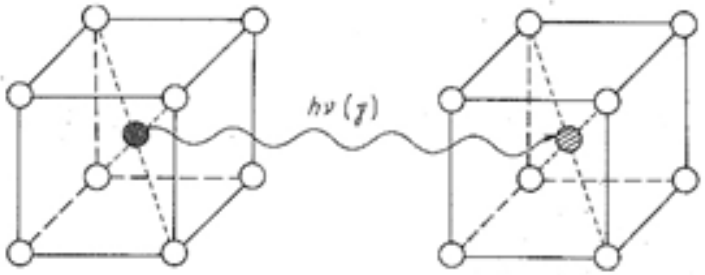
C6200-Biochemické metody

11B_MOESSBAUEROVA SPEKTROSKOPIE

Petr Zbořil

Princip

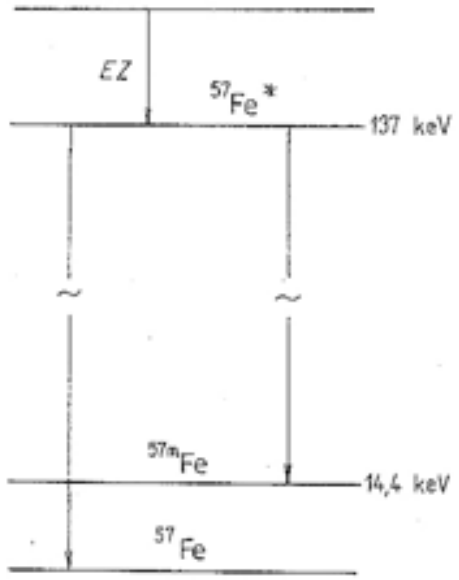
- Excitace jader
  - λ = 0,125 nm, γ-záření
- Bezodrazová emise, rezonanční absorpce jádrem
  - Zdroj (emiter), vzorek (absorbér)
  - Emiter v mřížce (kinetická energie zůstává) – stejné λ



Obr. 3.86 Absorpce záření γ jádrem vázaným v krystalové mřížce. Černě je vyznačeno emitující jádro a čárkovaně jádro absorbující foton γ

