

# Detekce ve vysokoúčinné kapalinové chromatografii

Josef Cvačka, 24.11.2010

## Detekce v HPLC – základní pojmy

### Detektor

Detektor je zařízení, které monitoruje změny složení mobilní fáze měřením fyzikálních nebo chemických veličin.

### Univerzální detektor

Univerzální detektor reaguje na všechny analyty.

### Selektivní detektor

Selektivní detektor reaguje pouze na určitou skupinu látek.

### Specifický detektor

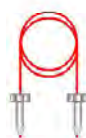
Specifický detektor reaguje pouze na jediný analyt, případně na velmi malou skupinu látek velmi podobných vlastností.

## Detekce v HPLC – základní pojmy

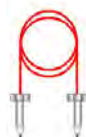
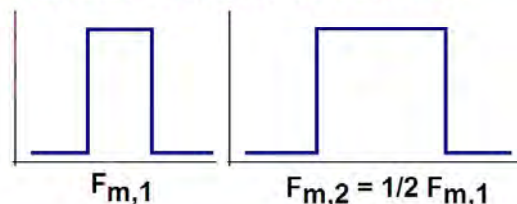
### Koncentrační detektor

Koncentrační detektor reaguje na změnu koncentrace složky v efluentu nezávisle na rychlosti mobilní fáze.

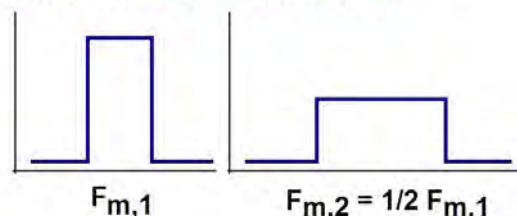
Příklad: spektrofotometrický detektor



### KONCENTRAČNÍ DETEKTOR



### HMOTNOSTNÍ DETEKTOR



### Hmotnostní detektor

Hmotnostní detektor reaguje na změnu hmotnostního toku složky v efluentu do detektoru. Při změně rychlosti mobilní fáze se mění výška píku, ale plocha zůstává stejná.

Příklad: detektor rozptylu světla

3

## Detekce v HPLC – základní pojmy

### Nedestruktivní detektor

V nedestrukčním detektoru nedochází k chemické změně detekovaného analytu.

Příklad: spektrofotometrický detektor

### Destruktivní detektor

V destruktivním detektoru se detekovaný analyt nevratně mění.

Příklad: hmotnostně-spektrometrický detektor

4

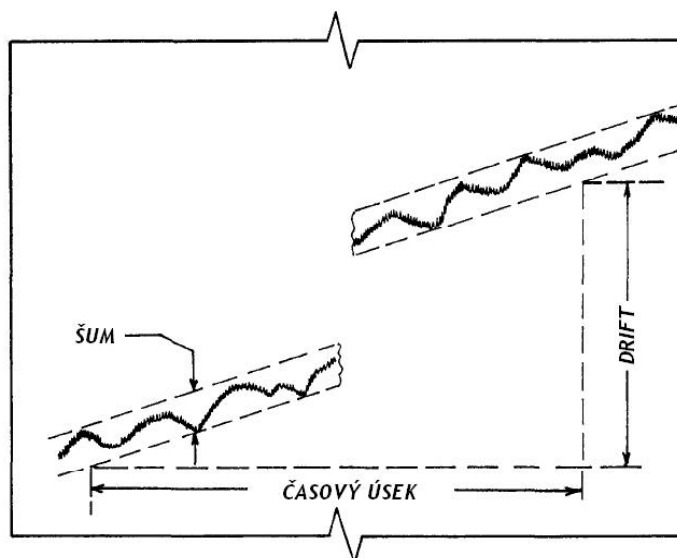
## Detekce v HPLC – základní pojmy

### Šum

Náhodné fluktuace signálu detektoru vyjádřené v jednotkách intenzity signálu.

### Drift

Postupná změna intenzity signálu s časem.

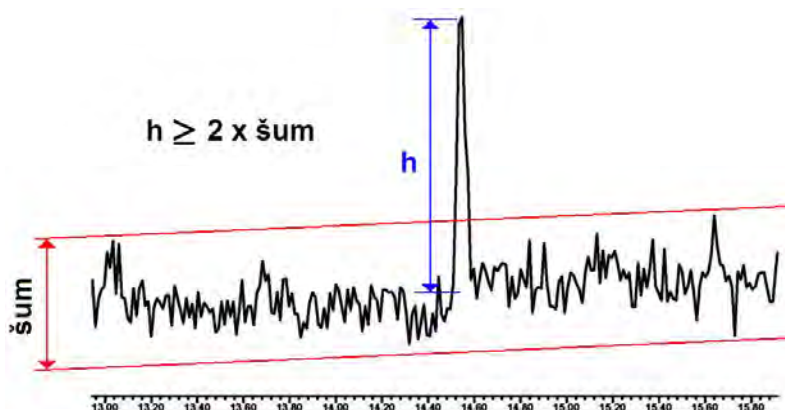


5

## Detekce v HPLC – základní pojmy

### Mez detekce

Koncentrace analytu, pro kterou detektor poskytne signál dvojnásobně intenzivní ve srovnání s úrovní šumu ( $S/N=2$ ).



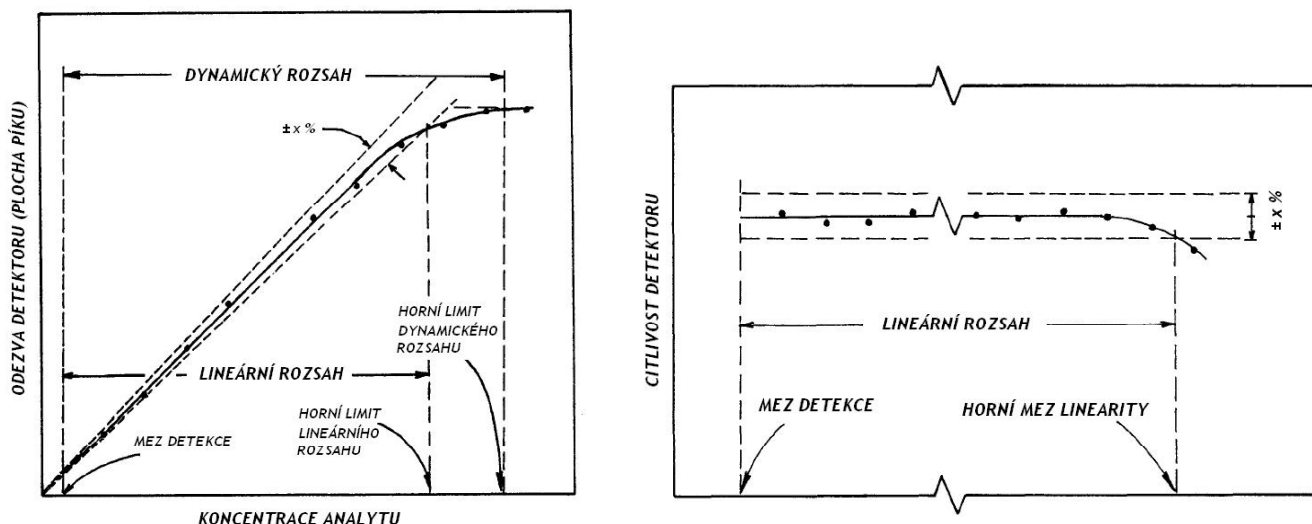
### Citlivost detektoru

Velikost signálu vztažená na jednotku koncentrace. Směrnice kalibrační přímky.

$$\text{citlivost} = \text{výška píku} / \text{koncentrace analytu}$$

6

## Detekce v HPLC – základní pojmy



### **Dynamický rozsah detektoru**

Rozsah koncentrací, ve kterém změna koncentrace způsobí změnu intenzity signálu.

### **Lineární dynamický rozsah detektoru**

Rozsah koncentrací, ve kterém je citlivost detektoru konstantní ( $\pm 5\%$ ).

7

## Vlastnosti ideálního detektoru

### **Ideální detektor**

- ✓ možnost univerzální detekce všech přítomných analytů
- ✓ vysoká citlivost a nízkou úroveň šumu
- ✓ odezva detektoru je okamžitá a lineární v širokém koncentračním rozmezí
- ✓ robustní vůči změnám tlaku, průtoku mobilní fáze a teploty
- ✓ vhodný pro gradientovou eluci
- ✓ nepřispívá k rozšiřování chromatografických zón

8

## Vlastnosti detektorů

	RI	UV-VIS	IR	FLD	ECD	CONDUCT	CORONA	ELSD
typ detektoru	nedestruktivní	nedestruktivní	nedestruktivní	nedestruktivní	destruktivní	nedestruktivní	destruktivní	destruktivní
odezva	univerzální	selektivní	selektivní	selektivní	selektivní	selektivní	selektivní	univerzální
měřená veličina	index lomu	absorbance	absorbance	intenzita fluorescence	elektrický proud	vodivost	elektrický proud	rozptyl světla
typická citlivost (hmotnost/ml)	µg	ng	µg	pg	pg	ng	ng	µg
lineární rozsah	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>2</sup>
závislost odezvy na průtoku	ano	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano
teplotní závislost	vysoká (10 <sup>-4</sup> jed. ind. lomu)	nízká	nízká	nízká	vysoká (1,5%)	vysoká (2,0%)	nízká	vysoká
gradientová eluce	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano (částečně)

- RI - detektor refraktometrický
- UV-VIS - detektor spektrofotometrický
- IR - detektor infračervený
- FLD - detektor fluorimetrický
- ECD - detektor elektrochemický
- CONDUCT - detektor vodivostní
- ELSD - Evaporative Light Scattering Detector

<http://www.hplc.cz/>

9

## UV / VIS detektory

**UV/VIS (spektrofotometrický) detektor** měří absorbanci eluátu v oblasti vlnových délek od 190 do 800 nm. Velikost odezvy je dána Lambert-Beerovým zákonem, který vyjadřuje vzájemný vztah mezi tloušťkou absorbující vrstvy ( $l$ ), koncentrací absorbující složky ( $c$ ) a velikostí absorpce, tj. absorbance ( $A$ ). Nejčastější typ detektoru.

