

MRAŽENÍ ATOMŮ

Michal Kolář

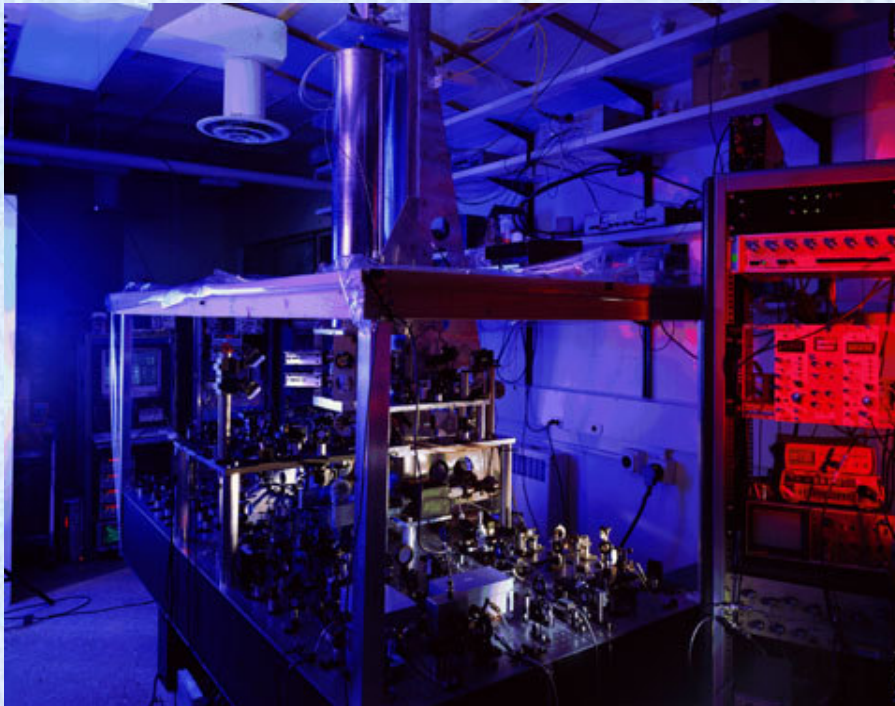
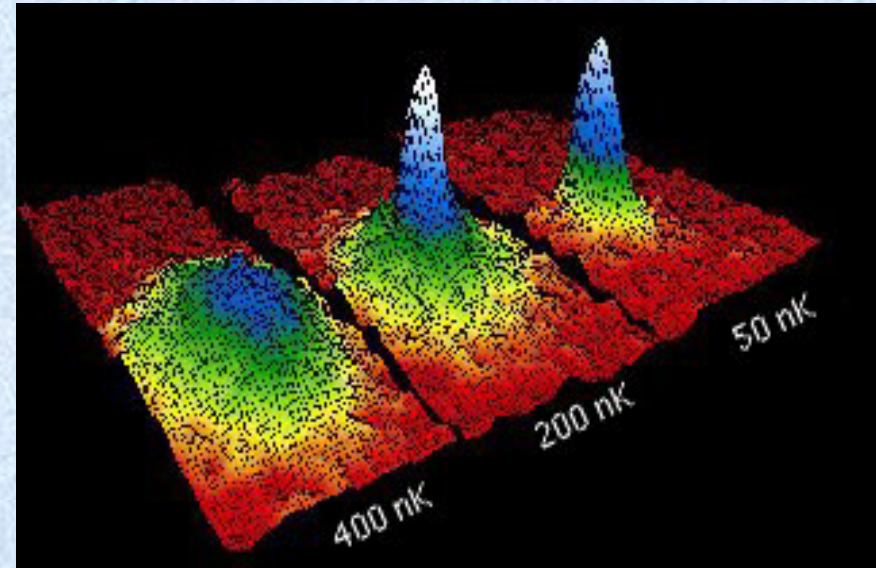
Fyzikální Kaleidoskop

2005

O čem to bude ?