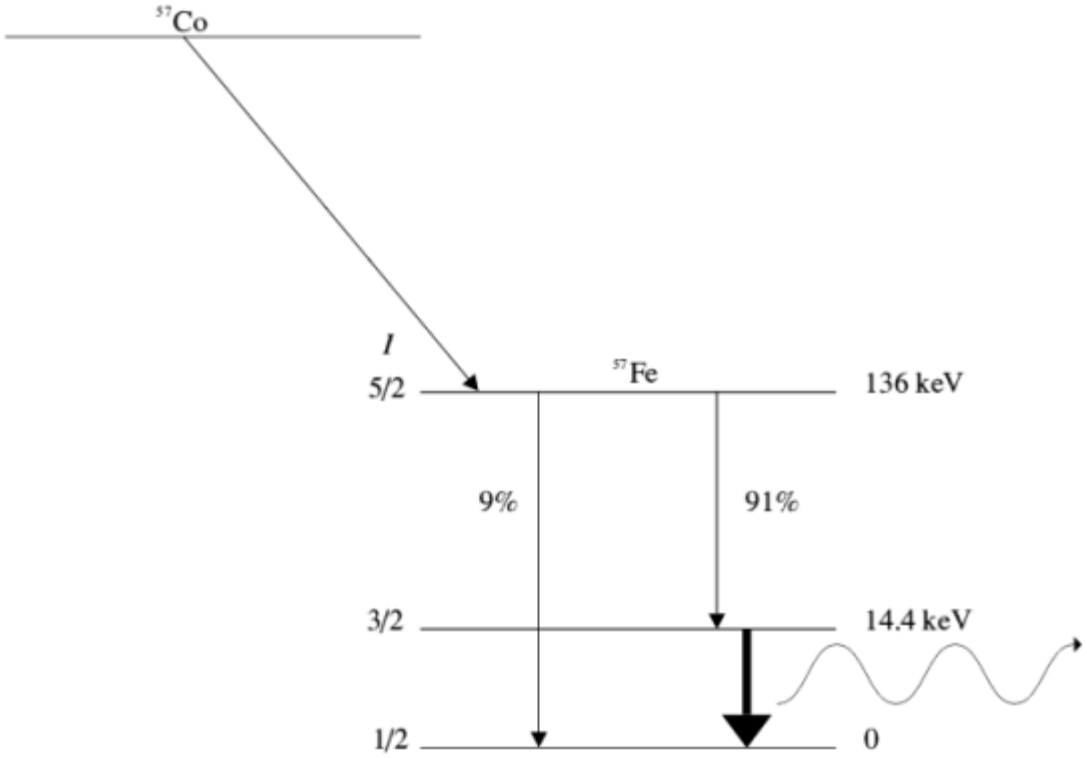
Zdroj záření

- ^{57}Fe ($^{57}Co + e^-$) – jinak ca 80 nuklidů
- Čarové spektrum, omezený výběr



Obr. 3.85 Energetické hladiny železa ^{57}Fe, vznikajícího z ^{57}Co; hladina 14,4 keV je tzv. Mössbauerova hladina
EZ — elektronový záchyt

Zdroj záření



Rozpad ^{57}Co na ^{57}Fe produkuje 14,4 keV γ-záření (Moessbauerovo)

Zdroj záření

Změna ν pohybem zdroje

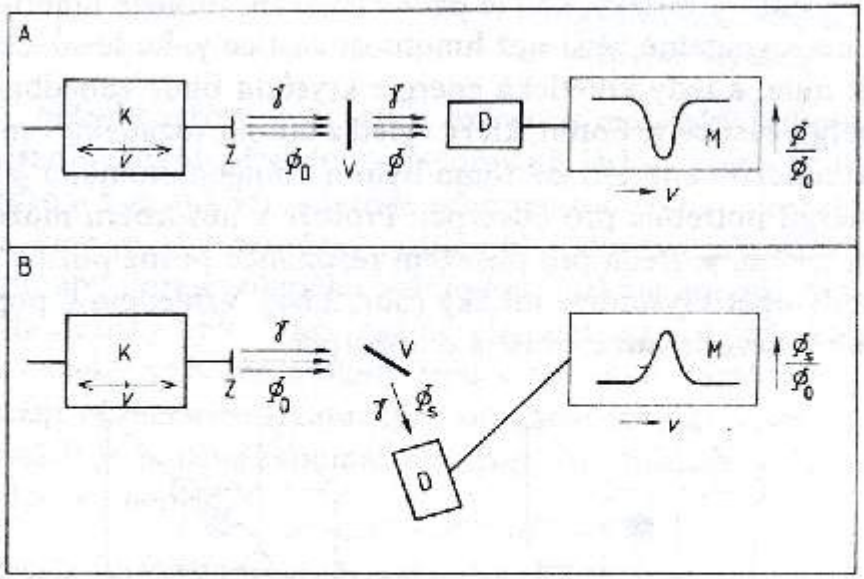
Doppler: $\Delta \nu = \nu \cdot v / c$

pro 1 cm . s^{-1} $\Delta \nu$ = 116 MHz

Šířka linie Fe (14,4 keV) ca 1,6 MHz dostačuje pro skenování

(pro λ = 0,125 nm a v = 1 cm . s^{-1} vychází $\Delta \nu$ = 80 MHz)