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

$\varepsilon$  - molární absorpční koeficient (l/mol/cm)

**TABLE 1.1 Approximate Cutoff Ranges for Solvent Classes**

Solvent or Solvent Class <sup>a</sup>	Cutoff (nm)
Acetonitrile and water	<190
Alkanes (hexane, iso-octane, etc.)	190–205
Alkyl alcohols (methanol, isopropyl alcohol, etc.)	205–220
Alkyl ethers (diethyl ether, methyl <i>t</i> -butyl ether, etc.)	210–220
Alkyl chlorides (dichloromethane, chloroform, etc.)	220–270
Freons	225–245
Alkyl acetates (ethyl and butyl acetate, etc.)	250–260
Alkyl amides (dimethylformamide, dimethylacetamide, etc.)	260–270
Benzene and alkyl benzenes (toluene, xylene, etc.)	270–290
Chlorobenzenes (chlorobenzene, 1,2-dichlorobenzene, etc.)	280–310
Alkyl ketones (acetone, methyl propyl ketone, etc.)	320–340

<sup>a</sup> All solvents unpreserved.

Citlivost detektoru ( $S = A/c = \varepsilon \cdot l$ ) závisí na délce optické dráhy !

Vlnovou délku je třeba volit s ohledem na absorbanci mobilní fáze.

Absorbance rozpouštědel způsobuje drift základní linie při gradientové eluci.

## UV / VIS detektory

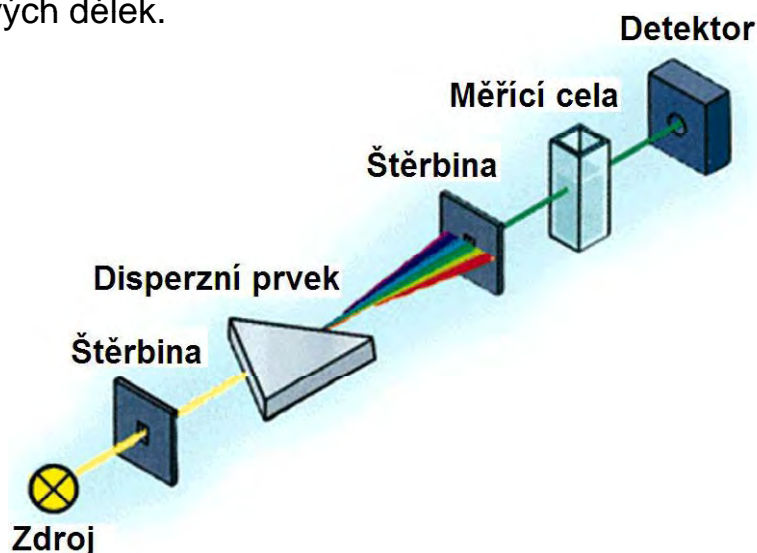
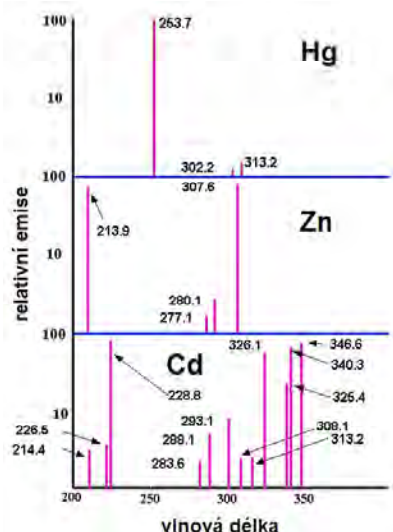
### UV / VIS detektory s fixní vlnovou délkou

používají jako zdroje záření nízkotlakou rtuťovou (254 nm), kadmiovou (229 nm) nebo zinkovou (214 nm) výbojku. Žádná z nich neposkytuje absolutně monochromatické záření a proto se ještě používají filtry.



### UV / VIS detektory s nastavitelnou vlnovou délkou

umožňují výběr z několika vlnových délek.

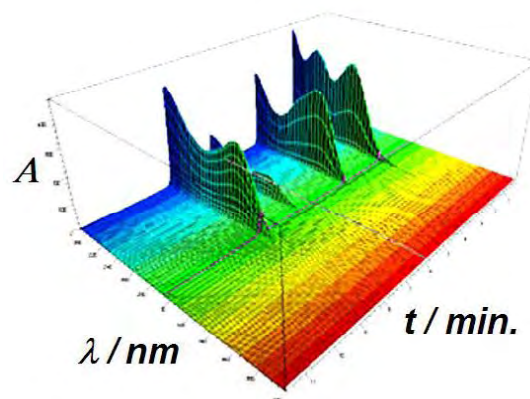
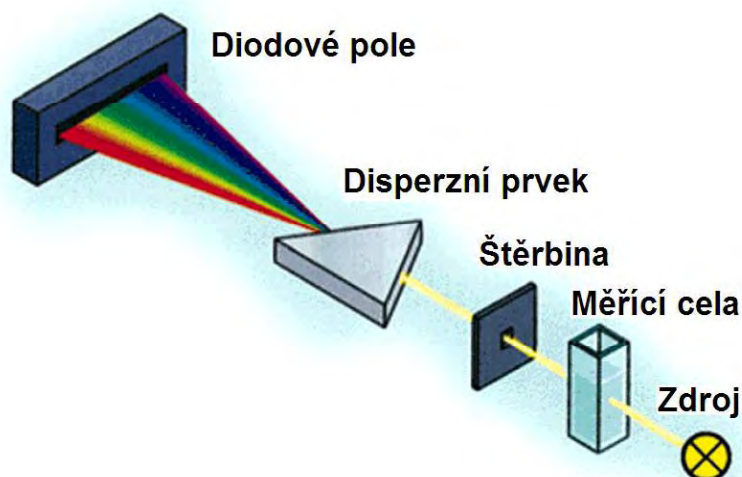


11

## UV / VIS detektory

### UV / VIS detektory s diodovým polem (PDA, DAD)

zaznamenávají celé spektrum v reálném čase bez přerušení chromatografické separace. Detektorem je pole fotodiód, jejich počet určuje spektrální rozlišení detektoru. Umožňují detekci analytu při jakékoliv zvolené vlnové délce, porovnávat spektra s knihovnou spekter, vypočítat čistotu píku.

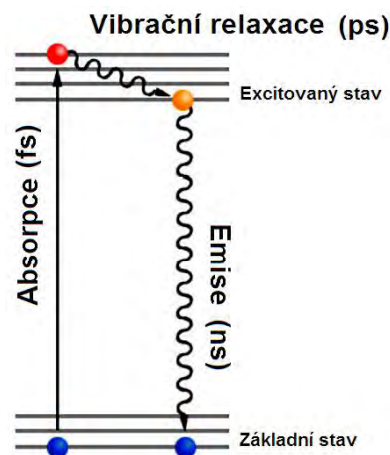


12

## Fluorescenční detektory

### Fluorescenční (fluorimetrický) detektor

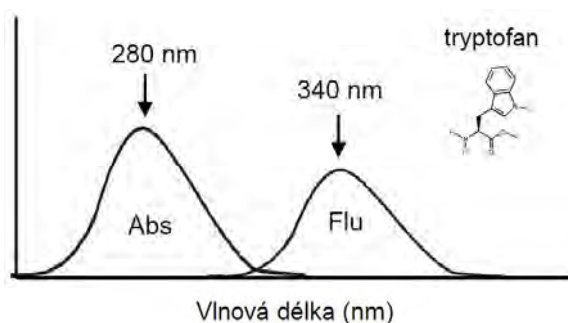
měří sekundární (emisní) záření, které látka vyzáří po absorpci primárního (excitačního) elektromagnetického záření. Absorbací elektromagnetického záření přecházejí molekuly látek ze základního stavu do vyšších vibračních hladin. Absorbovanou energii analyt vyzáří jako fluorescenci (nebo se jí zbaví jinak). Vlnová délka emitovaného záření bývá větší než u excitačního v důsledku vibrační relaxace.



