

Конфигурация полюсов соответствующего магнита, представляющая собой один квадрат широко известного четырехполюсника, приведена на рис. 3. Не следует думать, что возможности магнитно-гравитационного рефрактометра ограничены по причине конечной величины зазора магнита. На самом деле магнит можно секционировать и каждую последующую горизонтальную секцию устанавливать по высоте ниже предыдущей. В этом случае можно эквивалентный диапазон перепадов высот, использованный в работах [6], расширить на порядок и более. Все формулы Майер-Лейбница при этом останутся действительными, если в них  $g$  заменить на  $g \left(1 + \frac{G}{G_{\text{экр}}}\right)$ .

Другим примером, иллюстрирующим эффективность одновременного использования гравитационного и неоднородного магнитного полей, может служить проблема отделения пучков гипотетических частиц, состоящих из четного количества нейтронов, от нейтронных пучков. С этой целью можно пропустить хорошо коллимированный пучок исходных неполяризованных нейтронов, в котором предполагается присутствие медленных частиц с четным числом нейтронов, через магнит с постоянным градиентом  $G$  (см. рис 3), в котором векторы  $H$  и  $G$  горизонтальны. Ввиду того что магнитный момент частиц, составленных из четного числа нейтронов, равен нулю, на большом расстоянии  $L$  от магнита след пучка на перпендикулярной к направлению его распространения плоскости представит

собой три пересекающиеся на горизонтальной оси исходного пучка полоски.

Две наклонные полоски с углом наклона  $\beta$

$$\beta = \arctg 2 \frac{\mu G l}{M g L}$$

( $M$  — масса нейтрона;  $l$  — длина магнита) будут следом поляризованных нейтронов, тогда как вертикальная третья полоска будет следом не имеющих магнитного момента частиц. Частицы с заданной энергией будут пролетать на заданном расстоянии от оси исходного пучка.

В заключение искренне благодарю Ф. Л. Шапиро за поддержку и интерес к работе.

Поступило в Редакцию 24/X 1968 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. J. Sherwood, T. Stephenson, S. Bernstein. Phys. Rev., 96, 6, 1546 (1954).
2. H. Friedburg, W. Payl. Naturwissenschaften, 37, 20 (1950); 38, 159 (1951).
3. М. И. Корсунский, О. О. Фогель. ЖЭТФ, 21, 38 (1951).
4. Н. Mayer-Leibnitz. Z. angew. Phys., 14, 738 (1962).
5. L. Koester. Z. Phys., 182, 328 (1965); 198, 187 (1967).

## Международные сличения $Am^{241}$

А. А. КОНСТАНТИНОВ, В. Я. АЛЕРСЕЕВ

УДК 621.039.555

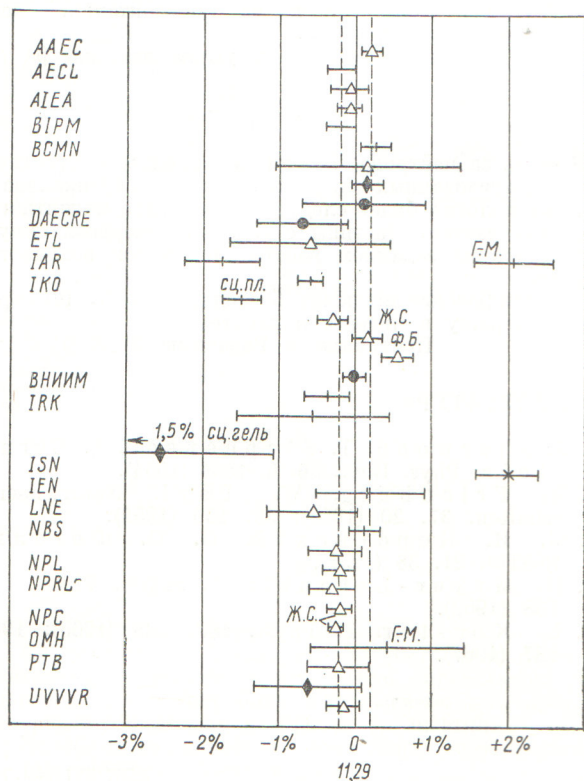
Международные сличения эталонов единиц радиоактивности и ионизирующих излучений, проводимые по программе Международного бюро мер и весов (МБМВ), позволяют поддерживать единство измерений в этой области во всем мире. При этом участники сличений получают возможность путем анализа результатов измерений, опубликованных в отчетах МБМВ, выяснить систематические ошибки измерений, присутствующие тем или иным методом, которые используются национальными метрологическими лабораториями при эталонировании радиоактивных источников. В 1963 г. в отличие от прежних международных сличений активности  $\beta$ -радиоактивных нуклидов [1], было проведено сличение удельной активности раствора  $\alpha$ -радиоактивного  $Am^{241}$ . В этой работе приняла участие 21 национальная лаборатория.

