

Neutronowa holografia

Holografia została wymyślona przez Denisa Gabora pod koniec lat czterdziestych XX wieku, ale zastosowano ją dopiero 20 lat później dzięki wykorzystaniu laserów. Przez długi czas metoda ta była ograniczona do długości fal odpowiadających światłu. Dopiero w ostatniej dekadzie rozwinięto metody holografii elektronowej i rentgenowskiej pozwalające na obrazowanie w skali atomowej (światło widzialne jest na to trzy rzędy wielkości „za długie”). Metody te mają jednak ograniczone zastosowanie. Użycie elektronów, ze względu na ich silne oddziaływanie z elektronami ciała stałego, pozwala jedynie na obrazowanie powierzchni. Natomiast czułość holografii rentgenowskiej zależy bardzo silnie od rodzaju pierwiastków występujących w badanym materiale. Wiązki neutronowe z kolei, choć pozbawione tych wad, nie były do niedawna wykorzystywane, głównie z powodu ich ograniczonej intensywności. Dopiero ostatnio [1] zaproponowano sposoby przeniesienia metod holografii rentgenowskiej na wiązki neutronów termicznych.

Według pierwszej koncepcji tzw. wewnętrznego źródła (ang. *inside-source*) jądra atomów wodoru (protony) służą jako źródła fal sferycznych. Metoda ta została z powodzeniem zastosowana [2]. Natomiast druga koncepcja, tzw. wewnętrznego detektora (ang. *inside-detector*), właśnie doczekała się realizacji [3].

W holografii zawsze mamy do czynienia z interferencją tzw. wiązki odniesienia, czyli niezakłóconej fali, z tzw. wiązką przedmiotową, niosącą informację o badanym obiekcie. W przypadku metody wewnętrznego detektora wiązką odniesienia jest fala płaska, rejestrowana przez

jądra atomów o dużym przekroju czynnym na absorpcję neutronów, a wiązkę przedmiotową tworzą neutrony, które przed absorpcją oddziaływały z jądrem należącym do obrazowanego obiektu. Jak widać, badany materiał musi zawierać domieszkę atomów, których jądra będą służyły jako wewnętrzne detektory. Detekcja jest sygnalizowana poprzez deekscytację rentgenowską jąder detektorów. W doświadczeniu [3] badanym materiałem był monokryształ ołowiu (99,74%), domieszkowany kadmem 113 (0,26%). „Surowy” hologram pokazany jest na tylnej okładce. Składa się on z pikseli odpowiadających mierzonej intensywności detekcji przy odchyleniu próbki o kąt χ od kierunku padania wiązki neutronowej i obracania jej dookoła tego kierunku o kąt φ (w obu przypadkach ze skokiem 3°). Na drugim rysunku przedstawiona jest trójwymiarowa interpretacja hologramu. Widać 12 czerwonych plam odpowiadających pozycjom jąder atomów najbliższych jądra służącemu jako wewnętrzny detektor neutronów. Zlokalizowane są one na sferze o promieniu $3,49 \text{ \AA}$, równym, zgodnie z przewidywaniem, stałej siatki podzielonej przez pierwiastek z dwóch. Należy zwrócić uwagę, że w holografii neutronowej obrazowana jest pozycja jąder atomowych, a nie kształt orbitali elektronowych.

Piotr ZALEWSKI

- [1] *Atomic resolution neutron holography*, L. Cser, G. Krexner, Gy. Török, *Europhys. Lett.* **54**(2001)747
 [2] *Atomic structure holography using thermal neutrons*, B. Sur, R.B. Rogge, R.P. Hammond, V.N.P. Anghel, J. Katsaras, *Nature* **414**(2001)525
 [3] *Holographic imaging of atoms using thermal neutrons*, L. Cser, Gy. Török, G. Krexner, I. Sharkov, B. Faragó, *Phys. Rev. Lett.* **89**(2002)175504

Nieustający konkurs Wirtualnego Wszechświata i Delta!

Rozwiąż w lutym marcowe zadanie z myszką i wygraj książkę z Wydawnictwa Prószyński i S-ka.

Więcej informacji: <http://www.wiw.pl/delta/konkurs>



Zadania

Redaguje Mikołaj ROTKIEWICZ

M 1015. Ciąg a_n określony jest rekurencyjnie wzorami:

$$a_0 = 9, \quad a_{n+1} = a_n^3(3a_n + 4).$$

Wykazać, że a_{10} w zapisie dziesiętnym ma co najmniej 1000 dziewiątek.

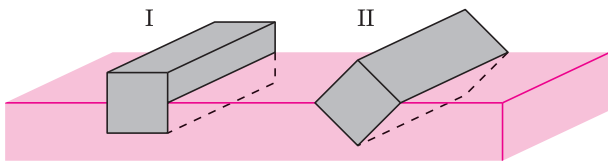
Rozwiązanie na str. 13

M 1016. Niech $1 \leq a \leq b \leq 125$, $a, b \in \mathbb{N}$. Udowodnić, że ułamek $\frac{a}{b}$ w zapisie dziesiętnym nie ma bloku cyfr 143.

Rozwiązanie na str. 13

Redaguje Ewa CZUCHRY

F 589. Na powierzchni wody unosi się drewniany klocek o przekroju kwadratowym i gęstości $\rho = 0,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Które z dwóch położen równowagi pokazanych na rysunku, będzie położeniem równowagi trwałej i dlaczego?

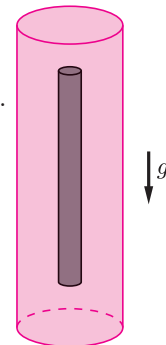


Rozwiązanie na str. 3

M 1017. Udowodnić, że w rozwinięciu dziesiętnym liczby 3^{-100} występuje blok cyfr 123456789.

Rozwiązanie na str. 16

F 590. W pionowej rurce o promieniu R , wypełnionej cieczą o gęstości ρ_1 , znajduje się okrągły pręt o promieniu r i długości l , przy czym $l \gg R$ (rysunek). Pręt jest umieszczony dokładnie na osi symetrii rurki, a jego gęstość ρ_2 jest mniejsza od ρ_1 . Zaniedbując efekty brzegowe i tarcie, znaleźć prędkość i przyspieszenie pręta w zależności od głębokości h . Pręt pozostaje cały czas zanurzony.



Rozwiązanie na str. 16