



Laboratorium FAMO



- Laboratorium ultra-zimnej materii
- Laboratorium małych zespołów jonów
- Laboratorium inżynierii kwantowej

Otwarcie Krajowego Laboratorium FAMO - 11 maja 2002

- Krajowe Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej jest międzyuczelnianą jednostką badawczą o charakterze centrum eksperymentalnego.
- Zgromadzone w nim przyrządy i urządzenia badawcze unikalne w skali Kraju są dostępne dla wszystkich grup badawczych z Ośrodków Naukowych Zespołu FAMO, a także innych zainteresowanych instytucji naukowych i edukacyjnych.
- Propozycje projektów badań eksperymentalnych z wykorzystaniem wyposażenia Laboratorium rozpatrywane są przez Radę Naukową, nadzorującą bieżącą działalność KL FAMO i określającą kierunki jej rozwoju.

- Krajowe Laboratorium FAMO jest jednostką ponadwydziałową Uniwersytetu Mikołaja Kopernika powołaną formalnie przez Senat Uczelni, podporządkowaną administracyjnie JM Rektorowi UMK.
- Bieżącą działalnością Laboratorium kieruje dyrektor, który jest nauczycielem akademickim Instytutu Fizyki UMK.
- Organem kolegialnym Laboratorium jest Rada Naukowa w skład której wchodzi:
 - ❖ przewodniczący Sekcji FAMO Komitetu Fizyki PAN,
 - ❖ dyrektor Laboratorium,
 - ❖ przedstawiciele z różnych ośrodków naukowych i akademickich w Polsce zaproponowanych przez Przewodniczącego Sekcji FAMO Komitetu Fizyki PAN.
- Siedziba Krajowego Laboratorium FAMO znajduje się w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika pod adresem: ul. Grudziądzka 5/7, 87-100 Toruń

Do Rad Naukowych Instytucji Badawczych
i Wydziałów Fizyki Szkół Wyższych.

W dniu 10 czerwca 2000 odbyło się w Toruniu spotkanie przedstawicieli polskich ośrodków naukowych zajmujących się fizyką atomową, molekularną i optyczną. Powstała tam inicjatywa powołania Krajowego Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej. Celem tego laboratorium jest podniesienie poziomu tej dyscypliny do takiego, jaki ma ona w krajach rozwiniętych i pełne wykorzystanie potencjału naukowego całego krajowego środowiska w tej dziedzinie.

Metody optyczne są obecnie jedną z najżywiej rozwijających się w świecie formy badań umożliwiających zarówno rozwiązywanie istotnych problemów naukowych (3 nagrody Nobla z fizyki i jedna z chemii w ostatnich dwóch dekadach), jak i zastosowanie tej wiedzy do rozwoju najbardziej zaawansowanych technologii. Pozwoliły one na powstanie nowych interdyscyplinarnych kierunków badań, jak np. fizyka ultra zimnych atomów i cząsteczek. Ogromnie istotne, zwłaszcza dla krajów takich jak Polska, jest to, że badania optyczne nie wymagają dużych nakładów.

Polska dysponuje bardzo dużym potencjałem naukowym w tej dyscyplinie, lecz nie ma dotąd możliwości na pełne jego wykorzystanie. Przeszkodą są tutaj głównie braki aparaturowe i rozproszenie tematyki. Utworzenie Krajowego Laboratorium FAMO, działającego na zasadzie ogólnopolskiego laboratorium środowiskowego dałoby szansę na nadrobienie tych opóźnień i pełne wykorzystanie dotychczasowego dorobku i potencjału polskiej fizyki w tym zakresie.

Po rozpatrzeniu różnych możliwości organizacyjnych, za najbardziej realną uznano koncepcję organizacji laboratorium zlokalizowanego przy IF UMK w Toruniu. Laboratorium to kierowane kolegialnie przez przedstawicieli zainteresowanych ośrodków ma w pierwszym okresie swej działalności koncentrować się głównie na problematyce ultra zimnych atomów i cząsteczek oraz informacji kwantowej.

Zwracamy się z gorącą prośbą do przedstawicieli wszystkich naukowych ośrodków w kraju o poparcie naszej inicjatywy.

Prof. dr hab. Tomasz Dohnalik
Przewodniczący Grupy
Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej
przy Komitecie Fizyki PAN

UCHWAŁA NR 20 Senatu Uniwersytetu Mikołaja Kopernika z dnia 24 kwietnia 2001 r. w sprawie utworzenia Krajowego Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej

Na podstawie par. 18 ust. 2 w związku z par. 12 ust. 1 Statutu UMK z dnia 18 czerwca 1991 roku z późniejszymi zmianami Senat uchwala, co następuje:

