

Zimne atomy przy powierzchniach

Jacek Fiutowski, Dobrosława Bartoszek, Tomasz Kawalec, Tomasz Dohnalik

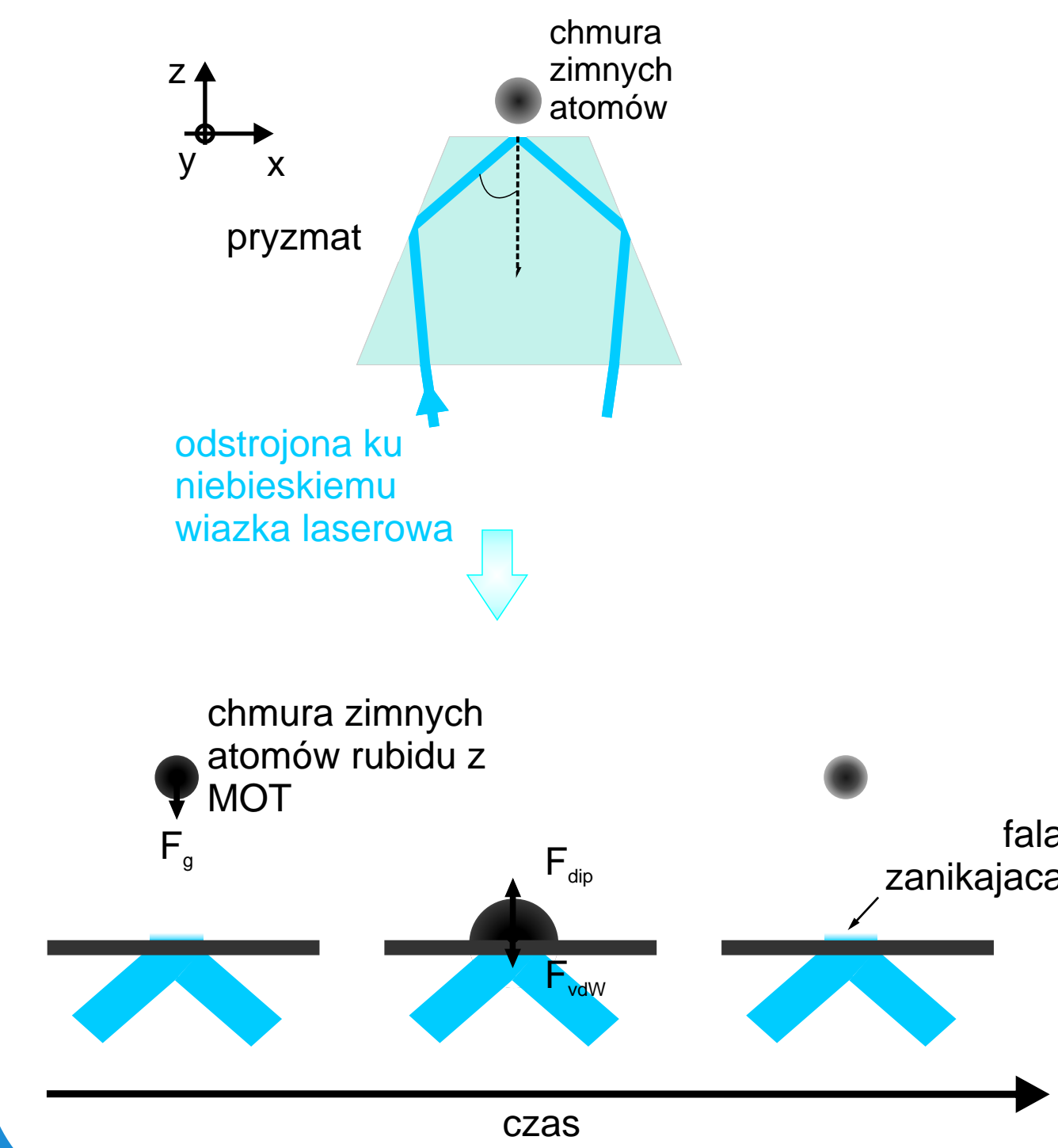
Uniwersytet Jagielloński, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego, ul. Reymonta 4, 30-059 Kraków



STRESZCZENIE

Jedną z metod zgromadzenia dużej (co najmniej kilka tysięcy) liczby neutralnych atomów w fazie gazowej w pobliżu powierzchni ciała stałego jest wykorzystanie dipolowych pułapek powierzchniowych – magnetycznych i optycznych. Podstawowym elementem tych pułapek są lustra optyczne – elastyczne i nieelastyczne, a różnicą atomów dla nich są najczęściej pułapki magnetoopcyjne. Podstawowym elementem każdego lustra optycznego jest pryzmat dielektryczny (najczęściej szklany lub kwarcowy), na powierzchni którego wzbudzana jest fala zanikająca o czysto transwersyjnej polarizacji wybranego przebiegu optycznego w odbijających atomach. W naszych badaniach skupiamy się na wpływie fali zanikającej i bliskości powierzchni dielektrycznej i metalicznej na wewnętrzne i zewnętrzne stopnie swobody atomów. W szczególności badamy przekazywanie energii fali od rezonansu. W najbliższym czasie planowane jest: eksperymentalne zmierzenie potencjału optycznego dla atomów w różnych stanach zeemanowskich, obserwacja nietypowej siły oddziaływania fali zanikającej spolaryzowanej kołowo [3], zbadanie mechanicznego oddziaływania fali zanikającej na zimne atomy poruszające się w pobliżu powierzchni dielektrycznej pokrytej cienką warstwą metaliczną i porównanie z wynikami dla lustra dipolowego bez pokrycia metalicznego [1]. Prowadzone badania umożliwiają powstanie układów badawczych alternatywnych dla magnetycznych układów powierzchniowych typu „atom chips”, których powstawaniem jest generowanie szumu termicznego.

