

WCIAŻ NIE DZIAŁA...

Nieregularnik ilustrowany SSN SPENT

Nr 5
3 IX 2022



W tym numerze:

A jednak działa!

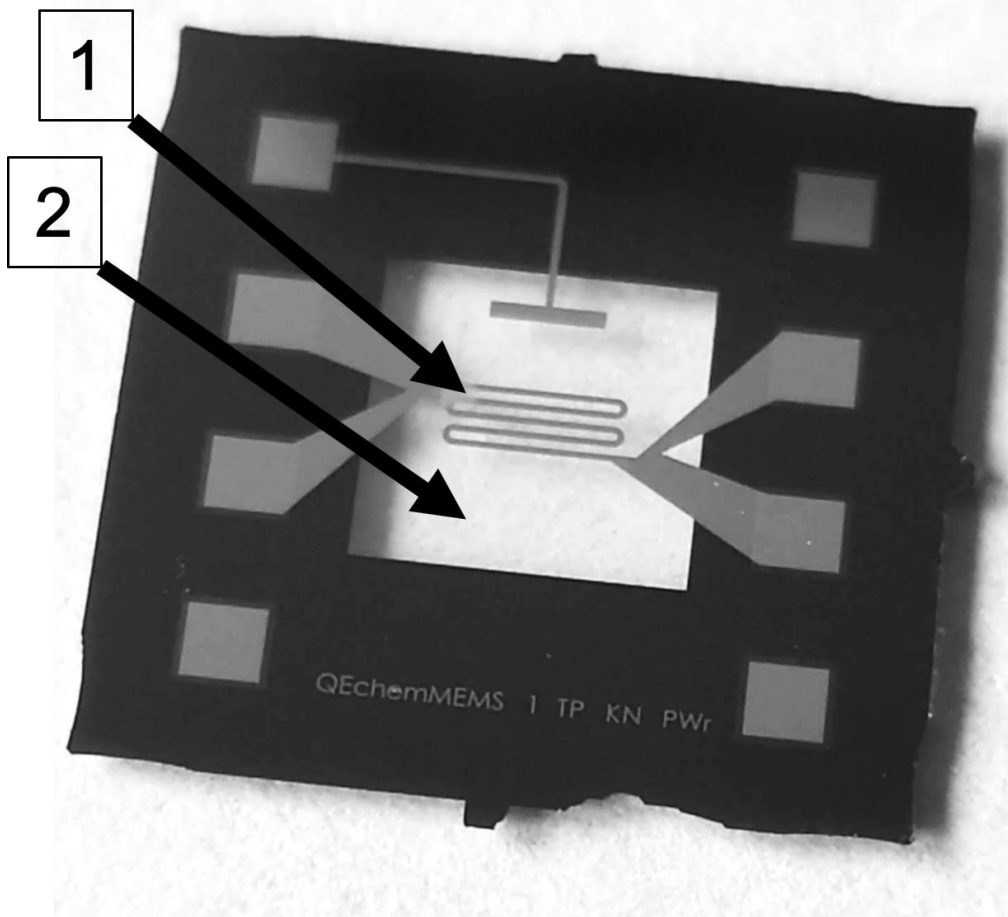
Pomiary temperatury na 401 sposobów

Julia Pruchnik

Tym razem popęd naukowy zagonił nas do pomiarów bardzo małych zmian temperatury cieczy. Szerszym celem, który nadal stoi przed uczestnikami zamieszania, lecz o którym warto co nieco powiedzieć, jest precyzyjne zmierzenie efektów cieplnych wywoływanych przez reakcje elektrochemiczne. Aby to osiągnąć, powstał układ 2 w 1: elektroda robocza w reakcji elektrochemicznej służy jednocześnie do pomiaru temperatury. Jednak jako że przedmiotem zainteresowania w tym wypadku są zmiany tej wielkości, a nie jej wartość bezwzględna, oraz to, że stworzony układ możemy uznać za odizolowany termicznie – od tego momentu będzie nazywała go kalorymetrem, nie termometrem.

Zanim jednak dojdzie do zabaw z elektrochemią, trzeba nam mieć czym mierzyć. Powstaje więc projekt, a następnie wytwarzana jest struktura MEMS (patrz rysunek obok), składająca się z cienkowarstwowego rezystora platynowego o rezystancji $200\ \Omega$ (1), położonego na $200\ \text{nm}$ grubości membranie z azotku krzemu (2), która z kolei zawieszona jest na kwadratowym chipie krzemowym szerokim na $10\ \text{mm}$. Rezystancja struktury liniowo zależy od jej temperatury, ze współczynnikiem TCR równym $2700\ \text{ppm/K}$, co wykorzystywane jest tu jako zasada działania kalorymetru.

Kontynuacja na stronie 4.



Słowo od redakcji

Przez wakacje mieliśmy mnóstwo czasu na opracowanie nowych pomysłów i tekstów o nich! W związku z tym nie dziwi, że próbujemy utrzymać 8 stron objętości. Mamy nadzieję, że ten numer również znajdziecie interesującym i na korzyściach.

Nowy semestr rozpoczyna się chłodnym powitaniem od jesiennej aury – niech jednak Was to nie zmyli! W ciepłe sal laboratoryjnych czekają na Was ciepłe ludzie, tylko gotowi opowiedzieć o wszystkim, co robią (w laboratorium). Nie wahajcie się odwiedzić 213.

W dalszym ciągu czekamy na listy od wiernych czytelników. Uwagi, sugestie, zażalenia prosimy nadsyłać listownie i na kartkach pocztowych do pokoju 213. Życzymy miłej lektury!

Le ciel lui tombe sur la tête

Krzysztof Kwoka

Czy jutro niebo spadnie nam na głowy? Dowiedźcie się już dziś! Astronomia ekstremalna w wydaniu Krzysztofa Kwoki przybliży Wam tajemnice pierścieni planetarnych.

Strona 7

Głos spoza świata

Jeremiasz Albatros

Najstarszy trunek świata jest być chyba tylko ciut starszy, niż najstarszy zawodnik – a mimo to potrafi dzielić ludzi. Zobaczcie, jak tego unika!

Strona 3

Chrom z krainy OS

Jakub Konopiński

Lubicie korzystać z komputera? Nie lubicie przepłacać? ON znalazł jeden prosty trick, który rozwiąże wasze problemy! Zobaczcie, jak mały może być system operacyjny.

Strona 2

Dekoherencja

Dominik Badura

„-Panie kierowco, czy wie pan, jak szybkojechał?”

-Nie, ale wiem, gdzie jestem!”

Dlaczego ten dialog nie zadziała i kiedy kwanty przestają być istotne?