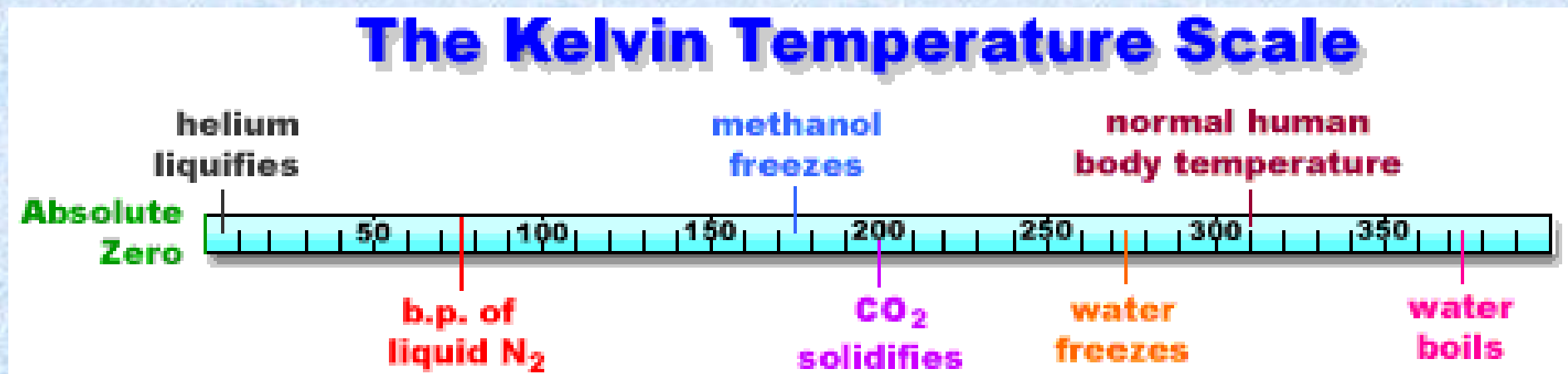
- Proč chladit?
- Co chceme chladit?
- Co je vlastně chlazení?
- Jak chladit atomy?
- Jak měřit nízké teploty?
- K čemu je dobré mít zmražené atomy...?

Proč chladit ?



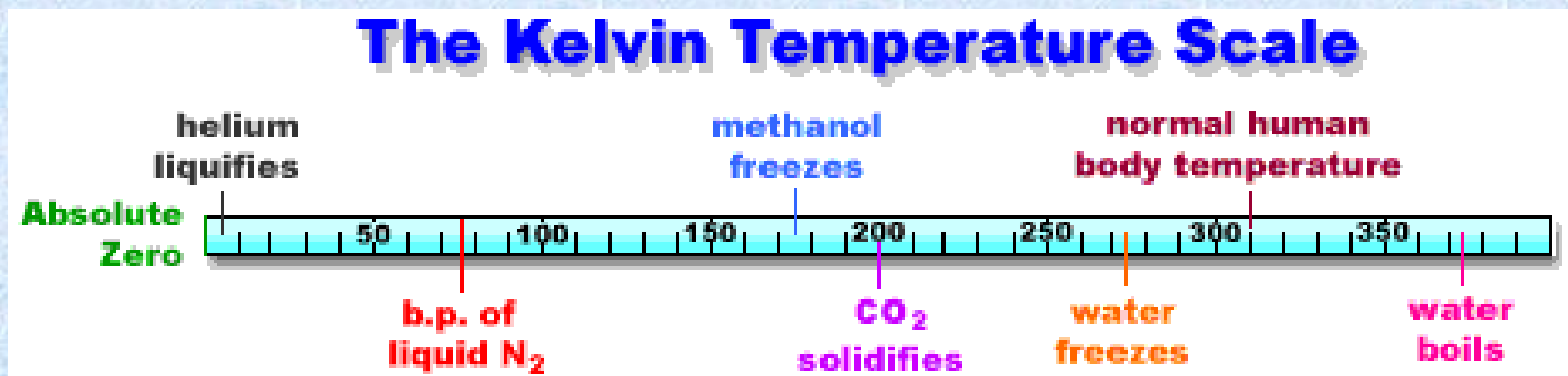
Co znamená chladit?

- Částice každé látky se stále chaoticky pohybují...
- Průměrná pohybová energie částice souvisí s termodynamickou teplotou T (K)



Co znamená chladit?

- Snižováním teploty zpomalujeme chaotický pohyb částic.
- Při **$T = 0 \text{ K}$** veškerý pohyb ustává.



Co znamená chladiť?