Závislost mezi intenzitou fluorescence a koncentrací analytu (platí pro nízké koncentrace a dostatečně malou tloušťku květy l):

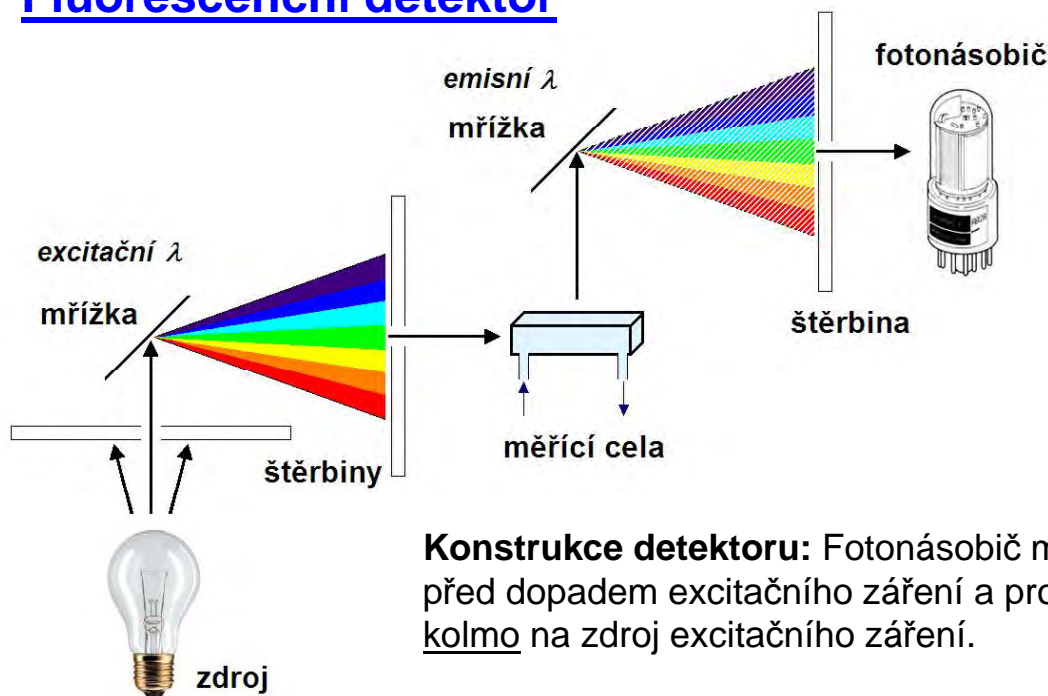
$$\Phi_F = k \cdot \Phi_0 \cdot \varepsilon_\lambda \cdot c \cdot l$$

$\Phi_0$  intenzita excitačního záření



13

## Fluorescenční detektor



**Konstrukce detektoru:** Fotonásobič musí být chráněn před dopadem excitačního záření a proto se umísťuje kolmo na zdroj excitačního záření.

Jednoduché fluorescenční detektory používají jako zdroj excitačního záření rtuťovou výbojku s filtrem a detekují fluorescenční záření současně při všech vlnových délkách. Moderní detektory umožňují nastavit délku excitačního i emitovaného záření, lze programovat vlnové délky v průběhu analýzy pro každou látku zvlášť.

14

## Fluorescenční detektor

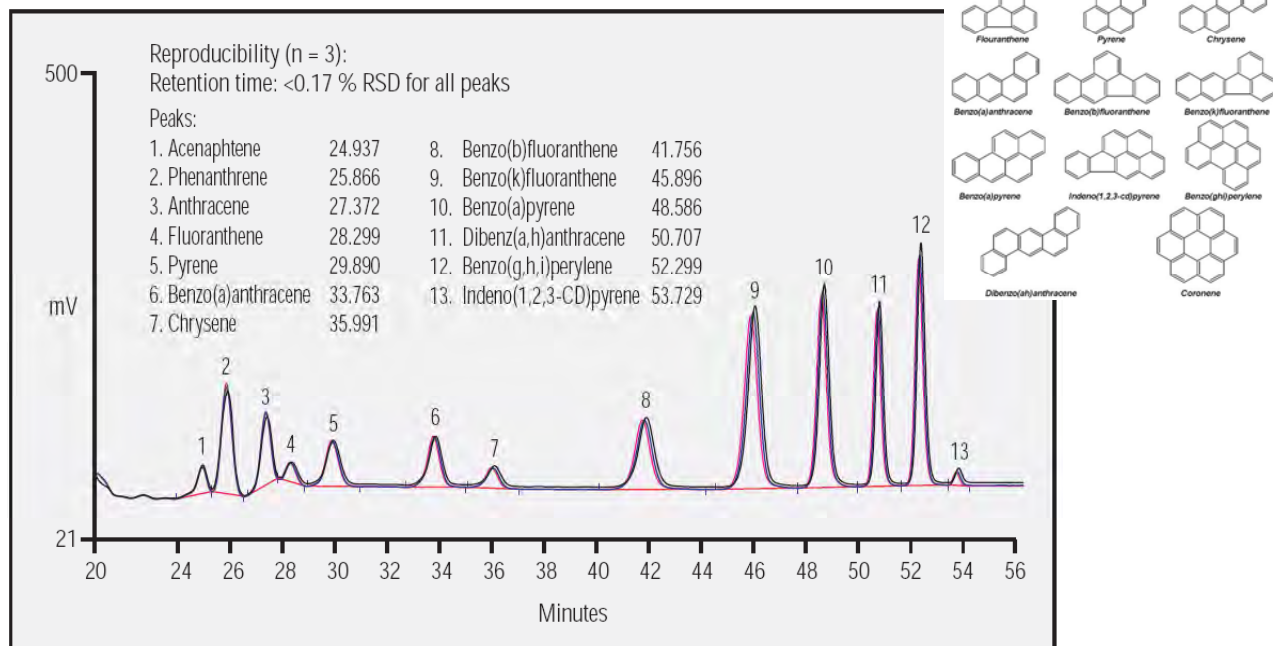


Figure 7. Overlay of three consecutive, directly injected cacao butter samples, spiked with PAH standard. Despite comprehensive switching technique, the retention times are very stable.

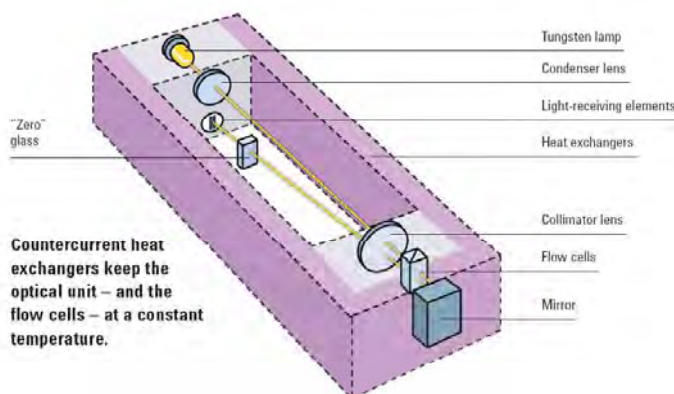
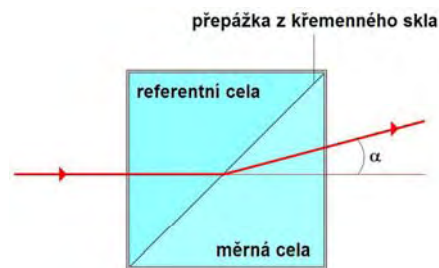
Aplikace: detekce polycyklických aromatických uhlovodíků

15

## Refraktometrický detektor

### Refraktometrický detektor

Je založen na měření změn indexu lomu eluátu, který prochází měřicí celou. Citlivost je tím větší, čím je větší rozdíl v indexu lomu analytu a mobilní fáze. Odezva je závislá na teplotě, proto je nutné detekční celu temperovat. Měření je diferenční, tj. paprsek prochází měřenou a srovnávací celou, měří se rozdíl intenzity světla, které dopadá na detektor.



Univerzální detektor. Nevhodný pro gradientovou eluci. Píky mohou být pozitivní i negativní, nízká citlivost. Vhodný pro látky které neabsorbují, nefluoreskují (cukry, lipidy, polymery). Používá se v gelové chromatografii.

16



## Elektrochemické detektory

### Elektrochemický detektor

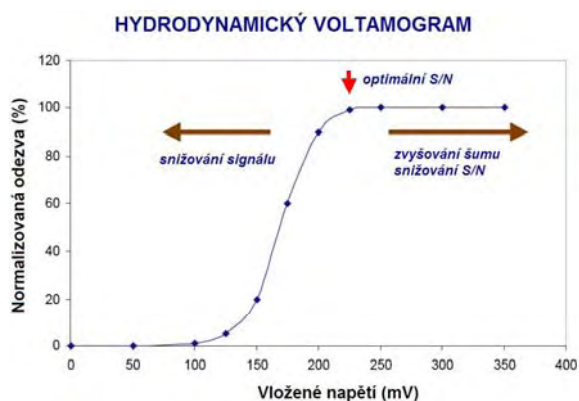
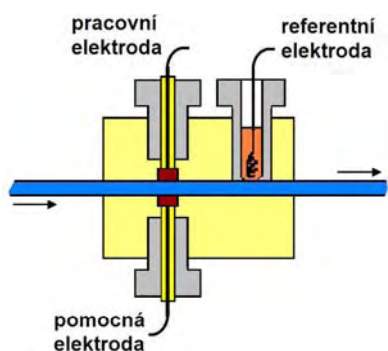
měří proud, který vzniká při průchodu oxidovatelné nebo redukovatelné látky měrnou celou. Většinou se používá tříelektrodového zapojení s pracovní, pomocnou a referentní elektrodou. Pracovní elektroda může být ze skelného uhlíku, uhlíkových vláken, grafitové pasty, diamantu, Pt, Au, Cu, rtuti nebo amalgámů.