Strona 2

Chrom z krainy OS

Jakub Konopiński

Wskrzeszenie

Niedawno stałem się szczęśliwym posiadaczem uszkodzonego dwunastoletniego laptopa. Przyjaciel zaproponował mi taki zabytek w zamian za odzyskanie danych zapisanych na dysku wewnętrznym urządzenia. Wyzwanie okazało się nad wyraz ciekawe. Nośnikiem danych tego urządzenia była wlutowana kość pamięci eMMC. Oznaczało to, że nie mogę po prostu wyciągnąć dysku i skopiować jego zawartości. Pozostałe podzespoły laptopa na szczęście okazały się sprawne.

Żywy pendrive?

Live pendrive czy też *live USB* to nośnik danych zawierający zainstalowany pełny system operacyjny. Do uruchomienia systemu nie jest wymagana instalacja systemu na dysku danych urządzenia. Podczas podłączenia nośnika i uruchomienia systemu następuje automatyczna konfiguracja. System sprawdza architekturę procesora oraz zasoby sprzętowe jakimi dysponuje urządzenie.

Okna i inne usługi szklarskie

W pierwszej kolejności spróbowałem uruchomić laptopa przy użyciu systemu *WinPE*.

Windows Preinstallation Environment to specjalna dystrybucja systemu operacyjnego Windows zawierająca tylko najważniejsze narzędzia systemowe i diagnostyczne. Do stworzenia nośnika użyłem popularnych aplikacji otwarto-źródłowych i obrazu środowiska. System wzbogaciłem o kilka aplikacji diagnostycznych w wersji *portable*. Mimo prawidłowej instalacji nie udało mi się uruchomić systemu. Winowajcą okazała się niewystarczająca ilość pamięci RAM.

Operowanie bardzo małym sprzętem

Damn Small Linux to bardzo wszechstronna dystrybucja Linuxa, mieszcząc się na zaledwie 50 MB pamięci nośnika. Oferuje wszystkie podstawowe narzędzia systemowe oraz



Tak, to cudo waży 50 MB!

pakiet aplikacji biurowych. Jak na tak niewielką dystrybucję, przytłacza ogromem możliwości i ilością aplikacji. Wejście do systemu zakończyło się sukcesem. Co więcej udało mi się otworzyć częściowo uszkodzone pliki, znajdujące się w pamięci masowej laptopa. Ku mojemu rozczarowaniu sprzętowa okazała niemożliwa do naprawienia... Przytłaczająca ilość *badsektorów* uniemożliwiłaby dalszą pracę.

Więc gdzie ten Chrom?

Chrome OS to system operacyjny oparty na przeglądarce Google Chrome. Umożliwia przeglądanie Internetu, oraz uruchomienie większości natywnych aplikacji APK popularnych na urządzeniach z systemem Android. Wykorzystując wyżej wspomniany pendrive, postanowiłem zainstalować pełną wersję systemu na nośniku. W taki sposób „zepsuty” laptop zyskał drugie życie.

Podsumowanie

Live USB to bardzo potężne narzędzie. Nie trzeba posiadać szybkiego nośnika o dużej pojemności. Do wykonania dwóch pierwszych instalacji wystarczył mi pendrive o pojemności 2 GB. Niezależnie, czy potrzebujesz najlepszego urządzenia do hackowania, potężnego zabezpieczenia swoich danych, czy też uniwersalnej stacji diagnostycznej, live USB jest dla każdego.

Dekoherencja

Dominik Badura

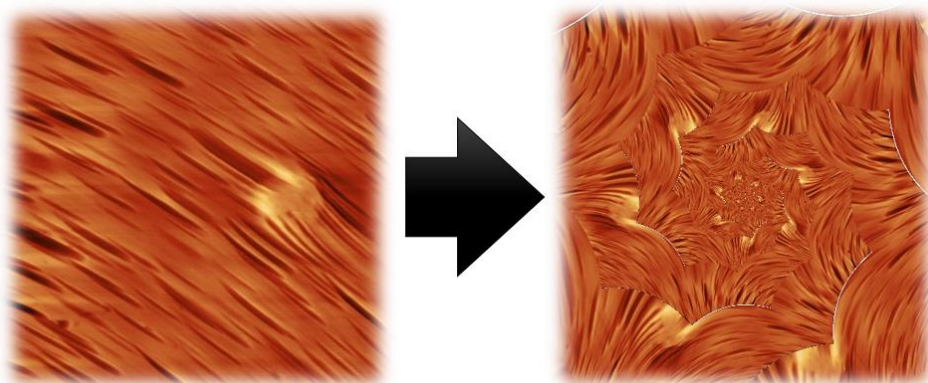
Nanoświat – nasz drugi dom w Katedrze Nanometriologii – rządzi się regułami kwantowymi, ale w świecie codziennym pełnym kul bilardowych i nowych grotów do lutowania na fali stosuje się fizykę klasyczną. W jaki sposób opis kwantowy zamienia się w opis klasyczny – gdzie znika dziwność kwantowa? Powszechnie uważa się, że efekty kwantowe, takie jak zachowanie falowe cząstek, zostają „zniszczone” przez oddziaływanie między cząstkami kwantowymi a ich otoczeniem, które to zjawisko znane jest jako dekoherencja. Te interakcje oznaczają, że cząsteczka i jej otoczenie zostają „splątane”: właściwości cząstki nie są już jej wewnętrzną cechą, ale zależą od środowiska. Aby zaobserwować zachowanie kwantowe w systemie, należy powstrzymać dekoherencję, czyniąc system możliwie izolowanym. Dlatego efekty kwantowe takie jak superpozycje kwantowe są zwykle obserwowane tylko w laboratorium; są delikatne i dekoherencja łatwo je niszczy. Dekoherencja jest akcją

jednokierunkową; po zniszczeniu kwantowości nie można jej odzyskać ♯. Tempo dekoherencji – prędkość z którą znikają superpozycje kwantowe – wzrasta wykładniczo wraz ze wzrostem liczby cząstek w systemie, więc duże obiekty stają się klasyczne niemal natychmiast.

Dekoherencja sprawia, że przełączanie kwantowo – klasyczne jest dobrze zdefiniowanym procesem, zależnym od warunków środowiskowych.

Co warto zapamiętać z powyższego tekstu? Dekoherencja to utrata kwantowych zachowań na skutek interakcji cząsteczek z ich otoczeniem - tyle.

Dzięki dekoherencji jest „normalnie” – przedmioty codziennego użytku pozostają mocno klasyczne.



Rys. 1 – Topografia złota gdyby nie dekoherencja – wizja artystyczna autora

Najstarszy trunek świata

Jeremiasz Albatros

Piwo. Prehistoryczny wręcz napój, o tradycjach sięgających czasów tak dawnych, że nawet Maryla Rodowicz ich nie pamięta. W niepamięci zaginęła też wiedza, z czego tak właściwie były te pierwsze piwka robione, choć pośród kandydatów na składniki znajdują się takie delicje jak ryż, daktyle czy glóg. Dzisiaj przyrządzony z nich trunek pewnie stałby na najwyższej półce sklepu z kraftami, upiękuszony proporcjonalnie wysoką ceną, a klasyką, o choczko wybieraną przez masy ludzkie na całym świecie, jest wyrób złożony z wody, drożdży, słoju jęczmiennego i chmielu. Czasami też z ryżu. Albo kukurydzy. Opcjonalnie również z martwych szczurów, jeśli wierzyć pewnej miejskiej legendzie z Londynu, choć szczerze mówiąc, z tymi legendami to bywa różnie.