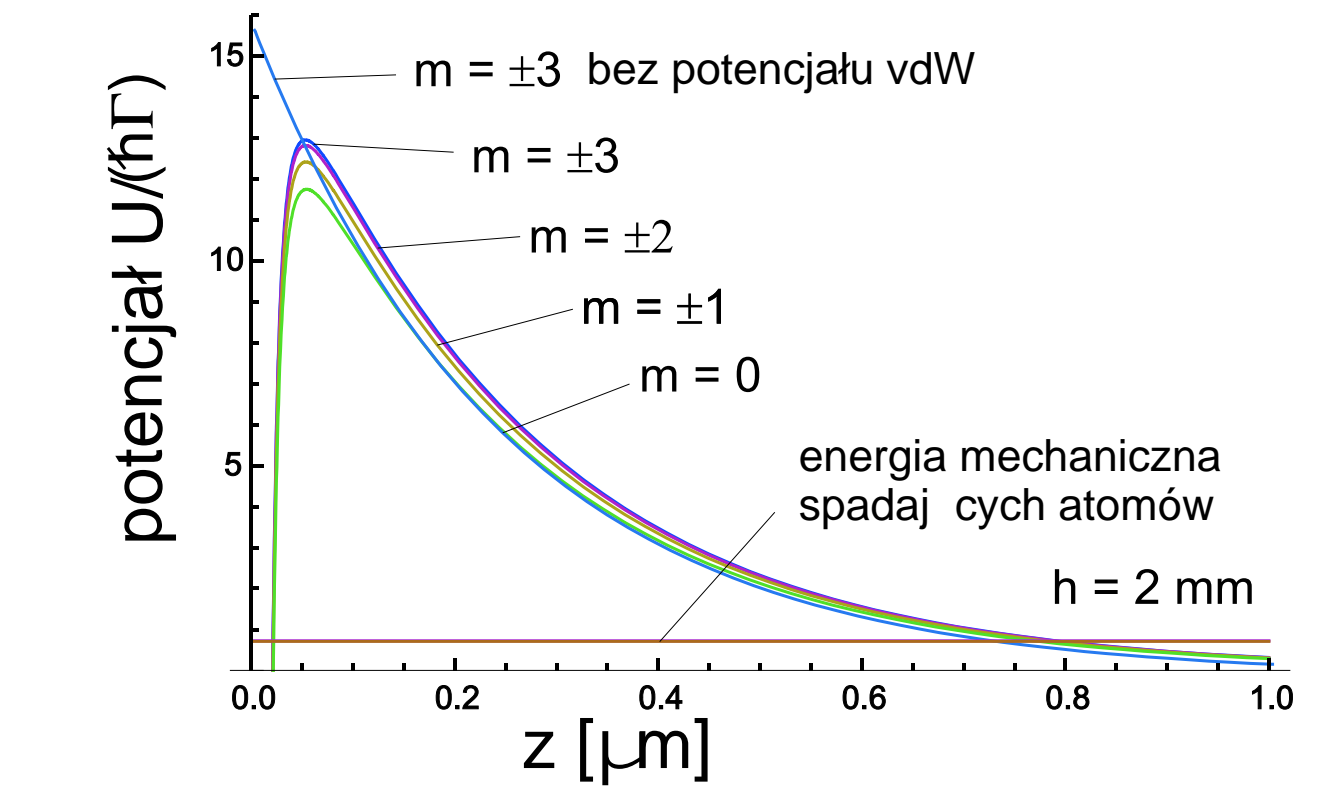
ZASADA DZIAŁANIA OPTYCZNEGO LUSTRA DIPOLOWEGO



