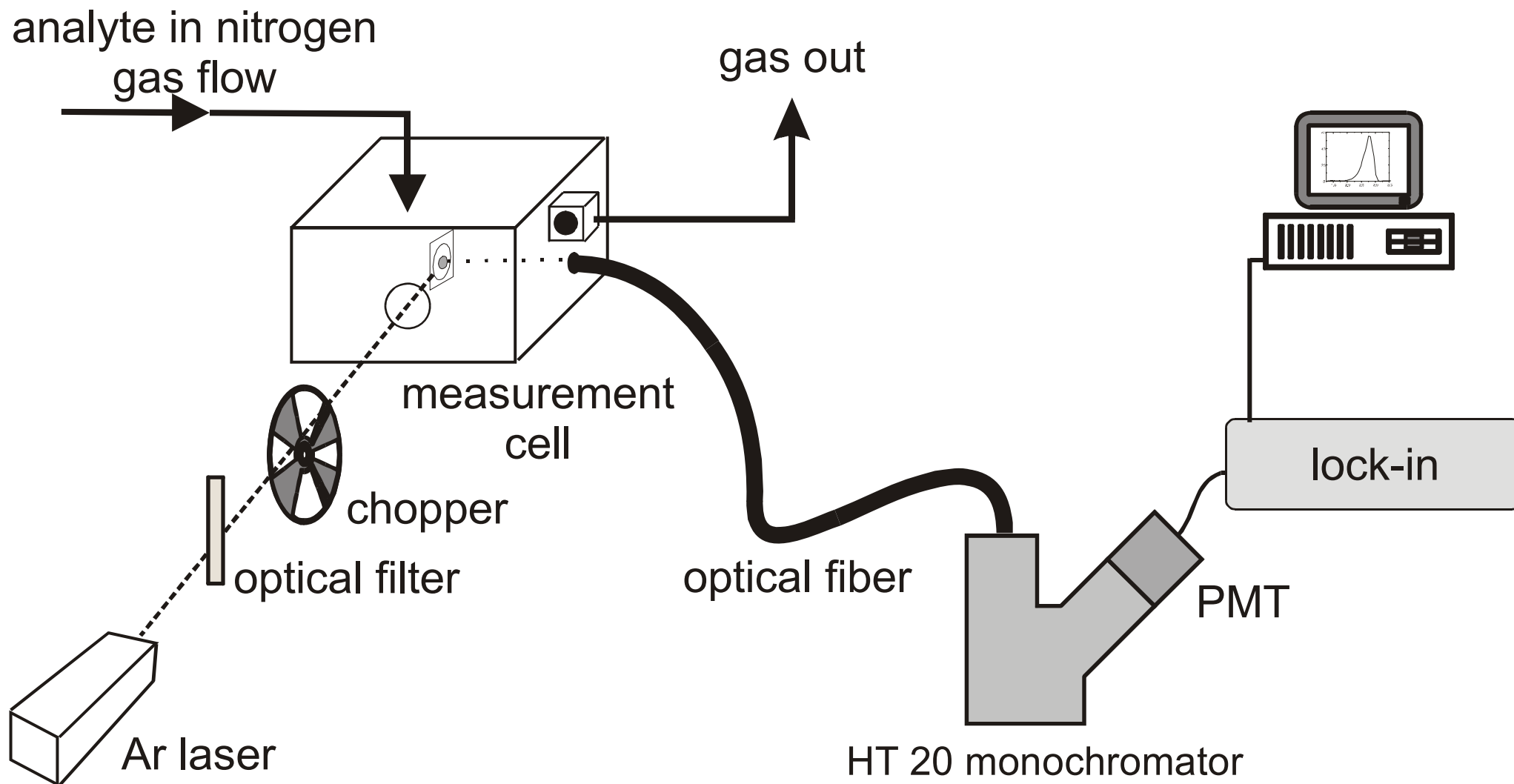
Plynná fáze: NO, vlhkost, Sarin

Kapalná fáze: imunosenzory – TNT, proteiny, fragmenty DNA

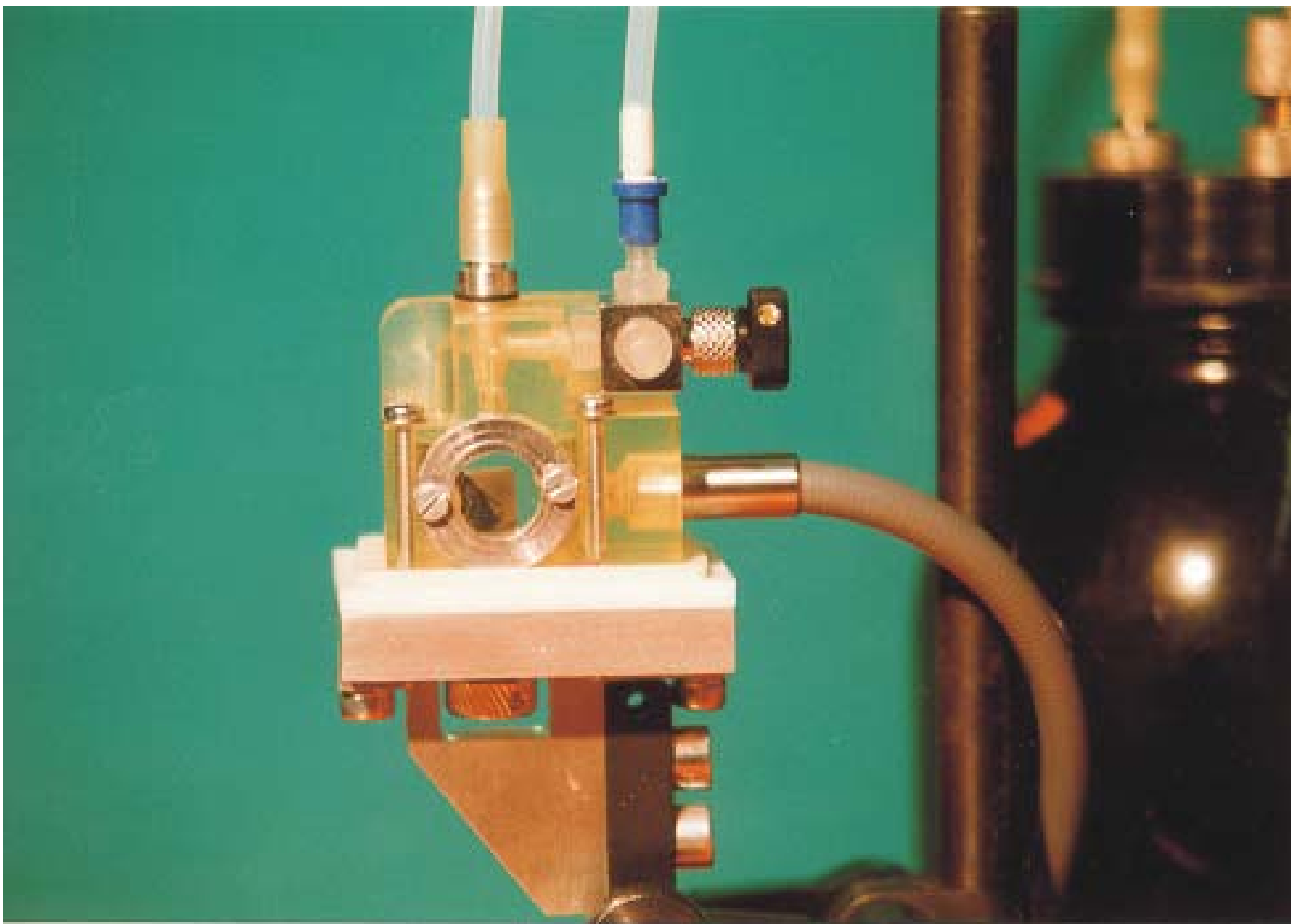
Ostatní aplikace

Teplotní a tlaková čidla, akcelerometry