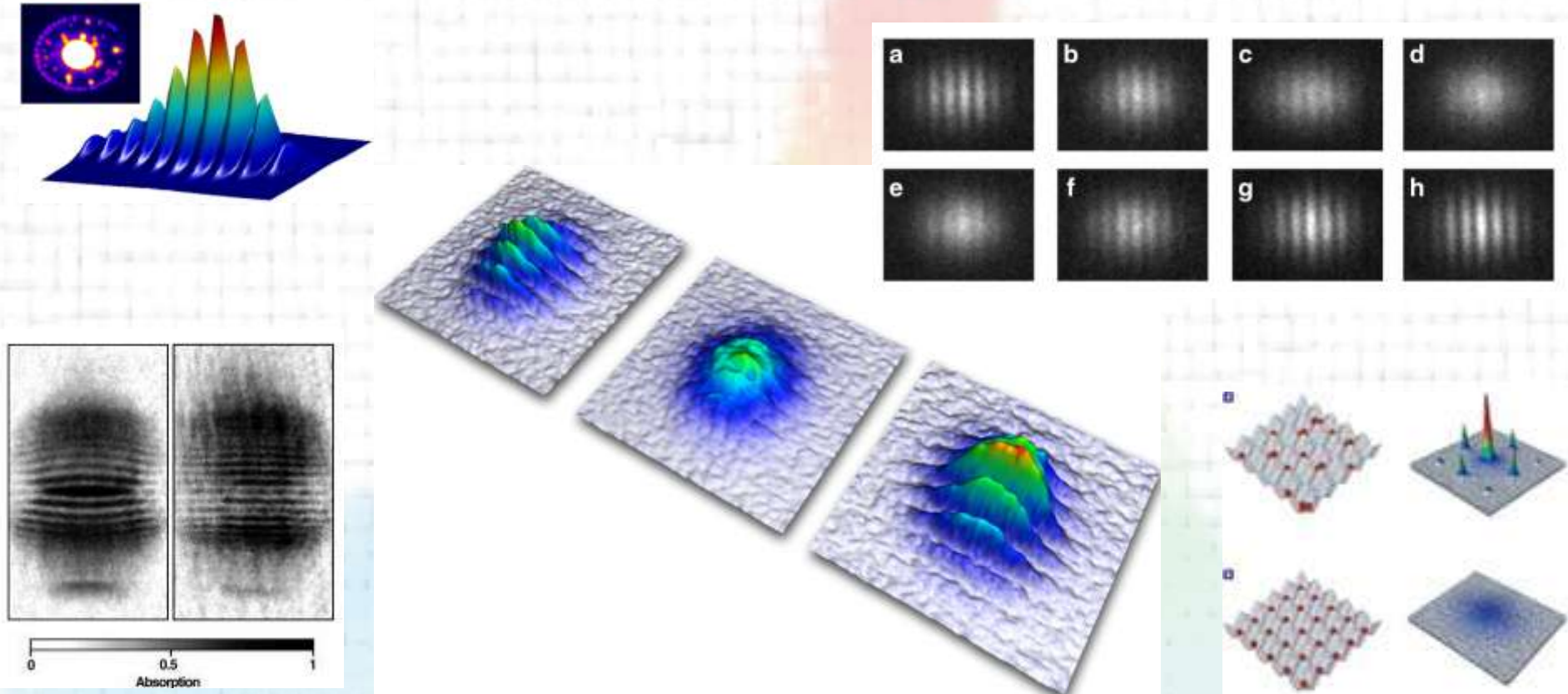
- &1. Tworzy się Krajowe Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej (FAMO) zwanej dalej Laboratorium, jako międzyuczelnianą jednostkę badawczą o charakterze centrum podporządkowaną Rektorowi UMK.
Siedziba Laboratorium znajduje się w Instytucie Fizyki UMK. Obsługę organizacyjno-administracyjną Laboratorium zapewni dyrektor Instytutu Fizyki UMK.
- &2. Zadaniem Laboratorium jest podejmowanie działań mających na celu:
- tworzenie możliwości prowadzenia w Polsce doświadczalnych badań na światowym poziomie z zakresu fizyki atomowej, molekularnej i optycznej oraz wdrażanie i upowszechnianie najnowszych technik fotonicznych,
 - rozwijanie badań interdyscyplinarnych, ukierunkowanych na zastosowania FAMO i fotoniki w innych dziedzinach nauki i techniki,
 - integrację polskiego środowiska fizyków atomowych, molekularnych i optycznych oraz wzmacnianie jego udziału w europejskiej współpracy naukowej.
- Laboratorium jest otwarte dla grup badawczych z całej Polski. Zasady udostępniania Laboratorium dla prowadzenia badań naukowych innym jednostkom naukowym określi regulamin opracowany przez Radę Naukową Laboratorium i zatwierdzony przez Rektora UMK.
- &3. Laboratorium kieruje dyrektor, który jest nauczycielem akademickim Instytutu Fizyki UMK.
Dyrektora Laboratorium powołuje Rektor UMK na okres 3 lat na wniosek Przewodniczącego po zasięgnięciu opinii Rady Naukowej Laboratorium.
- &4. Organem kolegialnym Laboratorium jest Rada Naukowa w skład której wchodzi:
- przewodniczący Sekcji FAMO Komitetu Fizyki PAN,
 - dyrektor Laboratorium,
 - przedstawiciele z różnych ośrodków naukowych i akademickich w Polsce zaproponowanych przez Przewodniczącego Sekcji FAMO Komitetu Fizyki PAN.
- Członkowie Rady Naukowej Laboratorium, na pierwszym posiedzeniu wybierają spośród siebie przewodniczącego i zastępcę przewodniczącego Rady. Przedstawicieli o których mowa w ust. 1 powołuje Rektor UMK na okres 3 lat z uwzględnieniem ust. 2.
- &5. W przypadku zakończenia działalności Laboratorium, Rektor UMK na wniosek dyrektora Laboratorium po zaopiniowaniu przez Radę Naukową Laboratorium dokona podziału majątku zgromadzonego w Laboratorium.
- &6. Uchwała wchodzi w życie z dniem **24 kwietnia 2001 r.**

