

Casimirkräfte

Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

21. Juni 2007

# Inhaltsverzeichnis

Casimirkräfte

Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

- 1 Casimirkräfte
  - Was sind Casimirkräfte
- 2 T-Abh. der Casimirkräfte
  - Messaufbau
- 3 Messergebnisse

# Was sind Casimirkräfte?

## Casimirkräfte

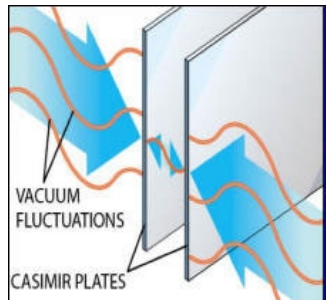
Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

- Casimirkräfte entstehen durch Fluktuationen des Vakuums
- Aufgrund der Unschärferelation entstehen virtuelle Teilchen
- zwischen 2 leitenden Platten hängt die Anzahl der möglichen Impulse vom Plattenabstand ab.



# Was sind Casimirkräfte?

## Casimirkräfte

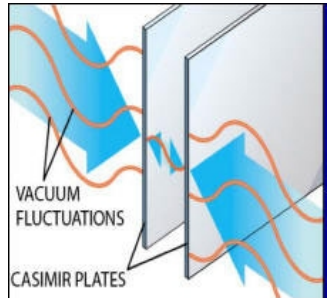
### Was sind Casimirkräfte

### T-Abh. der Casimirkräfte

### Messaufbau

### Messergebnisse

- Je kleiner der Abstand umso weniger Moden gibt es, da nicht jede Welle reinpasst (wegen Zwangsbedingung)
- Außerhalb der Platten gibts mehr Realisierungsmöglichkeiten
- beide Platten werden zusammengedrückt
- $F = \frac{hc\pi}{460d^4} \cdot A$
- bei 10nm ist  $P = 1Atm$



# Was sind Casimirkräfte?

## Casimirkräfte

Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

- Casimirkräfte sind auch für andere Geometrien möglich (als Casimir-Polder (CP) bezeichnet)
- Vakuumfluktuationen und elektrische Felder verursachen die Lambverschiebung - attraktive Wirkung,  $\propto \frac{1}{x^4}$
- Im Nahbereich auch bekannt als: Van der Waalskraft  $\propto \frac{1}{x^3}$
- Die Kräfte werden beeinflusst durch: Oberflächenbeschaffenheit, endliche Leitfähigkeit, geometrie des Substrats und die Umgebungstemperatur (wird hier untersucht)

- Um systematische Messfehler zu Vermeiden wird die Casimirkraft zwischen einem BEC aus Rb Atomen und einem Substrat aus Glas gemessen
- Mögliche syst. Fehler: Elektrostat. Potentiale in einem Gegenstand
- in der Atomfalle werden Oszillationen des Bose-Einstein Kondensats gemessen
- Oszillationsfrequenz verändert sich mit dem Potential
- Die Änderung der Frequenz ist proportional zum Kraftgradienten:  $\gamma_x = \frac{\omega_0 - \omega_x}{\omega_0} \cong \frac{1}{2m\omega_0^2} \langle \partial_x F_{cp} \rangle$
- $m$  =Masse des BEC
- $\gamma_x$  =Frequenzänderung aufgrund der CP-Kraft

# Messaufbau

Casimirkräfte

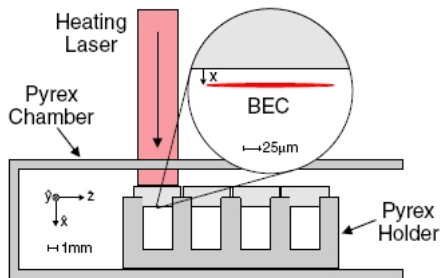
Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

- Substrat, Substrathalter und Gehäuse aus Glas
- BEC vorteilhaft wegen der Thomas-Fermi Verteilung der Atome (kompakt)
- Thomas-Fermi Radien: 2,69 u.  $97,1 \mu\text{m}$
- $2,5 \cdot 10^5$  Rb Atome



# Messaufbau

## Casimirkräfte

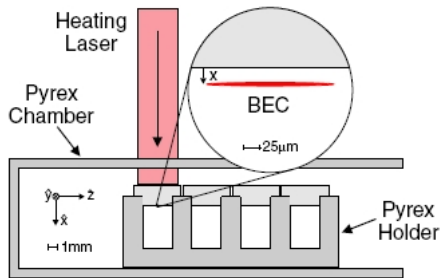
Was sind  
Casimirkräfte

## T-Abh. der Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

- Zwischen Substrat und Laser ist eine Graphitschicht,  $100\mu\text{m}$ , (Wärmetransport)
- Raue Oberfläche des Substrathalters verhindert Wärmetransport
- im Gehäuse befindet sich eine Vakuumkammer
- Druck:  $P = 2,5 \cdot 10^{-11}\text{mbar}$