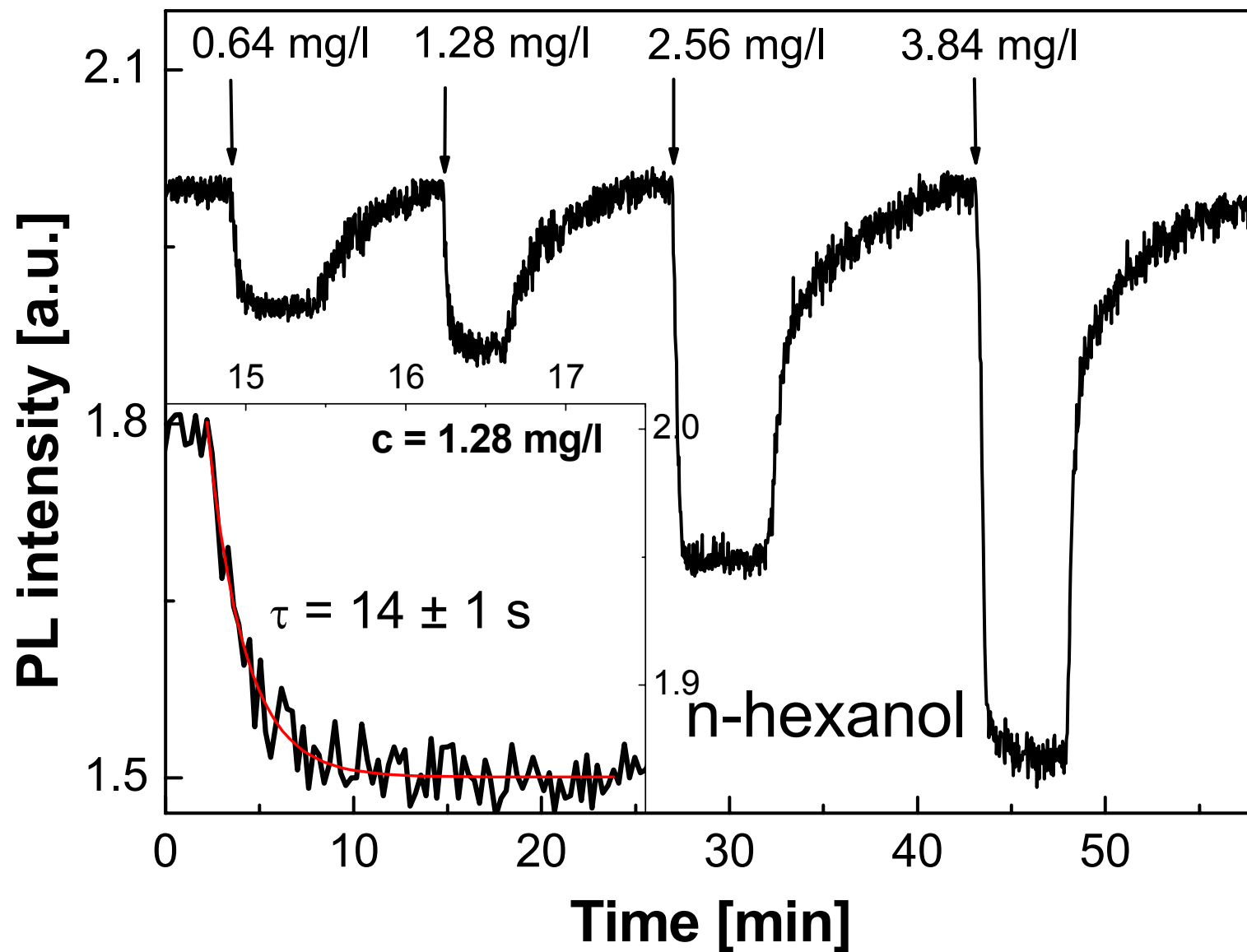
Experimentální uspořádání



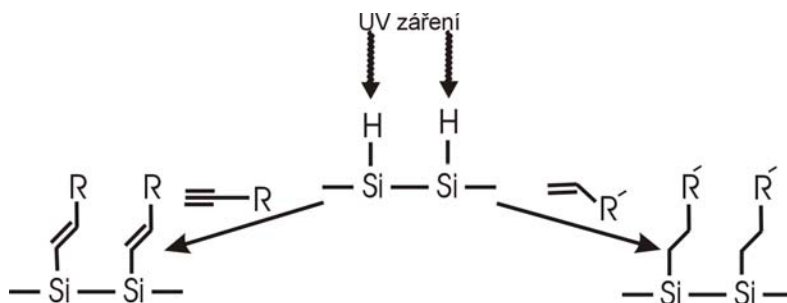
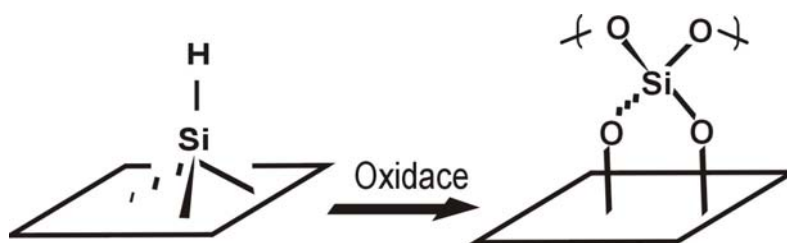
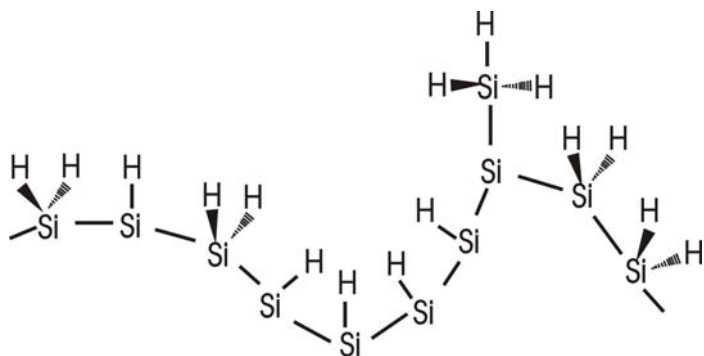
Optoda pro plynnou fázi