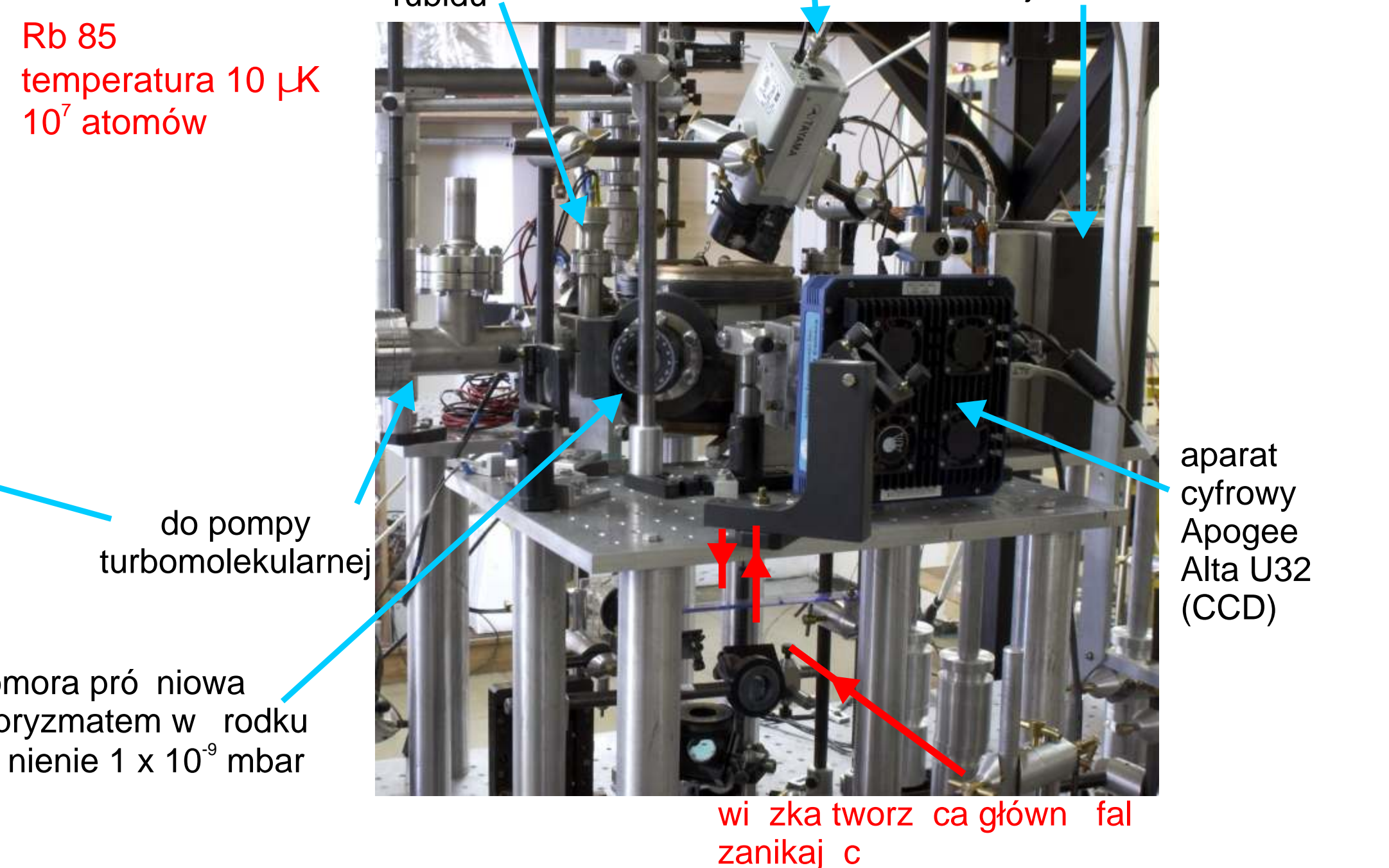
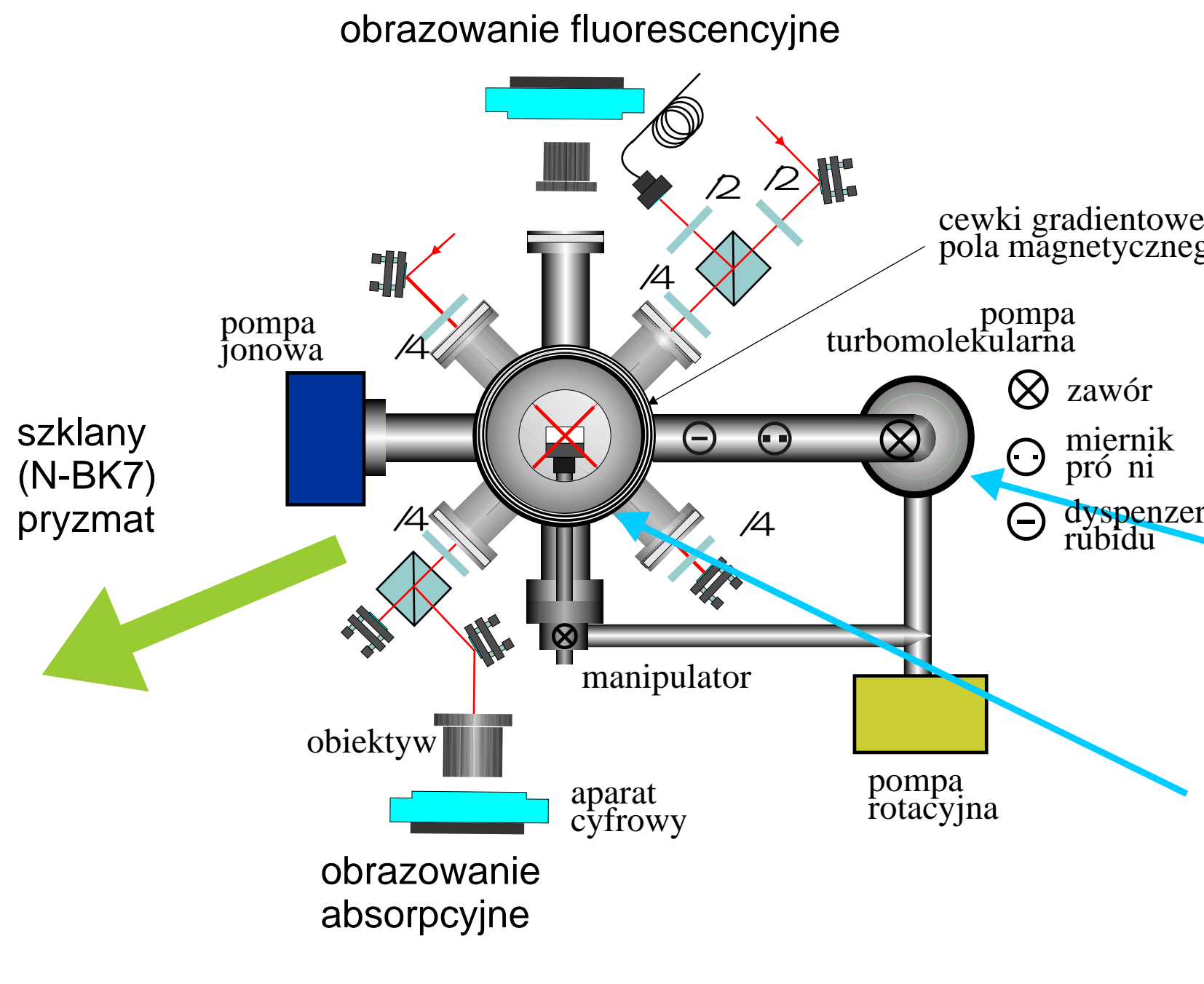
