

Zprovoznění experimentu

***„Jaderná magnetická
rezonance“***

Jan Kubant

Obsah

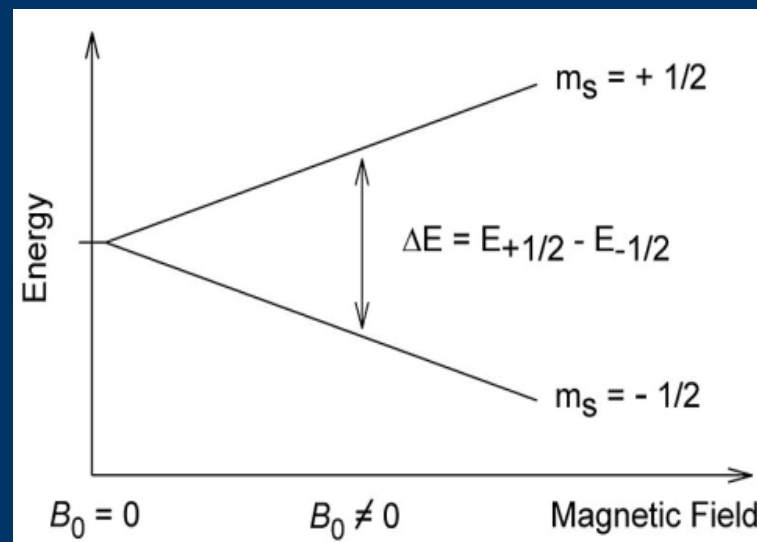
- Projekt Cesta k vědě
 - Pojem Jaderná magnetická rezonance
 - Aparatura
 - Experiment
 - Využití
 - Ukázka
 - Shrnutí
-
-

Projekt Cesta k vědě

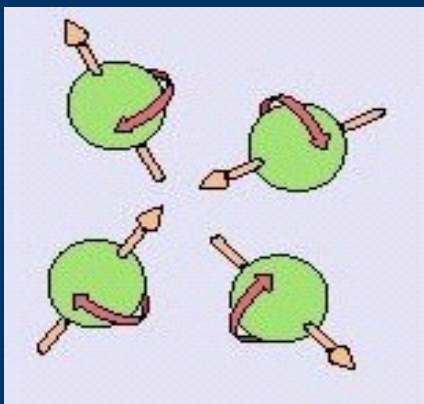
- Pr SŠ studenty
- 1. rok výuka: matematika, fyzika, programování
- 2. rok práce na zvoleném tématu
- Výstup práce poster (Aj), představený na fyzikální konferenci

Jaderná magnetická rezonance

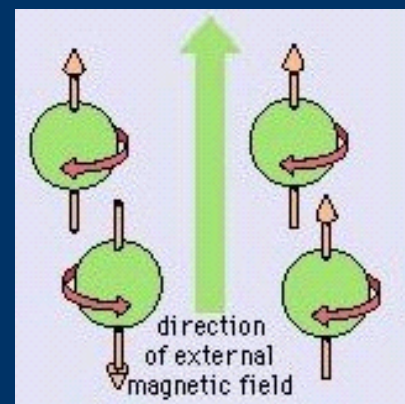
- Jedná se o děj, kdy jádro začne pohlcovat elektromagnetické záření
- Týká se jen jader se spinem $\frac{1}{2}$
- Při působení mag. Pole se energetické hladiny jader rozštěpí
- Pokud dodáme jádru energii rovnou rozdílu energetických stavů začne pohlcovat energii