Regulamin Krajowego Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej

1. Zadaniem Krajowego Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej (FAMO) jest podejmowanie działań mających na celu:
 - tworzenie możliwości prowadzenia w Polsce doświadczalnych badań na światowym poziomie w zakresie FAMO oraz wdrażanie i upowszechnianie najnowszych technik fotonicznych,
 - rozwijanie badań interdyscyplinarnych, ukierunkowanych na zastosowania FAMO i fotoniki w innych dziedzinach nauki i techniki,
 - integrację polskiego środowiska fizyków atomowych, molekularnych i optycznych oraz wzmacnianie jego udziału w europejskiej współpracy naukowej.
2. Krajowe Laboratorium FAMO, zwane dalej Laboratorium, jest międzyuczelnianą jednostką badawczą o charakterze centrum podporządkowaną Rektorowi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.
3. Siedziba Laboratorium znajduje się w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
4. Organem kolegialnym Laboratorium jest Rada Naukowa, w skład której wchodzi:
 - przewodniczący Sekcji FAMO Komitetu Fizyki PAN,
 - dyrektor Laboratorium,
 - powołani przez Rektora UMK na okres trzech lat przedstawiciele różnych ośrodków naukowych i akademickich w Polsce zaproponowani przez Przewodniczącego Sekcji FAMO Komitetu Fizyki PAN.
5. Członkowie Rady Naukowej Laboratorium, na pierwszym posiedzeniu wybierają spośród siebie przewodniczącego i zastępcę przewodniczącego Rady.
6. Dyrektora Laboratorium powołuje Rektor Uniwersytetu Mikołaja Kopernika na okres trzech lat na wniosek Przewodniczącego Rady Naukowej po zasięgnięciu opinii Rady.
7. Laboratorium jest otwarte dla grup badawczych z całej Polski:
 - zainteresowane osoby i grupy badawcze mogą zgłaszać akces do programów badawczych podejmowanych i prowadzonych z inicjatywy Rady Naukowej,
 - osoby i grupy badawcze mogą realizować w Laboratorium własne projekty badawcze pod warunkiem uzyskania zgody Rady Naukowej Laboratorium. Warunkiem uzyskania takiej zgody jest przedłożenie Radzie stosownego wniosku zawierającego:
 - opis planowanych badań,
 - wykaz aparatury i innego wyposażenia Laboratorium niezbędnych dla przeprowadzenia badań,
 - harmonogram realizacji projektu określający w szczególności czas korzystania z wyposażenia i pomieszczeń Laboratorium.
 - Rada Naukowa, po zapoznaniu się z wnioskiem i jego akceptacji, określa czas i warunki korzystania z Laboratorium, w tym warunki odpłatności związane z amortyzacją sprzętu, kosztem materiałów i ogólnymi kosztami utrzymania Laboratorium.
 - Dyrektor Laboratorium może wyrazić zgodę na wykonanie badań o charakterze rozpoznawczym, jeśli ich celem jest zbadanie celowości przygotowania wniosku do Rady Naukowej o zgodę na realizowanie w Laboratorium nowego projektu badawczego.