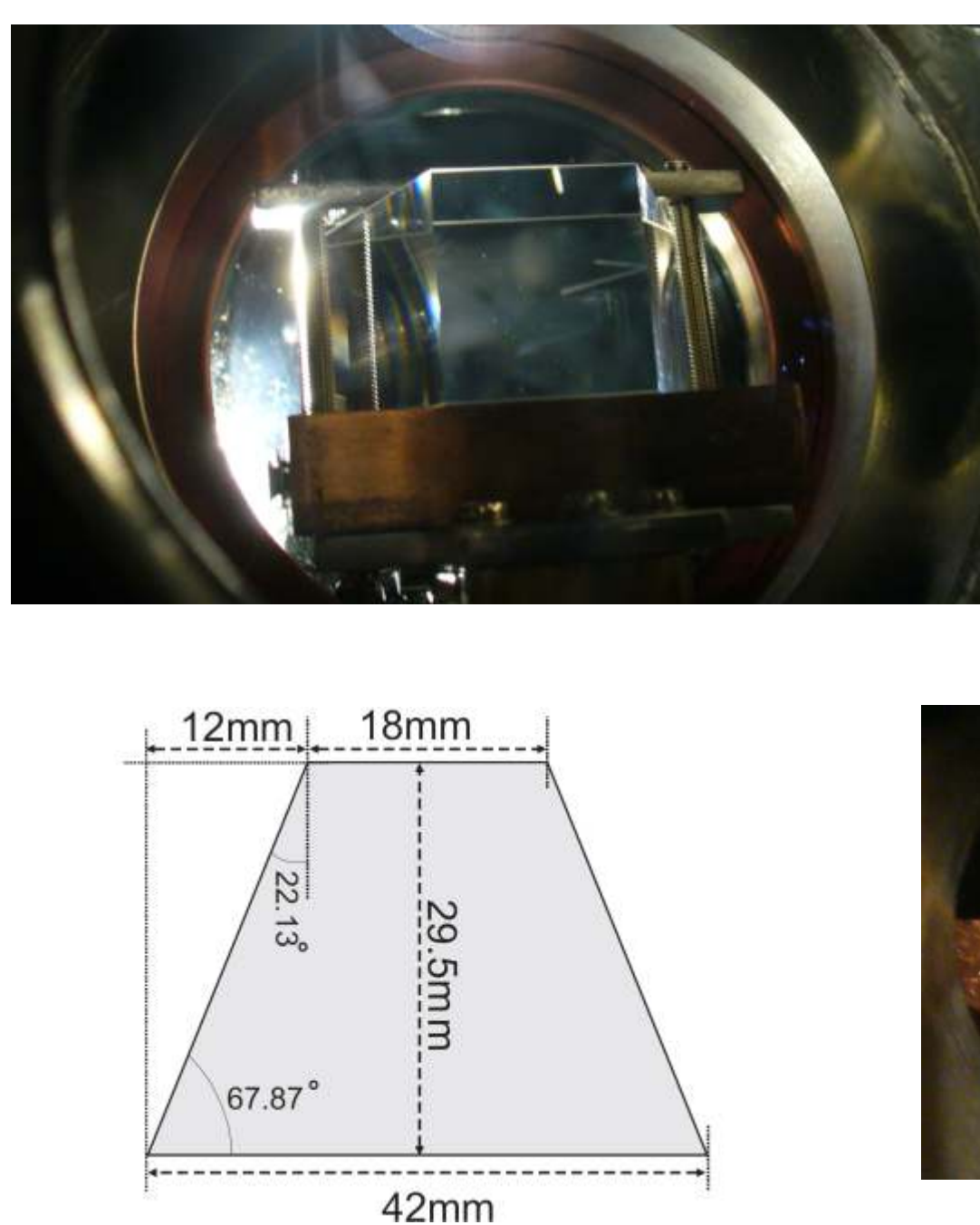
POTENCJAŁY W LUSTRZE DIPOLOWYM