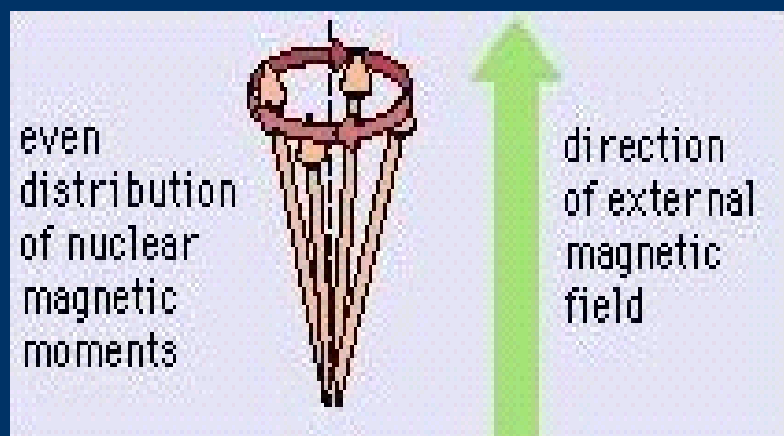
Jaderná magnetická rezonance



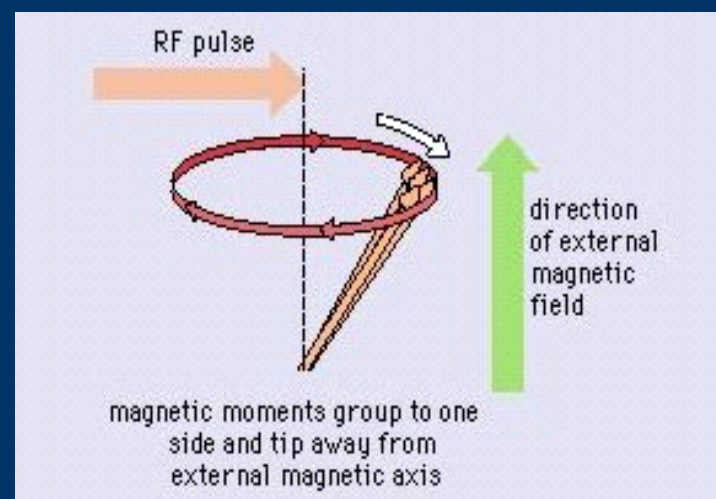
Náhodná orientace spinů



Působí externí magnetické pole



Nesjednocená precese spinů



Vysokofrekvenční puls sladí precesi spinů

Jaderná magnetická rezonance

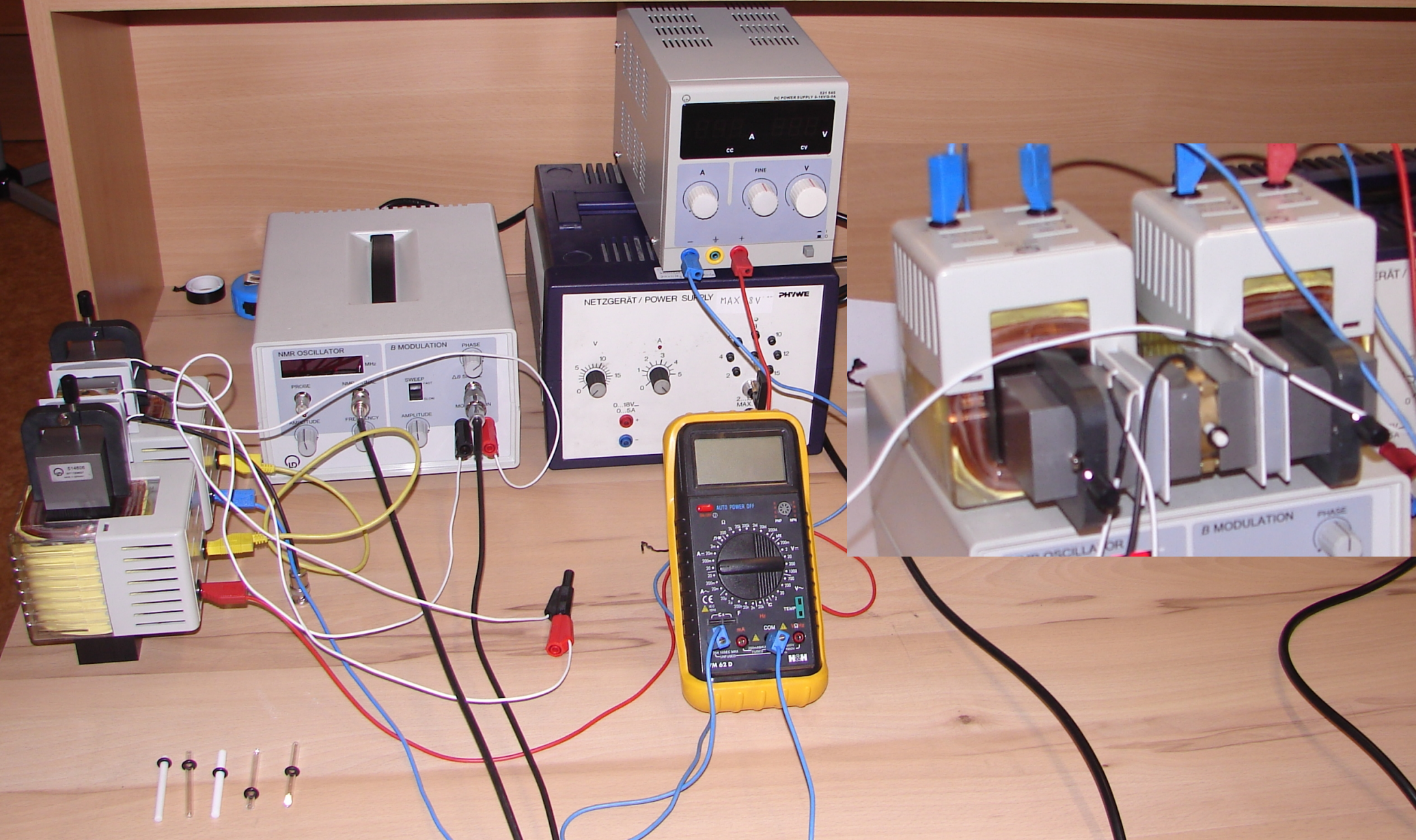
- Energie fotonu elektromagnetické vlny přijaté protonem, či elektronem je

