

Невидимое из видимого

«Τὰ γὰρ βλεπόμενα πρόσκαιρα,
τὰ δὲ μὴ βλεπόμενα αἰώνια»



П.А. Николайчук

Сейчас, на заре 2068 года, человечество стоит на пороге реализации одной из самых чудесных грез – мечты о возможности исчезать и появляться из ниоткуда, мечты о невидимости. В этом обзоре мы поговорим о том, благодаря чему появилась технология, которая еще недавно казалась похожей на волшебство.

Долгое время физики считали возможность скрытия предмета противоречащей всем законам оптики. Однако ровно век назад было выдвинуто предположение о существовании так называемых метаматериалов, обладающих отрицательным коэффициентом преломления [1]. Ученые быстро поняли их перспективность для обретения невидимости, и в последующие сорок лет активно пытались найти или создать такие материалы. Первые успехи были достигнуты на заре нового века, когда группа американских инженеров создала метаматериал, способный скрыть объект в микроволновом и инфракрасном диапазонах [2]. В 2006 году математически доказана возможность скрытия

во всем диапазоне длин волн любого объекта, даже активно излучающего или поглощающего излучение [3]. Это еще подстегнуло исследования, однако дальше шумихи в прессе и ряда громких мистификаций дело не продвинулось. К 2030 году стало очевидно, что ни один химический элемент не может служить основой для метаматериала полной невидимости, способного скрыть объект больше, чем диаметр волоса.

Решить проблему помогло другое открытие, сделанное ровно полвека назад, когда группа физиков из США предложила новую теорию формирования первичных черных дыр. Из нее последовало интересное предположение: поглощение нейтронных звезд такими черными дырами ведет к выбросу в окружающее пространство материи, которая порождает тяжелые элементы [4]. Эту идею обсчитали на суперкомпьютере, и оказалось, что если удастся воспроизвести такой процесс, то откроется путь к массовому синтезу новых сверхтяжелых элементов [5].

В 2034 году прошли первые успешные испытания международного экспериментального термоядерного реактора ITER [6], а в 2046-м началось массовое строительство термоядерных реакто-

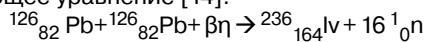
ров как для энергетики, так и для исследований. И вот в 2051 году группа инженеров из Италии сообщила об успешном запуске реактора, моделирующего работу Солнца [7]. Благодаря небольшим размерам и малому количеству водородного топлива модельные «звезды» проходили всю главную последовательность на диаграмме Герцшпрунга — Рассела [8] в течение нескольких месяцев. Эксперименты с реакторами подобного типа позволили подробно изучить звездную эволюцию и в итоге получить работающие модели черных дыр и нейтронных звезд [9]. До начала эры синтеза сверхтяжелых элементов оставалось сделать лишь один шаг, и пять лет назад первый такой реактор был построен в Китае [10]. Число попыток синтеза новых ядер выросло взрывообразно, и восьмой период Периодической системы химических элементов начал стремительно заполняться. Большинство новоявленных элементов имели только короткоживущие изотопы, времена полураспада которых не превышали нескольких микросекунд. Однако по мере приближения заряда ядер атомов к ста шестидесяти

Вверху: модель города с полупрозрачными зданиями

их стабильность неуклонно увеличивалась. Наконец ученые заговорили о достижении острова стабильности.

Концепция острова стабильности была предложена век назад американским физиком Гленном Сиборгом [11]. Согласно его идее, наибольшей стабильностью должны обладать так называемые дважды магические ядра, в которых количества как протонов, так и нейтронов оказываются «магическими числами» [12]. В соответствии с этой концепцией, стабильными могли быть ядра с атомными номерами 114 и 126, но они не оправдали ожиданий. Совершить прорыв в химии суждено было ядру с зарядом, соответствующим следующему магическому числу, 164.

С его появлением связана удивительная история. Во время одного из экспериментов лаборант, наблюдавший за происходящим в реакционной зоне процессом, вдруг с удивлением обнаружил, что взятый в качестве исходного вещества для синтеза порошок свинца исчезает на глазах. Эксперимент повторили, поместив в реакционную зону датчик давления и весы, но не зафиксировали повышения давления (которое могло бы свидетельствовать об образовании газа), и уловили лишь незначительное понижение массы. Неизвестное твердое вещество, осязаемое, однако совершенно невидимое глазу, обнаружил уборщик, выполнявший плановую чистку реактора. Так был открыт элемент, получивший название «инвизий» (лат. invisium) и символическое обозначение Iv [13]. Для реакции синтеза инвизия было предложено следующее уравнение [14]:



где $\beta\eta$ — частица, получаемая при поглощении нейтронной звезды черной дырой.

Очень быстро интерес к химии инвизия взлетел до небес, был создан научный журнал «Invisium», публикующий по несколько десятков работ ежемесячно. Инвизий оказался элементом 14-й группы с электронной конфигурацией $[Og] 8s^2 5g^{18} 6f^{14} 7d^{10} 8p^2$. Дважды магическое ядро невероятно стабильно, его период полураспада составляет 10^{15} лет. Самое важное свойство инвизия — отрицательный коэффициент преломления практически для любого излучения, от сверхдлинных радиоволн до рентгеновских лучей, что делает его идеальным метаматериалом. Уже сейчас ведутся разработки новых веществ и материалов, содержащих инвизий, способных обеспечить почти полную невидимость различных объектов.