$$U(z) = U_{dip}(z) + U_g(z) + U_{vdW}(z)$$

$$\approx U_0 e^{-\frac{2z}{d}} + mgz - \frac{q}{z^3}$$

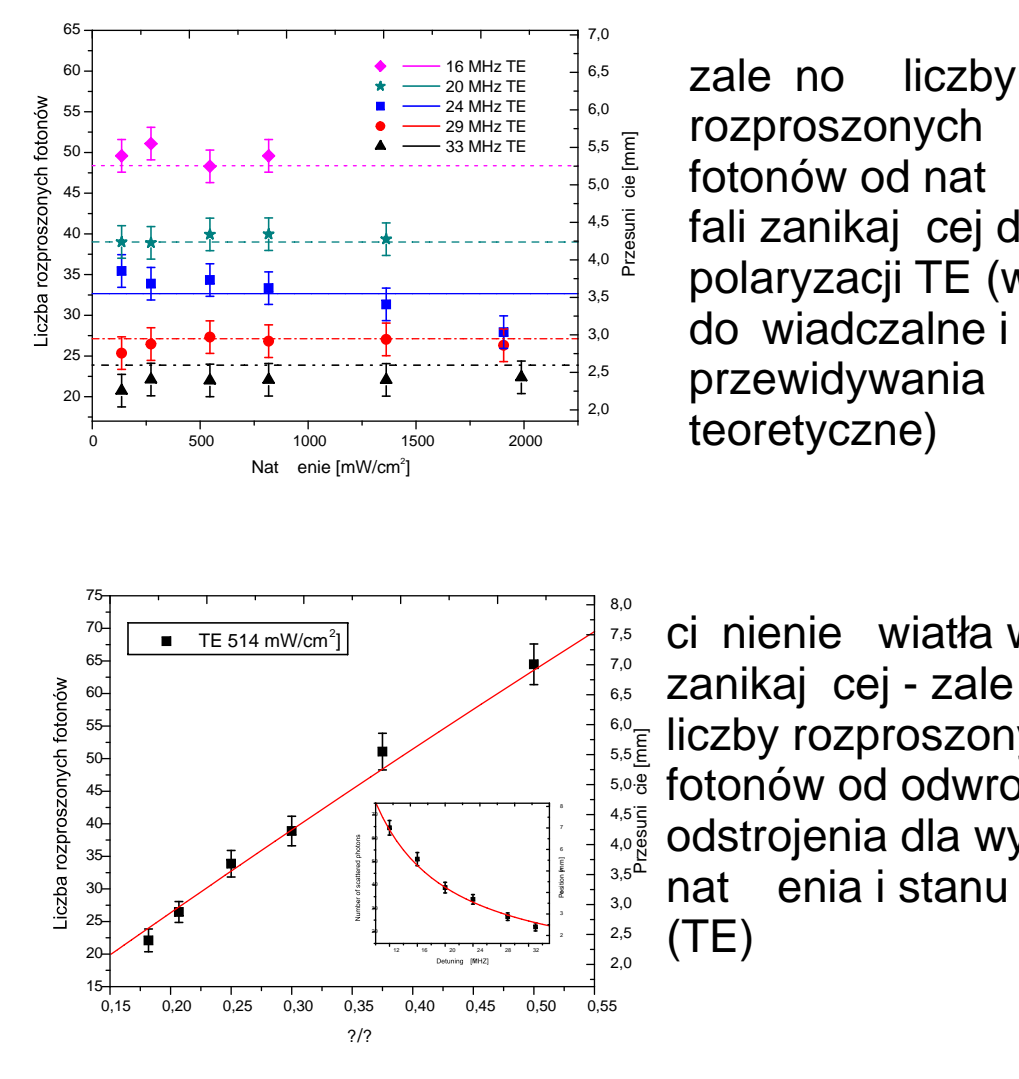
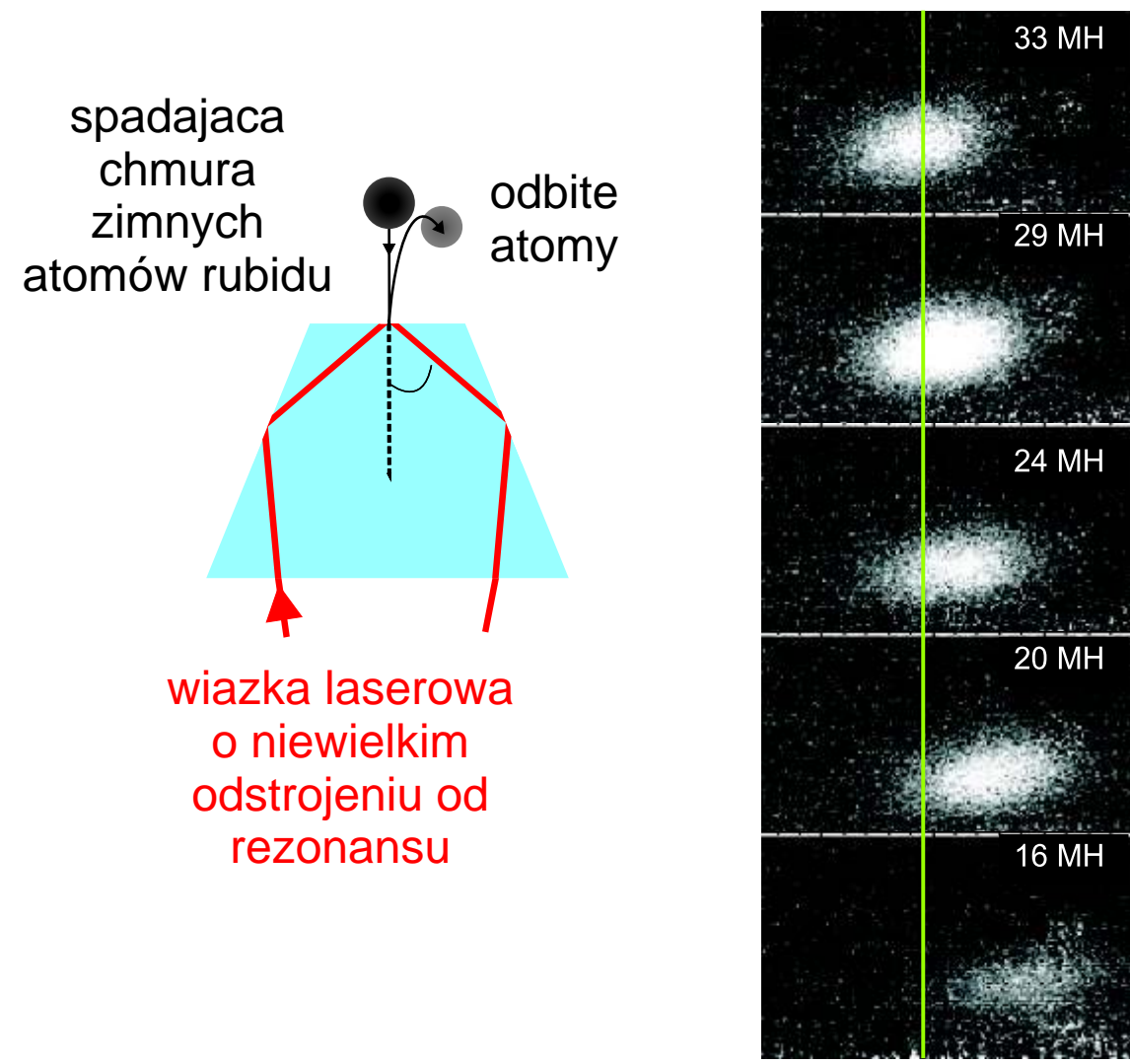