$$E = hf = \frac{g \mu_n B}{h}$$

- Frekvence f této vlny se nazývá se Larmorovou
- Pro **proton** (např. jádro vodíku) je Larmorova frekvence

$$f_{\text{larmorova}} = 42,7 \cdot 10^9 \cdot B (\text{tesla})$$

Aparatura



Osciloskop

- Používali jsme 2 druhy, nejdříve analogový, později digitální
- Nmr je velmi rychlý děj, je třeba osciloskop, který tento děj zachytí
- Díky digitalizaci jsme byli schopni počítat i integrál rezonanční křivky

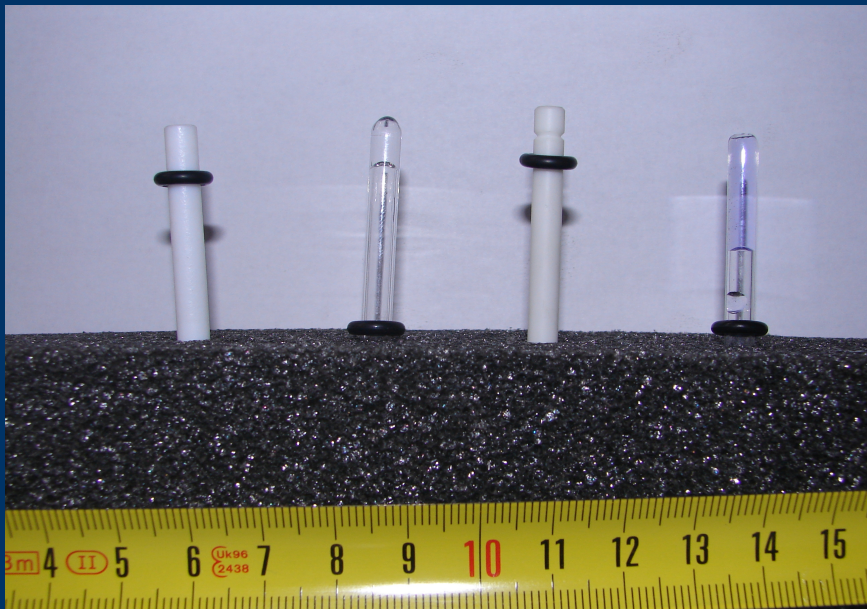


Experimenty

- Vybuzení jaderné magnetické rezonance u nejrůznějších látek
- Měření g – faktoru vodíku a fluoru
- Měření obsahu vodíku v ovoci

