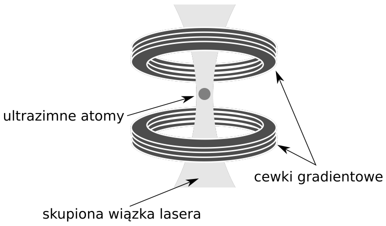
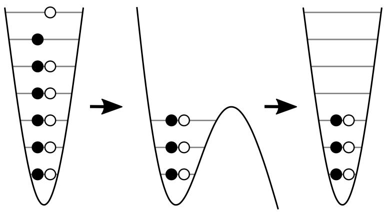


Na tym etapie eksperymentu atomy w mikropułapce miały temperaturę około 3 µK (mikrokelwinów), a liczba atomów w pułapce nadal nie była dokładnie określona. W następnym kroku wokół wiązki lasera włączano cewki wytwarzające gradient pola magnetycznego. Takie zmieniające się wzdłuż osi pole magnetyczne było odczuwane przez atomy jako dodatkowy, liniowy potencjał, który powodował częściowe otwarcie pułapki, co umożliwiało ucieczkę większości atomów. Tylko kilka atomów zajmujących najniższe poziomy energetyczne pozostawało w pułapce po wyłączeniu pola magnetycznego. Ponieważ wszystkie najniższe poziomy energetyczne w tak niskich temperaturach są zajęte z prawdopodobieństwem bliskim jedności, liczba pozostających w pułapce atomów mogła być kontrolowana z dużą precyzją poprzez odpowiednie dobieranie parametrów pola magnetycznego. Na koniec eksperymentu badacze potrzebowali zmierzyć, ile atomów pozostało w mikropułapce. Robili to, oświetlając atomy i mierząc fluorescencję, czyli światło wyemitowane przez atomy po wzbudzeniu światłem padającym, przy użyciu kamery CCD. Eksperyment i pomiar były powtarzane wielokrotnie w celu obliczenia prawdopodobieństwa wytworzenia układu o z góry zadanej liczbie atomów. Prawdopodobieństwo sukcesu zmieniało się z tą liczbą. Jeżeli na przykład zadaną liczbą atomów w układzie było 2, to taki układ uzyskiwano z prawdopodobieństwem 96%. Natomiast dla układu złożonego z 8 atomów było to 87%. Uzyskane prawdopodobieństwa były więc bardzo wysokie, zwłaszcza biorąc po uwagę, że był to pierwszy tego rodzaju eksperyment.



Atomy w pułapce przed i po użyciu cewek gradientowych

Tego typu techniki eksperymentalne mogą znaleźć zastosowanie w symulacjach kwantowych. Idea takich symulacji polega na tym, aby wykorzystać dobrze kontrolowalne układy kwantowe do symulowania innych układów kwantowych, takich które są zbyt trudne do badania w laboratorium, albo do modelowania na klasycznym komputerze. Układy ultrazimnych atomów, w których można precyzyjnie kontrolować zarówno liczbę atomów, jak i własności międzyatomowych oddziaływań, są idealnym kandydatem na takie kwantowe symulatory.

Zadania

Przygotował Dominik BUREK

M 1720. Dodatnie liczby $x_1, x_2, \ldots, x_n$ spełniają nierówności

$$x_1^2+x_2^2+\ldots+x_n^2 < \frac{x_1+x_2+\ldots+x_n}{2} \quad \text{oraz} \quad x_1+x_2+\ldots+x_n < \frac{x_1^3+x_2^3+\ldots+x_n^3}{2}.$$

Udowodnić, że $n > 50$.
Rozwiązanie na str. 15

M 1721. Wyznaczyć wszystkie liczby pierwsze p, dla których ciąg liczb $1, 2, \ldots, p$ (w tej kolejności) można podzielić na kilka (więcej niż jeden) bloków kolejnych liczb tak, że suma liczb w każdym bloku jest taka sama.
Rozwiązanie na str. 10

M 1722. Dany jest wielokąt wypukły $\mathcal{F} = A_1A_2\ldots A_n$. Dla dowolnego punktu P wewnątrz wielokąta punkty B_i to punkty przecięcia prostych PA_i z obwodem $\mathcal{F}$ (różne od A_i). Wielokąt $\mathcal{F}$ nazwiemy *zbalansowanym*, jeśli dla pewnego punktu P w jego wnętrzu punkty $B_1, B_2, \ldots, B_n$ leżą wewnątrz różnych boków $\mathcal{F}$. Rozstrzygnąć, czy $\mathcal{F}$ musi być zbalansowany dla (a) parzystego n, (b) nieparzystego n.
Rozwiązanie na str. 21

Przygotował Andrzej MAJHOFER

F 1055. Dwie identyczne, niewielkie kulki, każda o średnicy d, wykonane są z dielektryka. Odległość środków kulek wynosi $r \gg d$. Jedną z kulek naładowano ładunkiem q. Ile razy zmaleje siła wzajemnego przyciągania kulek, gdy odległość ich środków zostanie zwiększona k razy?
Rozwiązanie na str. 3

F 1056. Dwa izolowane, oddalone od siebie, kuliste przewodniki o promieniach $r_1 = 3$ cm i $r_2 = 9$ cm naładowano do potencjałów $U_1 = 1{,}5$ kV i $U_2 = 3$ kV, a następnie połączono cienkim drucikiem. Ile ciepła wydzieli się w druciku? Przenikalność elektryczna próżni $\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}$ F/m.
Rozwiązanie na str. 3