UKŁAD EKSPERYMENTALNY [1, 2]



CI NIENIE WIATŁA

POJEDYNCZA „REZONANSOWA” FALA ZANIKAJĄCA



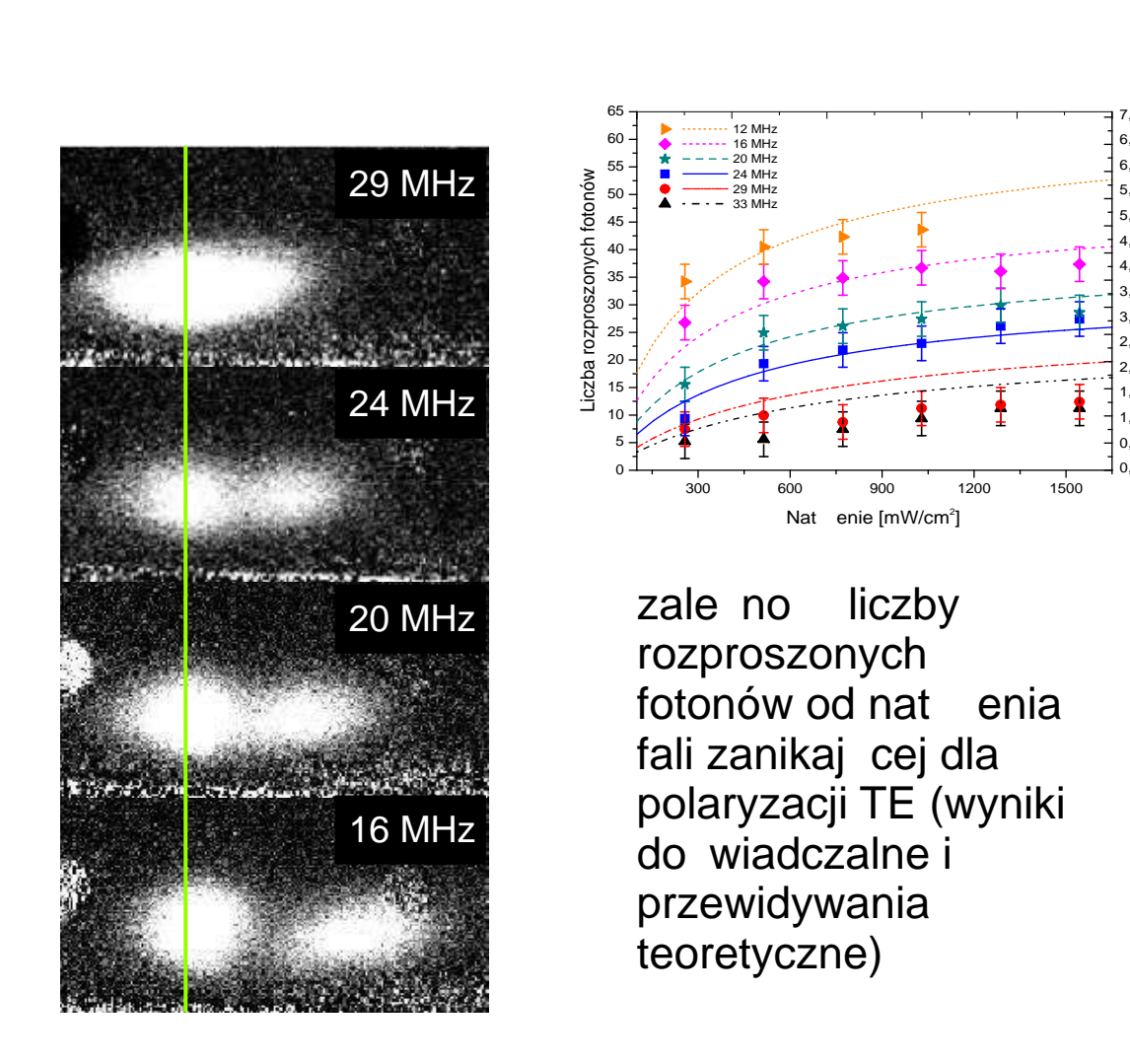
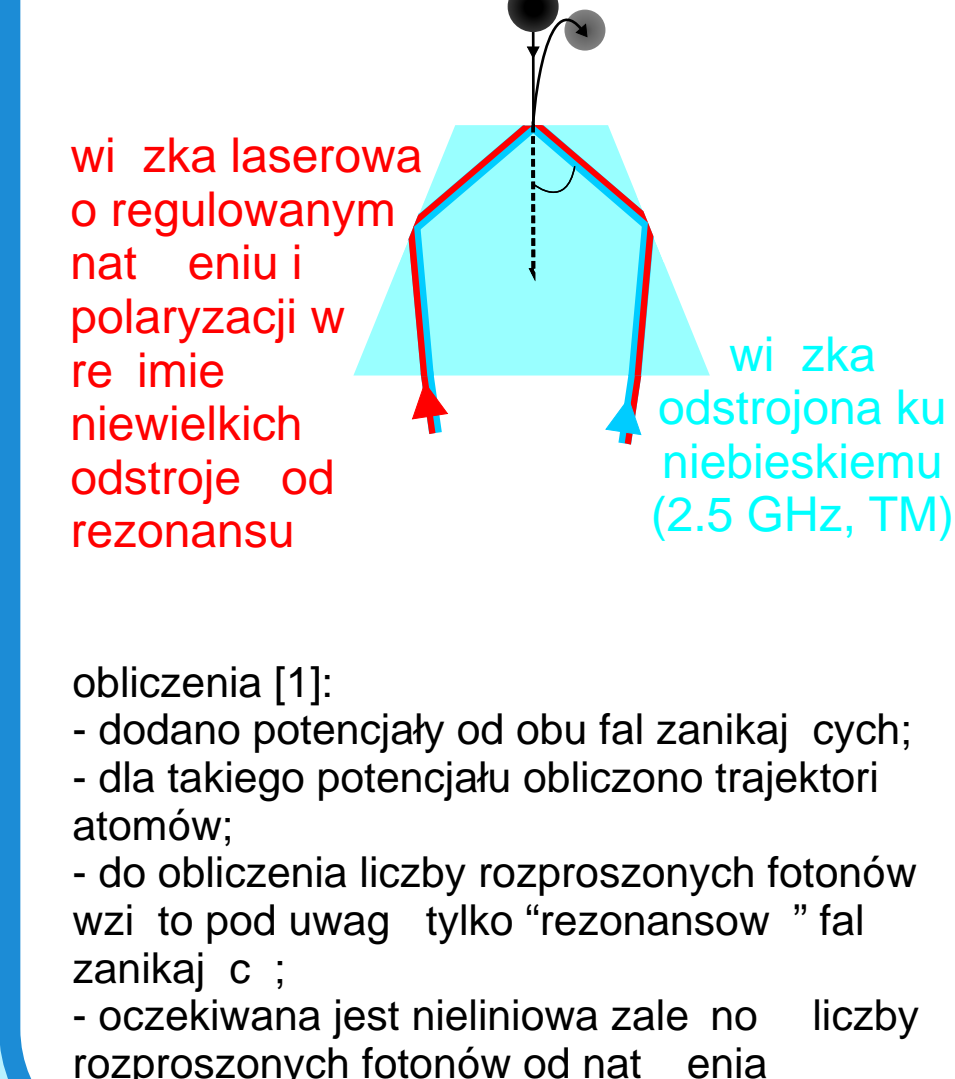
$$U_{dip}(z) = \frac{\hbar\delta}{2} \ln \left(1 + \frac{\Omega_1^2(z)}{\delta^2 + \frac{\Gamma^2}{4}} \right)$$

$$\Gamma_{sp}(z) = \frac{\Gamma}{2} \frac{I(z)}{1 + \left(\frac{2\delta}{\Gamma}\right)^2 + \frac{I(z)}{I_S}}$$