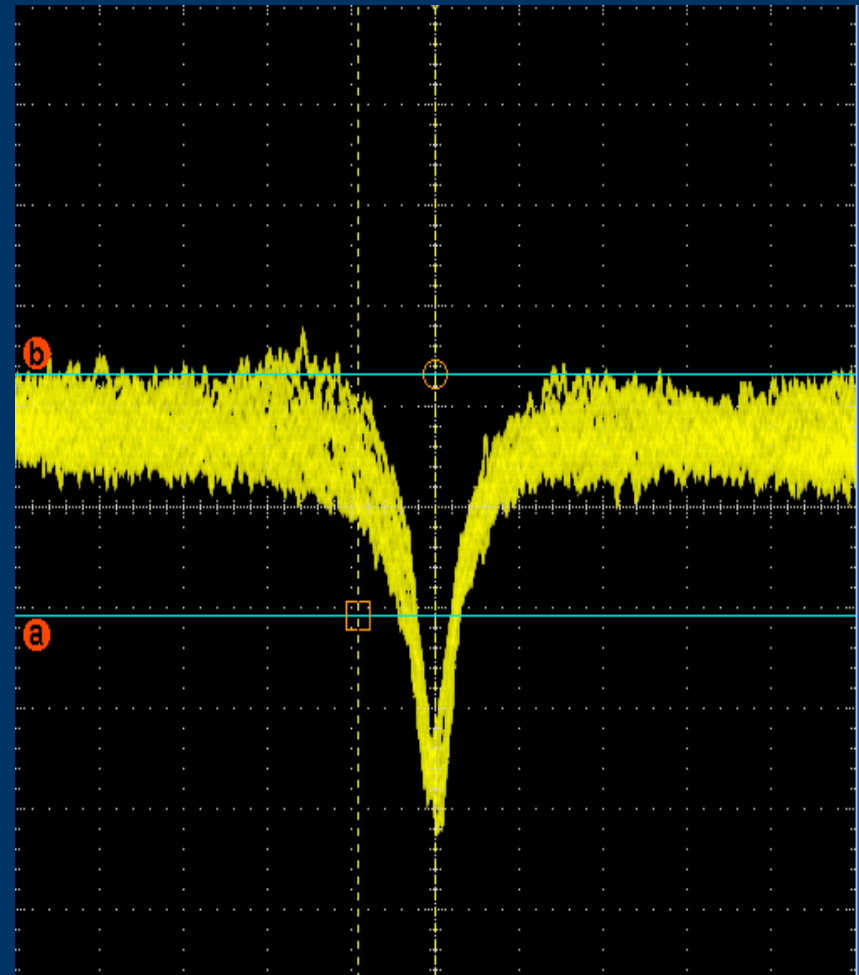
Měřené vzorky

- Krev, banán, jablko, kalibrační destilovaná voda, polystyren, glycerin, PTFE (teflon)



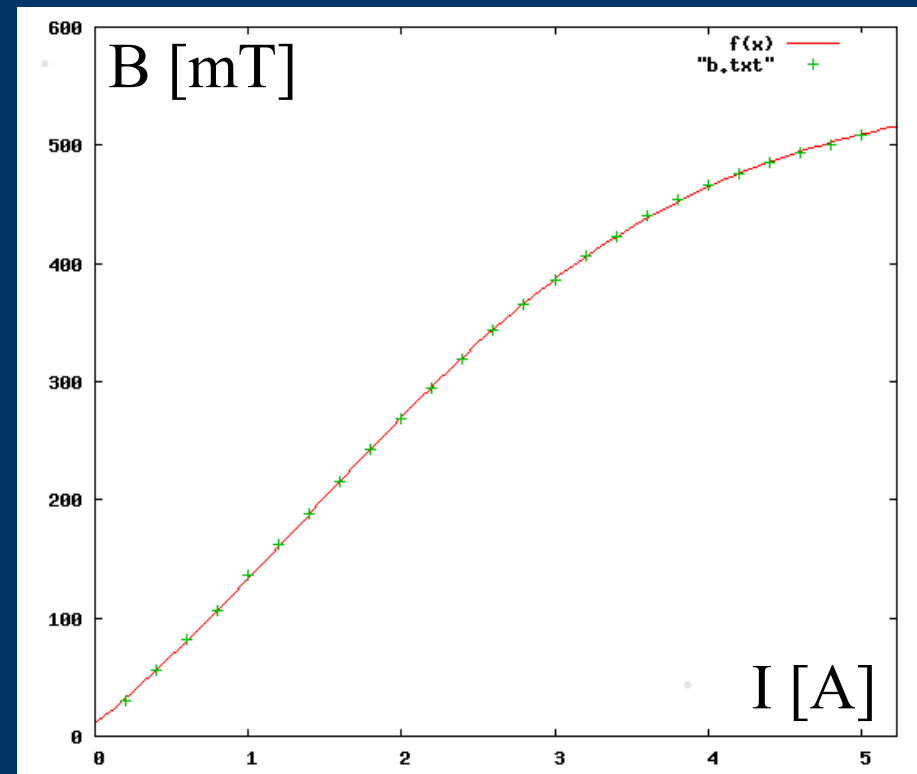
Rezonance

- Rezonance PTFE
(rezonuje jádro fluoru)