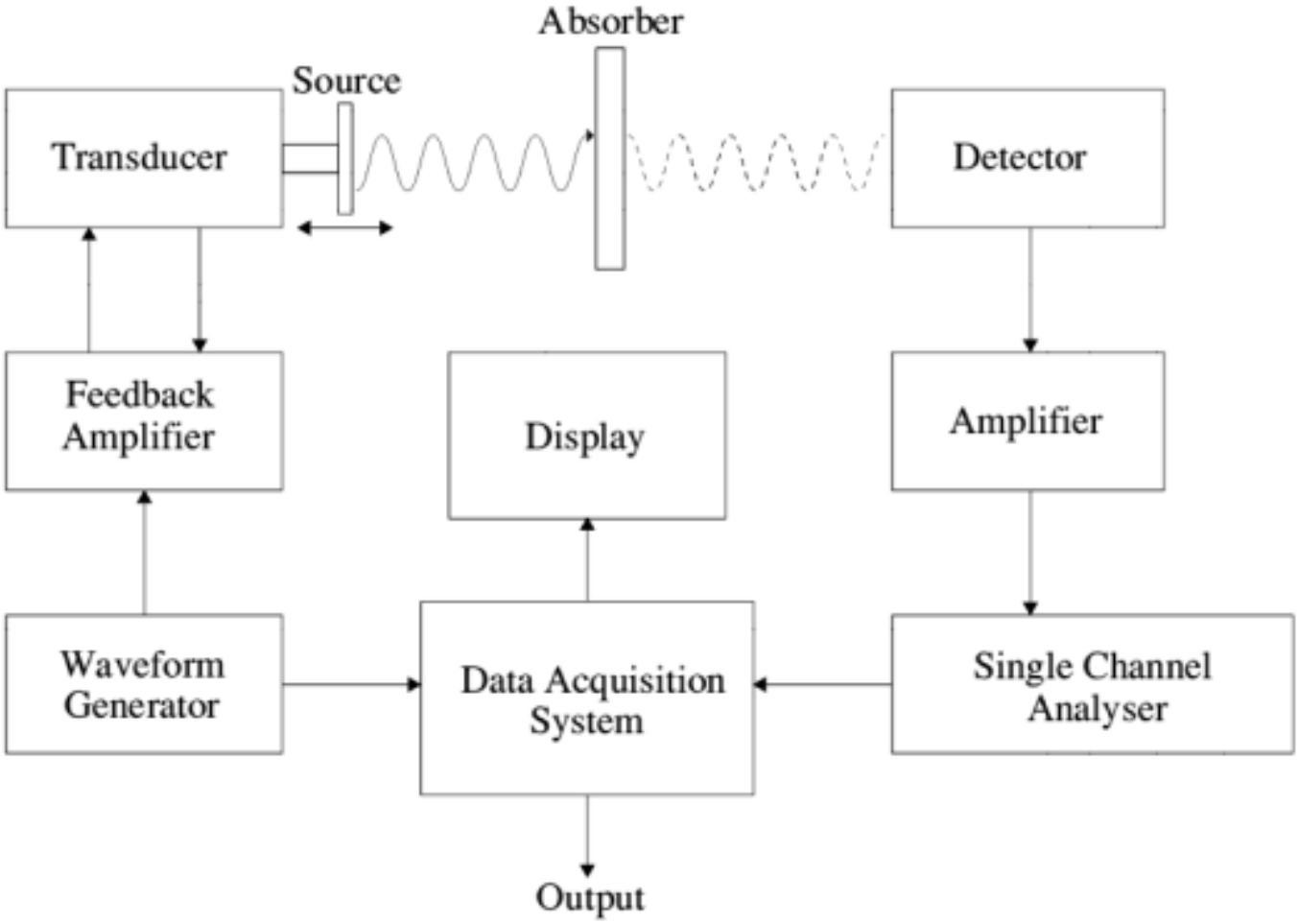
Typy Moessbauerových spektrometrů



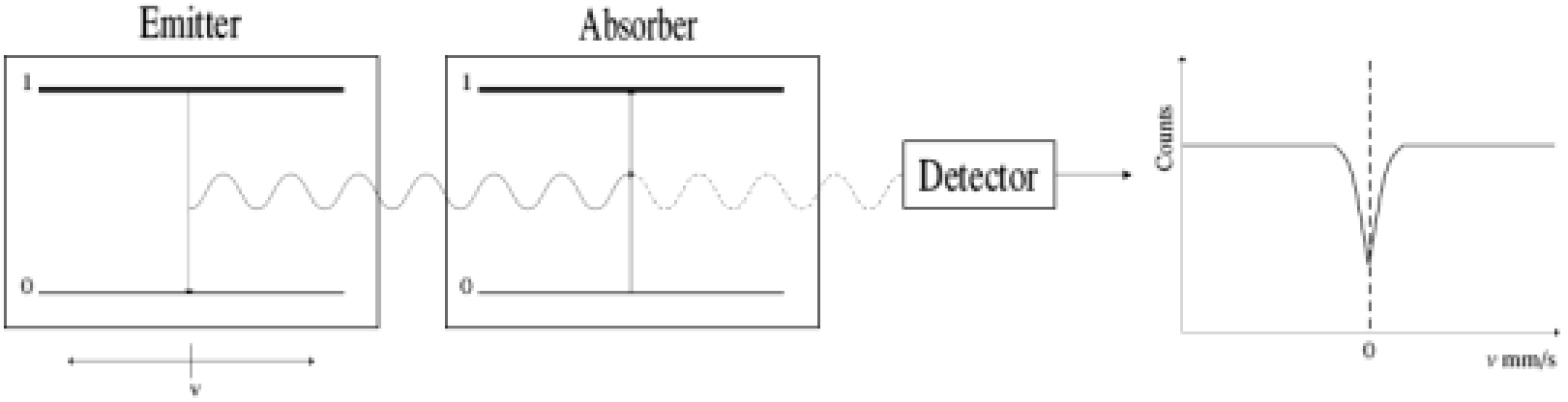
Obr. 3.87 Blokový diagram Mössbauerova spektrometru
A — transmisní uspořádání, *B* — měření rozptylu; *K* — zařízení pro kmitavý pohyb zdroje, *Z* — zdroj záření γ, *V* — vzorek, *D* — detektor záření γ, *M* — vícekanálový analyzátor se zapisovačem, *v* — rychlost posunu zdroje, Φ_0 — primární tok záření, Φ — zeslabený tok záření, Φ_s — tok rozptýleného záření