От Советского Союза в международных сличениях участвовал Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ), где хранится первичный эталон единицы активности. Во ВНИИМ был применен метод  $\alpha$ -счета. Измерение удельной активности раствора заключалось в точном определении весового количества раствора, наносимого на подложку при изготовлении источников. Изготовленный  $\alpha$ -источник представлял собой тонкую целлюлозную пленку (0,1—0,15 г/м<sup>2</sup>), закрепленную на алюминиевом кольце и покрытую с двух сторон путем термораспыления в вакууме тонким слоем золота, на поверхность которого нанесено некоторое количество раствора  $AmCl_3$ . Взвешивание капли радиоактивного раствора осуществлялось на весах СМД-1000. При этом учитывалось испарение раствора за время, прошедшее с момента попадания капли на пленку

до момента отсчета на весах. Метод приготовления таких источников подробно описан в работе [2]. Для определения среднего значения удельной активности из полученных двух ампул раствора  $AmCl_3$  (по 5 мл каждая) изготовляли несколько десятков источников с различным весовым отношением. Активность этих источников измеряли методом  $4\lambda$ -счета [3] на нескольких установках с пропорциональными  $4\lambda$ -счетчиками. Результаты измерений обрабатывали методом математической статистики. Было получено среднее значение удельной активности  $Am^{241}$  в растворе, равное 11,25 расп/сек.мг, причем статистическая и систематическая ошибки измерений составляли соответственно 0,104 и 0,2%. Позднее очень близкий результат был получен при измерении активности методом  $4\lambda$  ( $\alpha - \gamma$ )-совпадений.

Материалы о международных сличениях были обработаны в МБМВ и затем оформлены в виде отчета [4]. На рисунке приведены результаты международных сличений удельной активности  $Am^{241}$  в растворе. Во всех лабораториях измерение удельной активности раствора осуществлялось абсолютными методами счета  $\alpha$ -частиц [5]. Наиболее распространенными методами оказались метод  $4\lambda$  ( $\alpha - \gamma$ )-совпадений и метод  $4\lambda\alpha$ -счета. Большинство источников в качестве подложек использовали пленку VYNS толщиной 0,05—0,2 г/м<sup>2</sup>, покрытую золотом.

При определении активности источников методом  $4\lambda\alpha$ -счета чаще всего применяли пропорциональные счетчики типа «Bill-box», отличающиеся друг от друга размерами. В качестве рабочего газа использовали  $CH_4$ ;  $C_3H_8$ ;  $Ar + 10\% CH_4$ . У некоторых счетчиков длина плато достигала 1000—1200 е при наклоне 0,1% на 100 е. Две лаборатории (IAR, ОМН) применили



Результаты международных сличений удельной активности раствора  $Am^{241}$  следующими национальными метрологическими лабораториями:

—|— 4ла — счет (пропорциональный счетчик); —△— 4ла —  $\gamma$ -совпадения; —◆— метод жидких сцинтилляторов; —●— метод определенного телесного угла; —×— ионизационная камера; сц. пл. — применялась сцинтилляционная пластмасса; сц. гелль — применялся сцинтилляционный гель; Ф. Б. — применялась фильтровальная бумага.

счетчики, работающие в гейгеровском режиме (Г.—М.) с рабочим газом аргон + изобутан. Длина плато такого счетчика была 250 в при наклоне 1%, а мертвое время составляло ~1 мсек. В лаборатории ИКО метод 4лс-счета был осуществлен с помощью сцинтилляционной пластмассы толщиной 0,1 мм и диаметром 2 см, на поверхность которой наносилась капля радиоактивного раствора.

При определении активности методом 4л ( $\alpha$  —  $\gamma$ )-совпадений в большинстве случаев для регистрации  $\alpha$ -частиц применялись пропорциональные 4л-счетчики, а для регистрации  $\gamma$ -квантов — сцинтилляционные счетчики с кристаллом NaI(Tl). Некоторые национальные лаборатории для дублирования 4л-счетчиков в этом методе применяли жидкостные сцинтилляционные счетчики (Ж. С.). Метод счета частиц с помощью жидких сцинтилляторов был применен несколькими лабораториями как самостоятельный абсолютный метод определения активности. Центральная лаборатория ВСМН использовала с этой целью несколько репетов жидких сцинтилляторов: 1) 5 г/л РРО + 0,5 г/л РОРОР в толуоле + 15% этанола; 2) 5 г/л р-терфенил + 0,5 г/л РОРОР в толу-

оле + 15% этанола; 3) 5 г/л РРО + 100 г/л нафталин + диоксан. При этом был получен горизонтальный участок в интегральном спектре импульсов с наклоном 0,1—0,2%. Истинное значение активности находилось путем экстраполяции этой кривой к нулю.

Две национальные лаборатории определили активность источников методом счета частиц в определенном телесном угле, причем большинство измерений было сделано при телесном угле ~0,1% от 4л. В одной из установок применялся полупроводниковый кремниевый счетчик с диафрагмой, отверстие которой составляло 141 мм<sup>2</sup>, а расстояние от диафрагмы до источника — 100 мм.