# Messaufbau

Casimirkräfte

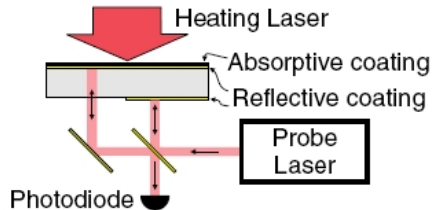
Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

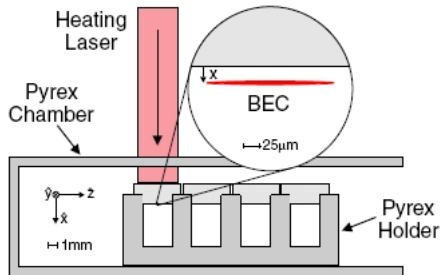
Messergebnisse

- Substratschicht wird mit einem 1 W Laser erhitzt
- Temperatur und Ausdehnung des Substrats in Abhängigkeit der Leistung des Lasers in einem Extraaufbau gemessen
- Laseraufspaltung am Halbdurchlässigen Spiegel
- Laserinterferenz liefert den Wegunterschied und somit die Ausdehnung (proportional zur  $T$ )



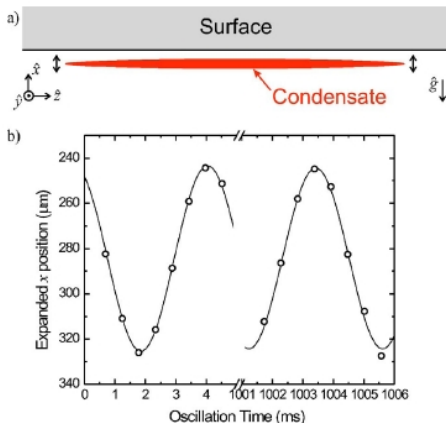
# Messaufbau

- BEC wird in der Vakuumkammer erzeugt (weit entfernt von allen Oberflächen) und nach Oben verschoben
- Der Abstand des BEC vom Substrat muss bekannt sein
- Zur Kalibrierung wird  $B(x)$  angelegt, so das sich das Minimum verschiebt.
- Messung des Abstandes vom Substrat (Photo) liefert die Abhängigkeit des Minimums von  $B(x)$
- Kalibrierung weit entfernt vom Substrat um bessere Abbildung zu erreichen



# Messaufbau

- Weit Entfernt vom Substrat wird  $B(x, \omega_0)$  angelegt
- BEC osziliert nun mit  $\omega_0$  und wird in Richtung  $x$  verschoben
- Nah an der Oberfläche verändert sich  $\omega_0$  zu  $\omega_x$
- BEC stabil für einige Sekunden
- Eingestrahlte Mikrowelle verändert den Zustand des BEC von  $|F = 1, m_F = -1 \rangle$  zu  $|F = 1, m_F = -2 \rangle$
- BEC somit nicht haltbar für die Atomfalle



Casimirkräfte

Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

# Messaufbau

Casimirkräfte

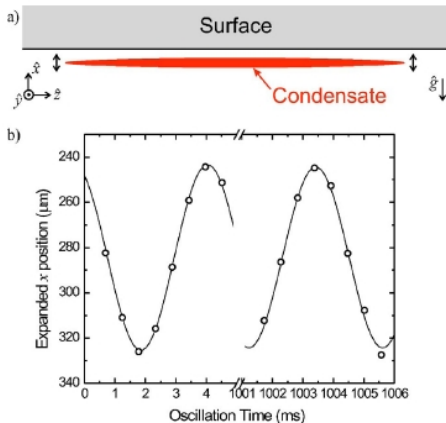
Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

- BEC bewegt sich in Richtung  $-x$
- nach 5ms wird ein Abbild gemacht (Laser) und so der Abstand zum Substrat festgestellt
- Veränderung der Oszillationszeit + Abstand liefern ein Diagramm
- Bestimmung von  $\omega_x$  nun möglich



# Messergebnisse

Casimirkräfte

Was sind  
Casimirkräfte

T-Abh. der  
Casimirkräfte

Messaufbau

Messergebnisse