- CHLADIT = ZPOMALOVAT

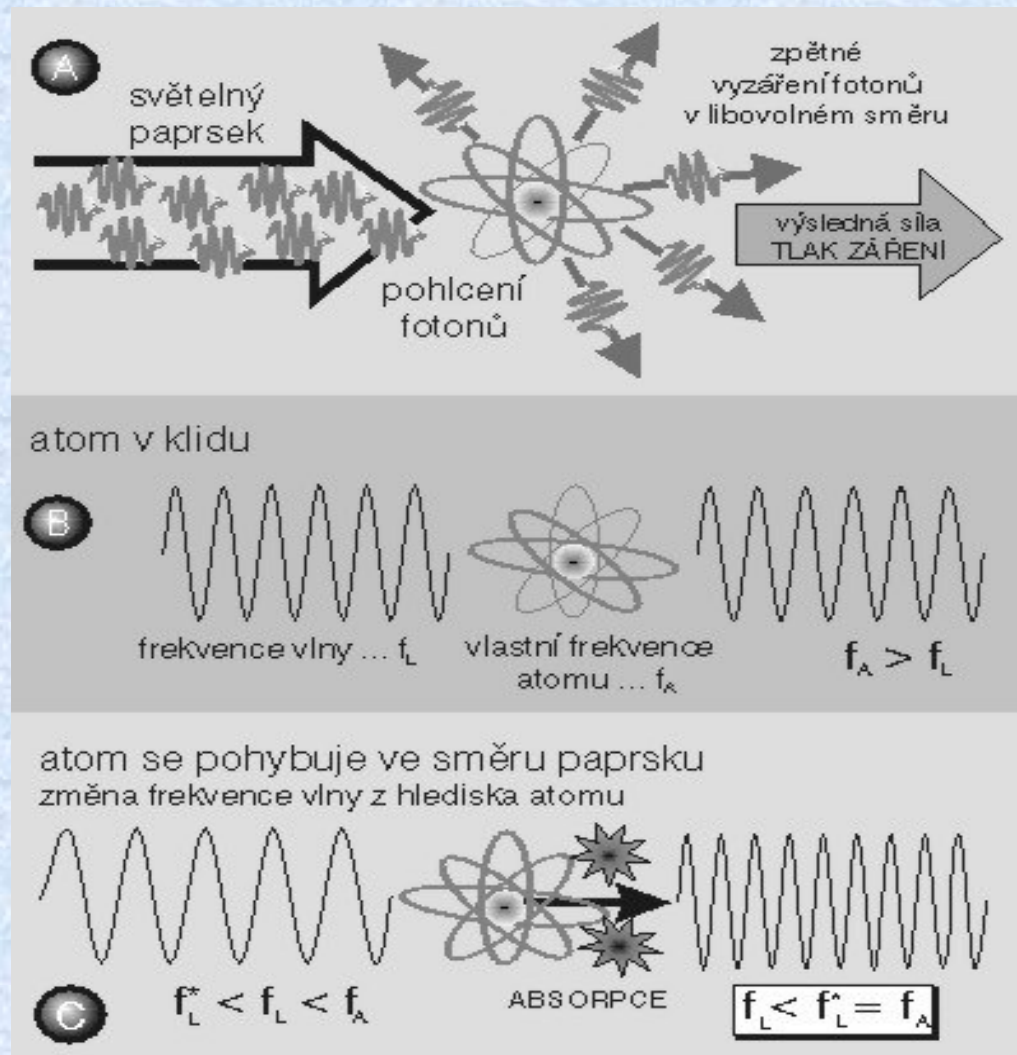


Jak ochladit atomy ?

- Světlo předává hybnost atomům..., hybnost je přímo úměrná frekvenci (barvě). $p \sim \omega$
- Jak zesílit působení proti směru pohybu a zeslabit působení ve směru pohybu?

Jak ochladit atomy ?