Detekce n-hexanolu v plynné fázi

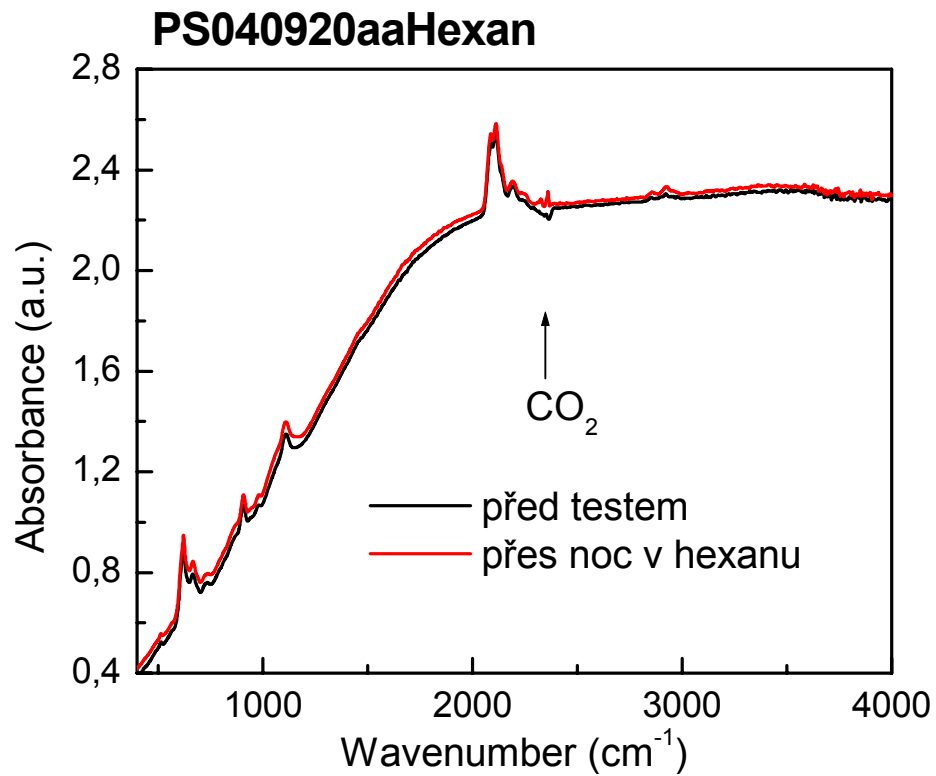


Povrch porézního křemíku

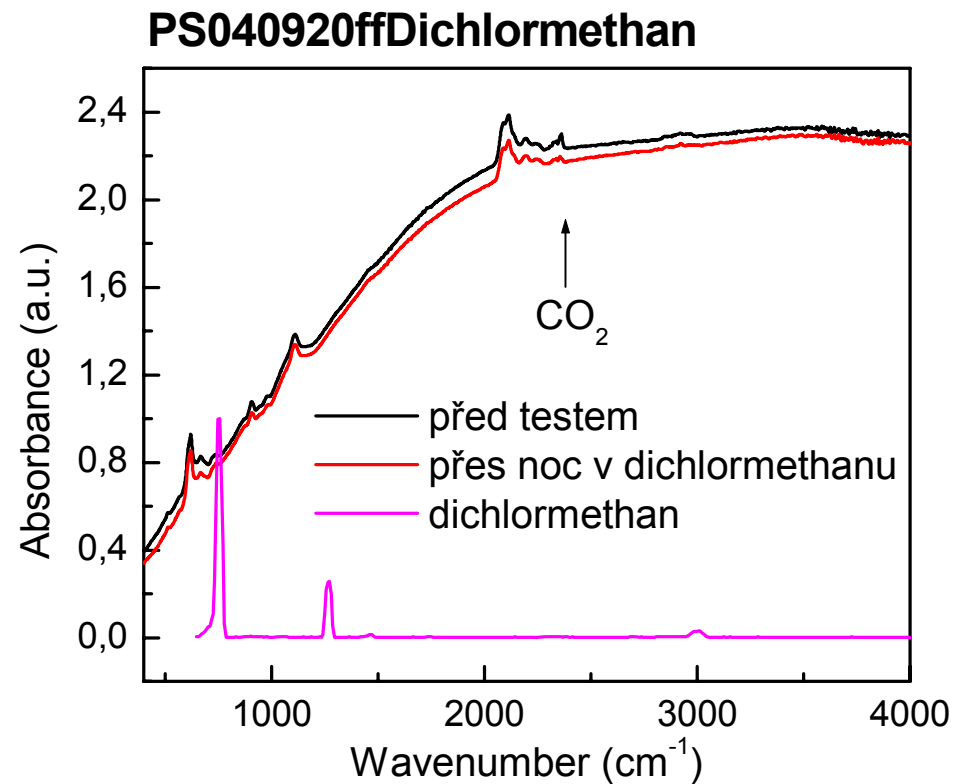


- Povrch je pokryt Si-H₁ až 3
- Snadná oxidace – nestabilita
- možnost modifikace povrchu → selektivita, stabilizace povrchu
 - Si-O
 - Termálně
 - Chemicky (H₂O₂)
 - Si-X
 - Si-O-C
 - Si-C
 - Radikálově iniciovaná (diacylperoxidem)
 - Termicky iniciovaná
 - UV a VIS
 - Katalýza organokovy a Lewisovou kyselinou
 - Grignardovými činidly a alkyllithiovými sloučeninami
 - Elektrochemicky