W obecnych czasach piwo (już bez dodatków gryzoniowych) cieszy się bardzo ugruntowaną pozycją, zarówno na półkach sklepów, jak i w popkulturze. Czy to Ferdek z Boczkem sączą Mocnego Fulla, czy może jednak Homer Simpson zalega z Duffem na kanapie, komedie o choczko sięgają po piwo, gdy trzeba wykreować postać na wzór robotniczych mas pracujących, a fikcyjne marki powstają na lewo i prawo, by zaoszczędzić na kontraktach z tymi prawdziwymi. Reklamy piw (tych prawdziwych) z billboardów, telewizyjnych ekranów czy sklepowych plakatów nawołują do konsumpcji, najlepiej w towarzystwie, bo samemu to trochę traci nałogiem, a przecież żadna poważna marka nie chciała by być z tym kojarzona. Poważne marki chętniej też zajmują się produkcją gatunków popularnych, zostawiając całkiem pokaźną lukę na browary mniejszego kalibru, wydające na świat

butelki wypełnione zarówno napojami o wielowiekowych tradycjach, lecz pozbawionymi rozpoznawalności lagerów czy budweiserów, jak i nowiutkimi wynalazkami, doprawianymi całą gamą dodatków. Na tejże linii demarkacyjnej, pomiędzy korporacyjnymi koncernami, a dumnymi rzemieślnikami pojawiła się perfekcyjna okazja do sporu. Mówi się co prawda, że o gustach się nie dyskutuje, ale to w niczym nie przeszkadzało ludziom, spragnionym przynależności do grupy, wyklócać się o to, czyje piwne nawyki są słuszne. Konsumenti eurolagerów marudzili na jakieś hipsterskie wynalazki, dosmaczane sokami czy płatkami owsa, imputując rozmaite deficyty w rozumie i godności człowieka. Z drugiej strony

krafciarze wyśmiewali koneserów 'harnoldów', sugerując całkowity brak gustu i wypalone zmysły smaku i powonienia. Nawet mimo otwarcia się koncernów na nowe/stare horyzonty, i spowszednienia piw rzemieślniczych do poziomu dedykowanej półki w sklepie z płazem, konflikt dalej się tli, czasem błyskając iskrami podczas rozmów przy grillu, na imprezach, w internetach i internatach.

Gdyby więc przytrafiło się wam spotkać na imprezie kogoś, kto zbyt mocno wziął sobie do serca swoje piwne przekonania, i zbyt nachalnie zaczął je rozgłaszać, nie bacząc na dekorum czy uczucia rozmówców, pocieszcie się tym, że przynajmniej nie macie w kuflu esencji z szczura.



SPENT w literaturze

SPENTowicze nie gęsi, swoje publikacje mają! A przez wakacje napisali o:

Analizie sprawności przetwarzania energii przez mikrodwignie aktywne. Sprawność informuje, jak duża porcja energii zostaje przekształcona w drgania mechaniczne.

DOI: 10.1109/JMEMS.2022.3187793

Autorom gratulujemy sukcesu a czytelników zapraszamy do lektury!

W odeonie



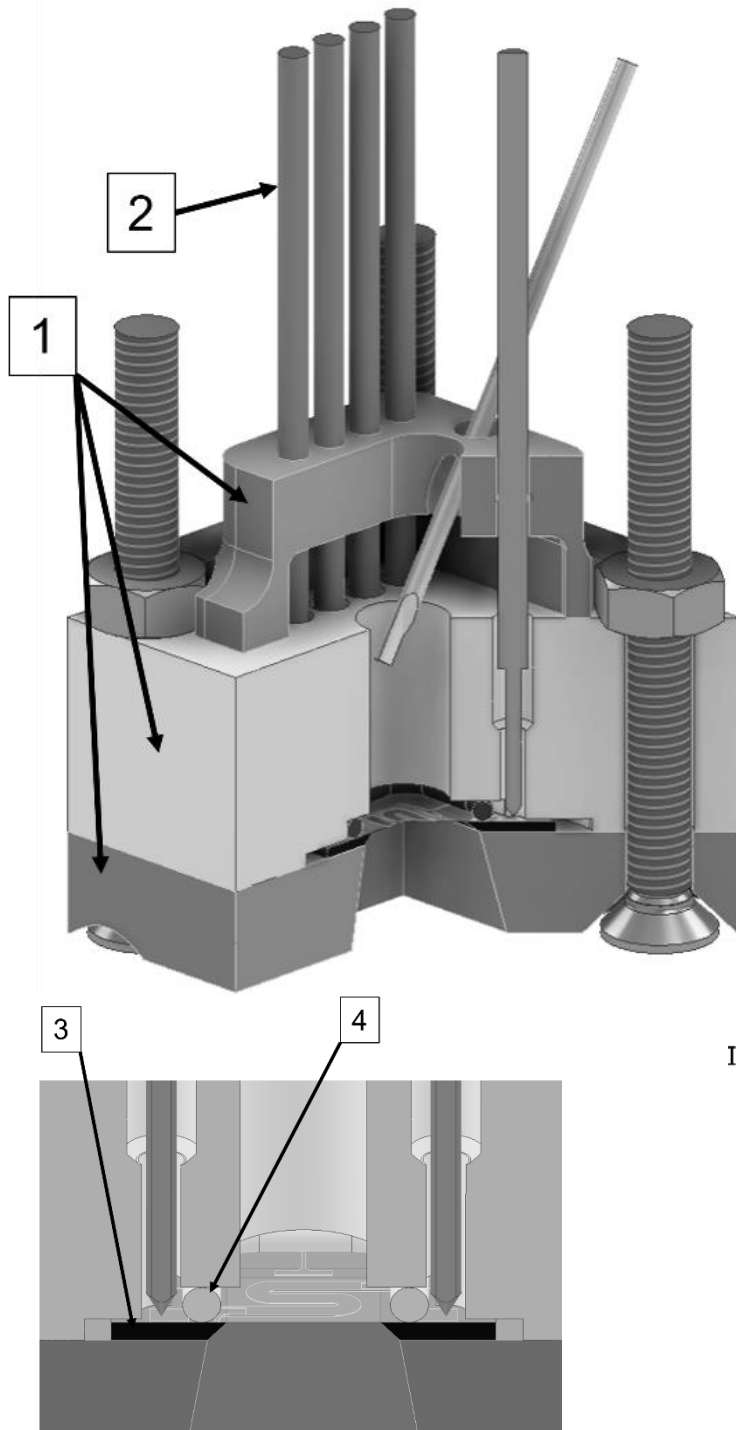
Kontynuacja ze strony 1.