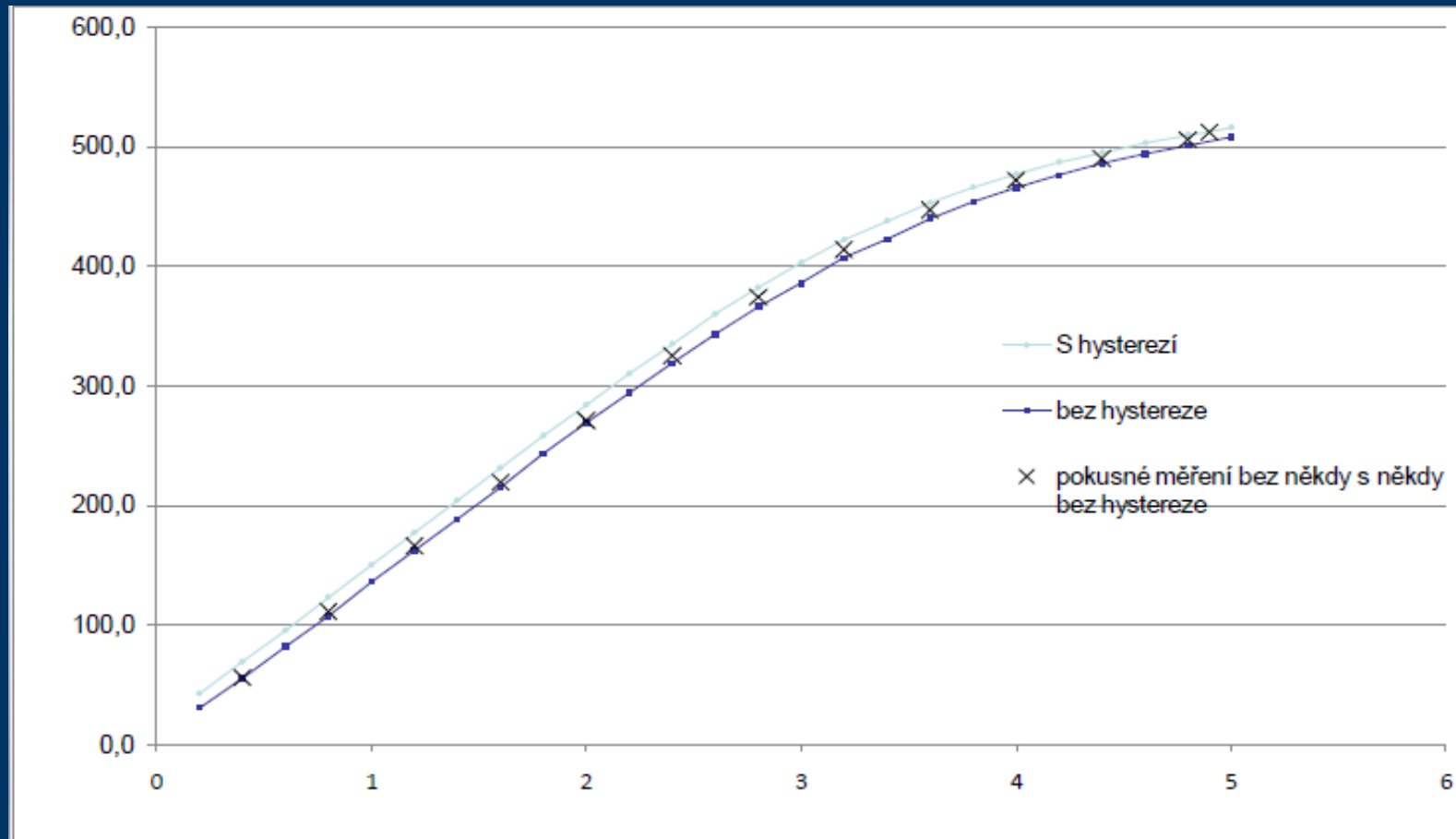


Měření g -faktoru

- Proměřit působení magnetického pole (fit funkcí sigmoid)
- Hystereze
- Proměřit velikost larmorovy frekvence pro různé hodnoty proudu