Hexan, dichlormethan

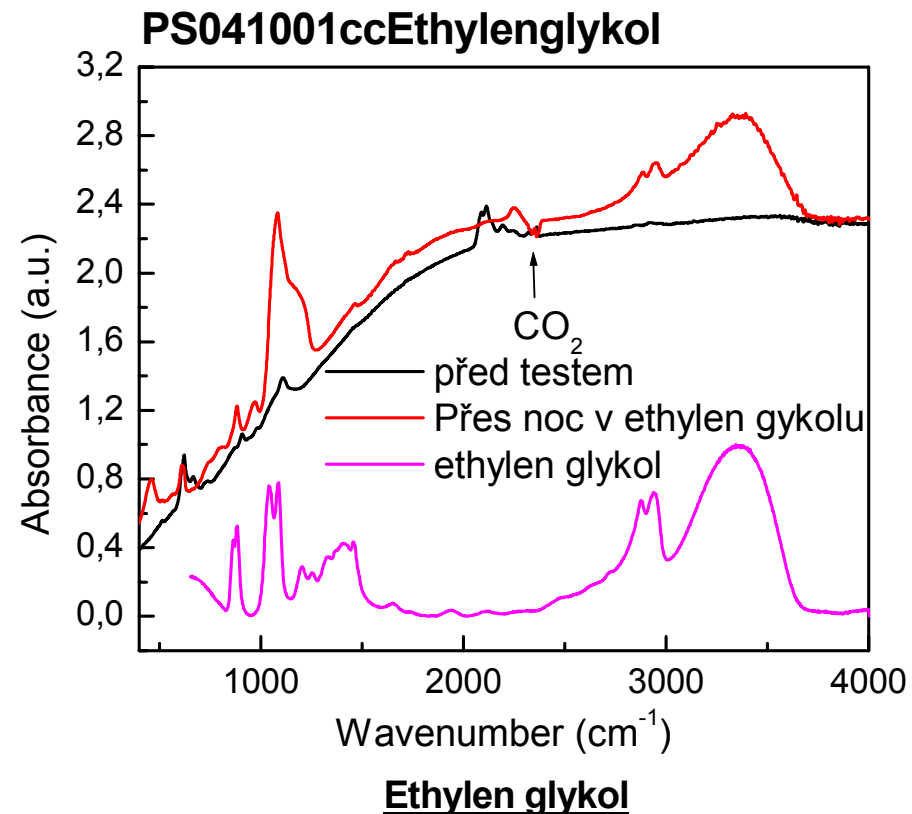
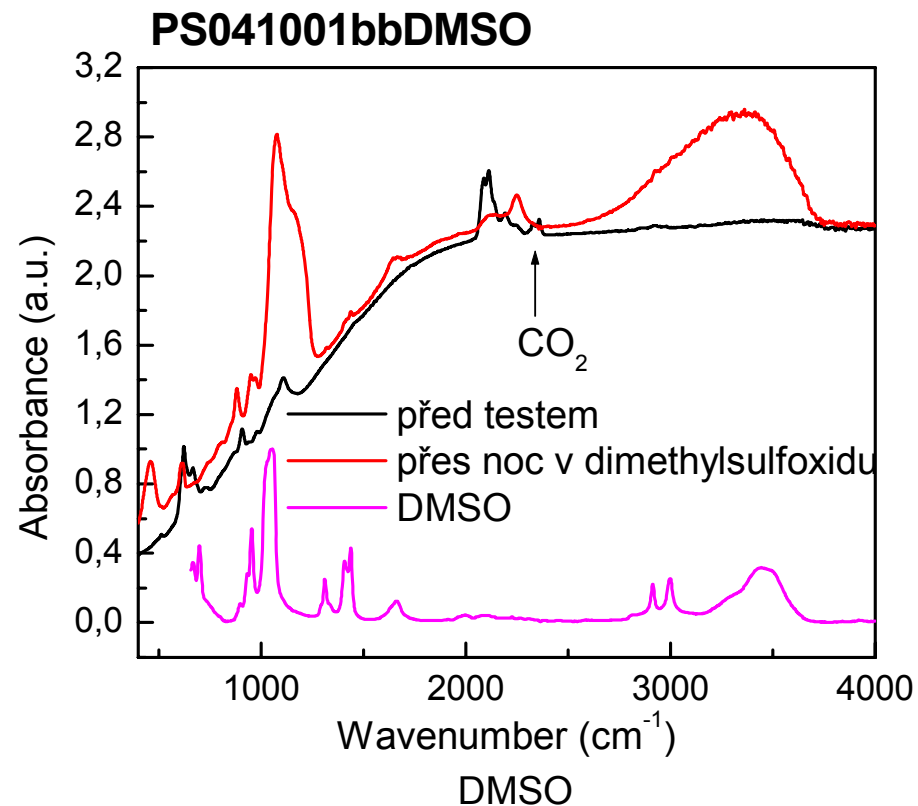


Hexan

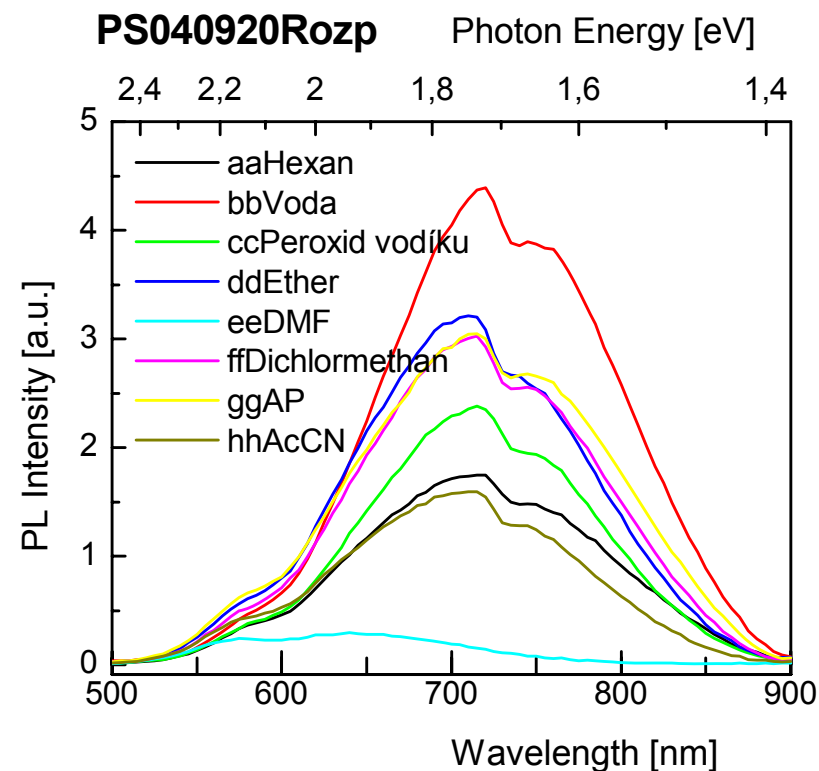
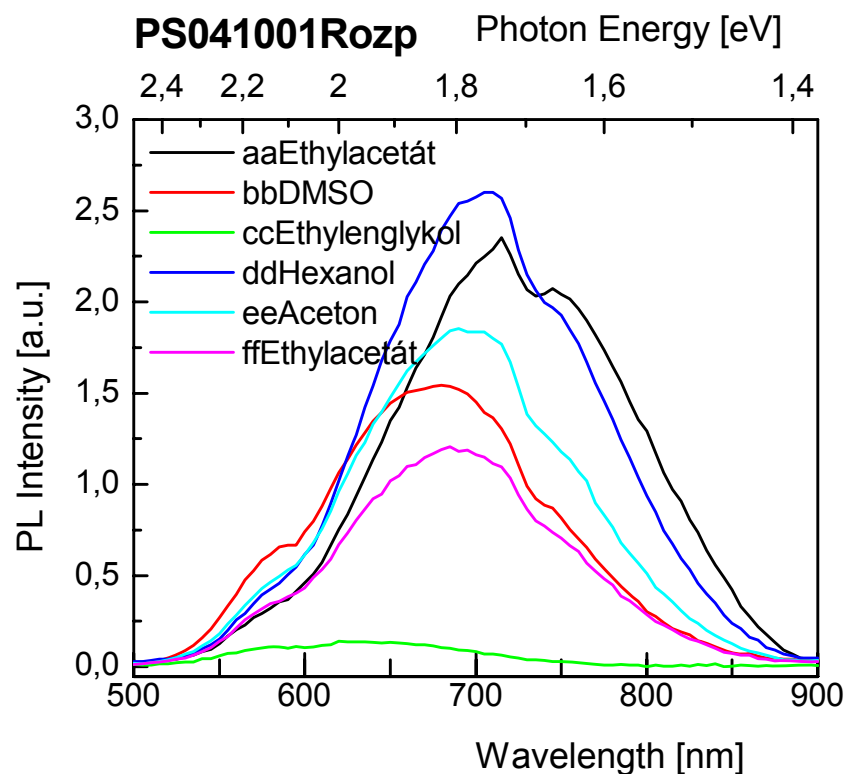