В стандартном состоянии инвизий — твердый, прочный и тугоплавкий металл, температура его плавления превышает 5000 К. Подобно олову, свинцу и фле-

ровию, инвизий проявляет амфотерные свойства, образуя инвизаты с щелочноземельными металлами (например, CalvO_3) [15]. Это делает инвизий идеальным конструкционным материалом, позволяя создавать как металлоконструкции, так и цементы на его основе и возводить здания, вблизи выглядящие вполне обыкновенно, но полупрозрачные при взгляде издалека. Это благодаря ему появилась возможность любоваться природными ландшафтами даже в центре города-миллионника!

Из галоген- и алкилпроизводных инвизия синтезированы первые инвизийорганические соединения, в том числе и макромолекулярные [16]. Возможности, открываемые инвизийорганическими полимерами, почти безграничны. Тут и покрытия, волокна, ткани, позволяющие скрыть практически любой объект. Тут и искусственная кожа, которая позволяет покрытым ею объектам принимать покровительственную окраску. Да мало ли еще что можно придумать и изобрести! И все эти технологии могут войти в нашу жизнь уже завтра, поскольку первый завод по промышленному производству инвизия открывается на следующей неделе [17]!

Внедрение всякой новой технологии на начальном этапе вызывает опасения. Может показаться, что массовое



ПОЛБЕКА ТОМУ ВПЕРЕД

появление невидимых материалов повлечет за собой волну насилия и рост преступности. Эти страхи беспочвенны: человеческая цивилизация изобрела немало смертоносных вещей, но смогла успешно пережить свои изобретения. Невидимость не дает неуязвимости, бесплотности или безнаказанности. Научный же прогресс не остановить, и, вместо того, чтобы сокрушаться о некоторых неприятностях, нужно думать об очевидных плюсах, которые он в себе несет. Ведь как было сказано еще две тысячи лет назад: «...ибо кратковременное легкое страдание наше производит в безмерном преизбытке вечную славу, когда мы смотрим не на видимое, но на невидимое: ибо видимое временно, а невидимое вечно» [18].

Список литературы

1. В. Г. Веселаго. Электродинамика веществ с одновременно отрицательными значениями ϵ и μ // Успехи физических наук, 1967, 92(7), 517–526.
2. J. B. Pendry, D. R. Smith. Reversing Light With Negative Refraction // Physics Today, 2004, 57(6), 37–43.
3. A. Greenleaf, Ya. Kurylev, M. Lassas, G. Uhlmann. Full-wave invisibility of active devices at all frequencies // Communications in Mathematical Physics, 2007, 275(3), 749–789.
4. G. M. Fuller, A. Kusenko, V. Takhistov. Primordial Black Holes and r -Process Nucleosynthesis // Physical Review Letters, 2017, 119(6), 061101.
5. Д. В. Савчик, А. В. Белик. Путешествие к острову стабильности // Химия и жизнь, 2023, 8, 4–7.
6. ITER. www.iter.org.
7. I. Cazzaro et al. Un nuovo reattore termoclearechemo della il sole // Chimica Oggi, 2051, 69(8), 65–73.
8. H. N. Russell. Relations Between the Spectra and Other Characteristics of the Stars // Popular Astronomy, 1914, 22, 275–294.
9. N. Gutierrez et al. Modelización de la evolución estelar, agujerosnegros y estrellas de neutrones // Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, 2059, 115(2), 95–103.

10. 孙大睿, 陶冶. 用於合成超重核的新反應器//核技术, 2062, 85(1), 54–59.

11. G. T. Seaborg. Elements Beyond 100, Present Status and Future Prospects // Annual Review of Nuclear Science, 1968, 18, 53–152.

12. J. Grumann, U. Mosel, B. Fink, W. Greiner. Investigation of the stability of superheavy nuclei around $Z=114$ and $Z=164$ // Zeitschrift für Physik, 1969, 228(5), 371–386.

13. F. Å. Rønning. Name and symbol of the element with atomic number 164 – IUPAC Recommendation // Pure and Applied Chemistry, 2065, 137(1), 63–65.

14. R. Floß et al. Eine Synthese von Invisium aus Blei im thermonuklearen Reaktor // Chemie in Unserer Zeit, 2066, 100(3), 211.

15. M. K. Reagel, D. Z. Shi. Propriétés amphotères du invisium, et des invisates alcalino-terreux comme composants possibles de nouveaux ciments // Invisium, 2066, 1(4), 548–572

16. V. Živanović, Č. Brđanin. Органска, органометална и полимерна хемија инвизијума // Invisium, 2067, 2(1), 5–84.

17. G. Okyay, I. Bilgili. Will Invisium soon be available for all? A new factory starts production // Invisium, 2067, 2(8), 3148.

18. β' Επιστολή προς Κορινθίους 4: 17–18.