Aby móc przeprowadzić zaplanowane pomiary, trzeba umożliwić chipowi kontakt z cieczą oraz z układem pomiarowym. Tutaj w sukurs przyszła drukarka 3D, z pomocą której stworzono celkę widoczną na drugim obrazku. W celu znajduje się miejsce na strukturę MEMS, nad którą ukształtowana jest studnia na ciecz, drobnym O-ringiem odseparowana od kontaktów elektrycznych. Do nich z kolei prowadzą osobne otwory, gdzie umieszczone

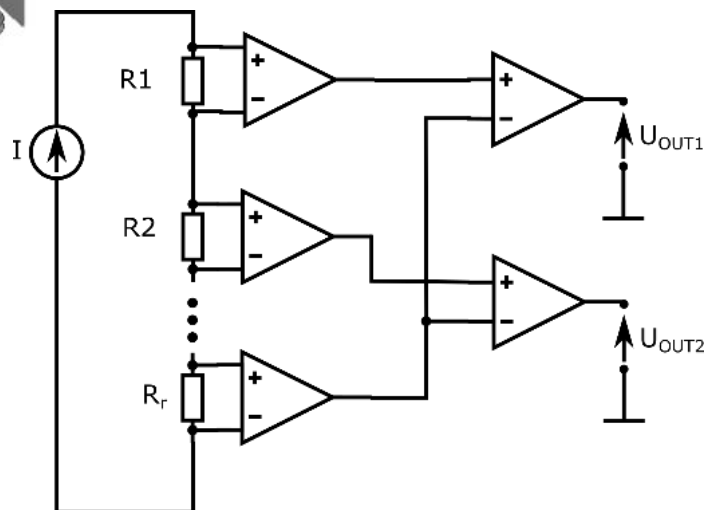
zostały sprężynowe igły testowe, umożliwiające komunikację z sensorem. Jednak to nie wszystko. Podłączenie układu do uniwersalnych urządzeń laboratoryjnych: precyzyjnego źródła prądowego oraz multimetru nie dało satysfakcjonującego wyniku. Oczekiwaniem po MEMS-ie osiągnięciem było zmierzenie zmian temperatur z rozdzielczością poniżej 10mK, podczas gdy złożony z wymienionych elementów układ okazał się generować

szum ograniczający rozdzielczość do 40 mK. Poratowano się więc bardzo prostym co do zasady działaniem układem pętli Andersona. Zasada działania pętli jest taka, że przez x szeregowo połączonych czujników rezystancyjnych oraz przynajmniej jeden rezystor referencyjny przepuszczamy pewien prąd I . Rezystory dobrane są tak, by miały zbliżoną rezystancję. Wzmacniacze instrumentacyjne w pierwszej kolejności oddzielają informację o spadku napięcia na rezystorze od wartości tego napięcia względem masy, dzięki czemu można niezależnie porównywać wartości napięć na różnych rezystorach. To właśnie dzieje się na drugim poziomie wzmacniaczy – napięcia z dwóch rezystorów są odejmowane i na wyjściu układu dostajemy informację o tej różnicy. Po co nam ona? Otóż rezystancyjne czujniki temperatury (ang. *Resistive Thermal Device* – RTD) bądź innych wielkości fizycznych mają to do siebie, że w reakcji na pewien bodziec zmieniają swoją rezystancję. Przy stałym prądzie prowadzi to naturalnie do zmiany napięcia na danym elemencie, podczas gdy rezystor referencyjny pozostaje na stałym poziomie, do którego może odnosić się wiele czujników jednocześnie. Jako ciekawostkę można dodać, że układ taki został opracowany przez Karla F. Andersona pracującego dla NASA i był wykorzystywany do pomiarów temperatury oraz naprężeń w elementach statków kosmicznych – rozwiązanie opublikowano w 1993 r.

Niezależnie jednak czy na ziemi, czy w kosmosie, i najprostsze układy mogą narobić kłopotów. Nie inaczej było przy MEMS-owym kalorymetrze. Zmagając się po drodze z nieszczelnymi uszczelkami, nadpobudliwymi wzmacniaczami, niesformą masą oraz membranami zerwanymi z uwięzi, udało się znaleźć konfigurację najlepszą i mogę powiedzieć, że miniaturowy kalorymetr mierzy zmiany temperatury z rozdzielczością 2 mK. A więc zadziałało – i to jak!



Model gotowego układu celki cieczowej.



Układ pętli Andersona w schemacie.

Krótką misja naukowa dla każdego!

Short Term Scientific Mission (STSM) – bo o tym właśnie jest mowa – to inicjatywa wspierania kontaktów naukowych przez finansowanie, jak sama nazwa wskazuje, krótkich misji naukowych. Naukowiec na dowolnym etapie kariery (choć często dotyczy to wsparcia dla zaczynających swą ścieżkę) może wystąpić o grant dofinansowujący jego wyjazd do innego ośrodka. Oczywiście wyjazd musi mieć swój cel, stąd określenie misja.

Unia Europejska tworzy przestrzeń dla takich inicjatyw, oferując możliwości zawiązywania rozmaitych współprac czy konsorcjów. Jedną z takich platform jest akcja COST (European Cooperation in Science and Technology), wewnątrz której grupy badawcze z całej Europy mogą się organizować w projekty. Celem akcji jest wspieranie współpracy, stąd znajduje się w niej miejsce dla krótkich wyjazdów.