Dichlormethan

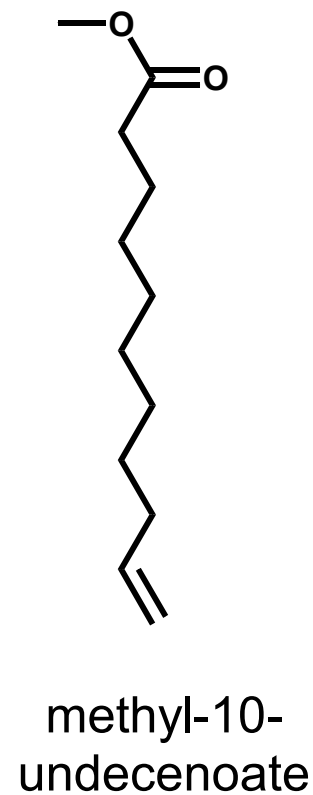
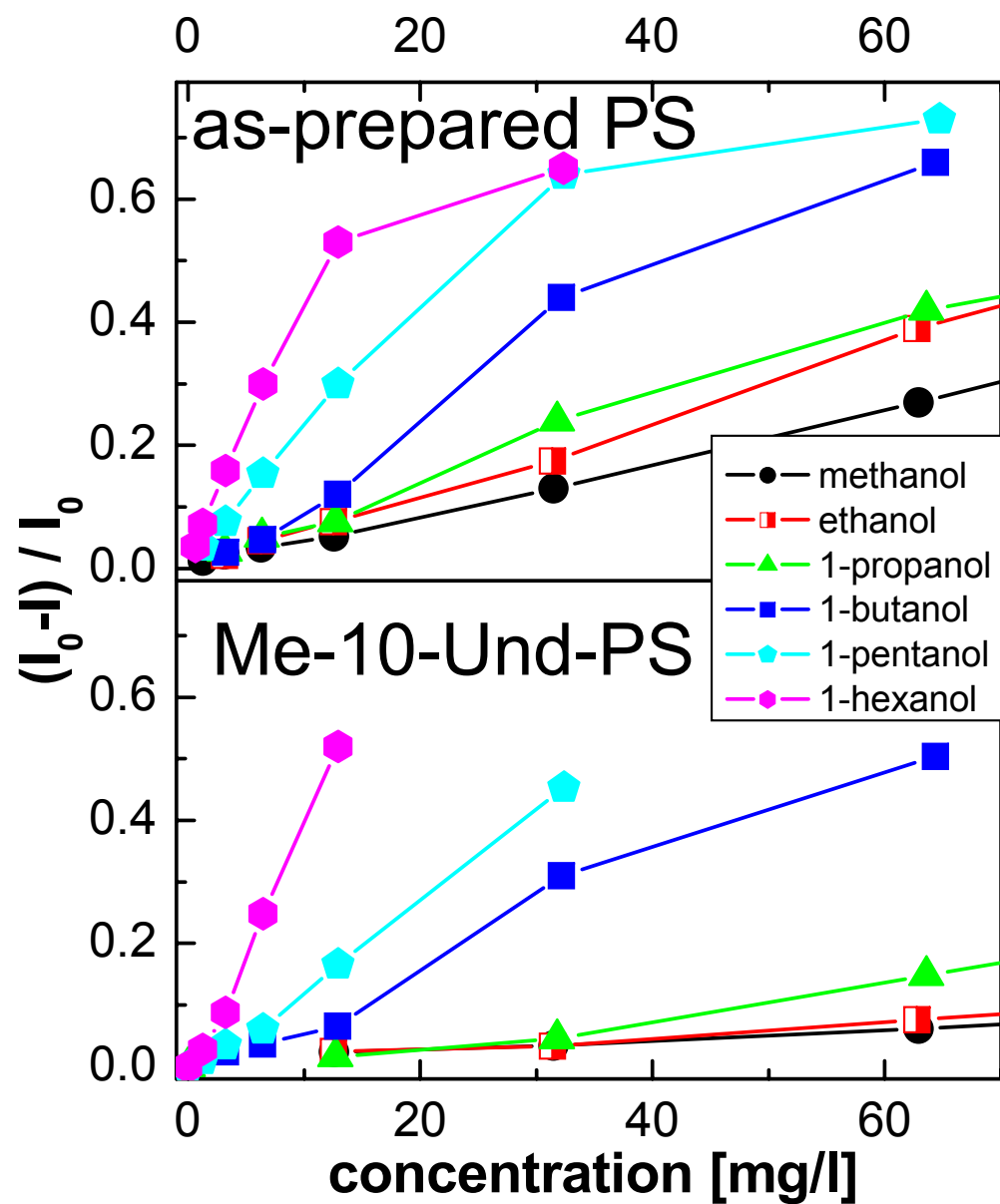
DMSO, ethylenglykol