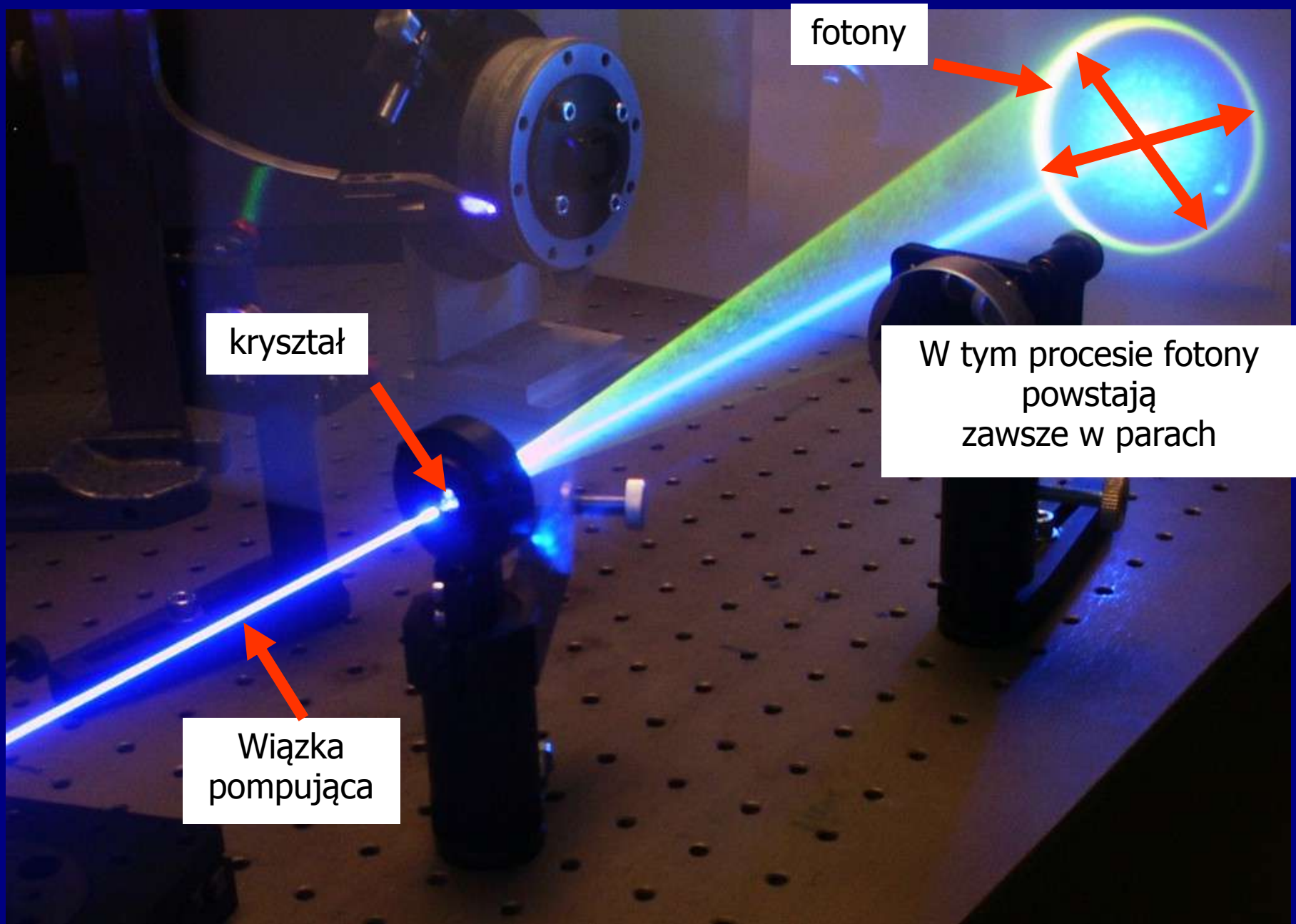
Kondensat Bosego-Einsteina

to makroskopowy (do 1mm wielkości) obiekt o własnościach czysto kwantowych

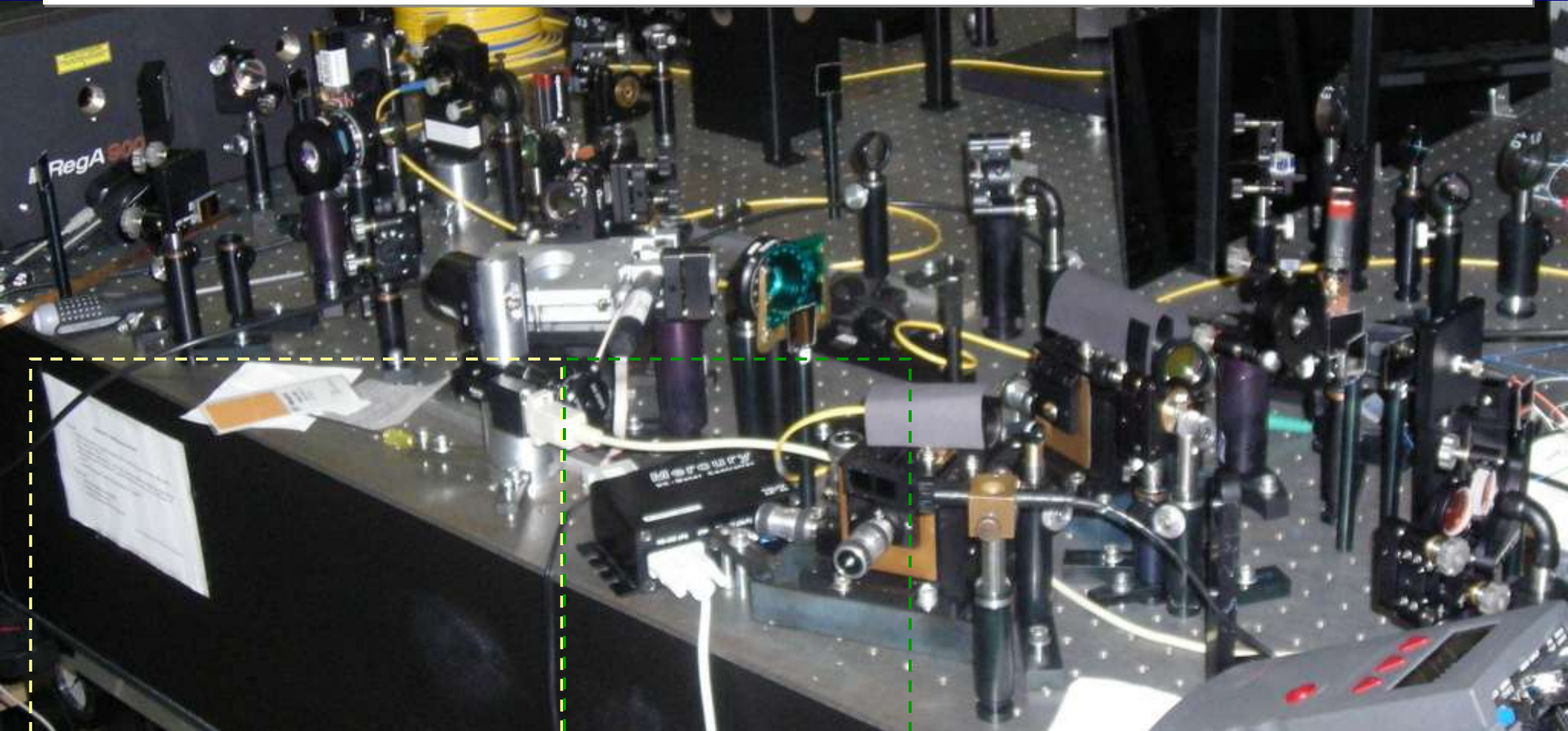


**Na przykład interferuje z drugim kondensatem,
tak samo jak światło !**