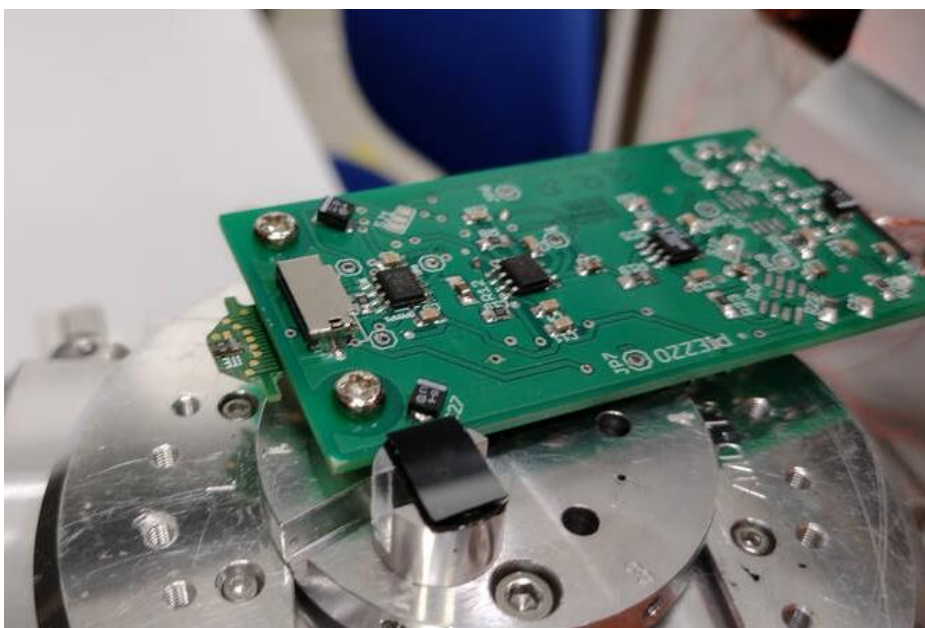
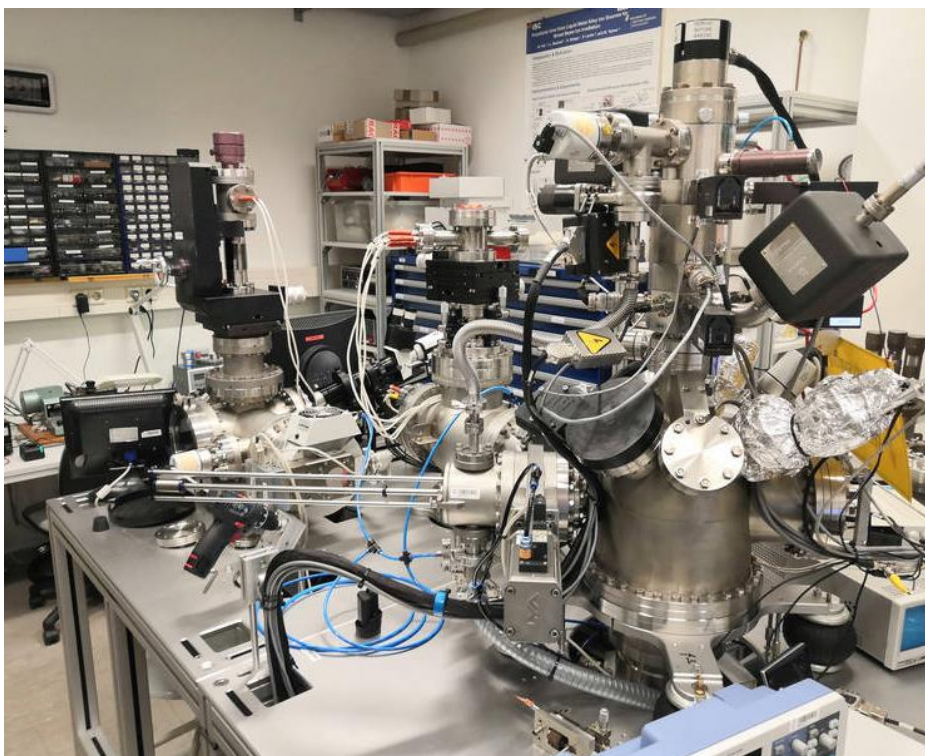
Kto może brać w nich udział? Każdy! Może nie pierwsza osoba z ulicy, ale ograniczeniem współpracy jest przystąpienie do takiej akcji – tylko i aż tyle. Już nawet doktoranci mają możliwość uzyskania finansowania na własny wyjazd naukowy.

Katedra Nanometrologii działa w ramach akcji COST „FIT4nano”. Stworzyło to możliwość dla dwóch doktorantów – Eweliny Gackiej i Bartosza Pruchnika, którzy w czerwcu odbyli własne misje noszące tytuły (odpowiednio): „Helium ion beam microscopy in fabrication of field emission-based MEMS” oraz „Focused ion beam technology in fabrication of diamond tip based scanning probe microscopy cantilevers”. Wyjazdy miały miejsce w Dreźnie oraz Londynie, zakończyły się sukcesem a nawiązane kontakty naukowe owocują. Kolejne wyjazdy są już planowane!

Na fotografiach:

Górna: Układ pomiarowy Helowego Mikroskopu Jonowego w Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf.

Dolna: Elektronika pomiarowa z belką piezorezystywną aktywną w komorze mikroskopu plazmowego.



Dolnośląski Festiwal Nauki w SPENCie

Coroczny DFN to wspaniała okazja na pokazanie prac laboratoryjnych ludziom normalnie nie mającym okazji, ale również tym, którzy pracują blisko, ale brak im czasu. SPENT zaprezentował w tym roku mikroskop tunelowy (STM), przy pomocy którego możliwe jest oglądanie nawet pojedynczych atomów. Pomimo niskiej frekwencji w deszczową sobotę udało się pokazać działanie maszyny zainteresowanym.



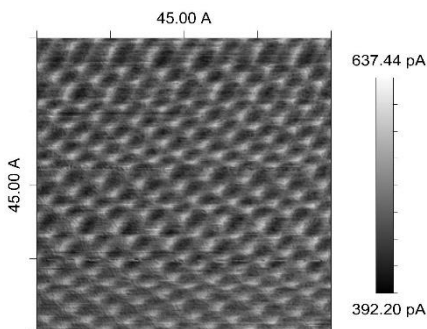
Gdzie są te elektrony?

Bartosz Pruchnik

Elektron byłby niezwykle frustrującą zwierzyną łowną. Żeby ustrzelić cel, trzeba w niego wpierv wymierzyć (chyba że mamy niezwykle szczęście albo jesteśmy w oborze) – tymczasem elektron zlokalizować jest bardzo trudno, ponieważ wiadomo, jak szybko się porusza. Można z tym walczyć, można to wykorzystać i oba podejścia wykorzystywane są w nanometrologii.

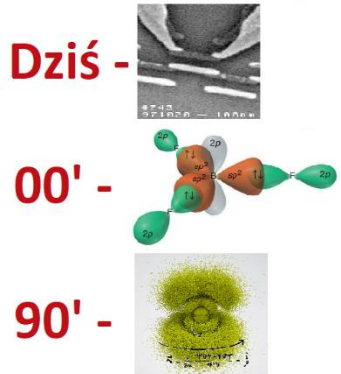
Zacznijmy od ustalenia, gdzie ich szukać. Oddziaływania międzycząsteczkowe są oddziaływaniami elektromagnetycznymi, stąd chmury elektronów otaczające każdy atom stanowią o ich sile. Można to wykorzystać do bardzo precyzyjnych pomiarów, na przykład przy pomocy mikroskopu sił atomowych, który będzie oddziaływał z powierzchnią właśnie przy pomocy chmur. Pomiary prowadzone w ten sposób mogą mieć nawet rozdzielczość atomową, jeżeli ostrze pomiarowe jest wystarczająco ostre. Dotyka się wtedy atomem atomu (czy raczej – chmury chmurą). Przynajmniej jednak, że nie jest to zbyt udana metoda polowania. Zlokalizowaliśmy elektrony, owszem, i nawet potrafimy zmierzyć ich oddziaływanie, ale wciąż są ich nieprzeliczone grupy! Co gdybyśmy chcieli wiedzieć, gdzie znajdują się pojedyncze sztuki?