Только одна лаборатория (ISN) применила метод 2л-счета с помощью импульсной ионизационной камеры с сеткой (типа Фриша). Диаметр анода камеры 70 мм, расстояние между электродами 55 мм, входная емкость 11 пф. Камеру наполняли аргоном до давления  $2 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup>. Источник pripravляли путем накапывания радиоактивного раствора на платиновую подложку толщиной 0,8 мм, тщательно полированную и химически очищенную.

Анализируя результаты международных сличений раствора  $Am^{241}$ , следует отметить, что эталонирование растворов  $\alpha$ -активных нуклидов может быть произведено с достаточной высокой точностью без использования усложненных методов. При обработке результатов измерений [6], чтобы получить среднее значение активности, были отброшены некоторые результаты, полученные национальными лабораториями, и в первую очередь те, в которые не внесена поправка на поглощение. Кроме того, были исключены два результата ИКО, чтобы не давать слишком большой вес результатам одной лаборатории. Оставшиеся результаты дают среднеарифметическое значение 11,283, а средневзвешенное 11,29.

Таким образом, на 1 августа 1963 г. было принято наиболее вероятное значение удельной активности раствора  $Am^{241}$  — 11,29 расч/сек. мг  $\pm$  0,2%.

В международных сличениях приняли участие следующие лаборатории: ААЕС — Австралийская компания по атомной энергии, Лукас Хайтс (Австралия); АЕСЛ — компания по атомной энергии, Чок-Ривер, Онтарио (Канада); ИАЕА — Международное агентство по атомной энергии, Вена (Австрия); ВІРМ — Международное бюро мер и весов, Севр (Франция); ВСМН — Центральное бюро ядерных исследований, Геел (Бельгия); DAECRE — Исследовательский институт комиссии по атомной энергии, Рисо (Дания); ETL — Электротехническая лаборатория, Токио (Япония); IAR — Институт прикладной радиоактивности, Лейпциг (ГДР); ИКО — Научно-исследовательский институт ядерной физики, Амстердам (Голландия); ВНИИМ — Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева, Ленинград (СССР); ИРК — Институт радия и ядерной физики, Вена (Австрия); ISN — Институт ядерных исследований Бориса Кидрича, Белград (Югославия); IEN — Совет по ядерной энергии, Мадрид (Испания); LNE — Национальная лаборатория исследований, Париж (Франция); NBS — Национальное бюро эталонов, Вашингтон (США); NPL — Национальная физическая лаборатория, Теддингтон (Англия); NPRL — национальная физическая исследовательская лаборатория, Претория (ЮАР); NRC — Национальный исследовательский совет, Онтарио (Канада); OMH — Институт мер и весов, Будапешт (Венгрия); РТВ — Федеральный физико-технический институт, Браун-

швейг (ФРГ); UVVVR — Институт исследования, производства и применения радиоактивных изотопов, Прага (Чехословакия).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Константинов, В. В. Перепелкин, А. Е. Кочин. «Атомная энергия», 19, 65 (1965).
2. А. А. Константинов, Т. Е. Сазонова. Standardization of Radionuclides. Vienna, IAEA, 1967, p. 539.
3. В. Я. Алексеев, А. А. Константинов. Исследования в области измерения ионизирующих излучений. Вып. 69 (129), М., Стандартгиз, 1962, стр. 5.
4. J. Roy, A. Rytz. Rapport preliminaire sur la comparaison internationale de Am<sup>241</sup> France, Sévres, BIPM, Juill, 1963.
5. A. Murrenhoff. Z. f. Instrum. Kunde. 74, H. 9, 283 (1966).
6. A. Rytz. Comité consultatif pour les étalons de mesure des radiations ionisantes. 5-e session Gauthier-Villars. Paris. p. 48.

### Порядок депонирования статей

Депонирование статей осуществляется или по просьбе авторов, или по решению редакционной коллегии журнала.

В журнале печатаются подробные аннотации статей, а полные тексты хранятся в редакции в течение 5 лет и высылаются читателям по их требованию наложенным платежом. Объем аннотации не должен превышать 2 стр. машинописного текста, а объем депонируемого текста — 12 стр. В отдельных случаях в аннотацию можно включить рисунок, таблицу, основные формулы и т. п.

Сроки опубликования аннотаций значительно короче сроков публикации статей и писем.

Депонированные статьи являются научными публикациями и учитываются при защите диссертаций.

Статьи, представленные для депонирования, должны быть окончательно отработаны авторами и годны для фотографического воспроизведения: текст следует печатать на машинке с жирной черной лентой, формулы вписывать тушью или черными чернилами, рисунки выполнять на ватманской бумаге или кальке и снабжать подписями.

Цена одного экземпляра депонируемого текста 40 коп.

При оформлении заказа на тексты депонированных статей необходимо указывать регистрационный номер статьи, который помещен в конце аннотации.

Заказы направлять в редакцию журнала по адресу: Москва, Центр, ул. Кирова, 18.