Fotoluminiscenční spektra

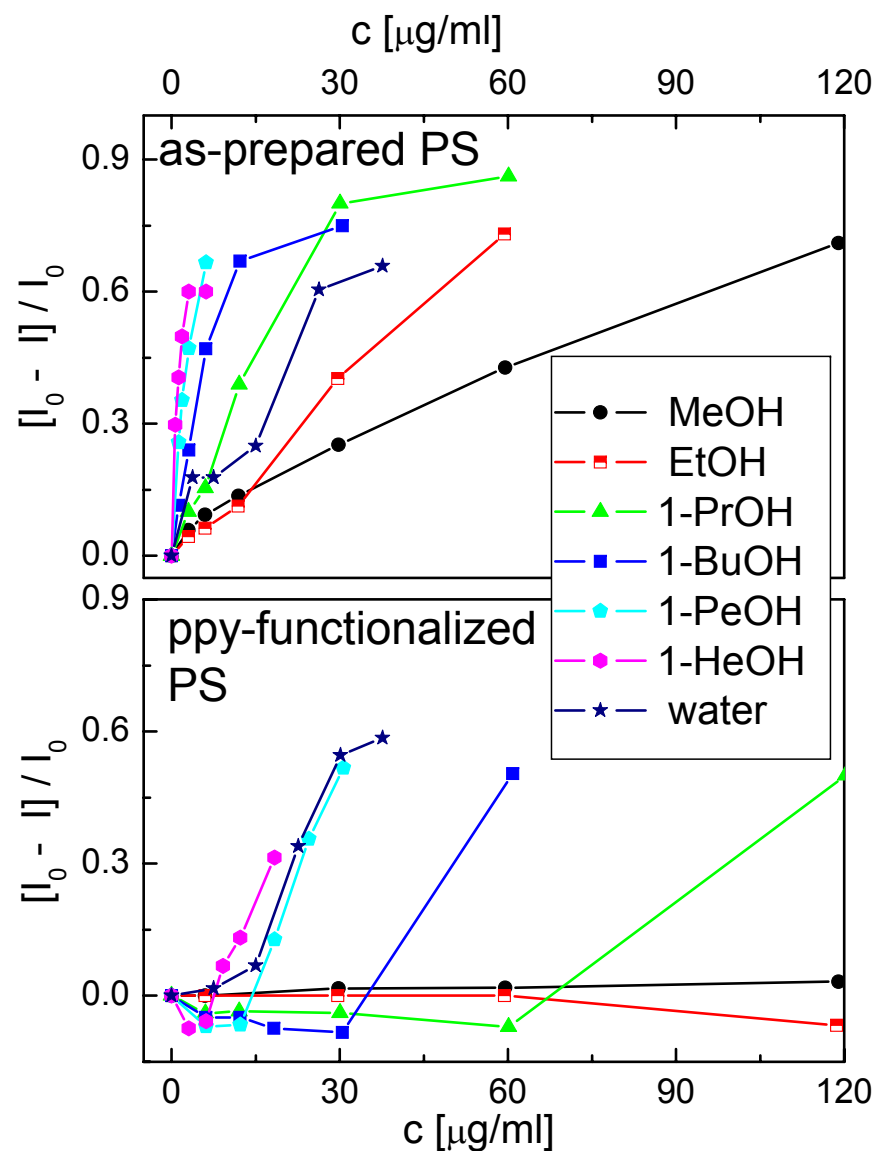
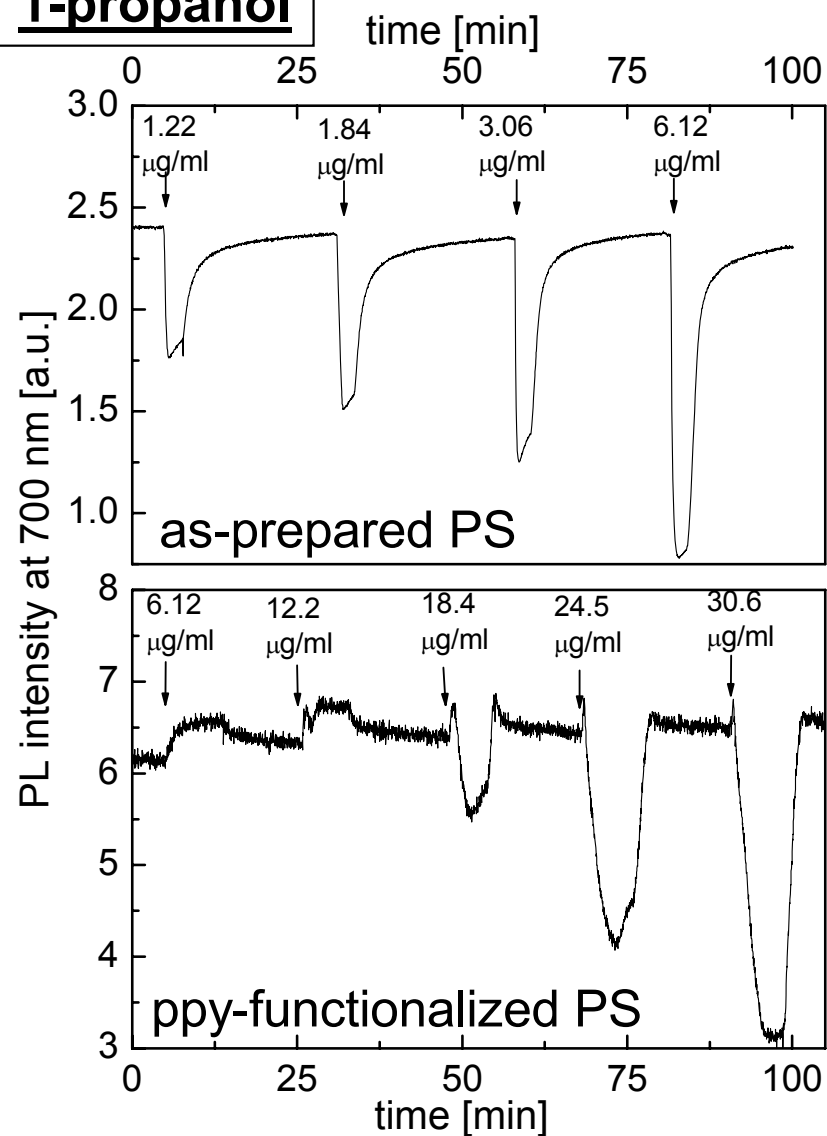