*Výhodou* je vysoká citlivost a rychlost odezvy. Jsou to specifické detektory. *Nevýhodou* je pasivace elektrod a následné čištění. Mobilní fáze musí být vodivá, tzn. není možné tyto detektory použít pro NP-HPLC.

Detektory pracují buď amperometricky (měří se proud při konstantním elektrodovém potenciálu, který se volí v oblasti limitního proudu – koncentrační detektor) nebo coulometricky (dochází k úplné elektrolýze – hmotnostní detektor).

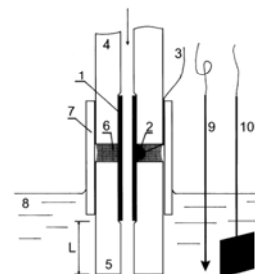
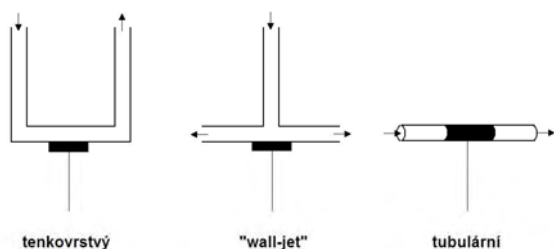
17

## Elektrochemické detektory: amperometrický



### Amperometrický detektor

Zaznamenává elektrický proud odpovídající oxidaci (redukci) látek v eluentu při vhodném vloženém napětí na elektrodu. Existuje řada geometrických uspořádání, např. tenkovrstvý, "wall-jet", tubulární



18

## Elektrochemické detektory: coulometrický



### Coulometrický detektor

V coulometrickém detektoru dochází k úplné elektrolýze analytu. Elektrody jsou velkoplošné, např. porézní uhlík. Využívají se k elektrochemické derivatizaci před další detekcí (amperometrickou, fluorescenční, MS)

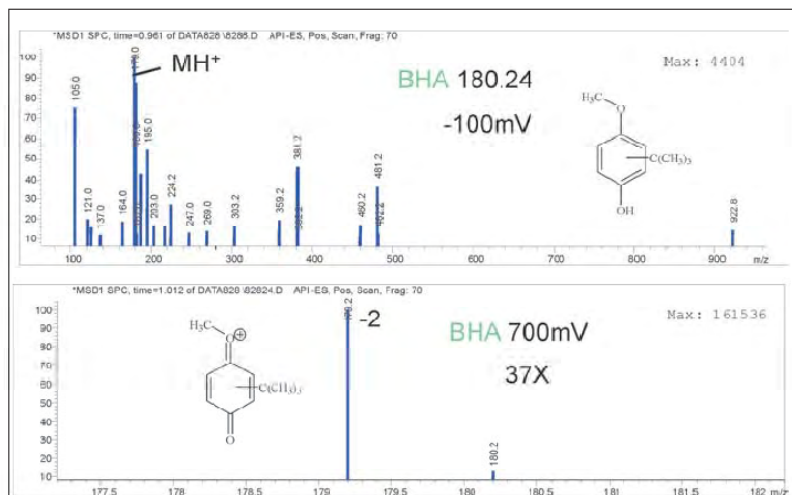


Figure 1: Ionization of BHA with an EC System. BHA was chromatographed on an LCMS system without an integrated EC system (Top Figure). Note the poor signal from BHA in the MS. The bottom panel shows BHA after reaction in an EC system. BHA is oxidized into an ionized species easily detected by MS.

19

## Vodivostní detektor

### Vodivostní detektor

měří vodivost mobilní fáze mezi dvěma elektrodami (nerez, platina, zlato) v průtokové cele obvykle válcovitého tvaru. Na elektrody se vkládá střídavé napětí, aby se zabránilo polarizaci. Mobilní fáze musí být nevodivá, tj. bez přídavku pufrů.

Využívají se v iontové výměnné chromatografii. Nespecifický (univerzální) detektor, nepříliš citlivý.

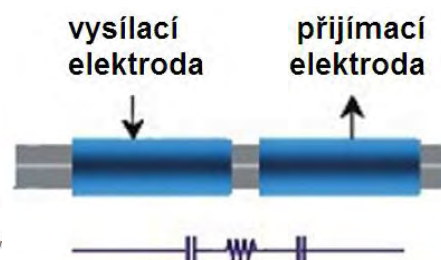
V posledních letech byl vyvinut bezkontaktní vodivostní detektor, který se uplatňuje v CE, čipové elektroforéze i HPLC.



Seven Anions on  
100 x 4.1 mm PRP-X100 (P/N 79439)

1. Fluoride 1 ppm
2. Chloride 1 ppm
3. Nitrite 1 ppm
4. Bromide 1 ppm
5. Nitrate 1 ppm
6. Phosphate 1 ppm
7. Sulfate 1 ppm

Conditions: 2.0 mM L-Tyrosine Disodium Salt, 2 mM Phenol pH 10.1, Isocratic Ambient  
Flow: 2.0 mL/min  
Injection: 100 uL  
Detection: Dionex Fiber Suppressed Conductivity



20

## Odpařovací detektor rozptylu světla - Evaporative Light Scattering Detectors (ELSD)

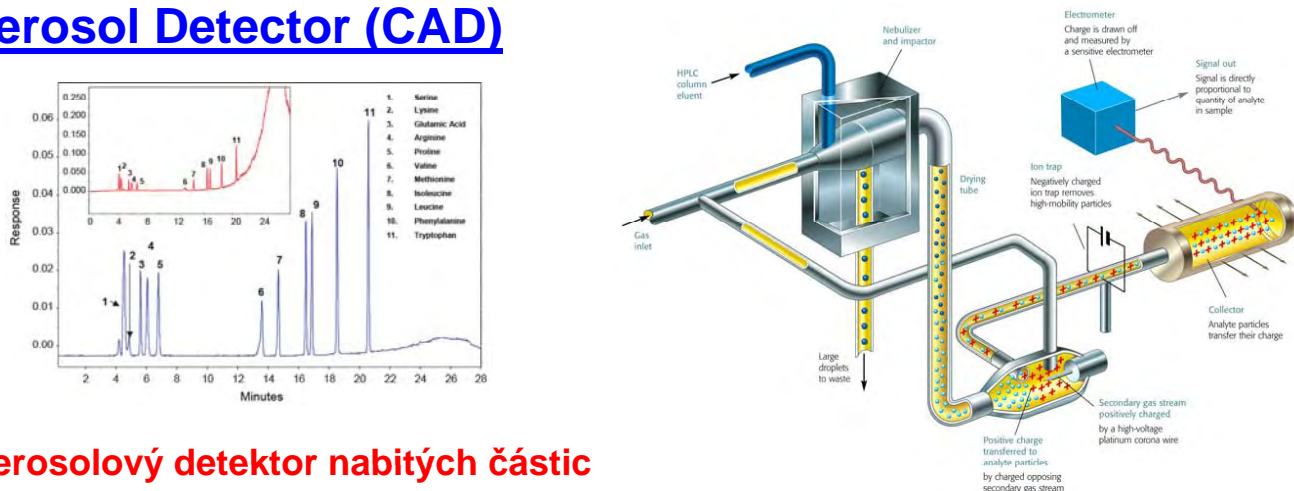


### Odpařovací detektor rozptylu světla

Zaznamenává rozptyl světla na částicích analytu, které vznikají po zmlžení eluentu a následném odpaření rozpouštědla. Citlivý a univerzální detektor, který může být použit (na rozdíl od refraktometrického detektoru) ke gradientové eluci. Vhodný pro řadu látek, výhodný pro ty, které nemají chromofor nebo fluorofor (některé lipidy, polymery, sacharidy apod). Nutno používat pouze těkavá aditiva do mobilní fáze – octan nebo mravenčan amonný. Nižší linearita než v případě UV detekce.

21

## Aerosolový detektor nabitých částic (Corona™ Charged Aerosol Detector (CAD))



### Aerosolový detektor nabitých částic

Eluát je zmlžen a vzniklý aerosol vstupuje do evaporační komůrky kde dojde k odstranění mobilní fáze. V kolizní komůrce je elektroda na jejímž hrotu vlivem vysokého napětí vzniká koronový výboj. Do komůrky se zároveň dostává velké množství nosného plynu (dusíku), který se ionizuje. Kladně nabitý nosný plyn přenáší náboj na analyt. Kladně nabité částice analytu proudí do kolektoru, kterému předávají svůj náboj za vzniku proudu, který se měří citlivým elektrometrem. Signál je přímo úměrný množství analytu.

Detektor je velmi citlivý, lineárně dynamický rozsah je srovnatelný s UV detekcí.