$$P_{sp} = \frac{m d \Gamma}{\hbar} \delta v_{\perp}$$

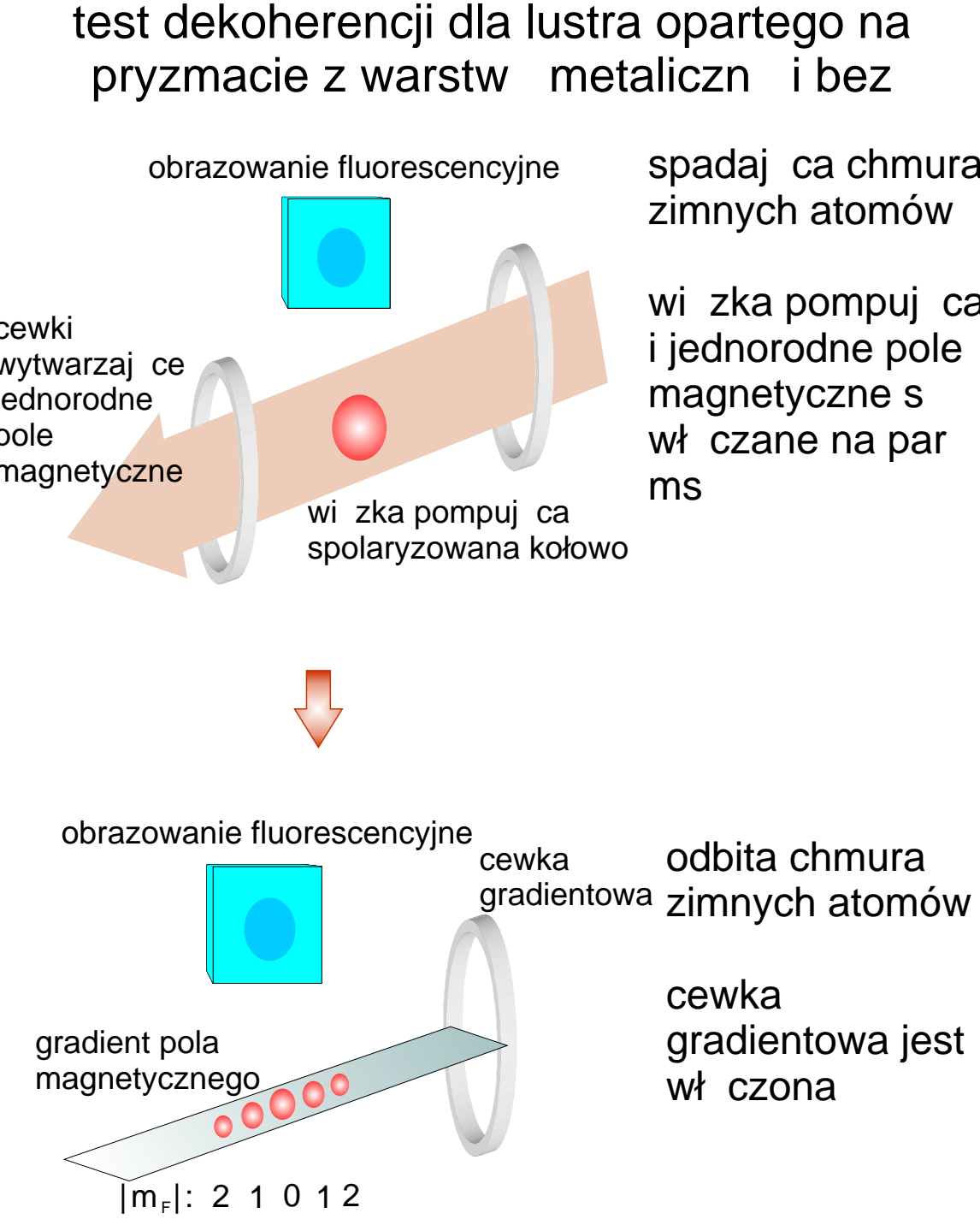
eksponencyjny charakter fali zanikającej? liczba rozpraszonych fotonów nie zależy od natężenia fali zanikającej, tak jest w obecności nasycenia

DWIE FALE ZANIKAJĄCE

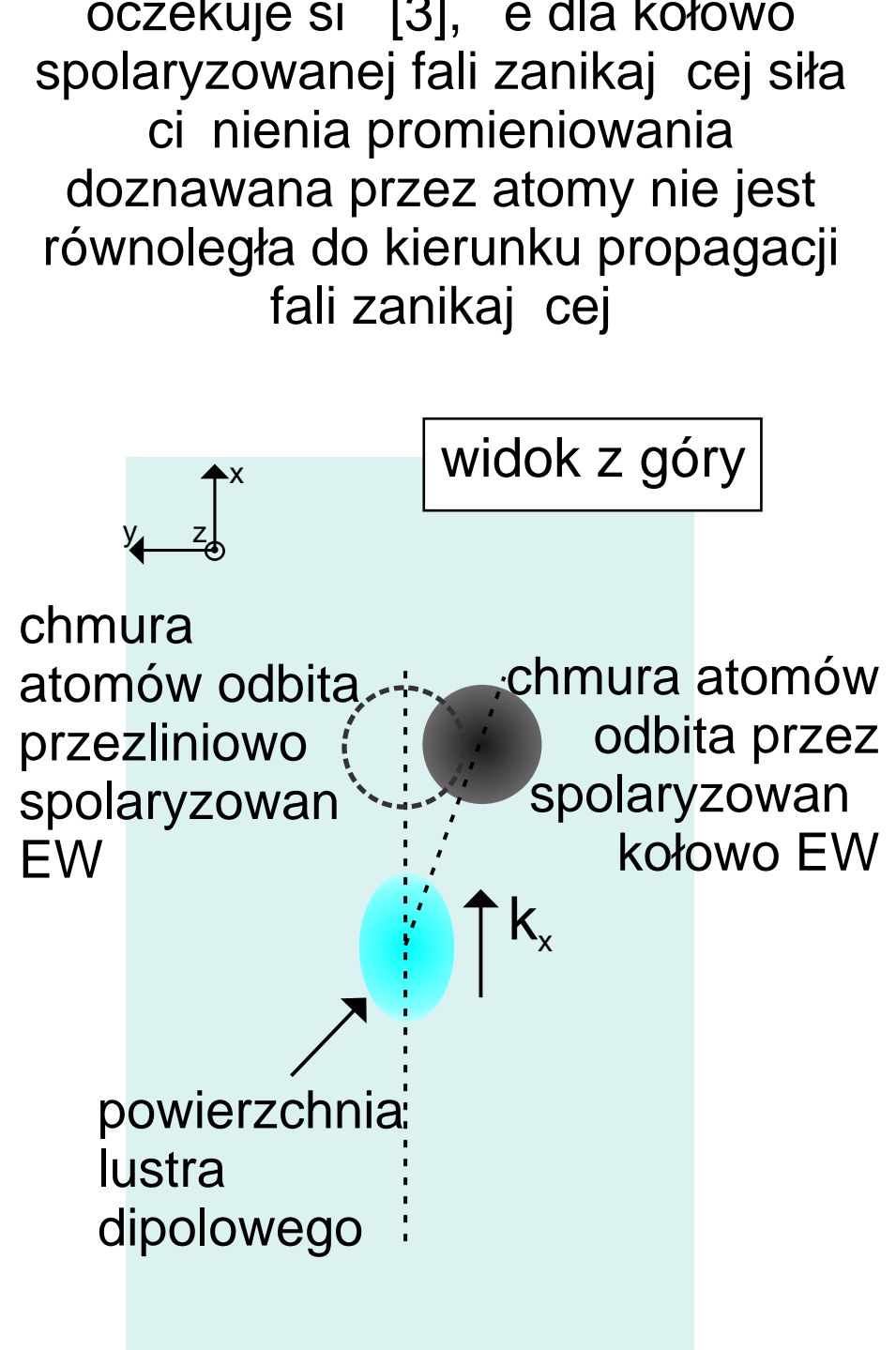


PERSPEKTYWY: UKŁADY OPTYCZNE ALTERNATYW DLA ATOM-CHIPS?