Pary fotonów



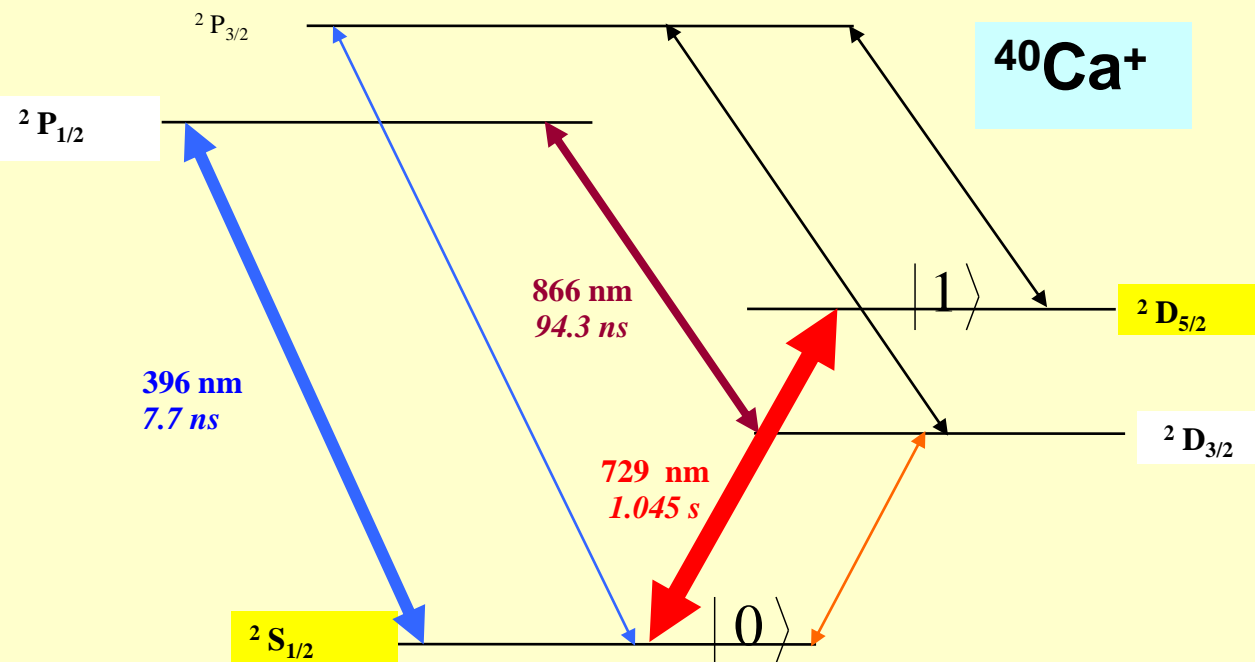
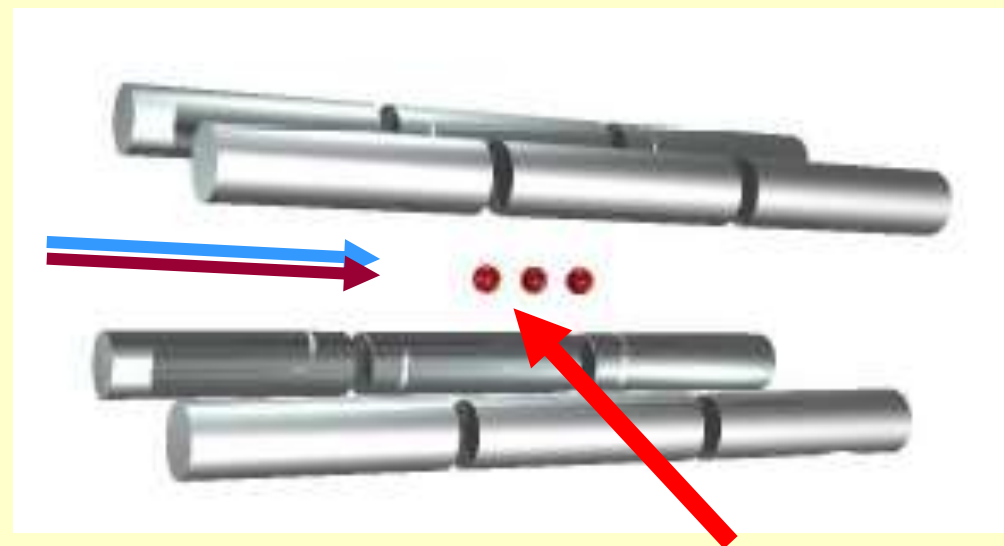
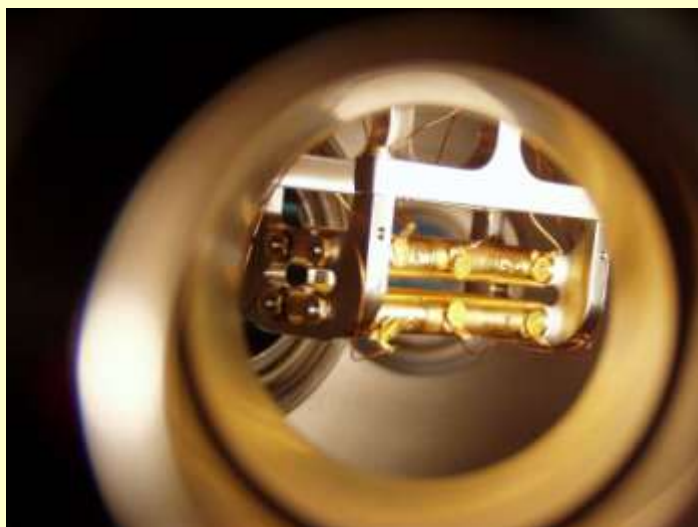
Pomiar kształtu fotonu przez porównanie z impulsami z lasera