- A – transmisní, B – rozptylový

Blokové schéma Moessbauerova spektrometru

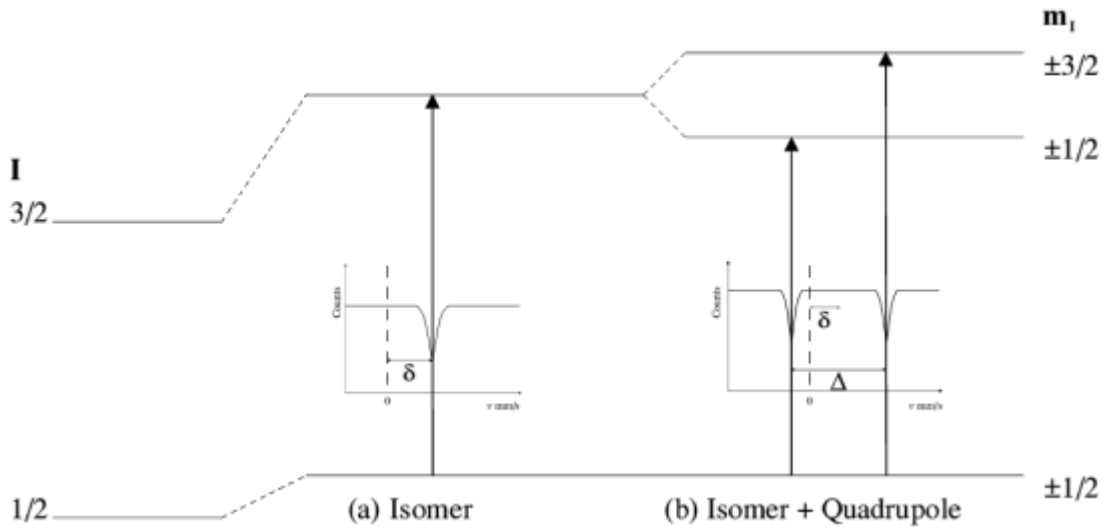


Moessbauerovo spektrum



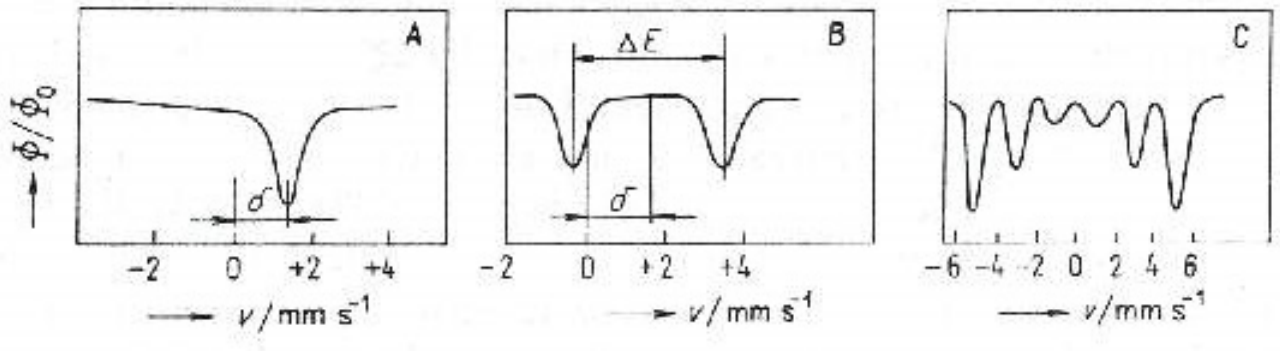
- Nejjednodušší Moessbauerovo spektrum, emitor i absorbér jsou v identických podmínkách