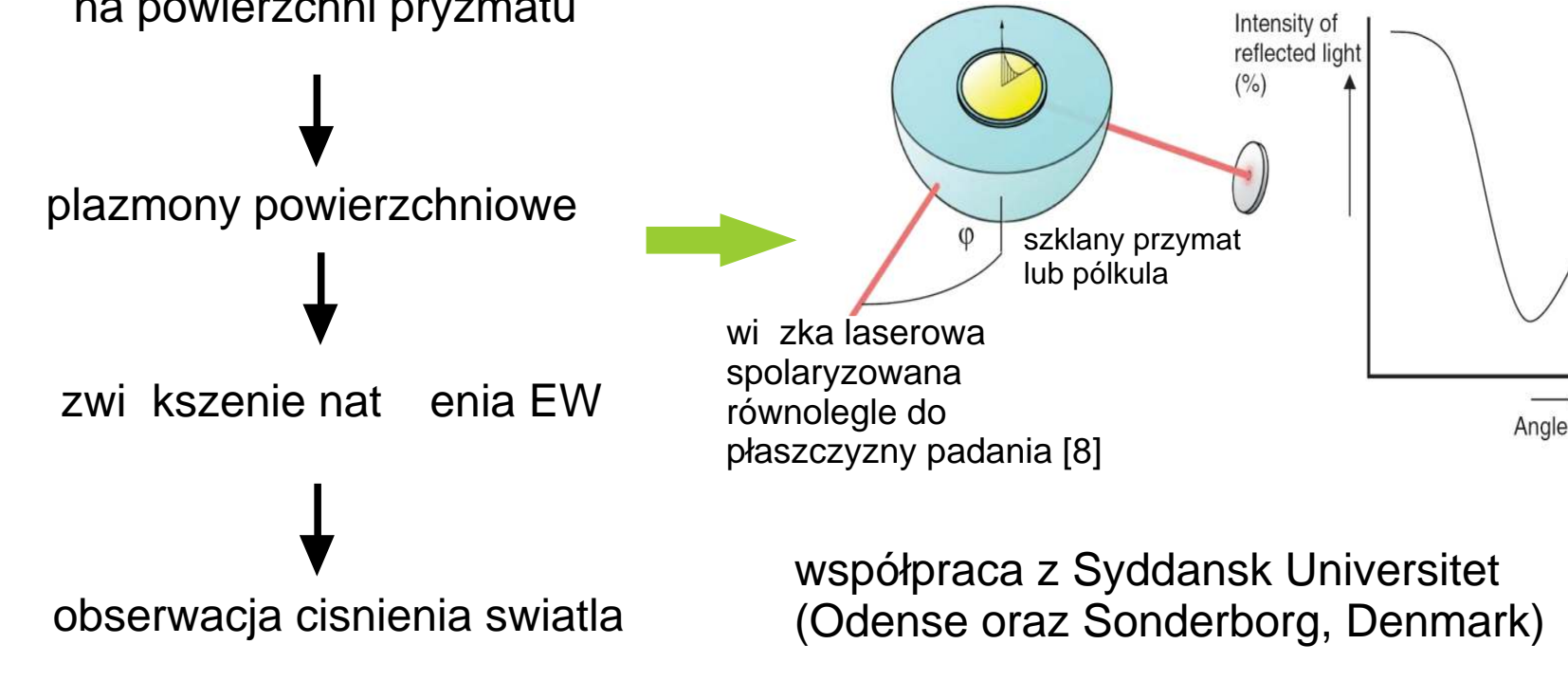
EFEKT STERNA-GERLACHA DLA PODPOZIOMÓW MAGNETYCZNYCH



KOŁOWO SPOLARYZOWANA FALA ZANIKAJĄCA



OPTYCZNE LUSTRO DIPOLOWE Z POKRYCIEM METALICZNYM



INNE

- potencjał efektywny dla fali zanikającej bliskiej rezonansu**
 - informacje o efektywnym potencjale dipolowym uzyskane na podstawie pomiaru wartości progowej potencjałów $U_{dip} + U_{vdW}$ (odwrotnie niż w [6])
- odbicie kwantowe**
 - odbicie atomów o energii większej niż bariera potencjału lub odbicie od potencjału przyziemi
 - obserwacja w zmodyfikowanym, bardziej skomplikowanym potencjale [4, 7]
- potencjał Casimira-Poldera**
 - poprawki QED do potencjału van der Waalsa (efekty retardacyjne) [5, 7]
 - precyzyjny pomiar liczby atomów odbitych od optycznego lustra dipolowego dla różnych natężeń i odstrojeń fali

REFERENCJE

[1] J. Fiutowski, PhD thesis, to be published
 [2] T. Kawalec, K. Kiersnowski, J. Fiutowski, T. Dohnalik, *Acta Phys. Pol. A* **114** 721 (2008)
 [3] C. Henkel and J.-Y. Courtois, *Eur. Phys. J. D* **3**, 129 (1998).
 [4] R. Cote and B. Segev, *Phys. Rev. A* **67** 041604 (2003).
 [5] R. Cote, B. Segev, and M.G. Raizen, *Phys. Rev. A* **58** 3999 (1998).
 [6] A. Landragin, J.Y. Courtois, G. Labeyrie, N. Vansteenkiste, C. Westbrook, and A. Aspect, *Phys. Rev. Lett.* **77** 1464 (1996).
 [7] S. Kallush, B. Segev, R. Cote, *Eur. Phys. J. D* **35**, 3-14 (2005)
 [8] A. Tudos, R. Schasfoort, *Handbook of Surface Plasmon Resonance*, RSC Publishing (2008)