przygotowanie impulsów
odniesienia ϕ_{LO}

porównanie
z fotonem ρ

Badanie małych zespołów jonów w pułapce Paula

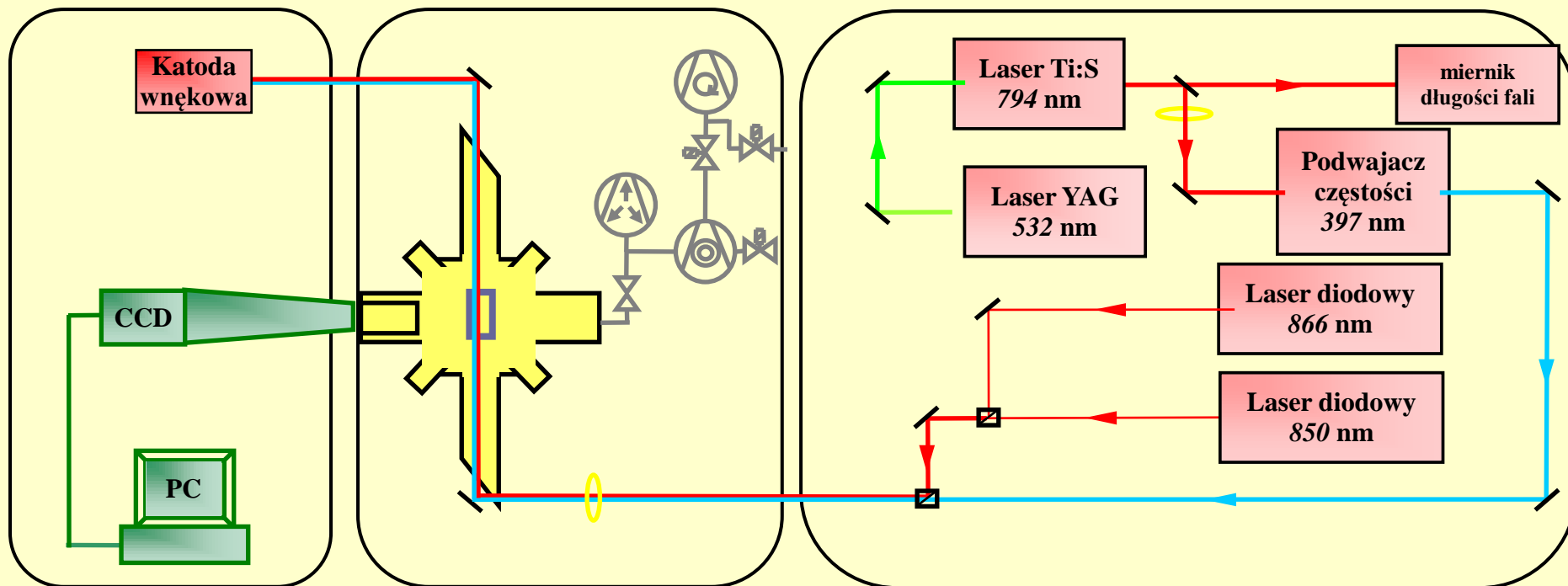


fluorescencja jonów Ca^+ 397nm + 866nm



Laserowe dopplerowskie chłodzenie jonów Ca, prowadzące do powstawania tzw. skryształizowanego łańcucha pojedynczych jonów (kryształ kulombowski)