Vliv okolí jádra



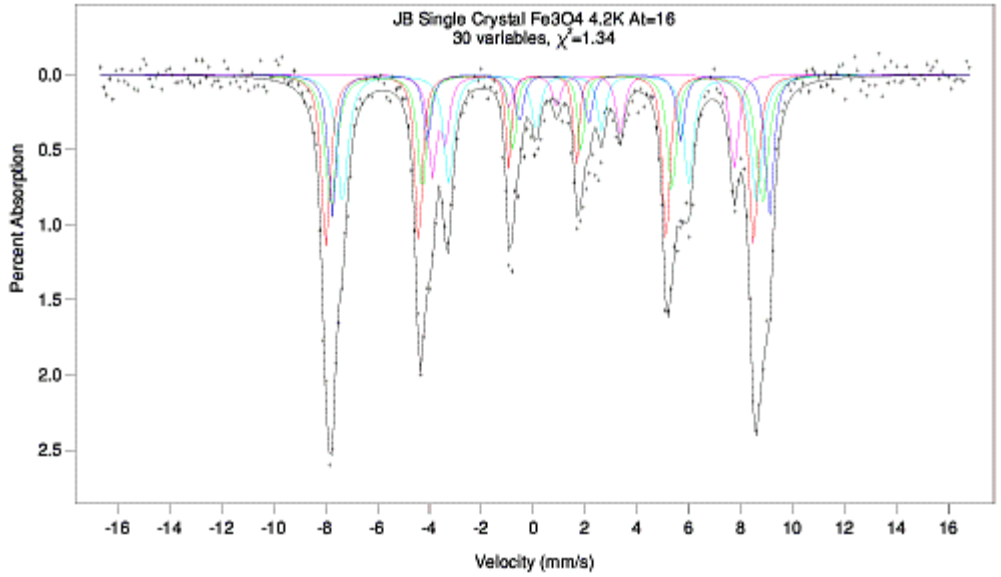
- Kvadrupolové štěpení

Moessbauerovo spektrum



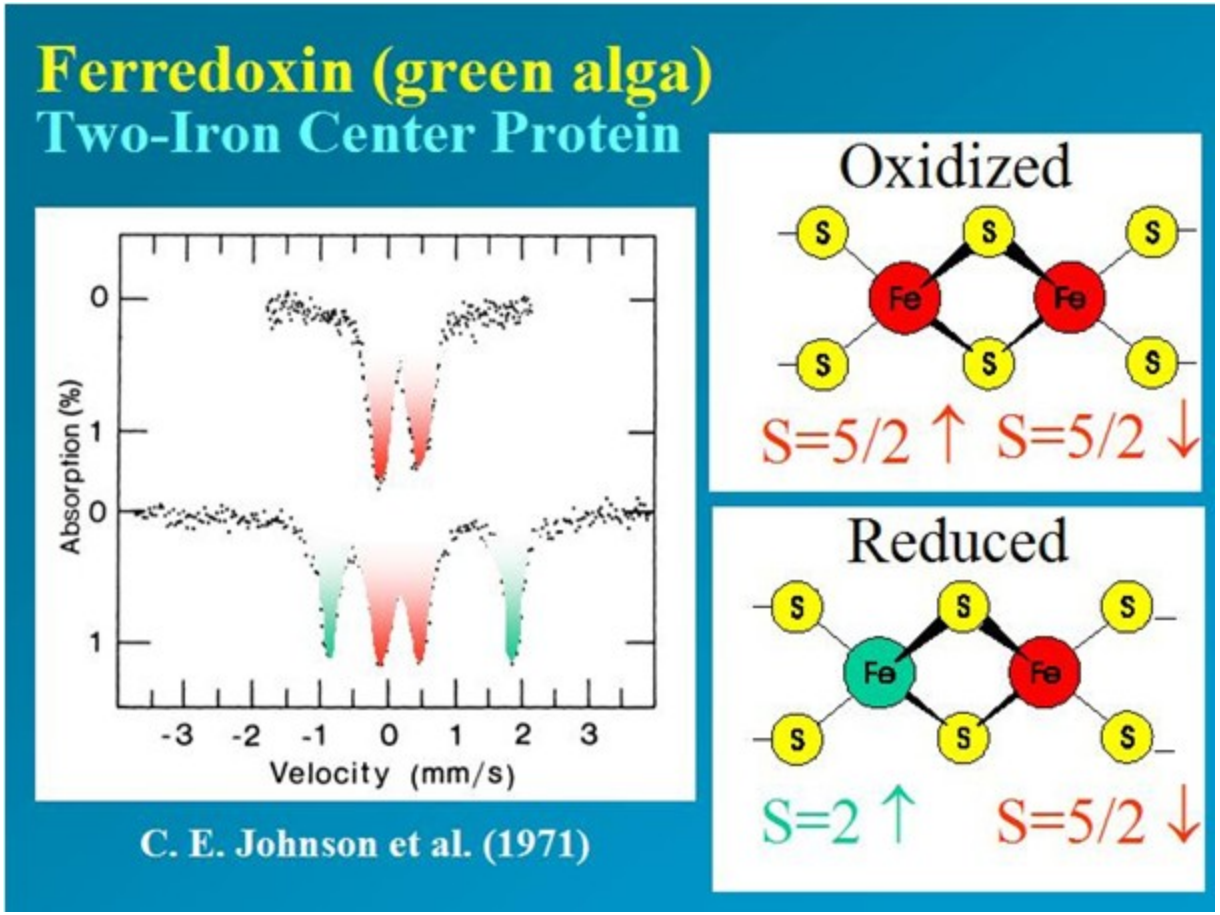
- A – s jedním píkem
  - δ - chemický posun (IS – izomer shift)
  - Vliv elektronové hustoty okolí jádra – chemický stav
- B – s kvadrupolovým štěpením
  - asymetrie nábojů
- C – hyperjemná struktura Fe
  - interakce magnetických polí a spinů

Vliv magnetického pole



- Spektra magnetitu pod vlivem magnetického pole různé intensity

Biochemické aplikace



- Ferroproteiny (hemo-, Fe-S proteiny apod.)

- Děkuji za pozornost