Odezva PS derivatizovaného *Me*-10-undecenoátem

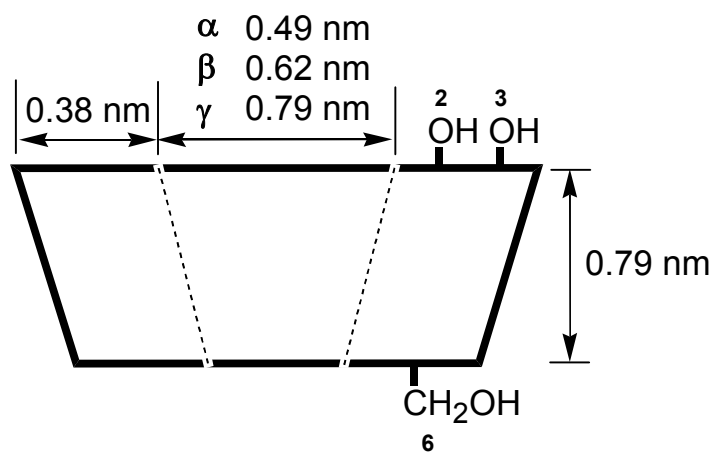
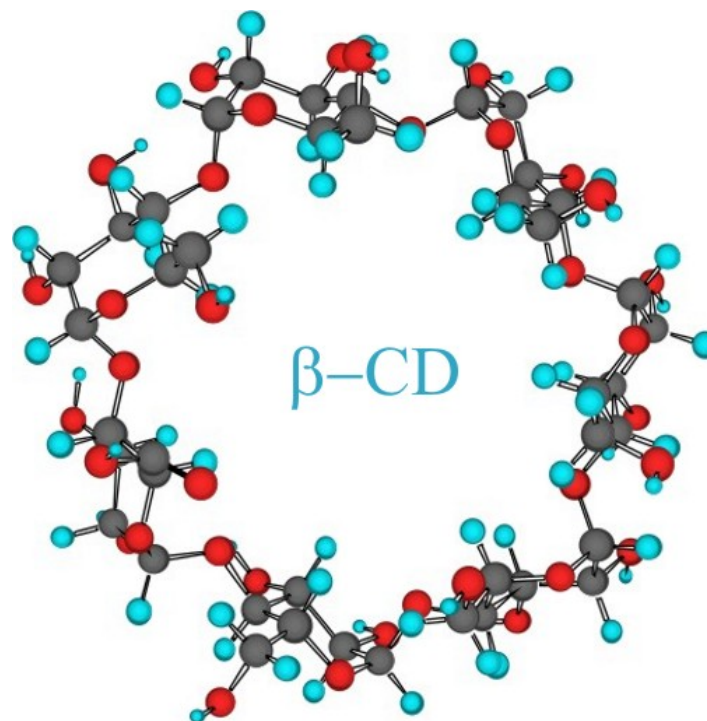


Odezva PS modifikovaného polypyrolem

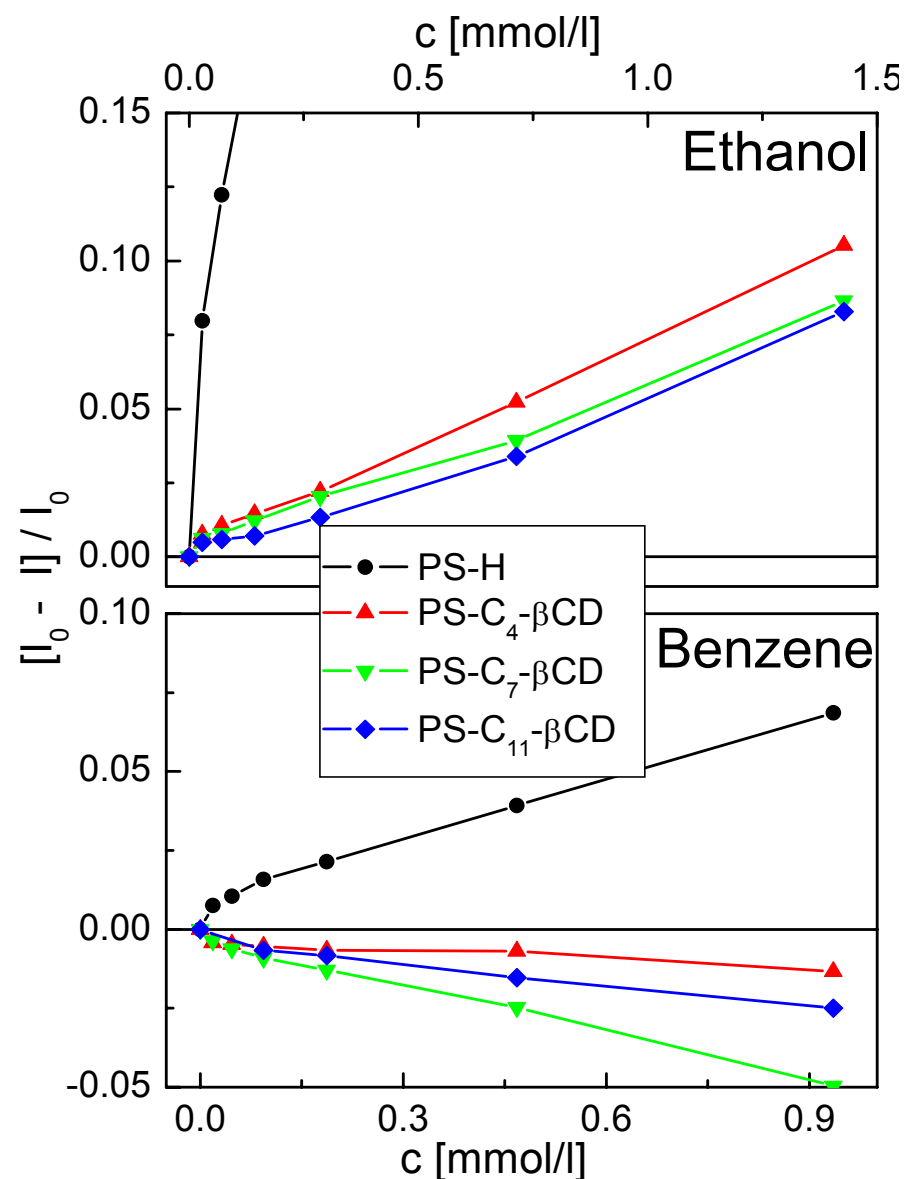
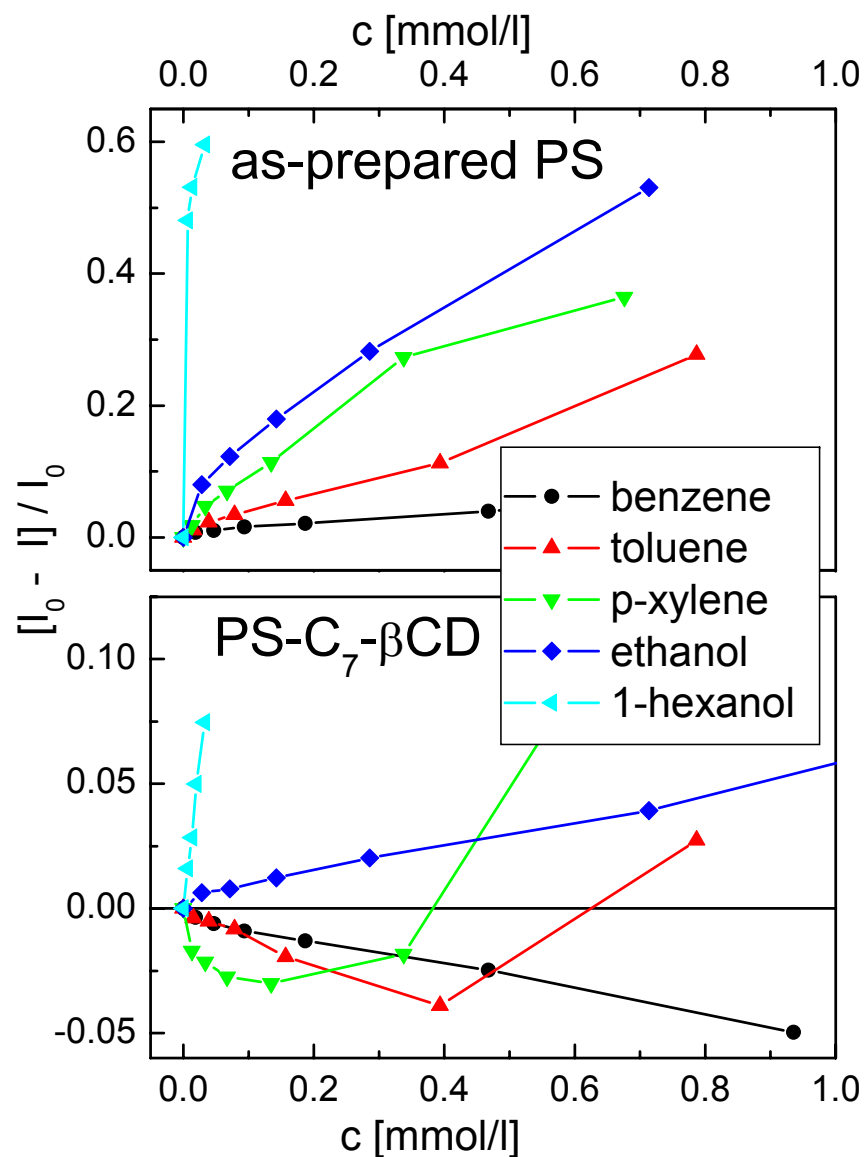
1-propanol