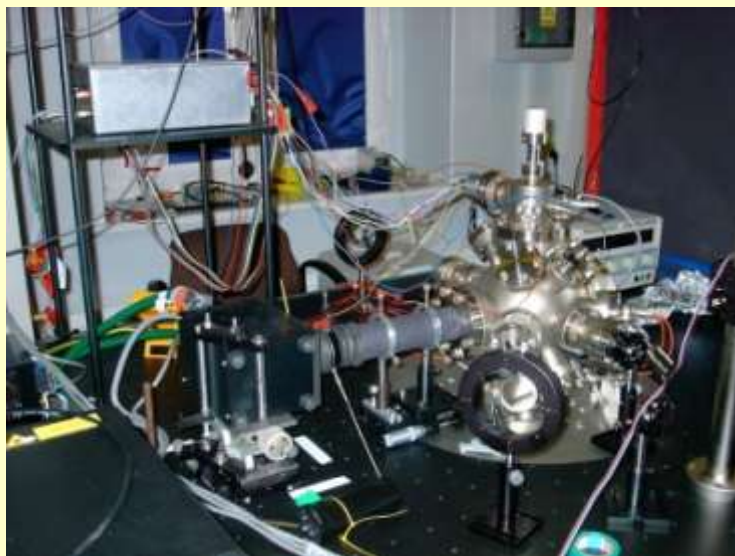
Schemat blokowy eksperymentu



układ detekcji

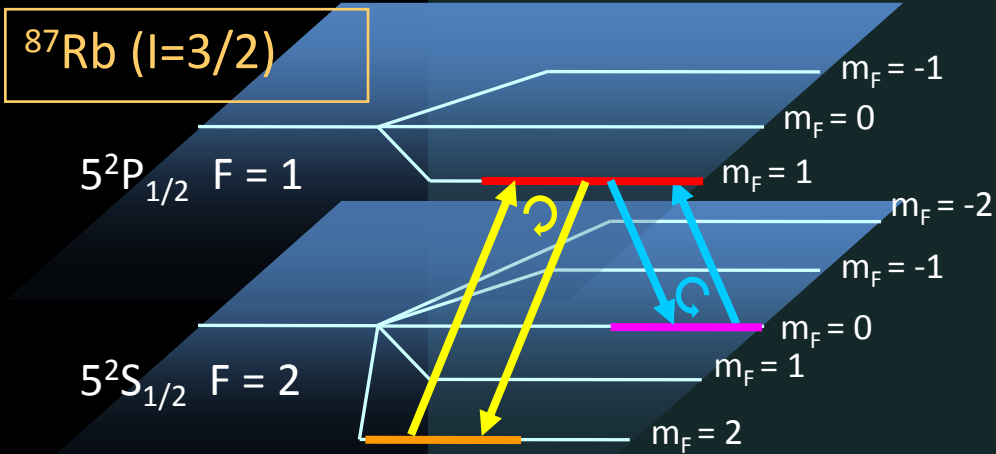
układ próżniowy z pułapką jonową

układ laserowy



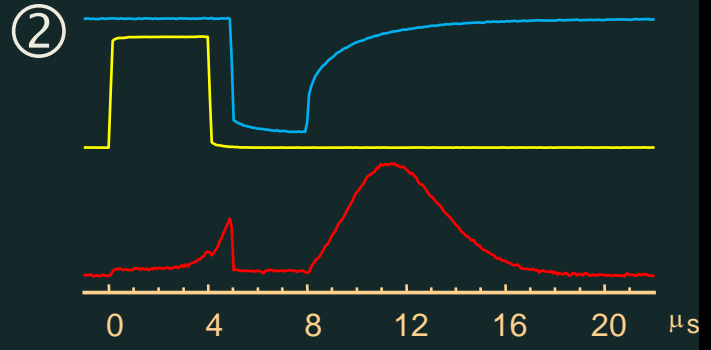
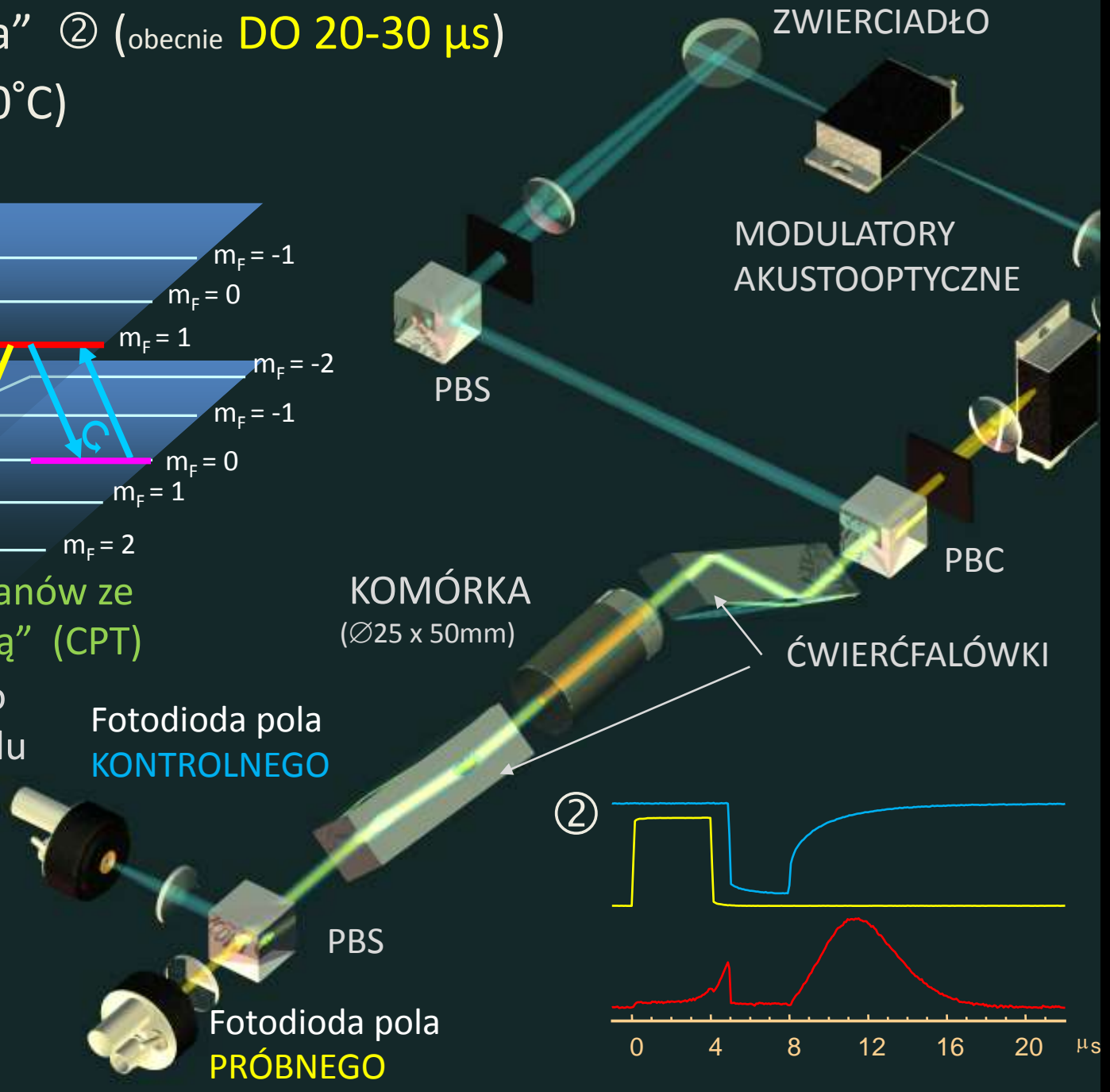
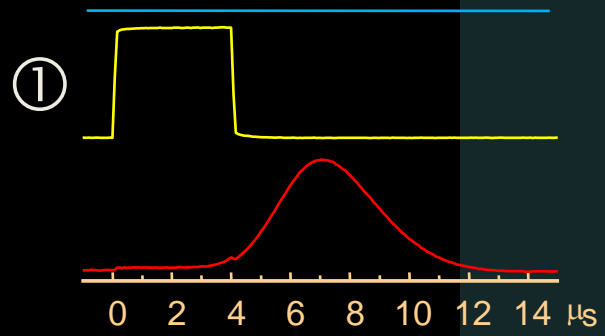
EIT - ELEKTROMAGNETYCZNIE INDUKOWANA PRZEZROCYSTOŚĆ