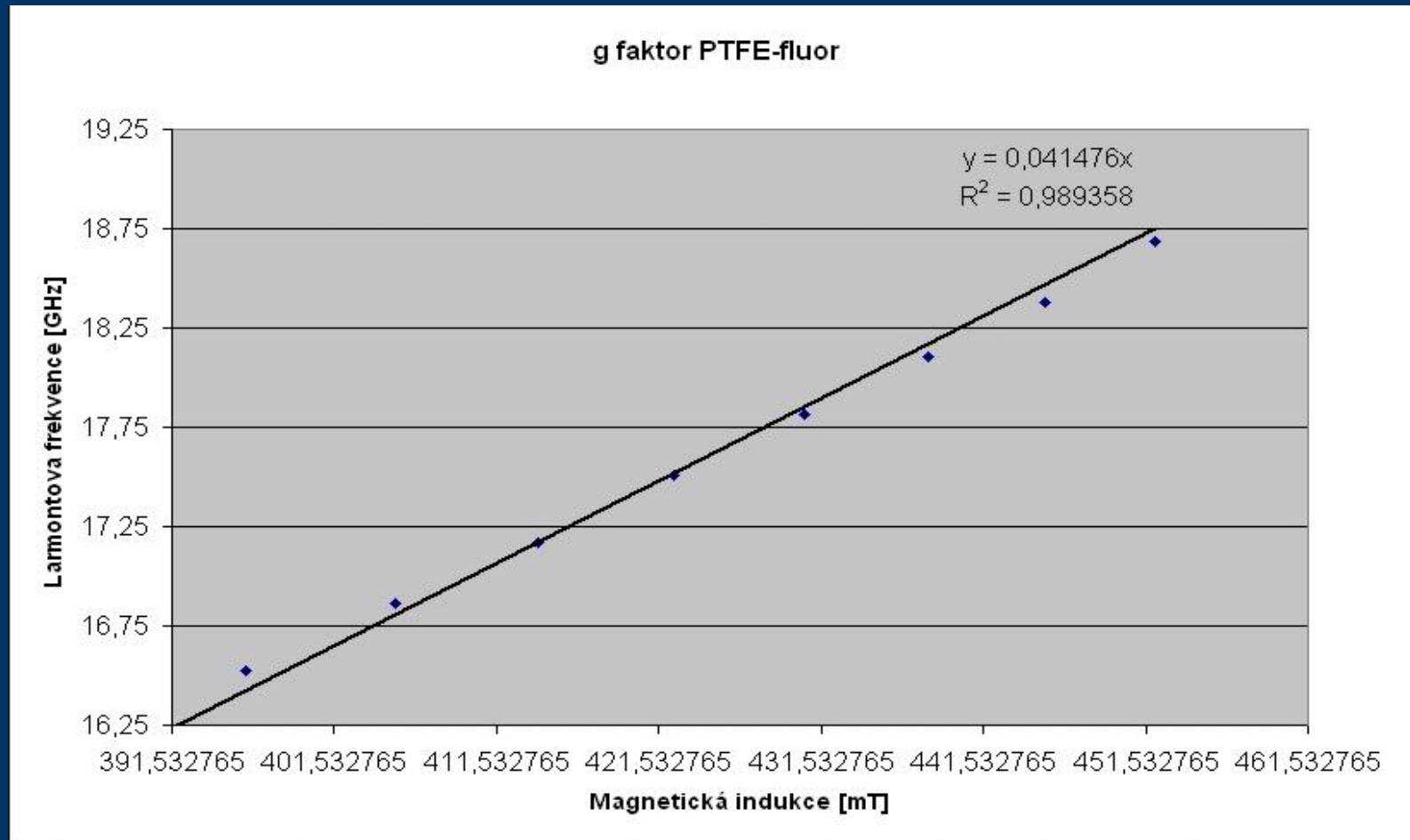


Hystereze



- Museli jsme měřit jen napoprvé, hodnoty nenastavovat znovu

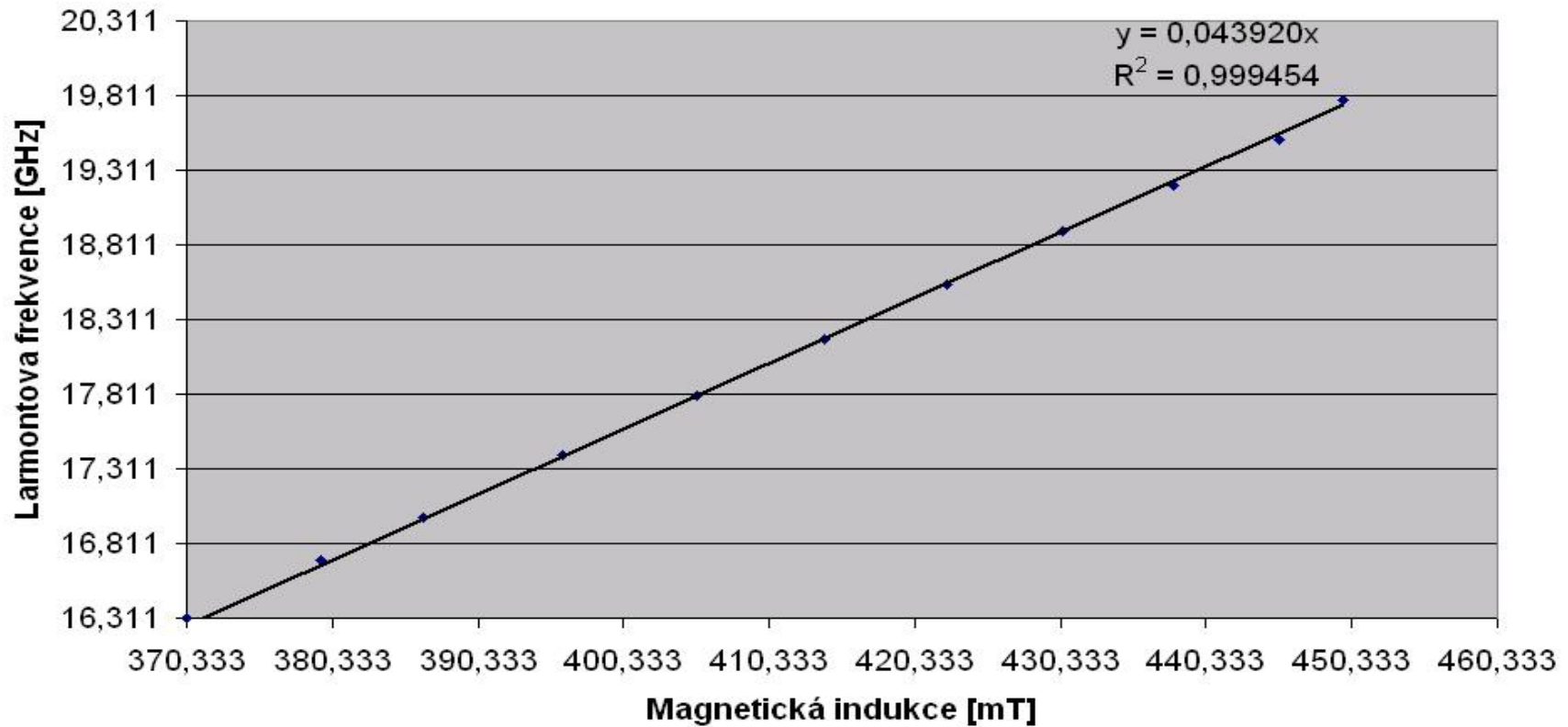
Výsledky