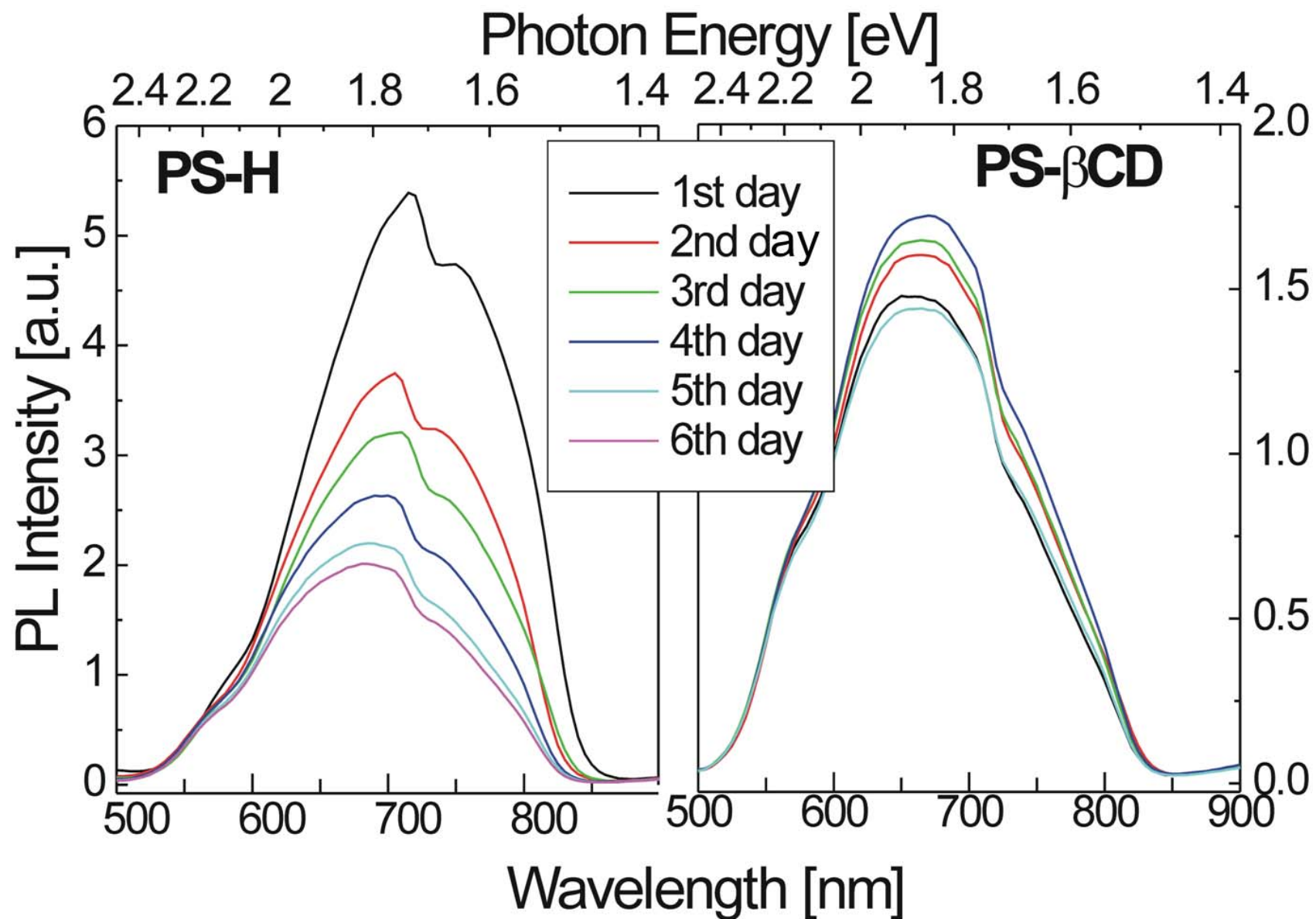
Derivatizace cyklodextriny



Odezva PS modifikovaného deriváty β -CD



Operační stabilita



Derivatizace porézního křemíku

zvyšuje operační stabilitu senzorické odezvy
snižuje citlivost senzorické odezvy
zvyšuje rozpoznávací vlastnosti senzoru