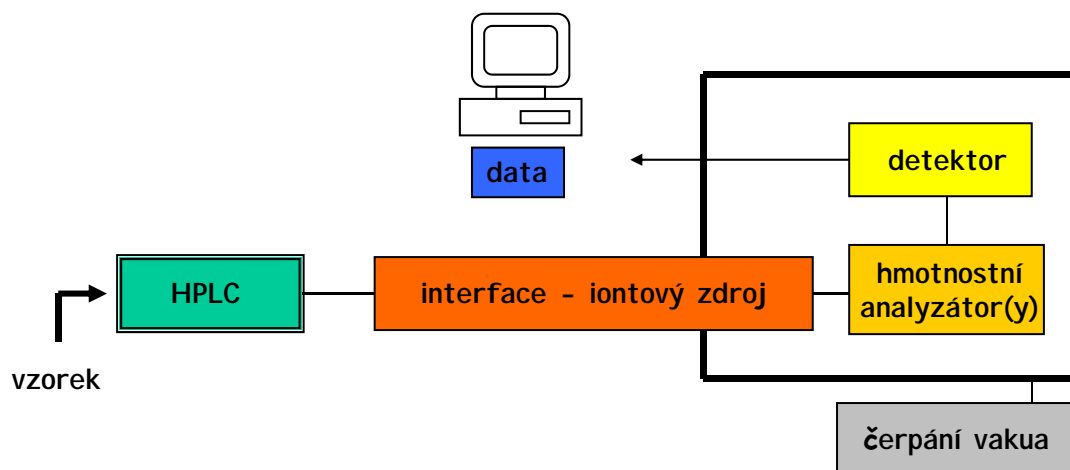
22

## Hmotnostně-spektrické detektory

### Hmotnostně-spektrický (hmotnostní) detektor

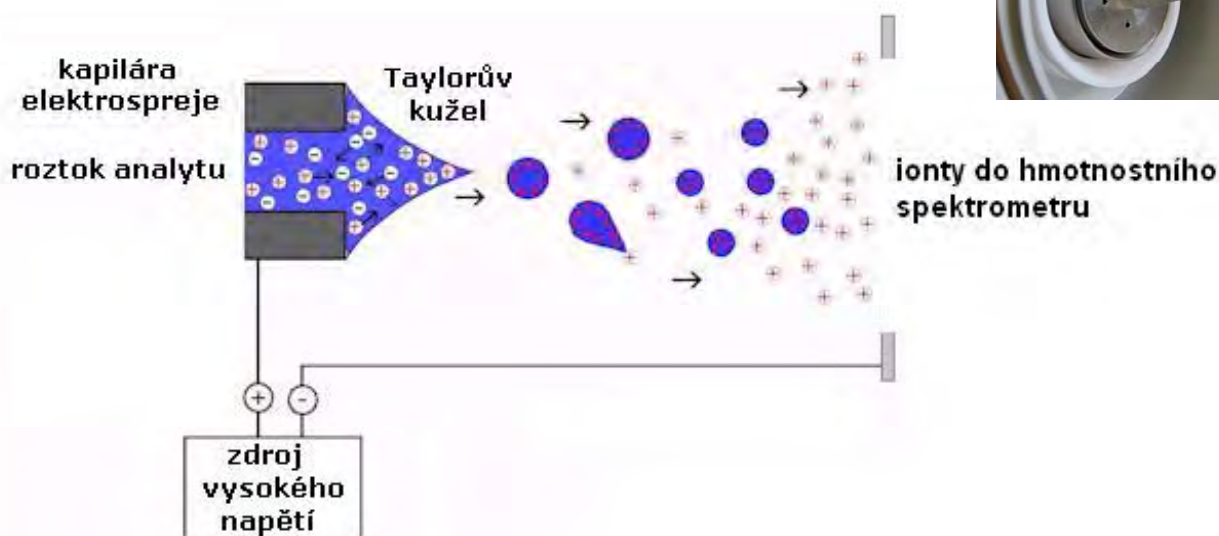
detekuje ionty, které vznikají ionizací analytů. Prvním krokem je převod analytů rozpuštěných v mobilní fázi na ionty v plynné fázi. V dalším kroku se ionty analyzují, tj. určuje se poměr hmotnosti ku náboji ( $m/z$ ). Iontové zdroje pracují za atmosferického tlaku, analyzátoři za vakua.

Univerzální a zároveň vysoce selektivní, citlivý detektor. Umožňuje identifikaci analytů na základě jejich hmotnostních spekter.



23

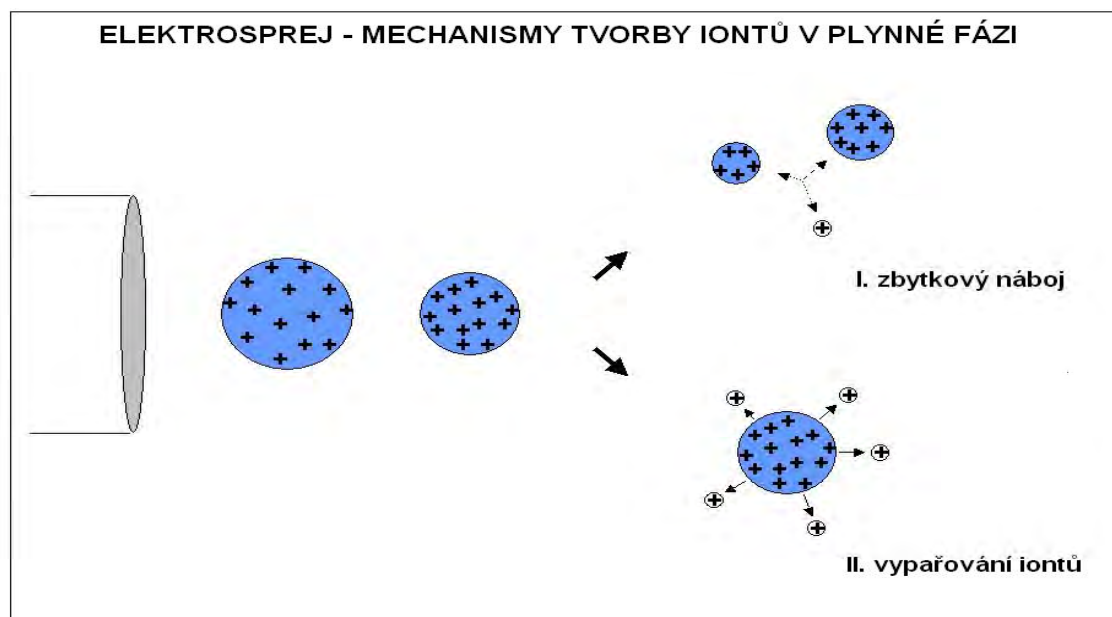
## Iontové zdroje: Elektrospray - ESI



Eluát prochází kapilárou, na niž je vloženo vysoké napětí. Intenzivní pole na konci kapiláry tvoří kónický meniskus (Taylorův kužel), ze kterého se uvolňuje sprej vysoce nabitých kapiček. Následným postupným odpařením rozpouštědla vznikají ionty. Pokud je více ionizačních míst v molekule mohou vznikat vícenásobně nabité ionty.

24

## Iontové zdroje: Elektrospray - ESI

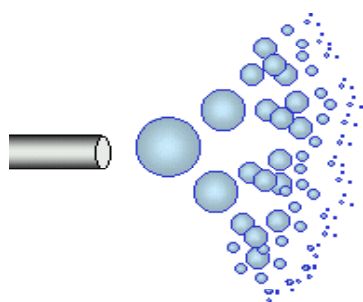


### Rayleighův limit

stav, kdy jsou repulzní síly stejné jako povrchové napětí, které drží kapku pohromadě. Pokud repulzní síly převládnu, kapka se rozpadne ("Coulombická exploze")

25

## Iontové zdroje: Elektrospray - ESI



Elektrosprej je nejčastěji používaný iontový zdroj v LC/MS.

Měkká ionizační technika, tvorba  $[M+H]^+$ ,  $[M+Na]^+$ ,  $[M-H]^-$  iontů, fragmentace jen v některých případech.

☺ jednoduchý, s velmi širokou oblastí použití, díky tvorbě vícenásobně nabitých iontů umožňuje analyzovat velmi velké molekuly (proteiny apod.)