Naměřená hodnota: 5,44
Tabulková hodnota : 5,25

Výsledky

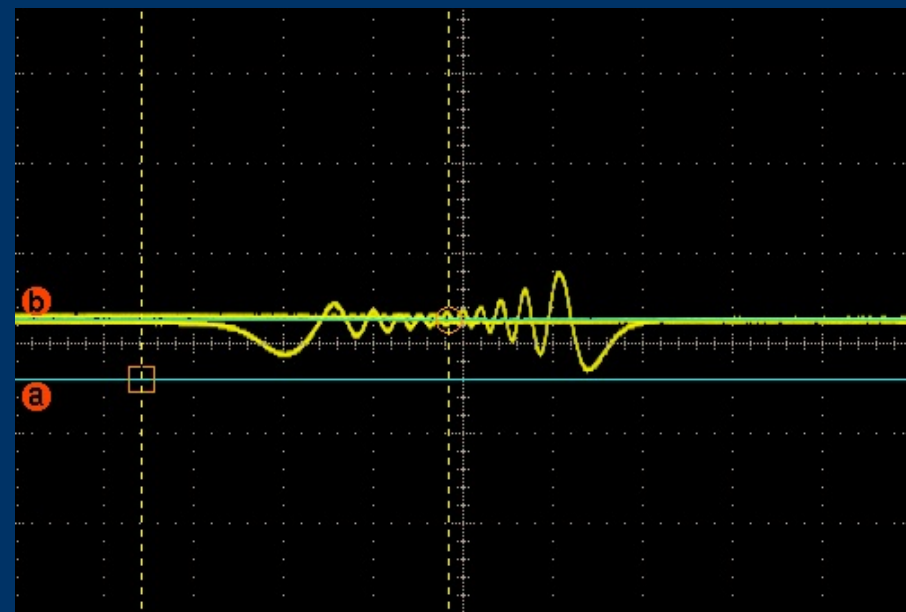
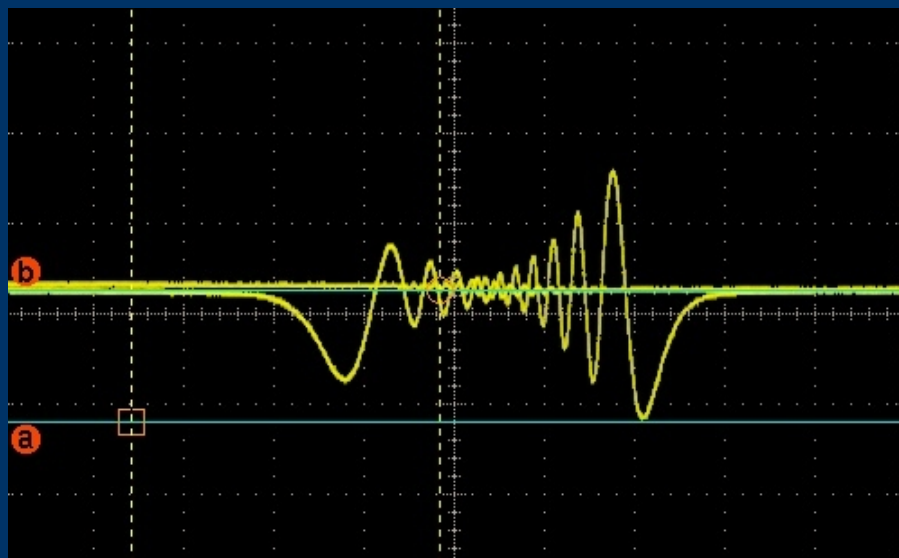
G faktor glycerin