- „powolne światło” ① (obecnie **KILKA km/s**)
 - „zatrzymywanie światła” ② (obecnie **DO 20-30 μs**)
- (pary RUBIDU o temp. do 100°C)



Wybrany UKŁAD LAMBDA stanów ze „spójnie uwięzioną populacją” (CPT)

Impulsy lasera dostrojonego do rezonansu - linia D1 rubidu (795 nm)



Projekty:

Nowoczesne metody fizyki zimnej materii i inżynierii kwantowej (2003-2005)

- Inżynieria stanów kwantowych - sterowanie kwantowe i generacja stanów splątanych fotonów i atomów,
- Badania małych zespołów jonów w pułapkach oraz detekcja i spektroskopia pojedynczych atomów i molekuł,
- Optyczne badania atomów i molekuł w zakresie od nanokelwinów do milikelwinów, stworzenie warunków do wytwarzania i badania kondensatów Bosego-Einsteina .

Ultraprecyzyjne pomiary metodami optyki i fizyki atomowej (2007-2010)

- **przygotowanie technologii potrzebnych do konstrukcji prototypu zegara atomowego nowej generacji – zegara optycznego i włączenia go do krajowego systemu kontroli czasu:**
 - › konstrukcja i badania atomowych wzorców częstości (UJ),
 - › budowa i charakteryzacja ultrastabilnego lasera (lokalnego oscylatora) (UMK),
 - › optyczny grzebień częstości (UW)
- **badania w dziedzinie nowej metodyki precyzyjnych pomiarów wspomaganých kwantowo.**

Wszystkie trzy urządzenia zostaną zaprojektowane i zbudowane tak, że po ich instalacji w Krajowym Laboratorium Fizyki Atomowej Molekularnej i Optycznej (KL FAMO) w Toruniu możliwa będzie konstrukcja prototypu optycznego zegara atomowego.

W ramach niniejszego projektu przygotujemy wszystkie układy niezbędne do konstrukcji takiego zegara i rozwiniemy niedostępne dotychczas w Polsce technologie - atomowy wzorzec częstości na spułapkowanych i schłodzonych atomach strontu, ultrastabilny laser (lokalny oscylator) o częstości przywiązanej do częstości wzorca atomowego oraz optyczny grzebień częstości umożliwiający zliczanie cykli drgań lokalnego oscylatora.

Warsztaty:

Optyka i Informatyka Kwantowa – 2004
Zimne atomy - 2006
BEC in Poland - 2007
Optyka i Informatyka Kwantowa - 2008