Spróbujmy poszukać ich parami. Wiązania walencyjne występujące między atomami ustawiają elektrony precyzyjnie w określonych pozycjach. Hybrydyzacja, bo tak nazywa się ta konfiguracja, informuje o rozkładzie orbitali wokół atomu. Jeśli atom jest przy tym uwiązany w kryształ lub innej cząsteczce, to wiemy dokładnie, gdzie znajdują się gotowe do zmierzenia pary elektronów (pary, bo orbitali zapełniają dwa elektrony o przeciwnym spinie). Niektóre z wiązań mogą być wolne, czyli para elektronów nie będzie „zasłonięta” inną cząstką. Dojrzenie takiego układu wymaga utrzymania bardzo czystej powierzchni, na co pozwalają niektóre materiały – na przykład grafen. W tej postaci z



Na obrazie z mikroskopu tunelowego widać wyraźniej obecność orbitali atomowych (jaśniejsze wzgórki).

gdzie są TE elektrony?

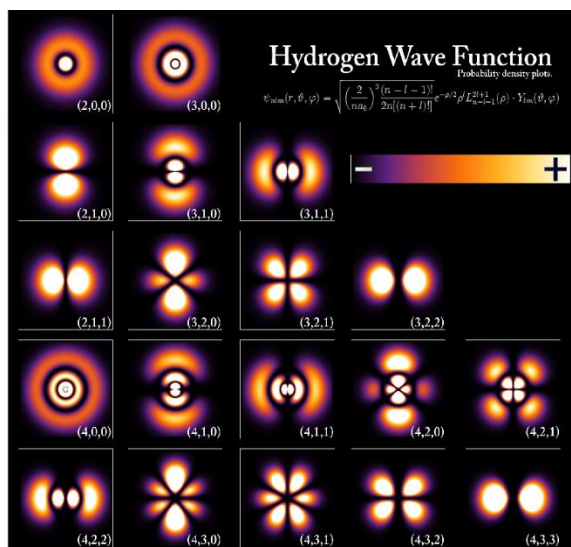


każdego atomu węgla wystaje w górę pojedynczy orbital, co zobaczyć można przy pomocy mikroskopu tunelowego.

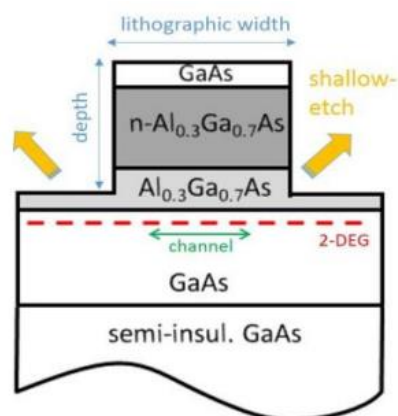
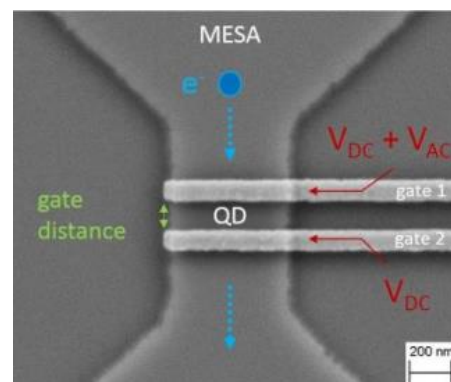
A co takiego mierzy mikroskop tunelowy? Oczywiście prąd tunelowy, cóżby innego. Tunelowanie wynika z falowej natury elektronu, który obecny jest nie w punkcie, a w pewnym obszarze. Stąd wynika, że może równie dobrze leżeć za ścianą. Weźmy jednak zamiast ściany barierę potencjału, którą może być przerwa między sondą a powierzchnią. Prawdopodobieństwo tunelowania elektronów (więc i prąd tunelowy) bardzo mocno zależy od odległości pomiędzy powłokami, więc zobaczyć można pojedynczy orbital! To wciąż jednak nie jest zadowalające polowanie – nie dość, że umiemy zlokalizować w najlepszym razie pary, to jeszcze posługujemy się zjawiskiem tunelowania, czyli przyznajemy, że nie wiemy, gdzie elektron się znajduje – granda! Zdołamy wymierzyć lepiej.

Elektron można uwięzić. Skarżył się nie będzie, ale nie jest to również proste, bo jak z morza wyłowić pojedynczy? I gdzie go wcisnąć, żeby się nie ruszył? Na szczęście nauka zna na to odpowiedź. Jeżeli bariery potencjału postawić odpowiednio blisko i odpowiednio wysokie, to nawet elektron nie będzie miał wyboru innego niż pozostać w miejscu. Oczywiście cząstka może poruszać się w trzech kierunkach, toteż bariery musi być nie jedna para, nie dwie, a trzy! Buduje się w ten sposób studnię, kreskę i kropkę kwantową. W kropce znajdować się może dokładnie jeden elektron. Tylko jak go złapać? Trzeba go tam... wepchnąć. Należy sprawić, żeby przetunelował do środka (a potem ewentualnie w ten sam sposób pułapkę opuścił).

Możemy być dumni, bo nie jest to prosta sztuka – upolowaliśmy elektron! Przynajmniej na papierze. Pozostaje jeszcze wytworzenie odpowiedniego urządzenia, ale o tym w innym numerze. Zaprezentujemy tylko urządzenie proponowane przez grupy badawcze.



Co możemy zrobić ze złapanym elektronem? Fotonika znajdzie dla niego na pewno kilka zastosowań w cel uzyskania przejść promienistych z fotonami o odpowiednich długościach fal. O wiele bardziej spektakularnym zastosowaniem będzie wykorzystanie urządzenia jako tranzystora, który przepuszcza elektrony pojedynczo! Takie ultraprecyzyjne układy już powstają i wróżą kolejne etapy w rozwoju (teraz już) nanoelektroniki.



Przykładowy tranzystor jednoelektronowy (SET) zaproponowany przez T. Gerstera i innych na konferencji MNE 2022 w referacie „Optimized GaAs/AlGaAs Based Single-Electron Pumps for a Quantum Current Standard”.