☹ omezená použitelnost pro nepolární MF a nepolární analyty

### Elektrosprej je vhodný pro:

polární i iontové látky, peptidy, proteiny, sacharidy, nukleové kyseliny, organometalické i anorganické komplexy

26

## Iontové zdroje: Nanoelektrospray - nanoESI



☺ velmi malá spotřeba vzorku, sprejování z vody bez přítomnosti organických rozpouštědel, vyšší tolerance k solím, možnost spojení s kapilární HPLC

⊗ experimentální náročnost

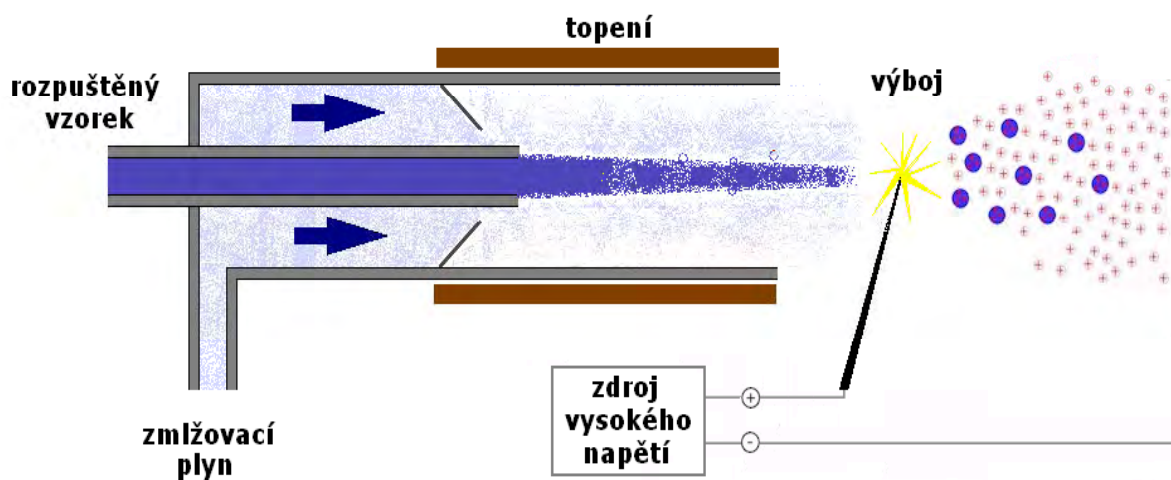
Nanoelektrosprej Obdobný iontový zdroj jako ESI pracující s průtoky nl/min. Sprejuje se z kapilár o velmi malém průměru (několik  $\mu\text{m}$ ), vkládá se nižší napětí než u ESI. Tvoří se menší kapky, které snáze desolvatují. Zvyšuje se účinnost ionizace. Práce s je experimentálně náročnější, polohu sprejeru je nutno pečlivě optimalizovat.

Nanoelektrosprej je vhodný:

pro obdobné látky jako ESI, hlavní využití v analýze proteinů a peptidů

27

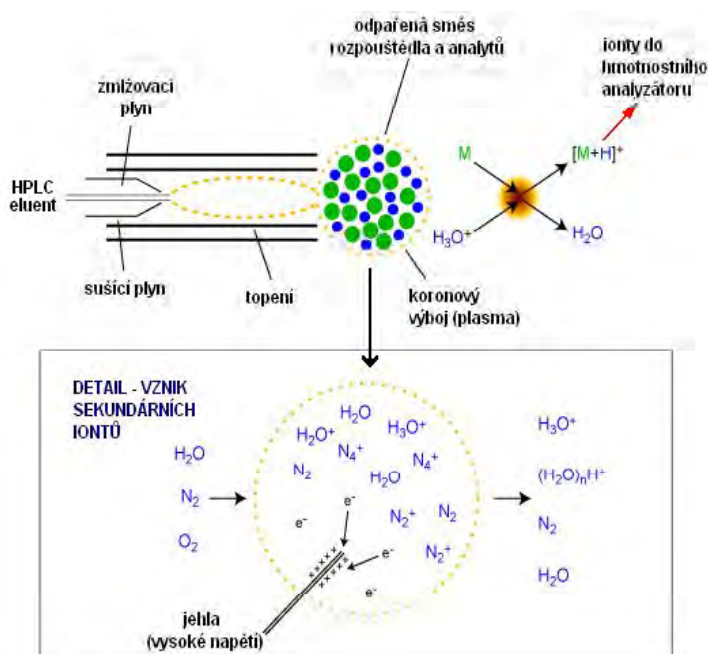
## Iontové zdroje: Chemická ionizace za atmosférického tlaku - APCI



Eluát je rozprašován do vyhříváné komůrky ( $\sim 400\text{-}500\text{ }^\circ\text{C}$ ). Koronový výboj (nejčastěji) je zdrojem elektronů, které ionizují plyny ve zdroji (zmlžovací plyn  $\text{N}_2$ , vzduch). Vzniklé ionty kolidují s molekulami rozpouštědla za tvorby sekundárních reakčních iontů (např.  $(\text{H}_2\text{O})_n\text{H}^+$ ). Tyto ionty ionizují molekuly analytu (záleží na jejich protonové afinitě).

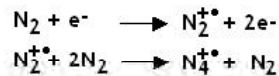
28

## Iontové zdroje: Chemická ionizace za atmosférického tlaku - APCI

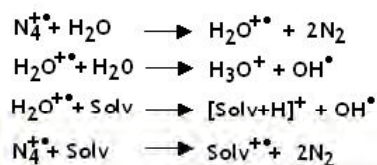


kladně nabité ionty:  
přenos protonu, výměna náboje

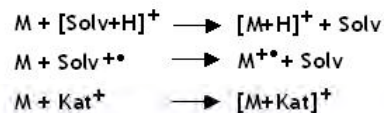
### I. Tvorba primárních iontů ze zmlžovacího plynu



### II. Tvorba reakčních iontů ze složek mobilní fáze



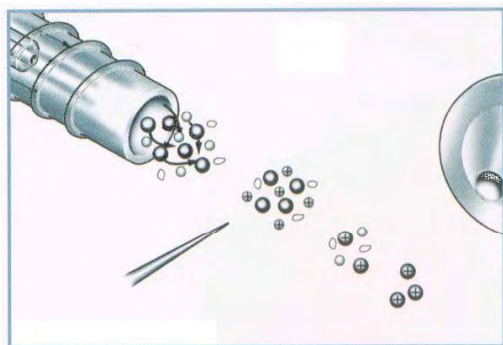
### III. Ionizace analytu



záporně nabité ionty:  
ztráta protonu, záchyt elektronu

29

## Iontové zdroje: Chemická ionizace za atmosférického tlaku - APCI



☺jednoduchá, se širokou oblastí použití, snadné použití s konvenční HPLC (kompatibilita průtoků), vhodná i pro méně polární analyty

☹ nevhodná pro termálně nestálé sloučeniny, nelze využít pro aplikace s nízkým průtokem MF

APCI je druhý nejčastěji používaný iontový zdroj v LC/MS.

Měkká ionizační technika, tvorba  $[\text{M}+\text{H}]^+$ ,  $[\text{M}-\text{H}]^-$  iontů, adukty se solventem, fragmentace je běžná, ale většinou v malém rozsahu.

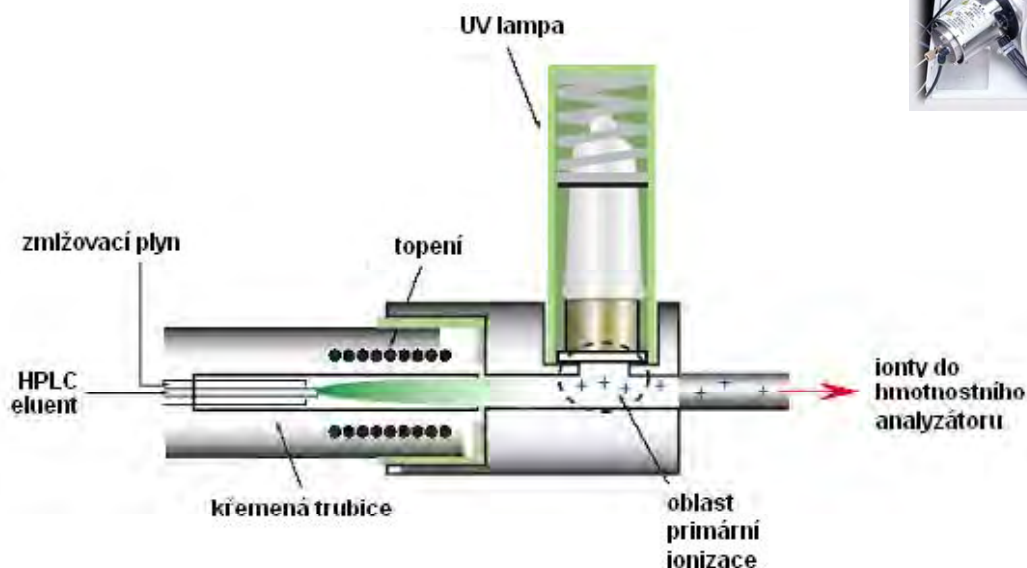
APCI je vhodná pro:

polární i málo polární analyty < 2000 u

průtoky 0,5 – 2,0 ml/min

30

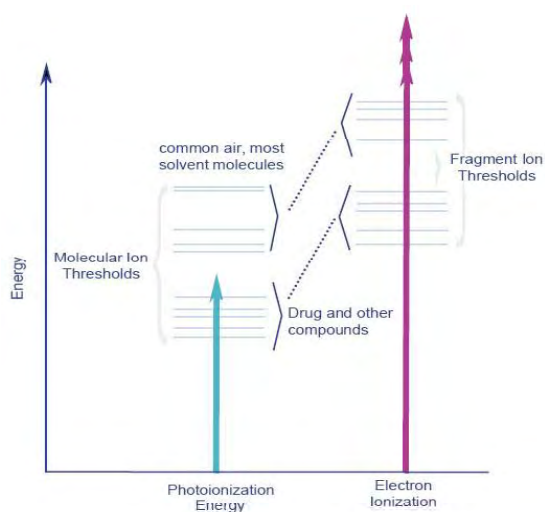
## Iontové zdroje: Chemická fotoionizace za atmosférického tlaku - APPI



Eluát je rozprašován do vyhřívané komůrky. UV lampa je zdrojem fotonů (energie ~10 eV), které jsou absorbovány molekulami analytu. Analyt ztrácí elektron a vznikají molekulární ionty  $M^{*+}$ . Do zdroje se může přivádět dopant s nízkou ionizační energií (toluen, aceton) ke zvýšení koncentrace ionizovaných molekul a tím i ke zvýšení účinnosti ionizace analytu.

