



ОБ УЧАСТИИ ЭХЗ В ПРОЕКТАХ «КИЛОГРАММ-2» И «КИЛОГРАММ-3» с применением изотопа кремний-28

АО «ПО «Электрохимический завод» был выбран в качестве участника проектов как один из признанных мировых лидеров на рынке производства стабильных изотопов.

С 1889 до 2019 года международным эталоном килограмма был артефакт в виде цилиндра из сплава платины (90 %) и иридия (10 %). Он хранится в Международном бюро мер и весов в Севре (Франция). Другие страны имели копии эталона.



Международный эталон килограмма

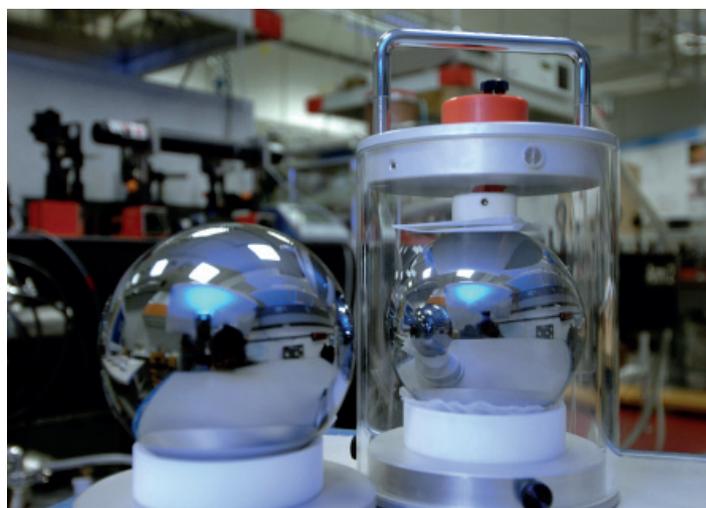
Источник:
РТВ/ВIRM

В 1946 году проверка национальных прототипов обнаружила их расхождение с эталоном. Проверка в 1989–1991 годах подтвердила расхождение в среднем до 25 микрограммов. Для того, чтобы обеспечить долгосрочную стабильность единицы массы, было решено определить килограмм на основе одной из фундаментальных констант. В качестве фундаментальной константы выбрали постоянную Планка, но и ее требовалось определить в соответствии с современными требованиями и возможностями науки и техники. Способ был разработан в Национальном метрологическом институте (физико-техническом ведомстве, РТВ) Германии – через уточнение числа Авогадро – и состоял из нескольких сложных этапов.

Чтобы изготовить эталонный килограмм для измерений и вычислений, нужен идеальный материал. Выбрали кремний-28, так как есть технологии, чтобы вырастить идеальный монокристалл, а из кристалла выточить идеальный шар. Точно измерив параметры его кристаллической решетки, можно рассчитать количество атомов в ней.

В ноябре 2013 года АО «ПО «Электрохимический завод» приступил к реализации своей части работ в международных проектах «Килограмм-2» и «Килограмм-3». ЭХЗ предстояло наработать исходный материал – тетрафторид кремния. В его изготовлении специалисты предприятия добились высочайшей степени обогащения по изотопу кремний-28 – более 99,998 %. То есть из 100 тысяч атомов не больше двух атомов относились к другим изотопам кремния.

Из тетрафторида кремния был получен поликристаллический кремний, из которого в берлинском Институте роста кристаллов вырастили монокристалл кремния-28. А из монокристалла в свою очередь по заказу Физико-технического ведомства Германии были изготовлены пять идеальных кремниевых сфер.



Идеальные шары из идеального кремния.
Диаметр – 93,75 мм. Шероховатость – 97 нм.
Если такой шар увеличить до размеров Земли, то самая высокая «неровность» будет не больше 2,4 метра.

Фото с сайта <https://www.ptb.de>

Измерив эти «идеальные» шары, ученые получили значительно более точное значение числа Авогадро:

$$N_A = 6,02214084(18) \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Прежние расчеты давали только шесть значимых цифр после запятой. После дополнительных уточнений значение числа Авогадро, рекомендованное в 2019 году, составляло:

$$N_A = 6,02214076 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Зная уточненное число Авогадро, специалисты Национального института стандартов и технологий США с помощью электромагнитных «Ватт-весов» уточнили постоянную Планка.

XXVI Генеральная конференция по мерам и весам (2018 г.) одобрила определение килограмма, основанное на фиксации численного значения постоянной Планка. Решение вступило в силу во Всемирный день метрологии 20 мая 2019 года.