Le ciel lui tombe sur la tête lub chaotyczny przyływ myśli o

astronomii

Krzysztof Kwoka

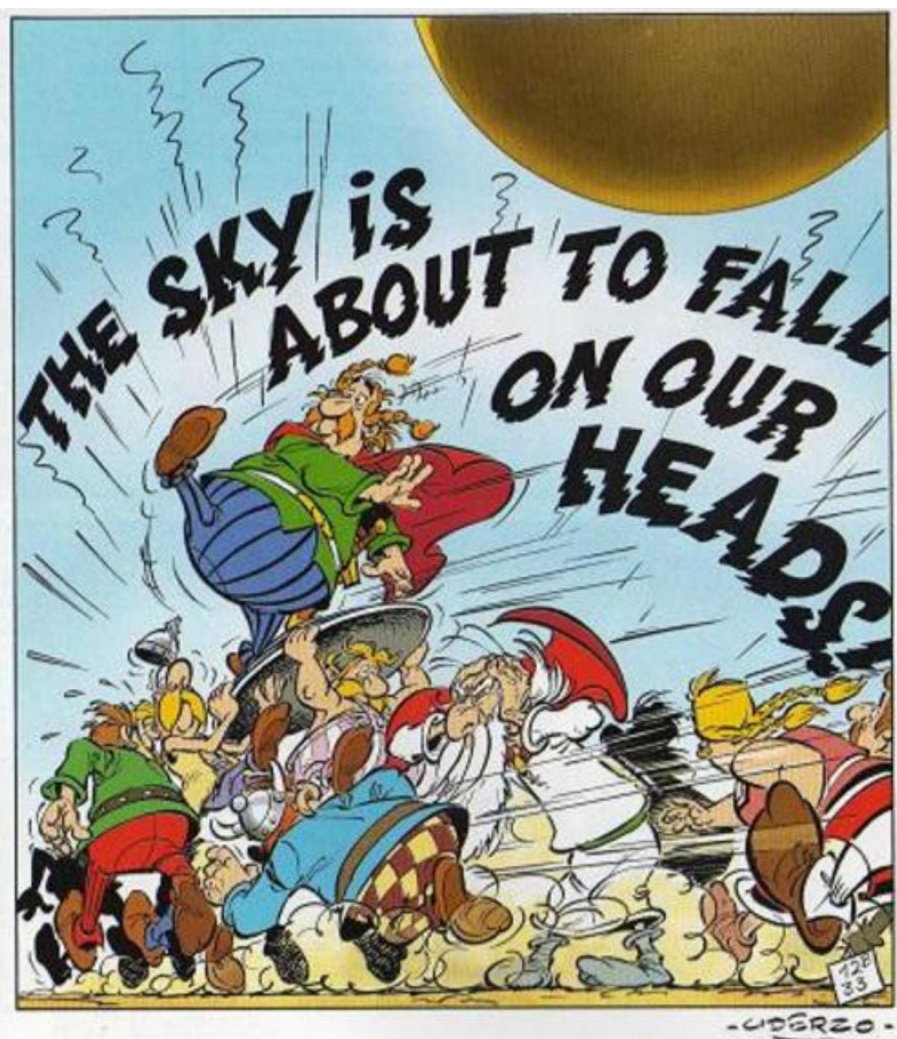
Upadek nieba na głowę niczym w Przygodach Gala Asteriksa jest raczej niezbyt prawdopodobny, ale co z obiektami krążącymi wysoko nad nami? W styczniu 2022 roku po orbicie krążyły 4852 sztuczne satelity i ciężka do oszacowania ilość kosmicznych śmieci, a co roku rejestruje się od 200 do 400 obiektów wchodzących w atmosferę Ziemi. Nie oznacza

to jednak, że noszenie hełmu jest konieczne, gdyż jedyny potwierdzony przypadek trafienia w człowieka wystąpił w 1997 r. i wg ofiary był porównywalny do uderzenia pustej puszką po napoju.

Zdecydowanie ciekawszym przypadkiem do rozważenia jest obiekt zdecydowanie większy, dobrze znany ze swojego złowieszczonego działania wszystkim wilkołakom i pielęgniarkom na nocnych dyżurach. Księżyc wpływa na wiele aspektów naszego życia i jego upadek na Ziemię byłby przyczyną wielu problemów, ale czy jest on faktycznie możliwy? Przyjrzyjmy się temu zagadnieniu z punktu widzenia oddziaływań grawitacyjnych.

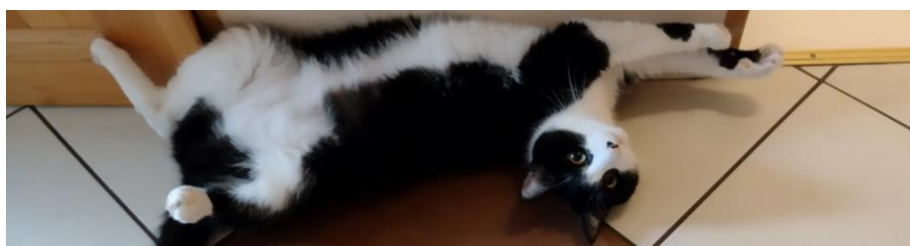
Najbardziej widocznym skutkiem ruchu Księżycyca wokół Ziemi jest występowanie

przyływów i odpływów mórz. Dlaczego jednak obserwujemy przyływ jednocześnie w Dubaju i na Alasce, które znajdują się po przeciwnych stronach globu? Załóżmy, że Księżyc znajduje się po stronie Zjednoczonych Emiratów Arabskich i dokłada swój wektor grawitacyjny do siły bezwładności wynikającej z obrotu Ziemi. Wówczas poziom wody podnosi się. W tym samym czasie na Hawajach wektor grawitacyjny Księżycyca jest najmniejszy (wielkość sił grawitacyjnych zależy w drugiej potęgze od odległości między obiektami, ale sił pływowych już w trzeciej), a zatem siła bezwładności działa silniej i tam również obserwujemy przyływ. Ale zaraz, miało być o spadaniu Księżycyca na głowę, co mają do tego przyływy?! Przyływy raczej niewiele, ale mechanizm oddziaływań grawitacyjnych już jak najbardziej, bo te same wektory będą oddziaływały na całą Ziemię, co prowadzi do jej spłaszczania po stronie biegunów i rozciągania na równiku (z dokładnością do położenia Księżycyca). I tu dochodzimy do sedna sprawy, a mianowicie skoro Księżyc oddziałuje na Ziemię to Ziemia również oddziałuje na Księżyc i o ile nie występują na nim zjawiska przyływów i odpływów, to deformacje już jak najbardziej, a to już dość istotne. Ciała niebieskie utrzymują swój kulisty kształt dzięki oddziaływaniom grawitacyjnym i im ciało jest cięższe tym te oddziaływania są większe. Skoro zatem wiemy, że jeżeli, w ogólnym przypadku, dwa ciała oddziałują na siebie nawzajem, to można dojść do wniosku, że istnieje taka odległość, dla której siła pływowa działająca na powierzchnię lżejszego ciała będzie silniejsza niż siły trzymające je w całości! Taki punkt w przestrzeni nazywamy Granicą Roche (od nazwiska francuskiego astronoma, który ją obliczył) i to ona odpowiada, na przykład, za powstanie pierścieni planetarnych Saturna. Czy zatem Księżyc może spaść nam na głowę? Granica Roche dla obiektów w stanie stałym wynosi dla Ziemi 9496 km a promień Księżycyca 1737,4 km. Wynika z tego, że nie grozi nam upadek naszego satelity na głowę, a raczej rozpadłby się on na piękne dyski na niebie (o ile ktokolwiek przeżyłby sam proces jego zbliżania się do Ziemi, ale to osobny temat). Jest też jeszcze jeden powód dla którego jesteśmy bezpieczni, a mianowicie średnia odległość Księżycyca od Ziemi wynosi 384 403 km i... rośnie o kilka centymetrów rocznie. Nie ma zatem potrzeby noszenia hełmu nawet pod przysznicem!