31

## Iontové zdroje: Chemická fotoionizace za atmosférického tlaku - APPI



Energie fotonů je volena tak, aby byla dostatečná pro ionizaci celé řady analytů, ale zároveň dostatečně nízká, aby nedocházelo k ionizaci vzduchu a běžných rozpouštědel (voda, methanol, acetonitril). Dochází k přímé ionizaci analytů.

☺ detekce látek s velmi nízkou polaritou, velký lineární dynamický rozsah

APPI je vhodná pro:

látky, které se obtížně ionizují v ESI a APCI (APPI není závislá na acidobazických reakcích v plynné fázi).

průtoky 0,5 – 2,0 ml/min

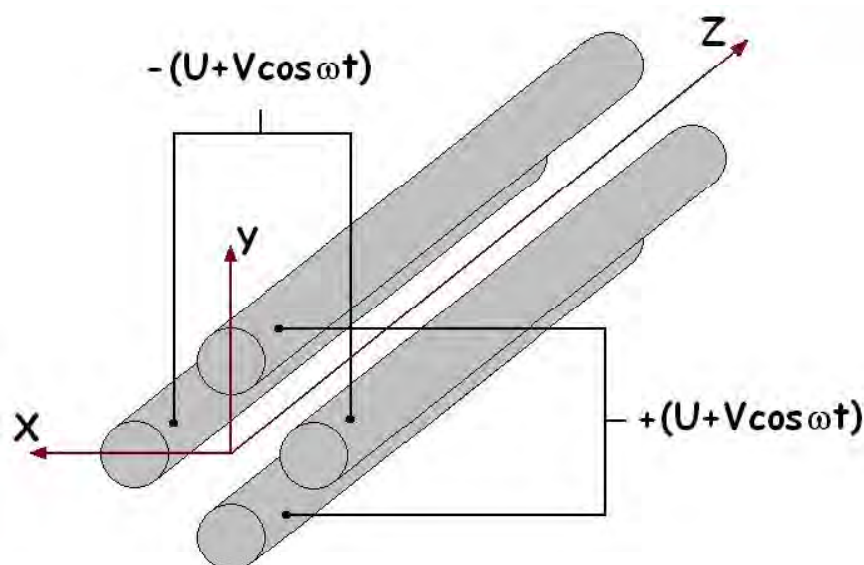
API metoda, měkká ionizace. Tvorba  $M^{*+}$ ,  $M^{*-}$ ,  $[M+H]^+$ ,  $[M-H]^-$  iontů, aduktů se solventem.



32



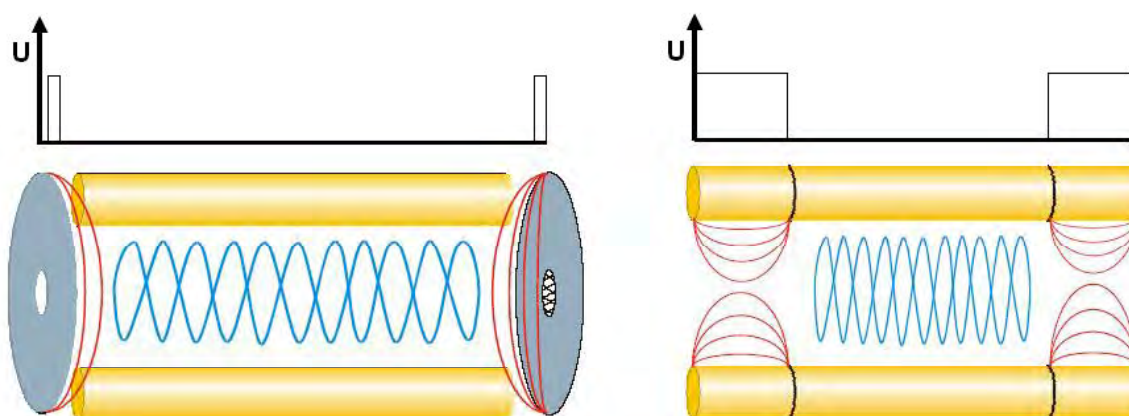
## Analyzátořy: Kvadrupól



Analyzátoř tvořen 4 paralelními tyčemi kruhového nebo hyperbolického průřezu, na něž je vkládáno napětí. Vstupující ionty začnou oscilovat. Oscilace jsou stabilní pouze pro ionty s určitým poměrem  $m/z$  a jen tyto ionty kvadrupólem projdou. Ostatní jsou zachyceny na tyčích. Skenováním jsou propouštěny postupně všechny ionty z požadovaného rozsahu spektra ("hmotnostní filtr").

33

## Analyzátořy: Lineární iontová past (2D past)



Lineární iontová past je v podstatě "RF only" multipól (kvadrupól), na jehož přední i zadní straně jsou umístěny elektrody na vyšším DC potenciálu. Uvnitř multipólu tak vzniká pole umožňující uchovávat a selektivně vypuzovat ionty. Ionty mohou být vypuzeny axiálně i radiálně.

34

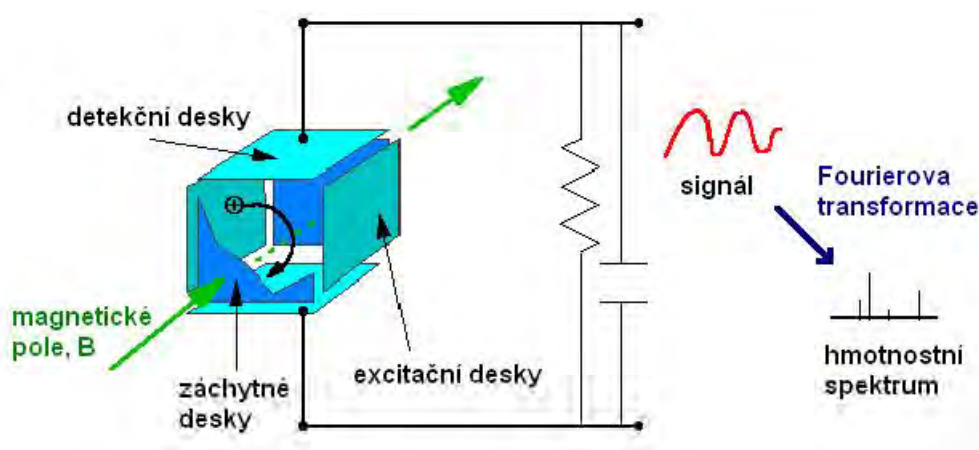
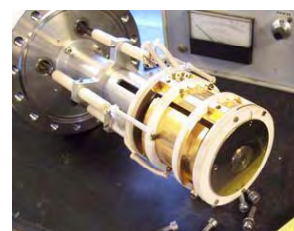
## Analyzátořy: průletový analyzátoř



Průletový analyzátoř je založený na měření doby, za kterou ionty překonají určitou dráhu. Ionty jsou urychleny vysokonapěťovým pulsem a vstupují do oblasti bez elektrického pole (letové trubice). Ionty s různým  $m/z$  získají stejnou energii, ale různou rychlost. Čas, který je potřebný k překonání letové dráhy je rozdílný - těžší ionty potřebují delší čas než lehčí ionty. Na konci trubice je detektor.

35

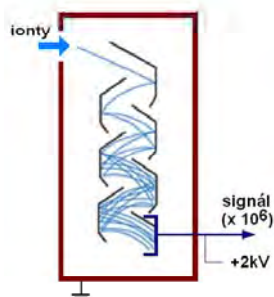
## Analyzátořy: Iontová cyklotronová rezonance



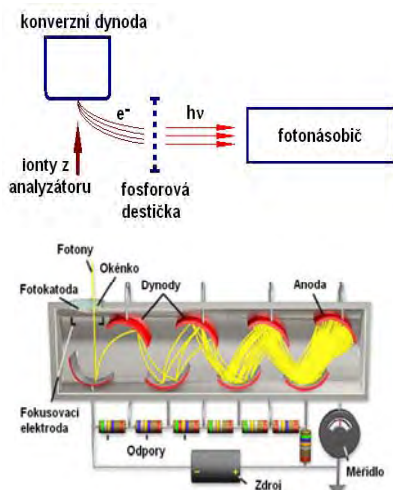
ICR cela je umístěna ve vakuu uprostřed velmi silného magnetického pole. Ionty jsou zachyceny v pasti kombinací magnetického pole a elektrického potenciálu vkládaného na záchytné desky. V magnetickém poli se ion začne pohybovat po kruhové trajektorii. Frekvence rotace jsou úměrné  $m/z$  a pomocí Fourierovy transformace jsou převedeny na hmotnostní spektrum.

36

## Detektory iontů



**Elektronový násobič** je zařízení obsahující sérii dynod se vzrůstajícím potenciálem. Ionty narážejí na povrch dynody, dojde k sekundární emisi. Emitované částice jsou přitahovány další dynodou, na které dojde k vícenásobné emisi částic. Kaskádovitým efektem tak vznikne velké množství elektronů, které jsou detekovány.