Naměřená hodnota: 5,76

Tabulková hodnota: 5,59

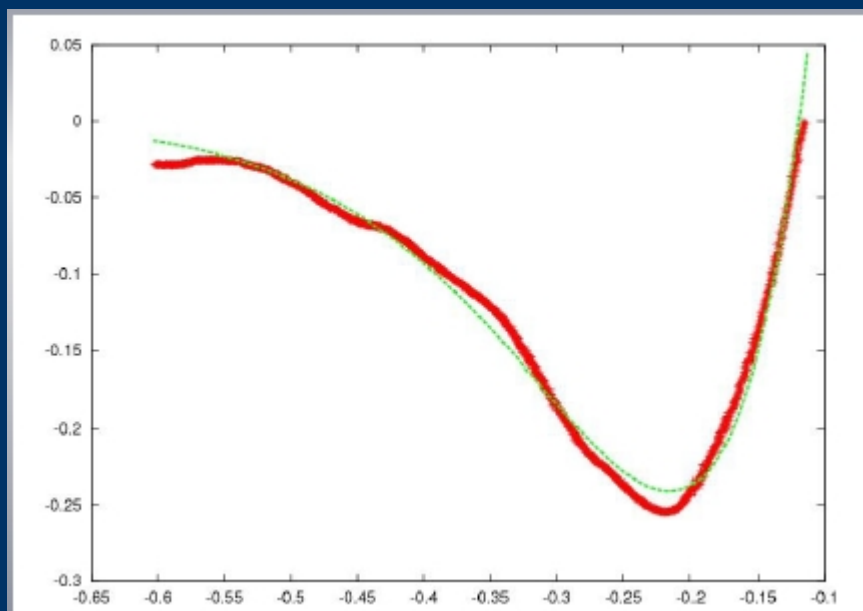
Rezonance banánu a jablka



Měření obsahu vodíku v ovoci

- Když jsou společně měřena vždy jádra stejného prvku, ve stejném magnetickém poli a při stejné teplotě, je plocha každého signálu úměrná počtu *chemicky ekvivalentních* jader v molekule.
 - My jsme znali obsah vodíku ve vodě (vyplývá z molárních hmotností vody a vodíku)
 - Byli jsme tedy schopni zjistit obsah vodíku v jakékoli látce, která se vejde do zkumavky
-
-

Obsah Vodíku v ovoci



Sample	Area	Quantity H [%]
Water	0,017516	11.11%
Banana	0,048454	30.73%
Apple	0,058327	37%

Využití

- Naše aparatura málo přesná a má malé rozlišení (dokáže zkoumat jen rezonanci celého vloženého vzorku)
- Využití v lékařství (jen rezonance vodíku)
 - Skládání obrazu z proměření rezonance v malých částech těla (pixels)
- Lepší aparatury rozeznají i jaké molekule se rezonující jádra nacházejí (chemické okolí odstíní působení magnetického pole)

Shrnutí

- Na projektu se mnou spolupracoval Tomáš Přeučil a naším školitelem byl Michal Petráň, tímto jim děkuji
- Jaderné magnetické rezonance se dá dosáhnou i v malém, i když pro její praktické využití jsou třeba ohromné a velmi drahé přístroje
- Pokus při kterém si na vlastní kůži ozkoušíte kvantovou mechaniku

Zdroje

- Anglický návod k aparatuře
- Úlehla I., Suk M., Trka Z. : Atomy, jádra, částice
– Academia, Praha 1990. ISBN 80-200-0135-2
- Prednášky o NMR spektroskopii na VŠCHT
– www.vscht.cz/nmr/predmet/predmet-nmr.html