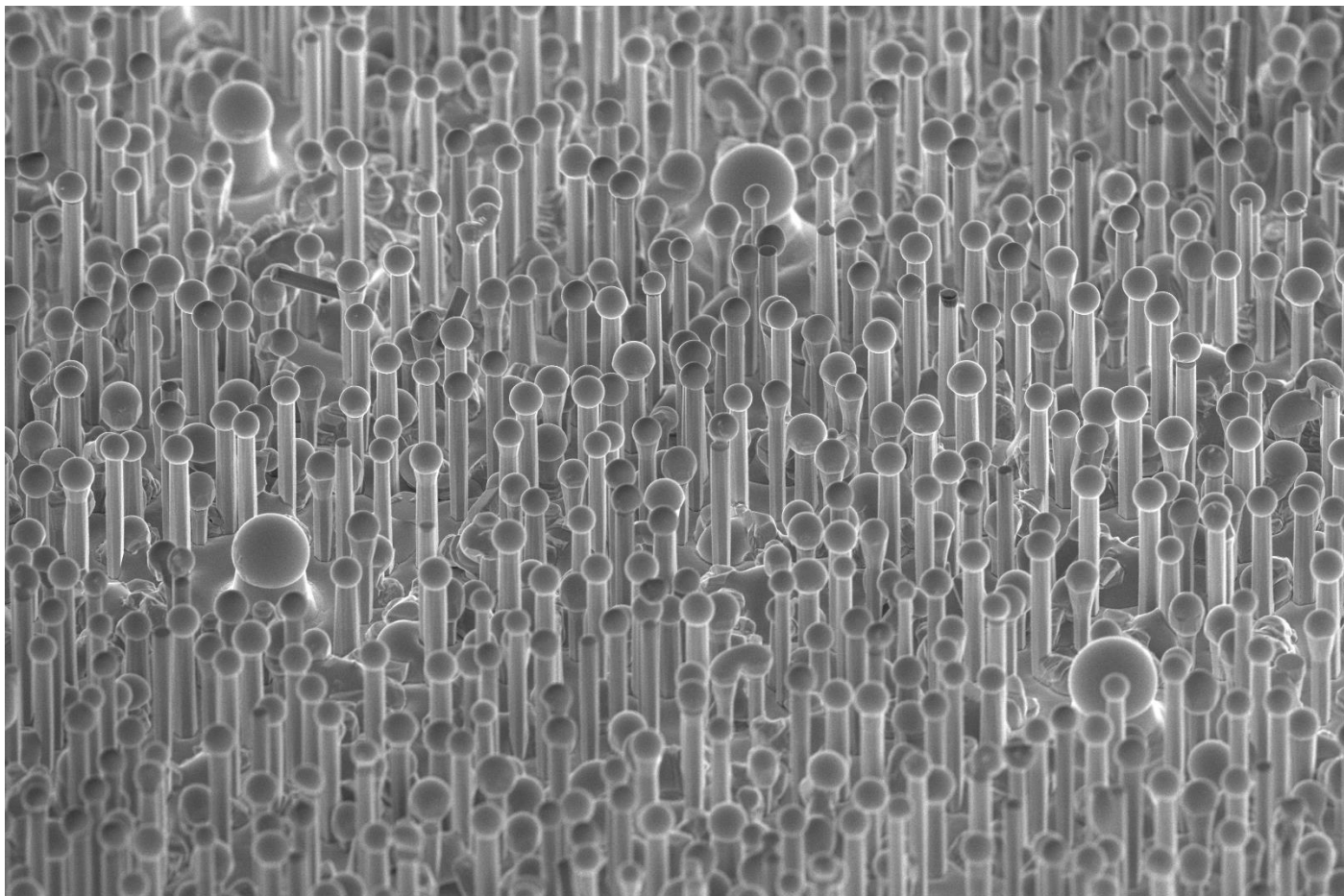
Miejsce akurat na kota

Na dole tej strony zostało trochę miejsca, zostało więc szybko zajęte przez kota. Jako redakcja pragniemy przeprosić, ale nie mamy serca go wyrzucać. Obiecujemy eksmitować go do następnego numeru!



Fotoplastykon

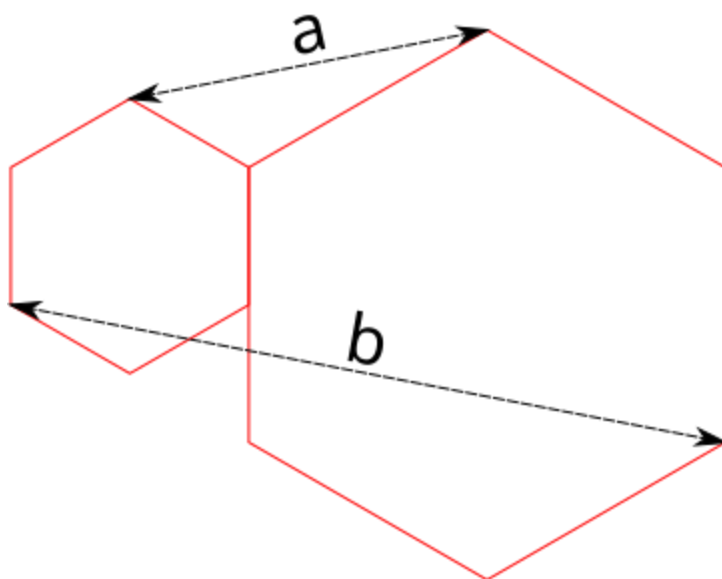
W tym numerze prezentujemy niepowtarzalne ujęcie na las słupków z azotku galu. Swoją niepowtarzalny kształt grzybiasty zawdzięczają mechanizmowi powstawania, który wymaga metalicznej kropli na czubku.



	8/23/2022 7:27:00 PM	HV 5.00 kV	curr 0.17 nA	mag <input type="checkbox"/> 5 000 x	dwell 5 μ s	HFW 82.9 μ m	WD 4.3 mm	det TLD	 20 μ m PWr Nanometrology
---	-------------------------	---------------	-----------------	---	--------------------	---------------------	--------------	------------	---

Wyjściówka!

Jeśli a jest równe 6, to ile wynosi b ?



Autopromocja