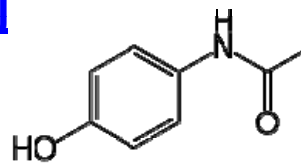


**Fotonásobič** je citlivý detektor elektro-magnetického záření v UV, VIS a IR oblasti. Ionty se detekují tak, že se se před fotonásobič umístí fosforová destička. Na ní dopadají částice z konverzní dynody a dochází k emisi fotonů. Ty dopadají na fotokatodu, kde fotoelektrickým jevem dojde k emisi elektronů. Ty jsou dále zmnoženy stejně jako v elektronovém násobiči.



37

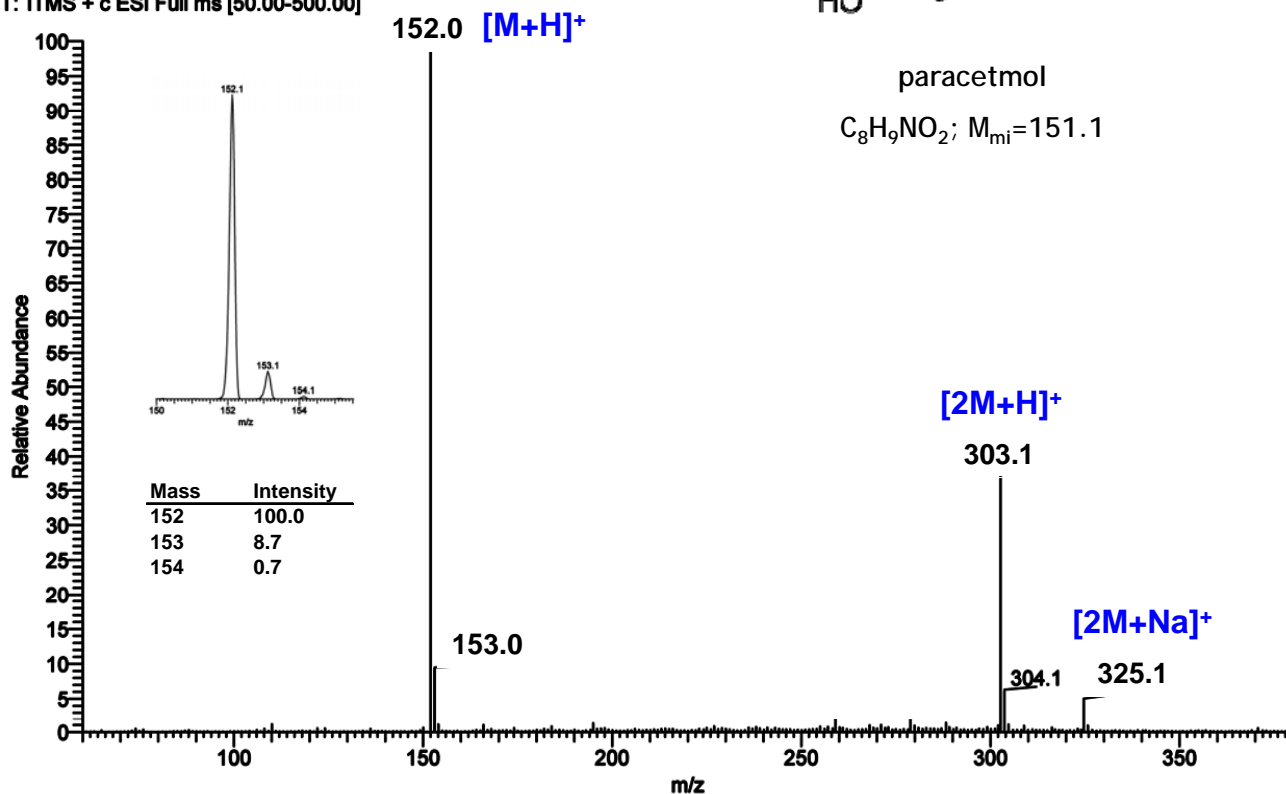
## Hmotnostní spektra - elektrosprej



paracetmol

 $C_8H_9NO_2$ ;  $M_{mi}=151.1$ 

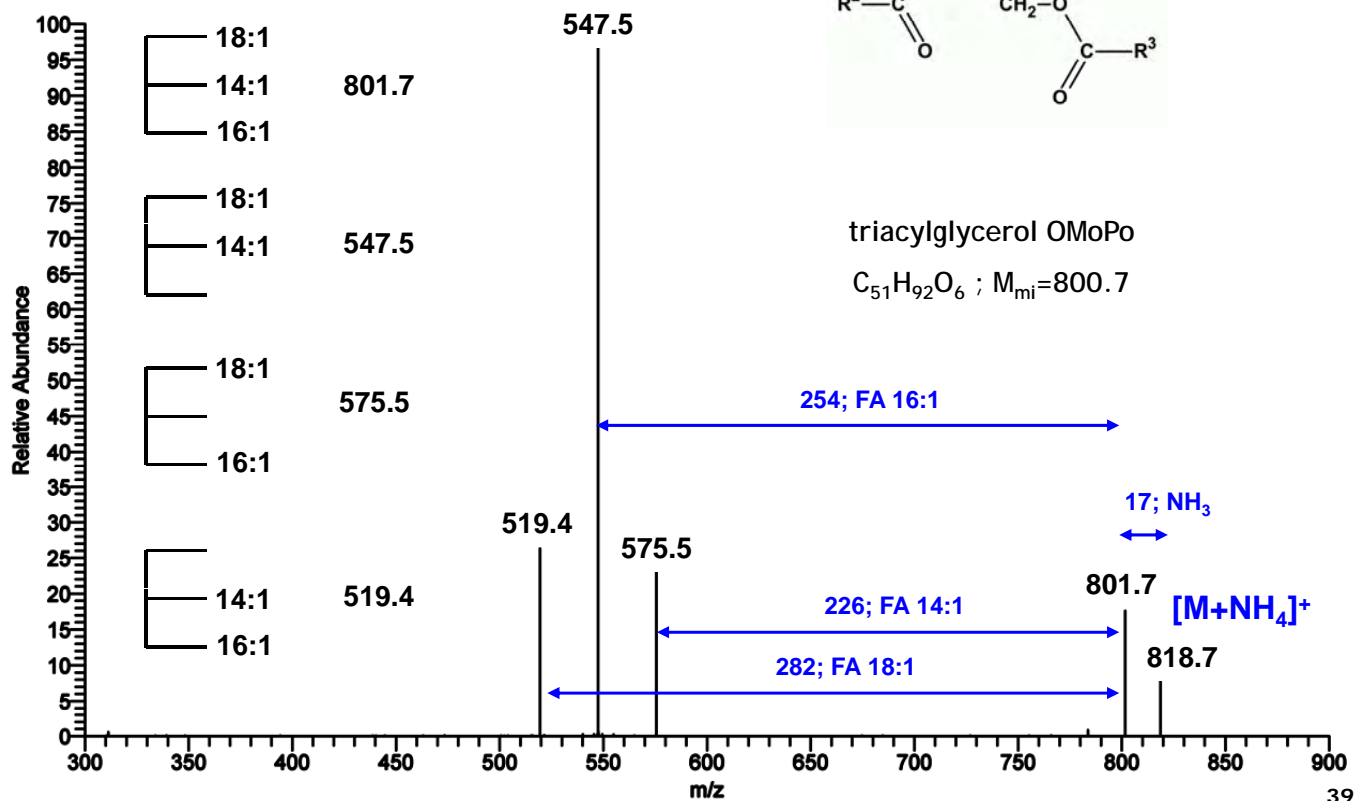
JC LEKY\_Pan\_04\_080720211508 #1-22 RT: 0.00-0.25 AV: 22 NL: 2.40E4  
T: ITMS + c ESI Full ms [50.00-500.00]



38

## Hmotnostní spektra - APCI

JC\_TAG\_Bter\_MSMS01 #6162 RT: 64.99 AV: 1 NL: 3.82E6  
T: FTMS + c APCI corona d Full ms2 818.72@cid30.00 [215.00-830.00]



MC230P14 Vysokoučinná kapalinová chromatografie, 2010/2011

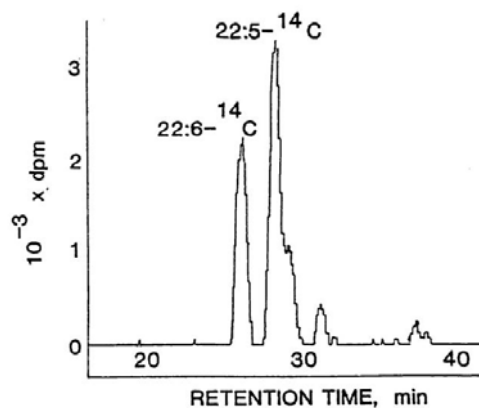
## Radiometrický detektor

### Radiometrický (radiochromatografický) detektor

Detektor obsahuje scintilátor, který může být pevný, nebo kapalný. Ionizující záření vyvolá luminiscenci, většinou ve viditelné oblasti. Ta je zaznamenána fotonásobičem. Citlivost závisí na době, kterou radioaktivní analyt stráví v detektoru (měří se většinou v segmentech).



Využívá se k detekci značených sloučenin při farmakologických studiích, environmentálních a klinických aplikacích.



RP-HPLC separace značených mastných kyselin