1. Fáze zpomalování



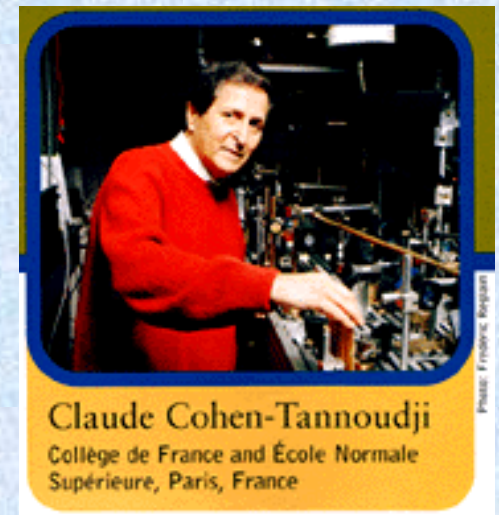
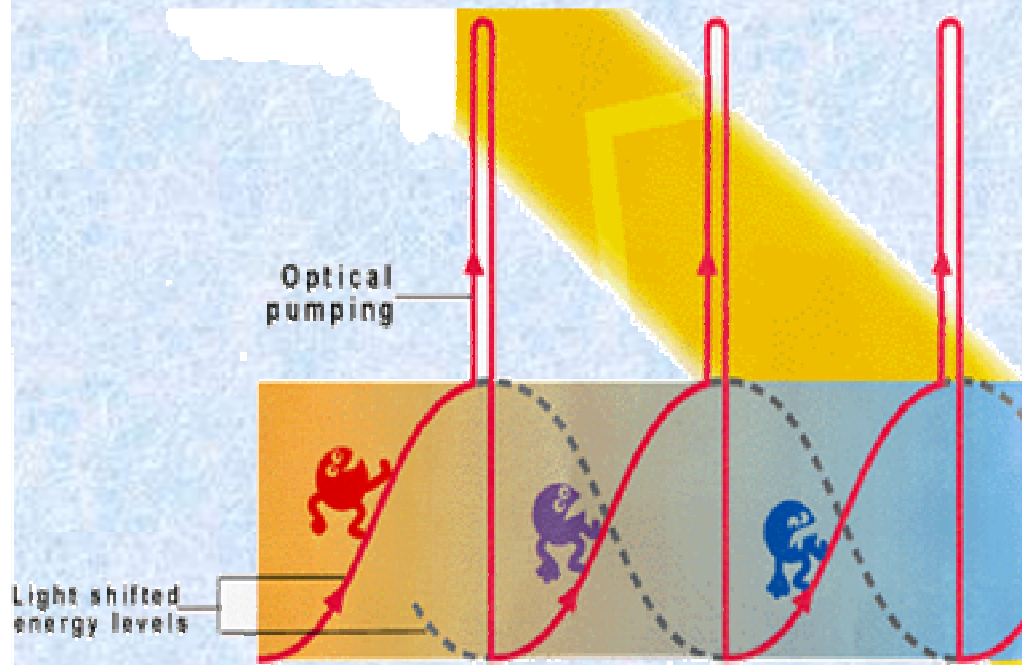
Optický sirup

1985: $T \sim 240 \mu K$

$v \sim 20 \text{ cm/s}$

Jak ochladit atomy ?

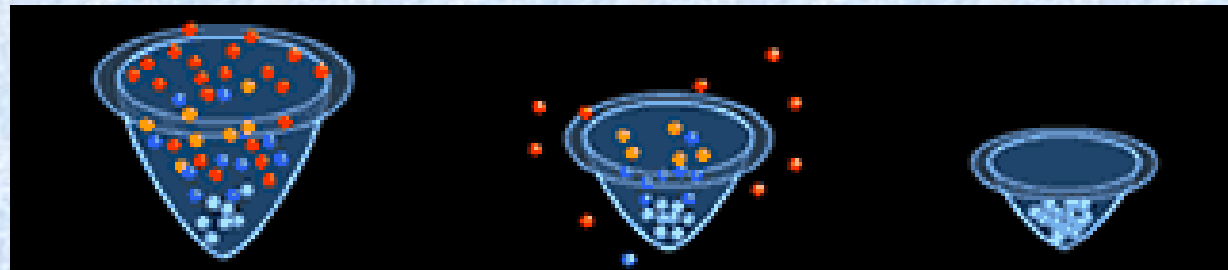
2. Fáze zpomalování



Sisyfovské chlazení Cs: $T \sim 2 \mu\text{K}$ $v \sim \text{cm/s}$

Jak ochladit atomy ?

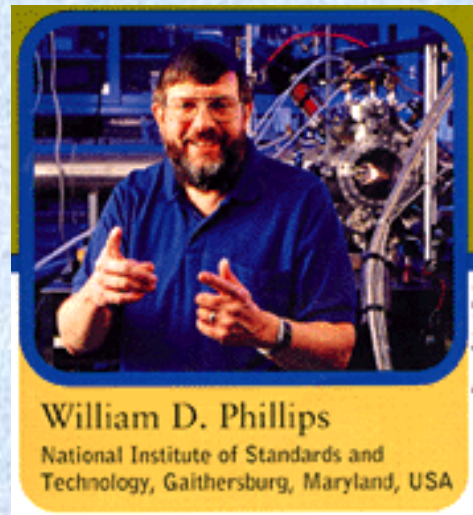
3. Fáze ... odpařování



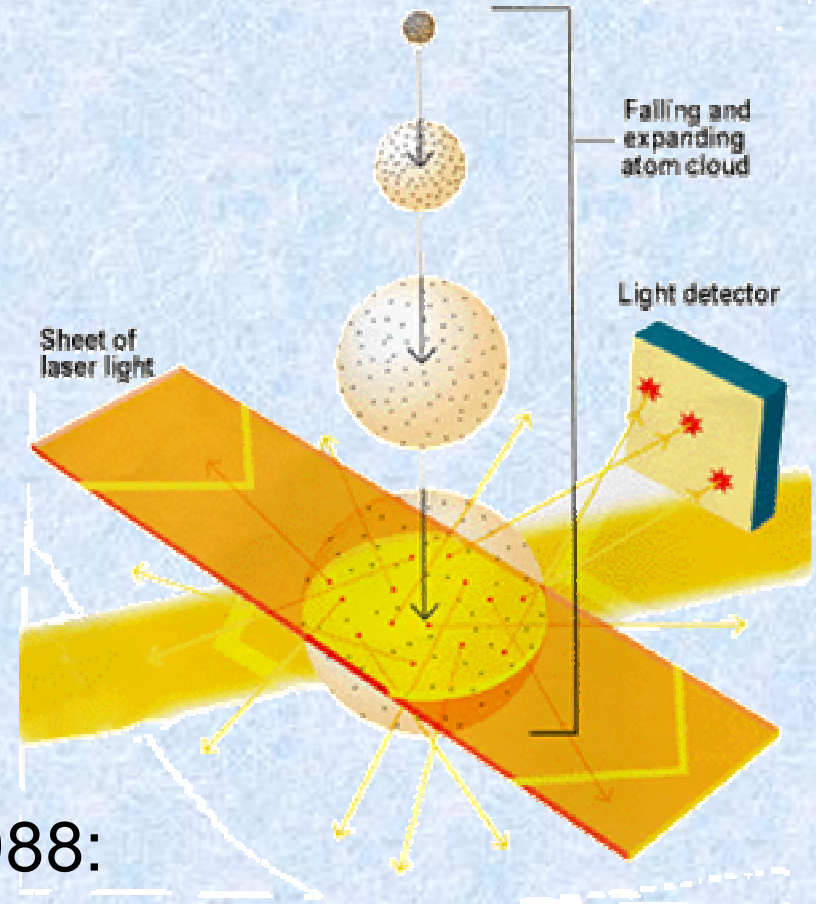
$$T < 1 \text{ nK} = 0.000\,000\,001 \text{ K}$$

Ketterle: 2003

Jak měřit teplotu?

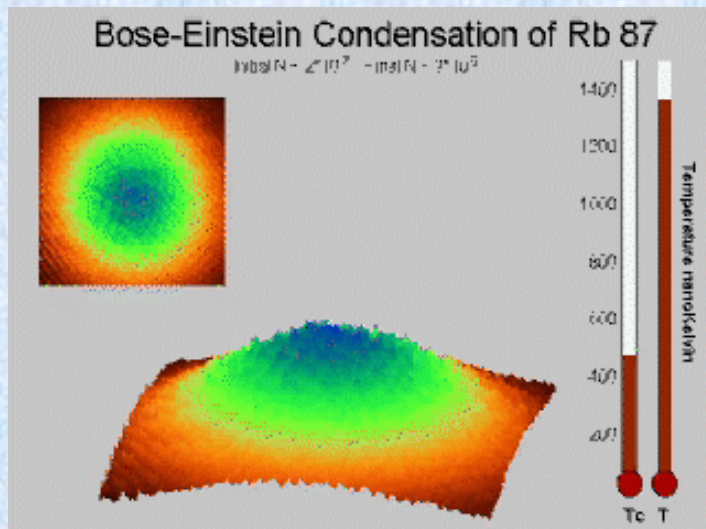


William D. Phillips
National Institute of Standards and
Technology, Gaithersburg, Maryland, USA



1988:

Time-of-flight

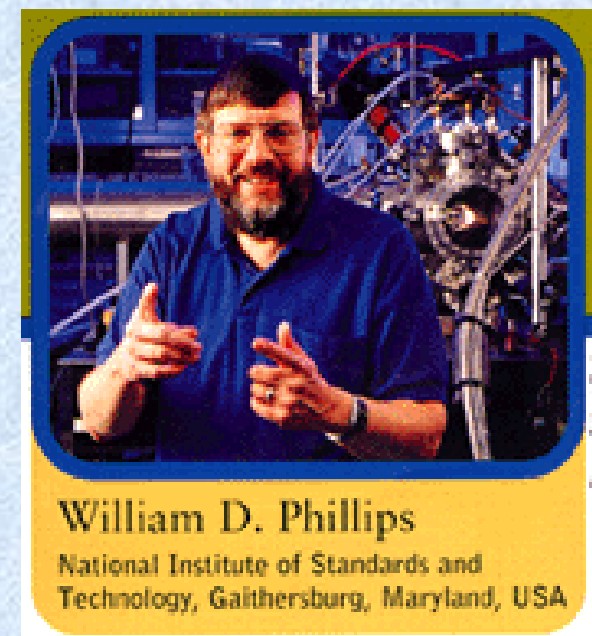
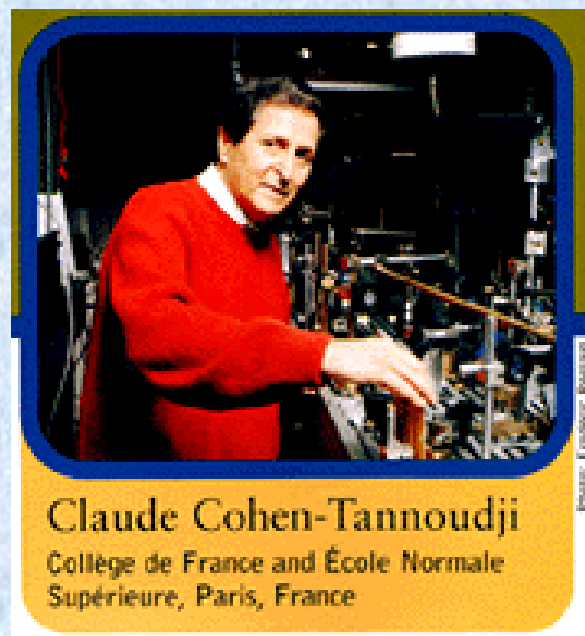


Zasloužená odměna...



The Nobel Prize in Physics 1997

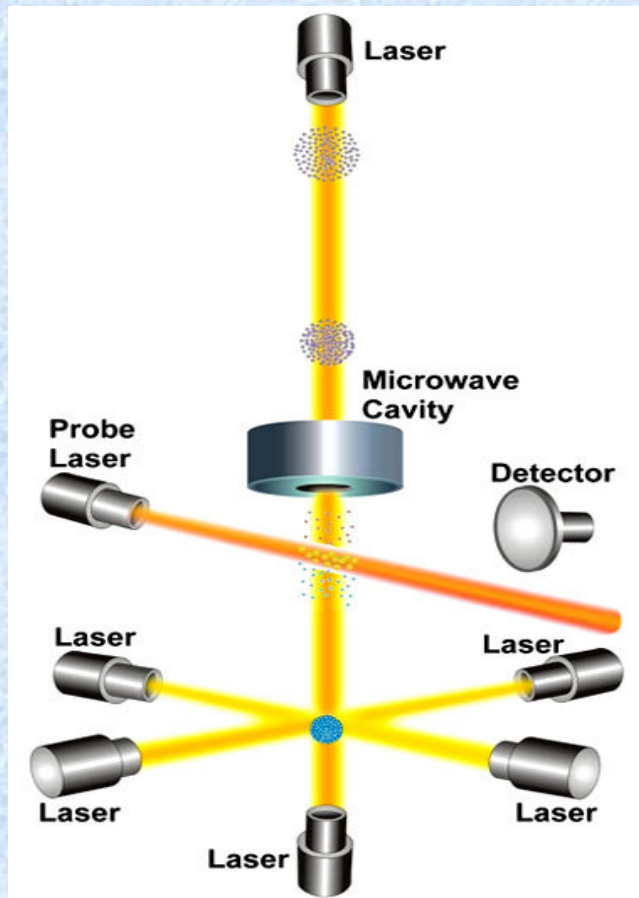
"for development of methods to cool and trap atoms with laser light"



<http://nobelprize.org/physics/laureates/1997/>

K čemu je dobré mít zmražené atomy...?

Například k přesnému měření času...



Jak jsou přesné?

**Odchýlí se o 1 sekundu za více
než 60 milionů let!**



Jaký máme užitek z přesného měření času?

- Můžeme přesně určovat vzdálenosti, tedy polohu ... Global Positioning System



www.svetoutdooru.cz

Děkuji za pozornost!

Těším se nashledanou...